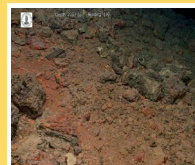
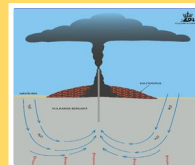




OLJE- OG ENERGIDEPARTEMENTET

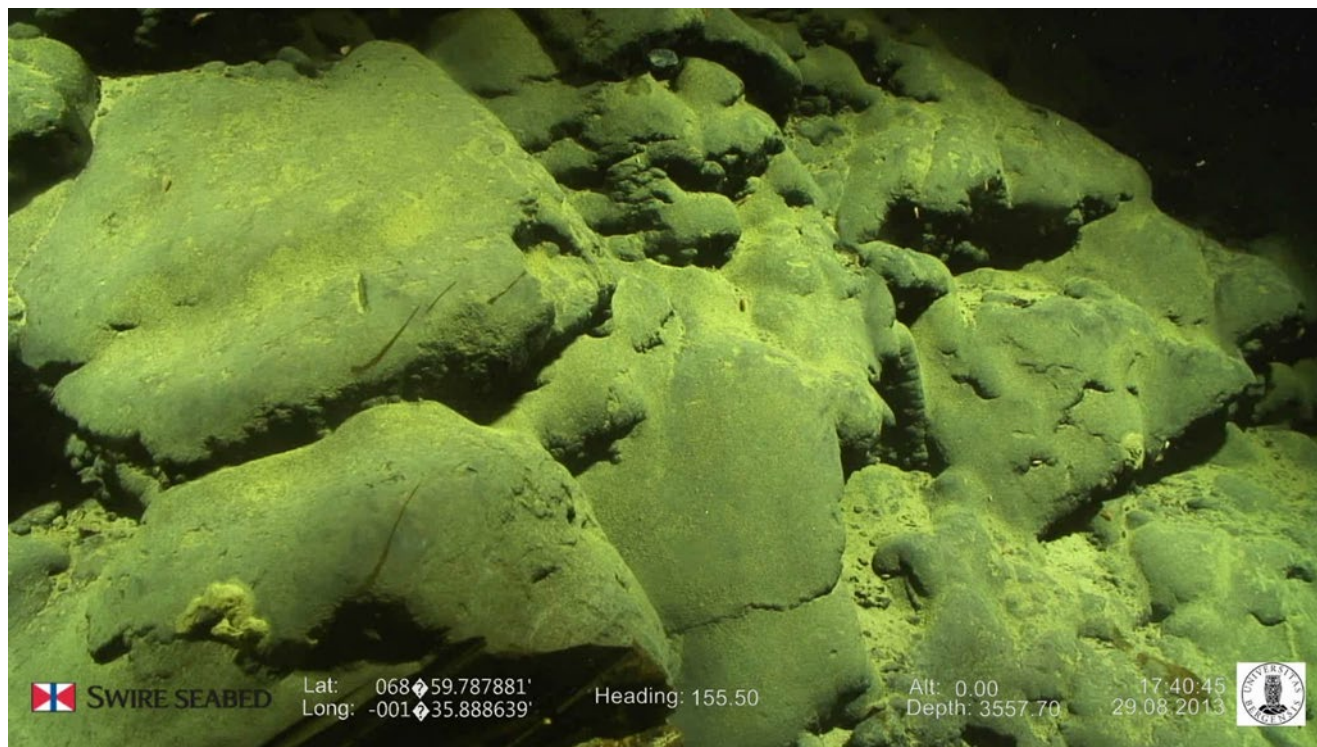
Høringsdokument



Konsekvensutredning - undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel

Del av åpningsprosessen etter Lov om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven)

27. oktober 2022



Forord

Utvinning av mineraler fra havbunnen kan i fremtiden bli en ny og viktig næring for Norge og samtidig bidra til å sikre den globale tilgangen på viktige metaller. En forutsetning for slik utvinning er at ressursene kan høstes på en lønnsom måte med akseptabel grad av miljøpåvirkning. For å få avklart dette, er en åpningsprosess for mineralvirksomhet på havbunnen som legger til rette for en videre kunnskapsinnhenting, avgjørende. Denne konsekvensutredningen som del av åpningsprosessen, legger grunnlaget for en vurdering av spørsmålet om åpning av områder slik at andre aktører enn staten nå kan lete etter, og når kunnskapsgrunnlaget eventuelt tilsier det, utvinne havbunnsmineraler.

Det er i dag sterk geografisk konsentrasjon av utvinning og prosessering av viktige mineraler globalt. Slik konsentrasjon er potensielt et hinder for pålitelig og sikker tilgang til nøkkelinnsatsfaktorer for alle land. Det er stor og økende oppmerksomhet om dette i Europa, USA og verden for øvrig. Kommersiell utvinning av mineraler fra Norges havbunn kan bidra til å avhjelpe dette på sikt.

Havbunnsmineraler er påvist i norske havområder og gjelder blant annet bly, sink, kobber, gull, sølv, mangan, jern, titan, kobolt, nikkel, cerium, zirkonium og sjeldne jordarter. Utvinning av slike mineraler som verden har stort behov for, kan bli en ny havnæring i Norge. En forutsetning for slik kommersiell virksomhet, og dermed på sikt å kunne utvinne disse ressursene, er at områder åpnes for undersøkelse og utvinning. Først da kan en få avklart om utvinning av våre havbunnsmineralressurser vil kunne bli lønnsom og drives med akseptabel grad av miljøpåvirkning. For å kunne ta stilling til om det er ønskelig å åpne for slik virksomhet på norsk kontinentalsokkel, er det viktig med et godt og oppdatert faktagrunnlag. Dette er formålet med en åpningsprosess. Samtidig er det viktig å understreke at en ev. havbunnsmineralvirksomhet på norsk sokkel vil være en skrittvis prosess, og at det vil kreves ytterligere kunnskapsinnhenting før det eventuelt kan godkjennes utvinning av forekomster av mineraler på havbunnen.

Undersøkelse og utvinning av slike mineraler er regulert av havbunnsmineralloven som trådte i kraft 1. juli 2019. Det er Olje- og energidepartementet som har forvaltningsansvaret for havbunnsmineraler. Havbunnsmineralloven har bestemmelser om åpning av områder for undersøkelse og utvinning av mineraler på havbunnen, herunder at det skal gjennomføres en åpningsprosess med tilhørende konsekvensutredning før tildeling av tillatelser og igangsetting av aktivitet.

En åpningsprosess ble igangsatt av Olje- og energidepartementet i 2020. Åpningsprosessen består av to hoveddeler: en konsekvensutredningsprosess og en ressursvurdering. Oljedirektoratet som er departementets fagdirektorat for havbunnsmineraler, har fått i oppgave å utarbeide en ressursvurdering. Direktoratet har også bistått departementet i gjennomføringen av konsekvensutredningsprosessen. Direktoratet har blant annet koordinert det faglige utredningsarbeidet.

Konsekvensutredningsprosessen består av to faser – en programfase og en utredningsfase. Et forslag til utredningsprogram ble utarbeidet og sendt på offentlig høring. Kommentarene ble evaluert for implementering i programmet, og endelig program for konsekvensutredning ble fastsatt av Olje- og energidepartementet 10. september 2021. Programmet består av programforslaget som ble sendt på høring, samt departementets vurderinger av høringskommentarene. Konsekvensutredningen er gjennomført på basis av det fastsatte programmet og utredningene er oppsummert i denne rapporten.

Sentralt i konsekvensutredningsprosessen står involvering av berørte parter og kvalitetssikring. Konsekvensutredningen sendes med dette på offentlig høring og gir berørte interesser mulighet til å komme med innspill til det faglige arbeidet som er gjennomført. Det er satt av tre måneder til høring av konsekvensutredningen. Høringsinstansene og andre med interesse for saken bes om å oversende sine kommentarer til Olje- og energidepartementet innen 27. januar 2023. Høringsinnspillene vil utgjøre en del av beslutningsgrunnlaget for åpningsprosessen.

Oslo, 27. oktober 2022

Terje Aasland (Ap)

Olje- og energiminister

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Sammendrag.....	9
1 Innledning	15
2 Bakgrunn og formål	17
2.1 Bakgrunn	17
2.2 Lovverk	17
2.3 Miljømål.....	19
2.4 Forvaltningsplaner.....	21
2.5 Den internasjonale havbunnsmyndigheten	21
2.6 FNs bærekraftsmål	21
2.7 Konsekvensutredning - formål og tilnærming.....	22
2.8 Begrepsdefinisjoner.....	22
3 Åpningsprosess og konsekvensutredning	27
3.1 Konsekvensutredningen	27
3.2 Organisering og gjennomføring.....	28
3.3 Utredningsområdet	30
3.4 Forutsetninger, tilnærming og metode.....	31
3.4.1 Tilnærming og metode	31
3.4.2 Ressursgrunnlag og usikkerhet.....	32
3.4.3 Prinsipielle spørsmål og avklaringer fra høringen av programforslaget	32
4 Temabeskrivelse havbunnsmineraler	33
4.1 Havbunnsmineraler i utredningsområdet.....	33
4.1.1 Sulfider	34
4.1.2 Manganskorper	35
4.2 Om ressursgrunnlaget	36
4.3 Etterspørsel etter havbunnsmineraler	41
5 Teknologistatus og -utvikling	43
5.1 Verdikjede og virksomhetsfaser	43
5.1.1 Undersøkelse	43
5.1.2 Utvinning	44
5.1.3 Logistikk.....	44
5.1.4 Prosessering	44
5.1.5 Avslutning.....	44
5.2 Teknologivurdering.....	45
5.3 Teknologier for undersøkelse.....	45
5.4 Teknologier for utvinning	49

5.5 Teknologisk modenhet	51
5.6 Operasjonelle forhold.....	54
5.6.1 Havdyp og relaterte utfordringer	54
5.6.2 Bølgehøyde.....	54
5.6.3 Marin ising, sjøis og isfjell.....	54
5.7 Sikkerhet og beredskap	55
6 Statusbeskrivelse og kunnskapsgrunnlag om utredningsområdet.....	57
6.1 Natur- og miljøforhold.....	57
6.1.1 Landskapstrekk.....	57
6.1.2 Havbunnsbaserte økosystemer	60
6.1.3 Økosystemer i vannmassene.....	62
6.1.4 Sjøpattedyr	66
6.1.5 Sjøfugl	67
6.1.6 Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO).....	72
6.1.7 Mareano	74
6.2 Næringsvirksomhet	74
6.2.1 Fiskeri	74
6.2.2 Skipstrafikk	78
6.2.3 Annen næringsvirksomhet	80
6.2.4 Kulturminner	80
7 Økonomiske og sosiale virkninger	81
7.1 Behov for teknologisk utvikling	82
7.2 Muligheter for havbunnsmineralvirksomhet i et globalt marked.....	82
7.3 Framtidsmuligheter for norske aktører.....	84
7.4 Mulige virkninger på arbeidsmarkedet og innen næringsutvikling	85
7.5 Mulige konsekvenser for regional utvikling	86
8 Miljømessige virkninger	89
8.1 Tilnærming og metode	89
8.1.1 Typer og omfang av påvirkning	89
8.1.2 Miljøverdiers sårbarhet for ulike påvirkningstyper.....	90
8.1.3 Vurdering av miljøkonsekvenser	92
8.2 Virkninger for naturforhold og miljø	94
8.2.1 Fysisk påvirkning.....	94
8.2.2 Spredning av partikler	97
8.2.3 Eksponering mot toksiske stoffer.....	100
8.2.4 Energibruk og utslipp til luft.....	101
8.2.5 Andre miljøvirkninger.....	103
8.3 Oppsummering og samlet vurdering av miljømessige virkninger.....	104

8.4 Avbøtende tiltak og relevante utviklingstrekk	109
8.5 Kumulative miljøvirkninger	110
8.6 Prinsipper for miljøovervåking ved utvinning	111
9 Virkninger for andre næringer og kulturminner	113
9.1 Fiskeri	113
9.2 Skipstrafikk	114
9.3 Bioprospektering	115
9.4 Marinarkeologiske kulturminner.....	115
10 Referanser.....	117

Sammendrag

Olje- og energidepartementet har forvaltningsansvaret for havbunnsmineraler og gjennomfører åpningsprosessen for havbunnsmineralvirksomhet i relevante områder på norsk kontinentalsokkel i henhold til havbunnsmineralloven. Åpningsprosessen omfatter en konsekvensutredningsprosess. Oljedirektoratet har koordinert det faglige utredningsarbeidet i forbindelse med konsekvensutredningen med støtte fra andre fagdirektorater.

Den foreliggende konsekvensutredningen er gjennomført på basis av et fastsatt program for konsekvensutredningen, hvor blant annet høringskommentarer til programforslaget er hensyntatt. Konsekvensutredningen sendes nå på offentlig høring. Åpenhet og medvirkning utgjør en sentral del av konsekvensutredningsprosesser.

Denne konsekvensutredningen belyser de ulike interessene som gjør seg gjeldende på det aktuelle området, slik at dette kan ligge til grunn når det skal tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, området kan åpnes for mineralvirksomhet. Konsekvensutredningen belyser hvilke virkninger en eventuell åpning kan få for miljøet og antatte næringsrelaterte, økonomiske og sosiale virkninger. Et viktig spørsmål for konsekvensutredningen er om det vil kunne være mulig å drive forsvarlig mineralvirksomhet samtidig som havmiljøet og hensynet til andre brukere av havet ivaretas.

Når det gjelder omfanget av økonomiske og sosiale virkninger, vil de være helt avhengig av at områder åpnes og at det påvises ressurser som er kommersielt interessante å utvinne. Det er i dag stor usikkerhet både knyttet til omfanget av lønnsomme havbunnsmineraler på kontinentalsokkelen og hvilke – og hvor store – økonomiske og sosiale effekter en ev. utvinning vil ha. Det som synes klart er at det kan være en potensielt stor verdi for samfunnet hvis en åpner områder og det påvises og utvinnes betydelige ressurser av verdifulle mineraler. Siden dette er stedbundne og potensielt knappe ressurser er det potensiale for grunnrente. Samtidig vil det være en svært begrenset økonomisk nedside da letekostnadene er begrensede og letingen raskt vil bli trappet ned dersom det ikke påvises kommersielt interessante ressurser. Utbygging vil ikke skje hvis ikke utvinning er forventet å være lønnsomt på utbyggingstidspunktet.

Denne konsekvensutredningsprosessen inneholder ikke detaljerte vurderinger knyttet til mulige, fremtidige utvinningsprosjekter. I henhold til loven vil utredning av dette skje ved eventuelle fremtidige søknader fra kommersielle aktører om godkjenning av en plan for utvinning av konkrete mineralforekomster. Slike søknader betinger blant annet at forekomstene er i områder som er åpnet for slik virksomhet.

Parallelt med konsekvensutredningen kartlegger Oljedirektoratet de kommersielt mest interessante mineralforekomstene på norsk kontinentalsokkel. På basis av kartleggingen utarbeides en første vurdering av ressurspotensialet i åpningsområdet. Ressursvurderingen vil inngå som egen del av beslutningsgrunnlaget for åpning av områder for mineralvirksomhet.

Nedenfor følger informasjon og oppsummering av sentrale deler av konsekvensutredningsarbeidet.

Hva er havbunnsmineraler?

To typer av havbunnsmineraler er funnet på norsk kontinentalsokkel; sulfider og manganrike skorper.

Sulfidforekomster bygges opp av grunnstoff oppløst i vann som strømmer ut fra varme kilder langs spredningsryggene. Sulfidavsetninger dannes når den oppvarmede væsken møter en fysisk eller kjemisk barriere, som kaldt havvann. Det bygges opp skorsteinlignende strukturer som med ujevne mellomrom kollapser og danner grushauger. De enkelte hydrotermale forekomstene er aktive i et titalls tusen til noen hundre tusen år. Etter hvert som kontinentalspredningen skrider frem, vil de

inaktive sulfidforekomstene gradvis få større avstand til de vulkansk aktive områdene, og vil delvis overdekkes av sedimenter. Fra sulfidforekomster er det mulig å utvinne kobber (Cu) og sink (Zn), samt noe gull (Au) og muligens også noe bly (Pb) og sølv (Ag). Sulfidmalm kan i prinsippet utvinnes fra både aktive og inaktive forekomster. Det forventes imidlertid at de inaktive forekomstene vil være mest interessante, siden disse har hatt lengst tid til å påleire mineraler.

Manganrike skorper dannes ved at oppløste metallforbindelser som finnes naturlig i sjøvann, bygger opp en skorpe direkte på undersjøiske fjellformasjoner under gitte betingelser. Dette er en svært langsom naturlig prosess, hvor det tar anslagsvis 1 million år å danne 1 cm tykt lag (skorper). Skorpene inneholder ulike metaller som kan utvinnes. På norsk sokkel er det i skorpeforekomster hovedsakelig aluminium (Al), mangan (Mn), jern (Fe), titan (Ti) og det er et potensiale for kobber (Cu), nikkel (Ni), kobolt (Co) og sjeldne jordarter (REE - Rare earth elements), blant annet yttrium og scandium.

Hvorfor trenger vi havbunnsmineraler?

Muligheten for økonomisk lønnsom utvinning av havbunnsmineraler kan bli en ny og viktig havnæring for Norge og samtidig bidra til å sikre forsyningen av viktige metaller i fremtiden. Det er et økende globalt behov for utvinning av mineraler for å sikre tilgangen på nødvendige metaller. Produksjon og raffinering av flere sentrale mineraler er i dag konsentrert til et fåtall land eller et lite antall selskaper og i områder med varierende grad av politisk, sosial og miljømessig risiko. I tillegg har noen av de eldre gruvene på land vært i produksjon siden 1800-tallet, og dette gjør at metallgehalten er redusert. Sirkulærøkonomien vil også være viktig for å møte etterspørselen etter metaller på en bærekraftig måte, men vil ikke være tilstrekkelig. Havbunnsmineraler kan derfor bli en ny kilde til viktige metaller som verden vil trenge fremover.

Miljømessige virkninger og avbøtende tiltak

Gjennom høringen av programforslaget fremkom kommentarer knyttet til mulige miljøvirkninger av havbunnsmineralvirksomhet. Manglende kunnskap om både aktuelle miljøforhold og påvirkninger ble trukket frem av flere høringsinstanser. Som del av konsekvensutredningen har statlige etater og forskningsinstitutter utarbeidet grunnlagsstudier som beskriver natur- og miljøforhold i utredningsområdet basert på dagens kunnskapsgrunnlag. Kunnskapsbehov blir beskrevet. I utredningsområdet som dekker 592 500 kvadratkilometer med havdyp fra 100 - 4000 meter, generelt dypere enn 1500 meter, er kunnskap om fauna og naturmiljø begrenset.

Åpning og mulighet for kommersiell utforskning vil bidra til en klarere avgrensning av utvinnbare ressurser og videreutvikling av teknologier kan bidra til økt kunnskap om utvinningskonsepter og mulige påvirkninger.

For ev. konkrete fremtidige utvinningsprosjekter stiller havbunnsmineralloven krav til godkjent plan for utvinning. En søknad om slik godkjenning krever gjennomføring av en konsekvensutredning knyttet til den foreslåtte, konkrete aktiviteten, herunder at lokale forhold må utredes og hensyntas. Relevante avbøtende tiltak må vurderes.

Den foreliggende konsekvensutredningen som er gjennomført belyser identifiserte påvirkninger knyttet til leting, utvinning og avslutning av virksomheten. Fokus er på aktivitetene til havs. Aktivitet knyttet til leting og avslutning er generelt funnet å gi små miljømessige virkninger. Potensialet for virkninger av utvinningsvirksomhet vil avhenge av teknisk løsning, herunder relevante avbøtende tiltak. Virkningene vil i all hovedsak være knyttet til det konkrete geografiske området der utvinningen foregår. Dette arealet vil være svært begrenset i forhold til det totale havbunnsarealet. Samtidig vil de lokale konsekvensene avhenge av hvilket naturmiljø som påvirkes. Hver enkelt aktivitet ved utvinning av mineraler på havbunnen kan føre til ulike påvirkninger på økosystemet på

den aktuelle lokaliteten. For de fleste påvirkninger tilsier dagens kunnskap at det i den praktiske forvaltningen vil være mulig å gjøre avbøtende tiltak.

De største miljømessige virkningene er vurdert å være knyttet til lokal fysisk påvirkning av bunnhabitat/-substrat med tilhørende økosystem fra utvinning av mineralforekomster, for henholdsvis aktive (nær aktive) hydrotermale kilder og manganskorper. Virkningene vil være av lokal karakter, avgrenset til selve området som blir utvunnet (størrelsen på en utvinningslokalitet for sulfider er vurdert i størrelsesorden 0,2-0,5 kvadratkilometer og for en skorpelokalitet anslagsvis 20 kvadratkilometer). Mulighet for gjenetablering av bunndyrsamfunn er vurdert som noe forskjellig mellom manganskorper og sulfidforekomster. Underliggende fjell gir grunnlag for gjenetablering av fauna etter fjerning av skorpe. Etter utvinning av en aktiv sulfidforekomst, vil nye skorsteiner gradvis bygges opp og over tid danne grunnlag for etablering av ny bunnfauna. Det er usikkerhet omkring tidsaspektet for dette. For utvinning av inaktive sulfidforekomster er miljøvirkningene uansett vurdert som små, da en her kan få relativt hurtig gjenetablering av bunnfauna og berørt område er begrenset i forhold til utbredelse av tilsvarende bunndyrsamfunn.

Utvinning av havbunnsmineraler kan medføre spredning av partikler fra selve ekstraksjonen/utvinningen fra havbunnen (inklusive eventuell flytting av overliggende bunnsedimenter før utvinning av en sulfidforekomst), samt fra eventuelt utslipp av returvann (vann kan brukes for å transportere mineralressursene opp til overflatefartøy/-innretning). Partikler fra ekstraksjonen vil drive med bunnstrømmen og avsettes over et visst areal – i hovedsak nær utvinningslokaliteten. Vurderinger utført på basis av internasjonale studier og modellering angir antatt skadelige avsetninger innenfor en avstand på om lag en kilometer rundt utvinningsstedet. Virkningene er dermed av lokal karakter. Partikler og løste metaller fra returvann kan fraktes lengre, men vil generelt fortynnes og det er konkludert med at det medfører små til middels miljøvirkninger, avgrenset til mindre deler av havområdet og kun små deler av bestander. Utredningen av fiskeriaktivitet viser lite uttak av fisk og annen sjømat i området og det vurderes at risiko for konsekvenser for matsikkerhet er lav.

Produksjonsenheter og behovet for transport- og logistiktjenester vil kreve energi med tilhørende utslipp til luft med dagens teknologier. De faktiske utslippene vil være avhengig av hva slags fartøy som vil bli benyttet, størrelsen på fartøyene, hvilket drivstoff som vil bli benyttet, hvorvidt det er installert utslippsreducerende tiltak samt antall operasjonsdager. Utslippene er totalt estimert til i størrelsesorden 130 000 tonn CO₂ per år per utvinningsprosjekt og er basert på dagens energiløsninger og teknologi. Det legges til grunn at virksomheten vil være underlagt virkemidler som har til hensikt å redusere utslipp av klimagasser. Sektorovergrepene virkemidler som avgifter på utslipp av klimagasser og utslippskvoter er i dag hovedvirkemidlene i klimapolitikken for å nå Norges klimamål.

Leting og utvinning av havbunnsmineraler kan også medføre andre typer miljøvirkninger, men disse er generelt vurdert å representere et mindre konsekvenspotensial og kan avbøtes gjennom adekvate tiltak. Dette omfatter blant annet:

- Lyd og vibrasjoner
- Kunstig lys
- Risiko for innførsel av fremmede arter
- Fjerning av organismer ved inntak av vann nær havbunnen

Slike forhold må vurderes konkret for ev. utvinningsprosjekter i prosjektsspesifikke konsekvensutredninger.

Konsekvenser for andre havbaserte næringer

Det foregår et begrenset omfang av annen havbasert næringsvirksomhet i utredningsområdet, hovedsakelig avgrenset til noe fiskerivirksomhet og noe passerende skipstrafikk. Det er generelt vurdert at det vil være lite konfliktpotensial mellom havbunnsmineralvirksomhet og disse næringene, men dette må vurderes i prosjektspesifikke konsekvensutredninger.

Det er for øvrig forventninger om at bioprospektering knyttet til varme kilder kan gi grunnlag for ny virksomhet i fremtiden. Det er generelt vurdert at det ligger godt til rette for sameksistens mellom havbunnsmineralvirksomhet og ev. bioprospektering.

Næringsmessige muligheter og økonomiske og sosiale virkninger

Det finnes i dag på verdensbasis ikke fullskala industriprosjekter for utvinning av havbunnsmineraler i dyphavet. Havbunnsmineralvirksomhet har potensial for å bli en helt ny næring. Regelverk for utvinning av havbunnsmineraler i områder utenfor nasjonal jurisdiksjon er i ferd med å bli vedtatt samtidig som behovet for mineraler er forventet å akselerere teknologiutviklingen.

Krevende fysiske forhold langt til havs og store havdyp krever spesialiserte teknologiske løsninger og spesialkompetanse. En del vil kunne bygge på eksisterende teknologi, men det er også behov for å utvikle ny teknologi. Flere teknologiutviklingsprosjekter pågår på verdensbasis, og flere norske aktører er involvert. Norske teknologimiljøer i både petroleums-, maritim-, prosesserings- og bergverkssektorene har muligheter til å kunne tilby den kompetansen og ekspertisen som etterspørres. Det er sannsynlig at en ny industri som involverer havbunnsmineraler vil oppstå både på tvers av, men også som en forlengelse av dagens eksisterende næringer. Det er gjennomført en kvalitativ vurdering av slike virkninger som del av konsekvensutredningen.

De økonomiske og sosiale virkningene vil være avhengig av at områder åpnes og at det påvises ressurser som er kommersielt interessante å utvinne. Om det er kommersielt interessante havbunnsmineralressurser i Norge vil en først kunne få avklart gjennom åpning av områder slik at , ikke bare staten, med også kommersielle aktører kan drive leting etter slike ressurser på norsk kontinentalsokkel. Det er stor usikkerhet knyttet til omfanget av ressurser, lønnsomheten ved disse og ev. utvinningsmetoder. Det gjør vurderinger av økonomiske og sosiale virkninger svært usikre. I utredningen er derfor de vurderinger som er gjennomført av mulige økonomiske og sosiale virkninger kvalitativ art.

Sikkerhet og beredskap

Det følger av havbunnsmineralloven at mineralvirksomhet etter loven skal foregå på en forsvarlig måte og ivareta hensynet til sikkerhet for personell, miljø og de økonomiske verdiene innretninger og fartøyer representerer.

For å sikre forsvarlig virksomhet, er det viktig at relevante operasjonelle usikkerhets- og risikofaktorer er godt forstått og ivaretatt før utvinningsaktiviteter knyttet til mineralvirksomhet på havbunnen skjer. Et arbeid for å identifisere og utrede operasjonelle usikkerhets- og risikofaktorer ved slik virksomhet vil derfor gjennomføres i samarbeid mellom relevante aktører og myndigheter etter en ev. åpning.

Mye av kunnskapen fra petroleumsvirksomheten vil ventelig kunne overføres til planlegging og gjennomføring også av mineralutvinning. Teknologiutvikling og et robust HMS-regelverk er sentrale forutsetninger for også å kunne drive forsvarlig virksomhet knyttet til havbunnsmineraler. For å møte alle typer utfordringer uavhengig av naturgitte og operasjonelle forhold, vil myndighetene utvikle et funksjonelt og virksomhetstilpasset HMS-regelverk som stiller tydelige krav til sikkerhet og styring av

virksomheten. Eventuelle industristandarder som utvikles av næringen vil kunne bidra til å utfylle regelverket.

1 Innledning

Olje- og energidepartementet gjennomfører en åpningsprosess for mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen i medhold av lov 22. mars 2019 nr. 7 om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven)¹. Som del av åpningsprosessen gjennomføres det en konsekvensutredningsprosess.

Den foreliggende konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til fastsatt program. Oljedirektoratet bistår departementet i arbeidet med konsekvensutredningen og har koordinert det faglige utredningsarbeidet. Konsekvensutredningen sendes nå på offentlig høring.

Oljedirektoratet har konsultert andre relevante fagetater og fagmiljøer for å sikre bred kunnskap om naturressurser, miljø og næringsvirksomhet, samt mulige virkninger på disse. Som en del av dette arbeidet er det gjennomført flere studier inndelt i to typer; grunnlagsstudier og studier om virkninger. Flere statlige direktorater og etater har bidratt i dette arbeidet.

Dokumentet er organisert slik at kapittel 2 gir en kort introduksjon til bakgrunnen og målsetningen for konsekvensutredningsprosessen, samt presentasjon av relevant lovverk og sentrale faguttrykk og begreper.

Kapittel 3 redegjør for konsekvensutredningsprosessen, organisering og gjennomføring, tilnærming og metode, samt en presentasjon av utredningsområdet. Det vises også til forhold av prinsipiell viktighet for konsekvensutredningens innhold og omfang, basert på innkomne høringsuttalelser til programforslaget.

Kapittel 4 gir en nærmere presentasjon av havbunnsmineraler, typer av mineralforekomster og vurderinger av ressursgrunnlaget.

Kapittel 5 presenterer teknologistatus og utviklingstrender innen metoder for undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler.

Kapittel 6 gir en statusbeskrivelse for natur- og miljøforhold samt næringsaktivitet i utredningsområdet, herunder omtale av kunnskapsstatus.

Kapittel 7 belyser økonomiske og sosiale virkninger av havbunnsmineralvirksomhet.

Kapittel 8 belyser miljømessige virkninger av havbunnsmineralvirksomhet.

Kapittel 9 belyser virkninger for andre næringer og kulturminner av havbunnsmineralvirksomhet.

¹ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/har-igangsatt-apningsprosess-for-mineralvirksomhet-pa-norsk-kontinentalsokkel/id2702069/>

2 Bakgrunn og formål

2.1 Bakgrunn

Befolkningsvekst og velstandsøkning samt økt utnyttelse av fornybare energikilder er forventet å øke etterspørselen etter metaller i fremtiden. Større grad av elektrifisering krever ulike metalliske grunnstoff som blant annet litium, kobolt, nikkel, sink og mangan, og enkelte sjeldne jordarter som benyttes i elektronikk og batteriteknologi. I dag utvinnes metaller gjennom gruvedrift på land, og det er en forventning om økende grad av metallgjenvinning gjennom mekanismer for sirkulær økonomi. Det har i lang tid vært kunnskap om forekomster og interesse for å utvinne metalliske mineraler også fra havbunnen. Slike forekomster kan inneholde viktige metaller som verden vil trenge fremover.

Muligheten for økonomisk lønnsom utvinning av havbunnsmineraler kan bli en ny og viktig havnæring for Norge og samtidig bidra til å sikre forsyningen av viktige metaller i fremtiden.

Havbunnsmineraler er påvist i norske havområder og omfatter bly, sink, kobber, gull, sølv, mangan, jern, titan, kobolt, nikkel, cerium, zirkonium og sjeldne jordarter. Utvinning av slike mineraler som verden har stort behov for, kan bli en ny havnæring i Norge. En forutsetning for slik kommersiell virksomhet, og dermed utnyttelse av disse ressursene, er at områder åpnes for undersøkelse og utvinning. For å kunne ta stilling til om det er ønskelig å åpne for slik virksomhet på norsk kontinentalsokkel er det viktig med et godt og oppdatert faktagrunnlag. Dette er formålet med en åpningsprosess.

Før utvinning av havbunnsmineraler kan vurderes, må drivverdige forekomster påvises. Globalt er det per i dag kun letevirksomhet og kartlegging av havbunnsmineraler som finner sted. Konsepter og teknologier for utvinning er under utvikling. Dette er nærmere omtalt i kapittel 5.

Departementet gjennomfører en åpningsprosess for havbunnsmineraler i tråd med havbunnsmineralloven basert på fastsatt program for konsekvensutredningen og oppdrag gitt til OD angående ressursvurdering.²

2.2 Lovverk

Etter havretten har kyststater suverene rettigheter til naturressursene på kontinentalsokkelen, herunder enerett til undersøkelse og utnyttelse av både de levende og ikke-levende ressursene på sokkelen. Samtidig har kyststaten en plikt til å ivareta miljøet og til å la andre stater bruke sokkelen til visse formål.

Lov om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven) trådte i kraft 1. juli 2019. Formålsbestemmelsen i lovens § 1-1 lyder: «Denne loven skal legge til rette for undersøkelse og utvinning av mineralforekomster på kontinentalsokkelen i samsvar med samfunnsmessige målsettinger, slik at hensynet til verdiskaping, miljø, sikkerhet ved virksomheten, øvrig næringsvirksomhet og andre interesser blir ivaretatt.» Det følger av formålsbestemmelsen at loven skal fremme forsvarlig forvaltning og bruk av mineralressursene på kontinentalsokkelen i tråd med samfunnsmessige målsettinger. Lovens formål gir de overordnede rettslige rammene for forvaltningen av mineralressursene på kontinentalsokkelen. Med samfunnsmessige målsettinger menes en forvaltning som er bærekraftig og som tar hensyn til andre interesser enn de rent ressursrelaterte, jf. oppstillingen i bestemmelsen. Hovedmålsettingen er en samfunnsøkonomisk lønnsom forvaltning av mineralressursene. Hensynet til verdiskaping, miljø, sikkerhet ved

² Meld. St. 36 (2020-2021), Meld. St. 11 (2021-2022).

virksomheten og hensynet til øvrig næringsvirksomhet og andre interesser, skal ivaretas. Rammevilkårene i lovverket skal legge til rette for at mineralressursene skal kunne utnyttes i tråd med Grunnloven § 112, samtidig som man avveier mineralvirksomhetens betydning mot andre interesser og deres betydning, herunder deres økonomiske betydning. I dette ligger blant annet at det må tas hensyn til økosystemet på havbunnen og i vannsøylen, fiskeri, petroleumsvirksomhet, rikets forsvar og andre interesser i de samme havområdene. Regelverket skal altså legge til rette for verdiskaping innenfor forsvarlige miljø- og sikkerhetsmessige rammer.

Havbunnsmineralloven inneholder bl.a. bestemmelser om åpning av områder for undersøkelse og utvinning av mineraler på havbunnen. Før et område kan åpnes for mineralvirksomhet på norsk kontinentalsokkel, må det i henhold til havbunnsmineralloven § 2-1, gjennomføres en åpningsprosess. Olje- og energidepartementet er ansvarlig departement for åpningsprosessen.

Før et område åpnes, skal det gjennomføres en konsekvensutredning. I henhold til havbunnsmineralloven § 2-2 skal konsekvensutredningen bidra til å belyse de ulike interessene som gjør seg gjeldende på det aktuelle området, slik at dette kan ligge til grunn når det skal tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, området kan åpnes for mineralvirksomhet. Herunder skal konsekvensutredningen belyse hvilke virkninger en eventuell åpning kan få for miljøet og antatte næringsrelaterte, økonomiske og sosiale virkninger.

Konsekvensutredningen vil være en viktig del av beslutningsgrunnlaget når det skal tas stilling til åpning av områder for mineralvirksomhet på norsk kontinentalsokkel. Slike konsekvensutredninger representerer et internasjonalt anerkjent verktøy som blant annet skal sikre at ulike relevante hensyn blir ivaretatt i beslutninger om offentlige planer og programmer.

På basis av den faglige utredningen foretar myndighetene en avveining mellom ulike hensyn om hvorvidt aktuelle områder bør åpnes for mineralvirksomhet og eventuelle vilkår for åpningen. Når områder ev. er åpnet, kan det tildeles undersøkelsestillatelser og utvinningstillatelser etter havbunnsmineralloven for nærmere avgrensede områder. Ved tildeling av tillatelser vil det kunne stilles vilkår.

Før områder eventuelt er åpnet for mineralvirksomhet, er det kun staten som kan gjennomføre undersøkelser etter mineraler, jf. havbunnsmineralloven § 1-6. Når et område er åpnet, kan også private aktører gis tillatelse til å drive mineralvirksomhet på norsk kontinentalsokkel jf. § 2-3. Hovedtrekkene i tillatelsesregimet for havbunnsmineraler er en ikke-eksklusiv undersøkelsestillatelse³ og en eksklusiv utvinningstillatelse⁴ med tilhørende arbeidsforpliktelse.

En undersøkelsestillatelse vil være avgrenset geografisk og i tid. Den aktiviteten som kan skje i medhold av en undersøkelsestillatelse antas å ha minimale miljøkonsekvenser, og loven krever derfor ikke egen konsekvensutredning for slik aktivitet.

Hvis en rettighetshaver som er tildelt en utvinningstillatelse beslutter å utvinne en mineralforekomst, skal rettighetshaveren forelegge for departementet til godkjenning en plan for utvinning av mineralforekomsten jf. havbunnsmineralloven § 4-4⁵. Ifølge loven skal en prosjektspesifikk konsekvensutredning utarbeides som en del av plan for utvinning. Det må bl.a. etableres god kunnskap om lokale forhold som fysiske miljøforhold og naturressurser og mulige virkninger av

³ En undersøkelsestillatelse gis for et bestemt område og med inntil fem års varighet, og gjelder leting etter og kartlegging av mineralforekomster for kommersielt formål.

⁴ En utvinningstillatelse gir rettighetshaveren enerett til undersøkelser etter og utvinning av alle mineralforekomster i området som er omfattet av tillatelsen. Utvinning defineres som uttak av mineraler for kommersielt formål. Tildeling av en utvinningstillatelse vil som hovedregel gjøres etter konkurranse gjennom offentlig utlysning.

⁵ I henhold til havbunnsmineralloven § 4-4 kan departementet etter søknad i særlige tilfeller helt eller delvis frafalle kravet om en plan for utvinning.

utvinningsaktiviteten. Planen vil være spesifikk for et definert foreslått prosjektområde og en bestemt utvinningsløsning. Tilsvarende kreves en konsekvensutredning også som en del av avslutningsplanen for et utvinningsprosjekt, jf. havbunnsmineralloven § 5-2.

En oversikt over de ulike fasene innen undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler hvor konsekvensutredning skal gjennomføres, er presentert i Figur 2-1.



Figur 2-1. Konsekvensutredning (KU) før åpning sett i forhold til vanlig prosess med tildeling av tillatelser og senere prosjektspesifikke konsekvensutredninger. Merk at tildeling av utvinningstillatelse også kan gjøres uten forutgående tildeling av undersøkelsestillatelse.

Mineralvirksomhet etter havbunnsmineralloven skal foregå på en forsvarlig måte og ivareta hensynet til sikkerhet for personell, miljø og de økonomiske verdiene innretninger og fartøyer representerer, jf. havbunnsmineralloven § 1-7. Bestemmelsen oppstiller krav til forsvarlig mineralvirksomhet, herunder at alle rimelige foranstaltninger skal tas for å unngå skade på naturmangfoldet i havet eller kulturminner på havbunnen og å unngå forurensning og forøpling.

Mineralvirksomhet kan også være betinget av tillatelser etter annet regelverk enn havbunnsmineralloven. Som eksempel vil det kunne kreves tillatelse etter forurensningsloven. Ved vurderingen av om tillatelse skal gis og eventuelt på hvilke vilkår, skal det legges vekt på forurensningsmessige ulemper ved tiltaket sammenholdt med fordeler og ulemper ved tiltaket for øvrig. Det vil også kunne stilles vilkår knyttet til sjømattrygghet.

Fra 1. april 2022 er ansvaret for sikkerhet og beredskap for havbunnsmineralvirksomhet lagt til Arbeids- og inkluderingsdepartementet/Petroleumstilsynet.

Oljedirektoratet vil dele batymetri- og refleksivitetsdata med blant annet Kartverket etter «Lov om infrastruktur for geografisk informasjon (geodataloven)». Loven omfatter deling av data som omfattes av konsekvensutredningen og gjelder for de aktuelle områdene.

2.3 Miljømål

Nedenfor følger de viktigste miljømålene som er relevante for konsekvensutredningen for mineralvirksomhet.

Nasjonale miljømål

Nasjonale miljømål framgår av de årlige budsjettproposisjonene for Klima- og miljødepartementet (Prop. 1 S).

Naturmangfold: Miljømål 1.1) Økosystemene skal ha god tilstand og levere økosystemtjenester. Miljømål 1.2) Ingen arter og naturtyper skal utryddes, og utviklingen til truede og nær truede arter og naturtyper skal bedres. Miljømål 1.3) Et representativt utvalg av norsk natur skal tas vare på for kommende generasjoner

Forurensning: Miljømål 4.1) Forurensning skal ikke skade helse og miljø. Miljømål 4.2) Bruk og utslipp av kjemikalier på prioritetslista skal stanses

Gjennom de helhetlige forvaltningsplanene er det fastsatt mer detaljerte mål for regjeringens havpolitikk og for forvaltning av de tre norske havområdene. Målene gjelder miljøtilstand, verdiskaping, sameksistens, bevaring og bærekraftig bruk. Målene framgår av Meld. St. 20 (2019–2020), kapittel 2.4. Nedenfor er de målene som gjelder miljøtilstanden omtalt nærmere.

Flere av målene for miljøtilstand og miljøpåvirkning er relevante for mineralvirksomhet. Det generelle målet er at norske havområdene skal forvaltes slik at mangfoldet av økosystemer, naturtyper, arter og gener bevares, og slik at økosystemenes produktivitet opprettholdes. Menneskelig aktivitet i områdene skal ikke skade økosystemenes funksjon, struktur eller produktivitet. I særlig verdifulle og sårbare områder skal menneskelig aktivitet vise særlig aktsomhet og foregå på en måte som ikke truer områdenes økologiske funksjoner eller naturmangfold. Forvaltningen skal også ta særlig hensyn til behovet for vern og beskyttelse av sårbare naturtyper og arter i særlig verdifulle og sårbare områder.

I forvaltningsplanene er det også satt mer spesifikke mål for forvaltning av arter og naturtyper, med vekt på bevaring av levedyktige bestander, bevaring av truede og sårbare arter og å unngå skade på marine naturtyper som ansees som truede eller sårbare. Det er også et mål at det skal opprettes et representativt, økologisk sammenhengende og godt forvaltet nettverk av marine verneområder og marine beskyttede områder i norske kyst- og havområder.

Når det gjelder forurensning er det blant annet et mål at virksomhet i havområdene ikke skal bidra til forhøyede nivåer av forurensende stoffer, og at utslipp og bruk av kjemikalier som utgjør en alvorlig trussel mot miljøet skal reduseres kontinuerlig med mål om å stanse utslippene.

Andre relevante mål på forurensningsområdet er at menneskeskapt tilførsel av næringssalter, nedslamming og tilførsel av organisk materiale skal begrenses slik at vesentlige negative effekter på naturmangfold og økosystemer i havområdene unngås, og at risikoen for skade på miljøet og de levende marine ressursene som følge av akutt forurensning skal holdes på et lavt nivå, og kontinuerlig søkes ytterligere redusert. Aktiviteter med støynivå som kan påvirke arters adferd skal begrenses for å unngå bestandsforflytning eller andre virkninger som kan medføre negative effekter på det marine økosystemet.

Miljømål for Svalbard og Jan Mayen

Utredningsområdet grenser nær opp til, men overlapper ikke med Svalbards eller Jan Mayens territorialfarvann. For Svalbard med territorialfarvannet er det satt egne miljømål, med vekt på å bevare naturmangfoldet tilnærmet upåvirket av lokal aktivitet. Det meste av territorialfarvannet rundt Svalbard og Jan Mayen er vernet som nasjonalparker og naturreservater. Formålet med disse verneområdene er å bevare store, sammenhengende og i det vesentligste urørte naturområder på land og i sjøen. Disse verneområdene skal også bevares som referanseområde for forskning.

Andre relevante mål

Norge har sluttet seg til en rekke internasjonale mål for miljø, innenfor bl.a. naturmangfold, forurensning og klima. Blant relevante mål er FNs bærekraftsmål 14 Livet i havet, mål fastsatt under Konvensjonen om biologisk mangfold, og mål under OSPAR-konvensjonen om bevaring av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren.

Ivaretagelse av miljømål

Ifølge miljøvirkningsrapporten er de største potensielle miljøkonsekvensene knyttet til utvinningsfasen. Rapporten viser at hver enkelt aktivitet ved utvinning av mineraler på havbunnen kan føre til ulike påvirkninger på miljøet. Det kan være nødvendig med avbøtende tiltak for å sikre at

det tas hensyn til miljømålene. Rapporten lister ulike avbøtende tiltak for de ulike påvirkningene som kan bidra til at miljømålene hensyntas. I tillegg kan målrettede geografiske og tidsavgrensede avbøtende tiltak eksempelvis brukes for å ivareta hensynet til miljøverdier.

Vi har så langt begrenset kunnskap om hvilke arter og naturtyper som er særlig viktige og sårbare i disse dyphavshabitatene. Når virksomheten settes i gang etter en ev. åpning, vil det generere økt kunnskap som er viktig for ivaretagelse av miljømålene og for oppfølging av kravene i lovgivningen.

Ved en eventuell fremtidig tildeling av tillatelser til havbunnsmineralvirksomhet har departementet, gjennom de vilkår som settes for virksomheten, herunder krav til mulige avbøtende tiltak, et ansvar for å sørge for at disse målene ivaretas. I tillegg vil det stilles vilkår for virksomheten i henhold til forurensningsloven.

2.4 Forvaltningsplaner

Norge har etablert helhetlige forvaltningsplaner for sine havområder. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av havområdenes ressurser og økosystemtjenester og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold. Forvaltningsplanene er derfor et verktøy for både å tilrettelegge for verdiskaping og matsikkerhet, og for å opprettholde miljøverdiene i havområdene.

Det er gjeldende sektorregelverk som ligger til grunn for regulering av aktivitet i forvaltningsplanområdene. De respektive sektormyndighetene har også hovedansvaret for å følge opp tiltakene som besluttet i forvaltningsplanene, i medhold av relevante lover med tilhørende forskrifter.

De siste oppdaterte, helhetlige forvaltningsplanene for havområdene ble lagt frem for Stortinget våren 2020 (Meld. St. 20 (2019-2020)). Regjeringen vil legge frem en ny melding til Stortinget om helhetlige forvaltningsplaner hvert fjerde år, neste gang i 2024. Det faglige grunnlaget for den kommende forvaltningsplanmeldingen vil ferdigstilles av Faglig forum våren 2023.

For utarbeidelse av faggrunnlaget for konsekvensutredningen har Oljedirektoratet konsultert relevante fagetater for å få et samlet og oppdatert kunnskapsgrunnlag. Kunnskapsgrunnlaget som er etablert i denne prosessen vil supplere og utfylle det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene.

2.5 Den internasjonale havbunnsmyndigheten

Den internasjonale havbunnsmyndigheten (*The International Seabed Authority (ISA)*) er opprettet under FNs havrettskonvensjon for å regulere mineralvirksomhet på havbunnen utenfor nasjonal jurisdiksjon (det såkalte «Området»). Det er så langt utarbeidet et regelverk for undersøkelsesaktivitet. Det er tildelt om lag 30 kontrakter (tillatelser) for leting i Området, og innsamling av data foretatt av kontraktørene har pågått i over tyve år. Det pågår nå et arbeid i ISA for å utvikle et regelverk for utvinning av havbunnsmineraler i Området.

2.6 FNs bærekraftsmål

FNs bærekraftsmål⁶ er verdens handlingsplan for bærekraftig utvikling. 2030-agendaen er konkretisert gjennom 17 bærekraftsmål og 169 delmål, som handler om å oppnå bærekraftig utvikling langs tre dimensjoner: økonomisk, sosialt og miljømessig. Målene skal fungere som en felles global retning for land, næringsliv og sivilsamfunn.

⁶ <https://www.regjeringen.no/no/tema/fns-barekraftsmal/id2590133/>

Mineralutvinning fra havbunnen vil kunne bidra positivt til oppnåelse av flere av bærekraftsmålene, herunder mål 7 om *ren energi til alle* gjennom forsyning av metaller som er viktige innsatsfaktorer i fornybare energiteknologier. Økt bruk av fornybare energiteknologier vil kunne ha positiv effekt på mål 13 om *å stoppe klimaendringene*. Samtidig kan mineralutvinning fra havbunnen være utfordrende med hensyn til å nå mål 14 om *livet i havet* og mål 12 om *ansvarlig forbruk og produksjon* noe som også er påpekt av Havpanelet.

Flere av de foreslåtte avbøtende tiltakene i underlagsrapporten om virkninger for miljøet, viser til at viktige avbøtende tiltak for å redusere miljøpåvirkningen av mineralutvinning til havs, vil være å innlemme miljørisikoreduserende tiltak i teknologiutviklingen. Avbøtende tiltak kan bidra til å redusere miljøvirkninger, som igjen kan bidra til oppnåelse av bærekraftsmålene.

2.7 Konsekvensutredning - formål og tilnærming

I henhold til havbunnsmineralloven § 2-2 skal konsekvensutredningen bidra til å belyse de ulike interessene som gjør seg gjeldende på det aktuelle området, slik at dette kan ligge til grunn når det skal tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, områder kan åpnes for mineralvirksomhet.

Konsekvensutredningen skal belyse hvilke virkninger en eventuell åpning kan få for miljøet og antatte næringsrelaterte, økonomiske og sosiale virkninger. Formålet med konsekvensutredningen er å få et oppdatert og samlet kunnskapsgrunnlag om mulige effekter av havbunnsmineralvirksomhet, slik at en beslutning om åpning av områder på norsk sokkel kan treffes på et best mulig kunnskapsgrunnlag. Det har vært prioritert å utføre utredninger av tema som er vurdert som særlig relevante for å besvare spørsmålet om området kan åpnes for tildeling av tillatelser til undersøkelses- og utvinningsaktivitet, og eventuelt på hvilke vilkår. Siden konsekvensutredningen omhandler prinsipielle og ikke prosjekt- eller lokasjonsspesifikke forhold, er den utført på et overordnet nivå. Samtidig belyser den sentrale problemstillinger og bidrar til å legge et grunnlag for videre kunnskapsoppbygging og eventuelt senere prosjektspesifikt utredningsarbeid.

Konsekvensutredningen er gjennomført basert på program for konsekvensutredningen. Et forslag til program ble utarbeidet og var gjenstand for offentlig høring. Formålet med høringen av forslaget til program var å sikre en åpen, transparent og inkluderende prosess, og sørge for at programmet dekket de forhold som er av relevans for åpningsspørsmålet.

Kommentarene ble evaluert for implementering i programmet, og endelig program for konsekvensutredning ble fastsatt av Olje- og energidepartementet 10. september 2021. Programmet består av programforslaget som ble sendt på høring samt departementet sine vurderinger av høringskommentarene.

Konsekvensutredningen sendes nå på tilsvarende offentlig høring, og høringsinnspillene vil utgjøre en del av beslutningsgrunnlaget for åpningsprosessen.

Konsekvensutredningsprosessen er nærmere presentert i kapittel 3.

2.8 Begrepsdefinisjoner

Tabell 1 inneholder definisjon av noen sentrale begreper og faguttrykk som er benyttet i konsekvensutredningen og faglige delrapporter. I tillegg defineres viktige begrep i forbindelse med havbunnsmineralutvinning.

Tabell 1. Forklaring av sentrale begreper og faguttrykk (basert på Pedersen m.fl., 2021 og Oljedirektoratet).

Begrep	Forklaring
Afotisk	Havdyp hvor det ikke er tilstrekkelig lys for fotosyntese, ofte fra 200 m og dypere.
Aksedal	Markert dalføre som deler fjellområdene. Her foregår det en episodisk nydanning av vulkansk havbunn, etterfulgt av en kontinuerlig omforming av habitater fra vulkansk hardbunn til sedimentær bløtbunn.
Aktiv sulfidforekomst	1. Varm væske strømmer (observert direkte eller som hydrotermal plomme) 2. Skorstein står oppreist, oftest observert at en eller flere er aktive 3. Anhydritt bevart, og graden av oksydasjon liten 4. Tilstedeværelse av biosamfunn som er avhengig av hydrotermale væsker En sulfidforekomst regnes som <i>aktiv</i> dersom den har utstrømming av varm væske (over bakgrunnstemperatur). En aktiv sulfidforekomst kan inneholde både aktive og inaktive hydrotermale strukturer.
Aktive, hydrotermale strukturer	Aktive hydrotermale strukturer kan kjennes igjen ved at de er assosiert med utstrømming av varm væske, oppreiste skorsteiner og ofte kolonisert av biosamfunn som er avhengig av hydrotermale væsker.
Anhydritt	Kalsiumsulfat, et vanlig forekommende mineral i hydrotermale avsetninger.
Batypelagisk	Vannndyp fra 1000 m til ca. 4000 m
Bentos	Bentos (fra gresk βένθος: «havdypet») er en betegnelse brukt om dyr som lever i tilknytning til havbunnen.
Bløtbunnsfauna	Bunnlevende dyr, i hovedsak virvelløse, som har havbunn av bløte sedimenter som leveområde.
Diffus utstrømming	Varm utstrømming blandet med sjøvann under havbunnen før det strømmer ut, noe som gir en utstrømming med lavere temperatur.
Disfotisk	Tilsvarende som mesopelagisk sone, dvs. havdyp der kun små mengder lys trenger inn.
Endemisk	En art som er stedegen (kun forekomst) i et bestemt område eller et bestemt habitat.
Felt	Forekomst som er klar for utbygging (godkjent PUD). Forekomst med prospekt.
Forekomst	Alle typer avsetninger. Kan både være økonomisk (prospekt) og ikke økonomisk.
Habitat	Oppholdsstedet eller leveområdet en art foretrekker og er tilpasset til.
Hardbunnsfauna	Fauna som har fast substrat som (foretrukket) leveområde. Fastsittende eller mobile.
Hemipelagiske sediment	Hemipelagisk sediment, eller hemipelagitt, er en type marint sediment som består av leire og siltstore korn som er terrigen, og noe biogent materiale avledet fra landmassen nærmest forekomster eller fra organismer som lever i vannet. Hemipelagiske sedimenter er avsatt på kontinentalsokkler og

Begrep	Forklaring
	kontinentale stigninger, og avviker fra pelagisk sediment sammensetning.
Hydrotermal kilde	Et sted der varm, mineralrik væske strømmer ut av havbunnen, ofte i forbindelse med vulkanske områder i randsonen mellom kontinentalplater. Hydrotermal kilde (også kalt <i>varm kilde</i>) refererer til aktive kilder med varm utstrømming.
Hydrotermal skorstein	En skorsteinslignende struktur som danner utløpet av den varme væsken i en hydrotermal kilde. Den bygges ved kontinuerlig utfelling av mineraler fra væsken som strømmer ut. Over tid kollapser de og bygger hauglignende avsetninger.
Hydrotermalt byggverk	Flere skorsteiner som henger sammen i en mer kompleks struktur.
Hydrotermal haug	En sirkelformet ansamling av hydrotermale avsetninger, bygd opp over tid, som ofte har en eller flere skorsteiner på toppen.
Hydrotermale strukturer	Samlebegrep for hydrotermale skorsteiner, byggverk og hauger.
Hydrotermalt område	Avgrenset område med hydrotermale strukturer som <i>skorsteiner</i> , <i>byggverk</i> eller <i>hauger</i> (se separate definisjoner for disse termene), som er styrt av samme underliggende varmekilde, og geografisk separert fra andre hydrotermale områder.
Hydrotermale skyer	Hydrotermalt vann med høy temperatur har betydelig lavere tetthet enn sjøvann og stiger derfor opp som en hydrotermal vannsøyle.
Hydrotermal plomme	En plommeformet ansamling av varmt vann fra en varm kilde, og som svever rundt i de kalde sjøvannmassene.
Inaktive hydrotermale strukturer	Inaktive hydrotermale strukturer kan kjennes igjen ved at de ikke er assosiert med utstrømming av varm væske og vanligvis falt sammen, blitt dekket av sedimenter eller kolonisert av saktevoksende organismer som store svamper eller koraller.
Inaktiv sulfidforekomst	1. Ingen indikasjon på utstrømning av varmt væske 2. Oppreiste og kollapsede skorsteiner. Graden av kollaps øker med inaktiv alder 3. Anhydritt er helt eller delvis nedbrutt – nedbrytningsgraden øker med inaktiv alder. Graden av oksydasjon øker med eksponeringstid mot sjøvann. 4. Biosamfunn som er avhengig av hydrotermale væsker mangler. Koraller og svamper er til stede.
Infauna	Fauna av bunndyr som lever nede i sedimentene
Kjemosyntetisk primærproduksjon	Prosess som prinsipielt ligner på fotosyntese, men hvor det er kjemisk energi (ikke sollys) som benyttes som energikilde. Denne skaffes til veie ved at bakterier bryter ned energirike uorganiske forbindelser.
Konnektivitet	Utrykk for graden av utveksling av organismer (voksne individer eller larvestadier) mellom populasjoner i ulike geografiske områder.
Letemodeller	Et geografisk avgrenset område hvor flere geologiske faktorer opptrer sammen slik at produserbare ressurser kan påvises.

Begrep	Forklaring
Malm	Bergart som inneholder ett eller flere mineraler eller grunnstoffer som er av interesse og som finnes i økonomisk drivverdige mengder.
Marin bioprospektering	Formålsrettet og systematisk leting i marine organismer etter bestanddeler, forbindelser, enzymer eller gener som kan inngå som komponenter i produkter eller prosesser.
Mesopelagisk	Sone i havet som omfatter dyp fra 200 m til cirka 1 000 m. Her er det lite eller intet lys, og temperaturen er stabil.
Naturtype	Natur som har lignende organismesamforekomst og fysiske forhold over større utstrekning. Naturtypebegrepet skiller seg fra økosystem ved at spesielle geologiske forekomster eller habitatformede organismer inngår i definisjonen. Varme kilder og korallrev er eksempler på dette.
Pelagisk	Pelagos (fra gresk πέλαγος: «åpent hav») er en betegnelse på dyr (og planter) som lever i vannsøylen - havvannet fra like under overflaten og ned til havbunnen, der de bentiske dyrene lever.
Perpendikulært	Perpendikulær er et gammelt ord for vinkelrett eller normal.
Skumringssonen	Skumringssonen strekker seg i havet fra omtrent 200 meter under overflaten, til omtrent 1000 meters dyp. Vitenskapelig går den under navnet den mesopelagiske sonen.
Stockwerk	Sone med sterkt oppsprukken berggrunn under de hydrotermale strukturene, der hydrotermale mineraler er utfelt og avsatt i alle hulrom og sprekker. Må regnes som del av overliggende avsetninger.
Taksa	Takson, flertall taksa, er i biologiske vitenskaper en betegnelse på konkrete systematiske grupper med organismer som er atskilt fra andre organismer.
Trofisk nivå	Det trofiske nivå av en organisme er den stilling den inntar i en næringskjede. En næringskjede er en rekke organismer som spiser andre organismer og som i sin tur kan spises selv. Det trofiske nivået til en organisme er antall trinn den er fra starten av kjeden.
Utdødd sulfidforekomst	1. Ingen indikasjon på utstrømning av varmt væske 2. De fleste eller alle skorsteiner er kollapse 3. Anhydritt er helt nedbrutt. Stor grad av det hydrotermale materialet 4. Biosamfunn som er avhengig av hydrotermale væsker mangler. Saktevoksende koraller og svamper isteden. Dette tyder på at forekomsten har vært inaktiv lenge, sannsynligvis er koblet fra varmekilden, og ikke har potensiale for å bli aktiv igjen.
Varm utstrømning	Væsken som strømmer ut av havbunnen ved en hydrotermal kilde kalles varm utstrømning. Denne væsken er beriket med mineraler og tungmetaller, og kan gjenkjennes selv etter at den er kjølt ned til samme temperatur som omkringliggende vannmasser.
Økoklin	Økologisk gradient, styrt av den fysiokjemiske gradienten til en egenskap eller et trekk ved en art over et bestemt geografisk område.

Kriterier for klassifisering av forekomster

1. Tilstedeværelse/mangel på utstrømning av væske med høyere temperatur enn sjøvannet omkring (tilstedeværelse/mangel på hydrotermal plomme)
2. Graden av oppreiste skorsteinsstrukturer
3. Mineralogi på overflaten av sulfidavsetningene (dvs graden av oksydasjon og nedbrytning av anhydritt)
4. Tilstedeværelse/mangel på biosamfunn som er avhengig av hydrotermale væsker
5. Geologisk tilknytning til varmekilde

Aktive hydrotermale områder

1. Samling av flere hydrotermale avsetninger som er geologisk tilknyttet samme varmekilde i dypet, men ofte til forskjellige hydrotermale sirkulasjonsceller
2. Minst en av avsetningene er aktiv
3. Mange, eller flertallet av avsetningene kan være inaktive
4. Tilknyttede, inaktive avsetninger har deaktiverte sirkulasjonsceller. Denne deaktiveringen kan være permanent eller vare i noen tusen år.

Utdødd hydrotermalt område

1. Kun utdødde avsetninger er bevart
2. Varmekilden i dypet er dødd ut
3. All hydrotermal aktivitet er permanent avsluttet

Inaktive og utdødde avsetninger – fellestrekk

1. Ingen hydrotermal aktivitet
2. Stor grad av oksidasjon, anhydritt ikke bevart
3. Ingen hydrotermalavhengig biosamfunn er til stede (fauna som bakgrunnsfauna)

3 Åpningsprosess og konsekvensutredning

Dette kapitlet redegjør for åpningsprosessen og gjennomføring av konsekvensutredningen, herunder organisering, gjennomførte studier og en presentasjon av utredningsområdet.

3.1 Konsekvensutredningen

Konsekvensutredningsprosessen gjennomføres i henhold til bestemmelsene i havbunnsmineralloven. I gjennomføringen av konsekvensutredningen er det ikke bare sett hen til relevante og mer detaljerte regler for konsekvensutredninger ved åpning av nye områder for andre havnæringer, som petroleumsvirksomhet, men også mer generelt til EUs plandirektiv.

Arbeidet startet med å utarbeide et forslag til program for konsekvensutredning. Dette var gjenstand for offentlig høring fra 12. januar 2021 og med en høringsperiode på 12 uker. Programforslaget ble sendt til om lag 150 mottakere fordelt på departementer og statlige etater, fylkeskommuner, statsforvaltere, forskningsinstitusjoner, selskaper og interesseorganisasjoner.

Departementet mottok til sammen 53 høringsinnspill: [Høring - forslag til konsekvensutredningsprogram for mineralvirksomhet på norsk kontinentalsokkel - regjeringen.no](#) Mottatte kommentarer ble evaluert, og evalueringen sammen med programforslaget danner det endelige programmet for konsekvensutredning. Programmet ble fastsatt av departementet 10. september 2021. [Program for konsekvensutredningen for mineralvirksomhet på havbunnen fastsatt - regjeringen.no](#)

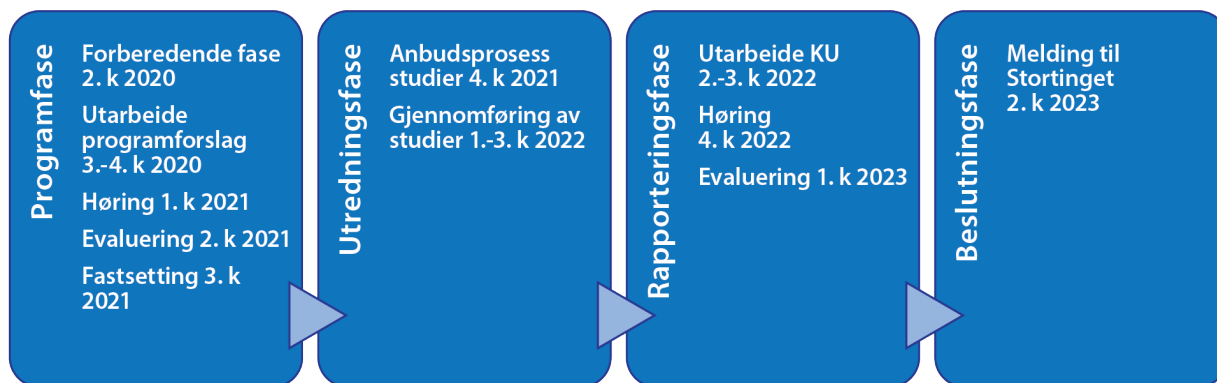
Konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til fastsatt program for konsekvensutredning, herunder gjennomføring av tematiske fagutredninger og utarbeidelse av et oppsummerende konsekvensutredningsdokument. Dette sendes nå på offentlig høring med en høringsperiode på 12 uker.

Høringsinnspillene og redegjørelsen for hvordan de innkomne høringsuttalelser er vurdert, vil være del av beslutningsgrunnlaget for vurdering av åpning av områder sammen med konsekvensutredningen og kunnskapen om ressurspotensialet.

Spørsmål som skal utredes er hvorvidt og hvordan det er mulig å drive forsvarlig mineralvirksomhet og samtidig ivareta havmiljøet og andre brukere av havet.

Mer detaljerte forhold knyttet til ev. konkrete utvinningsprosjekter er ikke en del av konsekvensutredningen i forbindelse med åpningsprosessen. Dette vil være forhold som i henhold til havbunnsmineralloven må utredes ved eventuelle fremtidige søknader fra kommersielle aktører om godkjenning av plan for utvinning av konkrete mineralforekomster.

Konsekvensutredningsprosessen er illustrert i Figur 3-1.

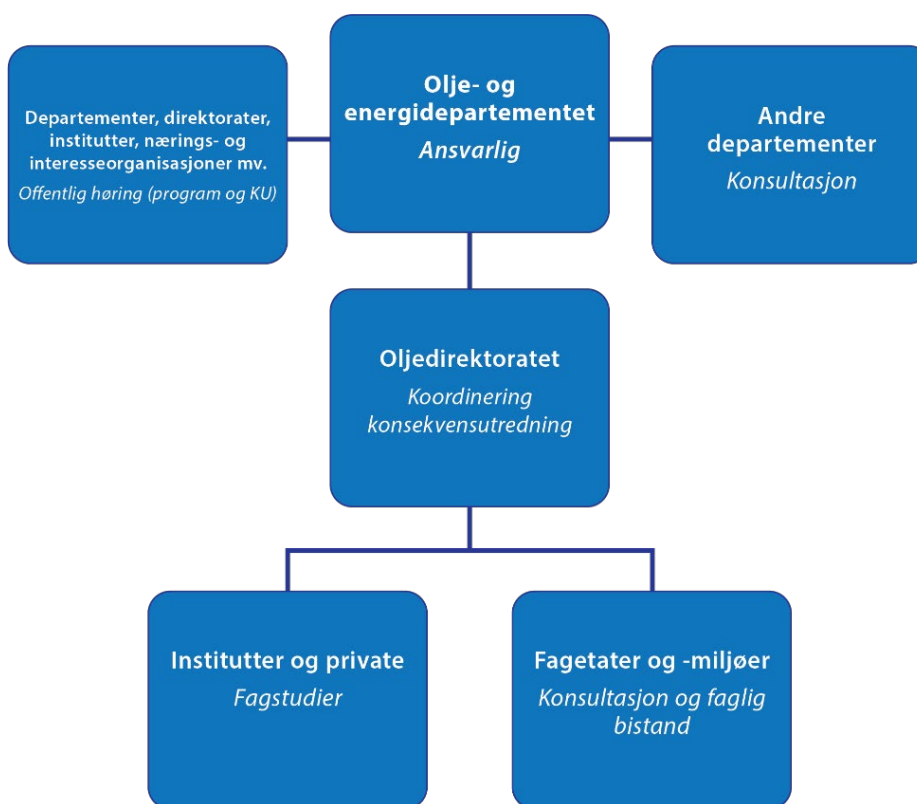


Figur 3-1. Konsekvensutredningsprosessen og tidsplan for havbunnsmineraler på norsk sokkel.

3.2 Organisering og gjennomføring

Olje- og energidepartementet har forvaltningsansvaret for havbunnsmineraler og har ledet arbeidet med konsekvensutredningen (Figur 3-2). Oljedirektoratet har bistått i arbeidet med konsekvensutredningen og koordinert det faglige utredningsarbeidet. For miljørelaterte tema har også Miljødirektoratet vært involvert i definisjon av relevante utredningstema og vurdering av utredninger av temaer innenfor sitt ansvarsområde.

Oljedirektoratet har konsultert relevante fagetater og fagmiljøer for å sikre bred kunnskap om naturressurser, miljø og næringsvirksomhet, samt mulige virkninger på disse. Som en del av dette er det gjennomført flere studier, inndelt i to typer; grunnlagsstudier (Tabell 2) og studier om virkninger (Tabell 3). Flere statlige direktorater og etater har bidratt i dette arbeidet.



Figur 3-2. Organisering av konsekvensutredningsarbeidet.

Tabell 2. Grunnlagsstudier gjennomført som en del av utredningsarbeidet

Tema	Utøvende institusjon
Landskapstrekk, naturtyper og bentiske økosystemer	Universitetet i Bergen, Senter for dyphavsforskning, i samarbeid med Universitetsmuseet i Bergen, Høgskulen på Vestlandet og NORCE.
Pelagisk økosystem	Havforskningsinstituttet
Sjøfugl	Norsk polarinstitutt i samarbeid med NINA og Akvaplan-NIVA.
Fiskeriaktivitet	Fiskeridirektoratet
Skipstrafikk	Kystverket
Teknologistatus	DNV i samarbeid med NTNU og utenlandske eksperter



Tabell 3. Tematiske fagstudier gjennomført for å avklare virkninger av undersøkelse og utvinning av havbunnsmineralvirksomhet

Tema	Utøvende institusjon
Virkninger for miljø og andre næringer	Akvaplan-Niva i samarbeid med IKM Acona
Sosiale og økonomiske virkninger	Asplan Viak i samarbeid med NTNU
Næringsmessige muligheter	Ernst & Young

Rapportene følger som vedlegg til konsekvensutredningen og er tilgjengelige på Olje- og energidepartementet sine nettsider ([Olje- og energidepartementet - regjeringen.no](https://olje-og-energi.dep.no/regjeringen.no)).

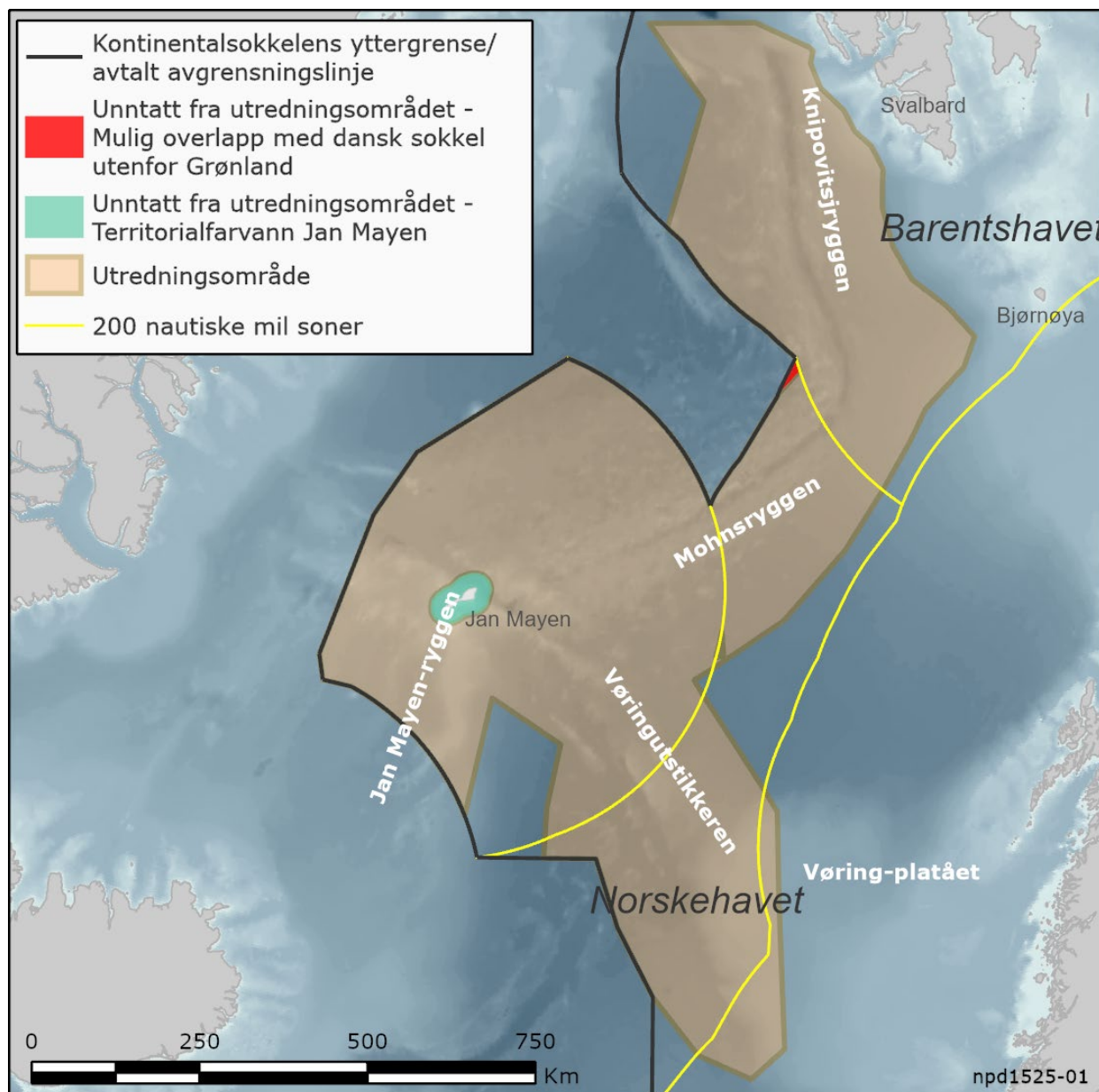
3.3 Utredningsområdet

Utredningsområdet som danner grunnlaget for konsekvensutredningen og åpningsprosessen er vist i Figur 3-3. Det er utarbeidet av Oljedirektoratet og er basert på ressursfaglige vurderinger. Området inkluderer de områdene der betingelsene er til stede for å påvise forekomster av polymetalliske sulfider og manganskorper.

Området ble presentert i forslaget til program for konsekvensutredning. Området er uendret i fastsatt program og ligger til grunn for konsekvensutredningen.

Utredningsområdet er ca. 592 500 km² og omfatter områder med 100 - 4000 meters havdyp – generelt dypere enn 1500 meter, men med enkelte grunnere områder rundt Jan Mayen⁷.

⁷ Øya Jan Mayen, og en sone på 12 nm rundt denne, er vernet som naturreservat og inngår ikke i utredningsområdet.



Figur 3-3. Kart som viser området der de geologiske betingelsene er til stede for forekomster av polymetalliske sulfider og manganskorper. Utredningsområdet for konsekvensutredningen er markert i brunt.

3.4 Forutsetninger, tilnærming og metode

3.4.1 Tilnærming og metode

Konsekvensutredningen vektlegger relevante problemstillinger ved havbunnsmineralvirksomhet for å kunne belyse type virkninger og antatt omfang av virkninger på et overordnet nivå. Ressursgrunnlag og teknologiske løsninger for utvinning, inklusive mulige relevante avbøtende tiltak, er karakterisert av stor usikkerhet. På grunn av disse usikkerhetene er bruk av aktivitetsscenarier ikke funnet hensiktsmessig i konsekvensutredningen.

Det er foretatt en faglig vurdering av de identifiserte problemstillingene (jf. fastsatt program for konsekvensutredning) basert på aktuell kunnskap om naturtype/miljøforhold eller aktivitet som kan bli påvirket («grunnlagsstudiene») samt kunnskap om mulig påvirkning. Vurderingene kommer frem gjennom spesifikke faglige delutredninger («virkningsstudier»).

Konsekvensutredningen sammenfatter relevante resultater fra de ulike studiene, med fokus på de forhold som anses å være relevante for en beslutning om ev. åpning av områder.

3.4.2 Ressursgrunnlag og usikkerhet

Oljedirektoratet er gitt i oppdrag å kartlegge de kommersielt mest interessante mineralforekomstene på norsk kontinentalsokkel. Direktoratet har gjennom flere år gjennomført datainnsamling og kartlegging i utredningsområdet for å øke kunnskapen om havbunnsmineraler. Det er påvist ulike forekomster, og representative områder er kartlagt i detalj. Oljedirektoratet er som del av åpningsprosessen, gitt i oppgave å utarbeide en ressursvurdering for utredningsområdet. Mer informasjon om ressursgrunnlaget er presentert i kapittel 4.

3.4.3 Prinsipielle spørsmål og avklaringer fra høringen av programforslaget

I forbindelse med høring av forslaget til program for konsekvensutredning (se omtale i kapittel 3.1) ble det mottatt enkelte kommentarer av prinsipiell karakter for konsekvensutredningen, herunder noen som ligger utenfor rammen av denne prosessen. Det vises i denne sammenheng til departementets vurdering av høringsinnspillene til forslaget til utredningsprogram.⁸

⁸ [vurdering-av-horingsinnspill-forslag-til-konsekvensutredningsprogram-for-mineralvirksomhet-pa-norsk-kontinentalsokkel-11261.pdf \(regjeringen.no\)](#)

4 Temabeskrivelse havbunnsmineraler

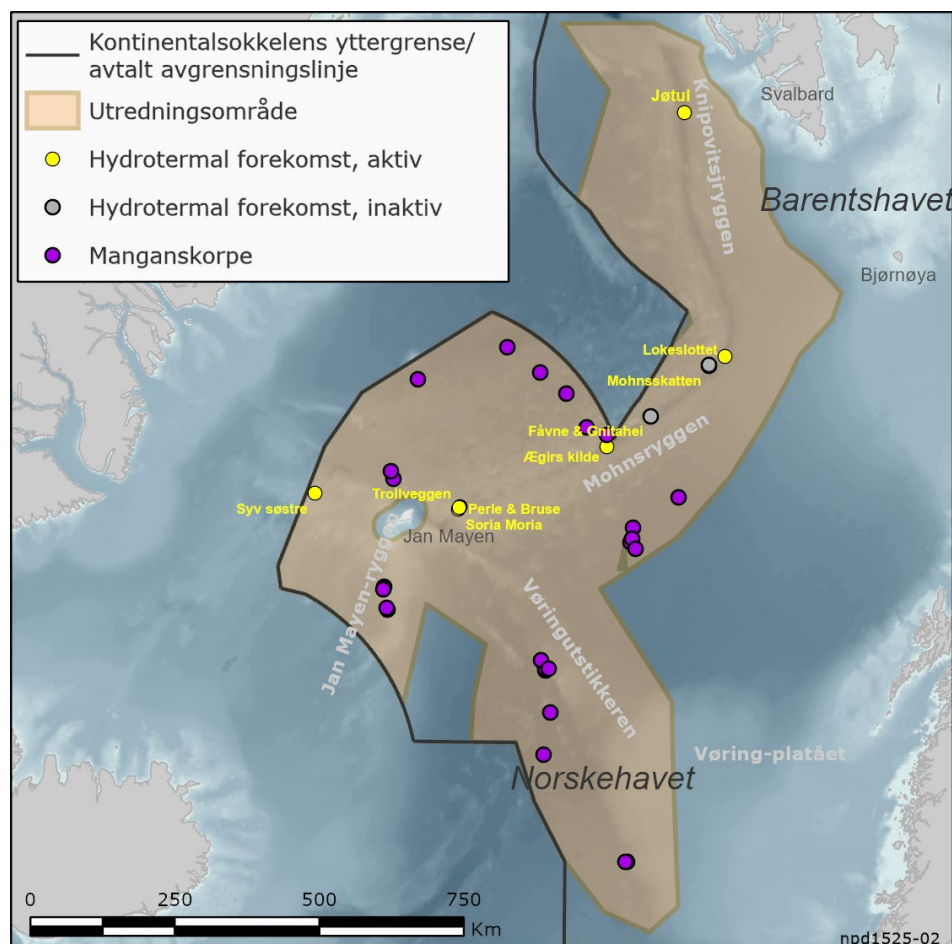
Dette kapitlet gir en beskrivelse av kunnskap om havbunnsmineraler innen utredningsområdet og Oljedirektoratets vurdering av ressursgrunnlaget.

4.1 Havbunnsmineraler i utredningsområdet

Det er påvist to typer havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel; sulfider og manganskorper. Fra mangeårig norsk forskningsaktivitet og Oljedirektoratets kartlegging vet vi at de dypere delene av norsk kontinentalsokkel inneholder interessante forekomster av sulfider og manganskorper.

Sulfidforekomstene er påvist i riftdalen langs aksen av Den midtatlantiske spredningsryggen der den norske delen utgjøres av Mohnsryggen og Knipovitsryggen, Figur 4-1. Der er de dannet av dagens og tidligere tiders vulkanske aktivitet knyttet til havbunns-spredningen. Forekomster tilgjengelige for utvinning vil kunne finnes innenfor et belte langs spredningsryggen, på flankene og på dyphavsslettene

Forekomstene av manganskorpe er påvist på undervannsrygger og sjøfjell på havbunnen hvor de ikke er dekket av sedimenter. Disse ryggene og sjøfjellene er dannet av vulkanismen knyttet til havbunns-spredningen. Forekomster av manganskorper kan dermed finnes overalt der bart fjell stikker opp. For øvrig i konsekvensutredningen omtales undervannsrygger og sjøfjell samlet som sjøfjell.

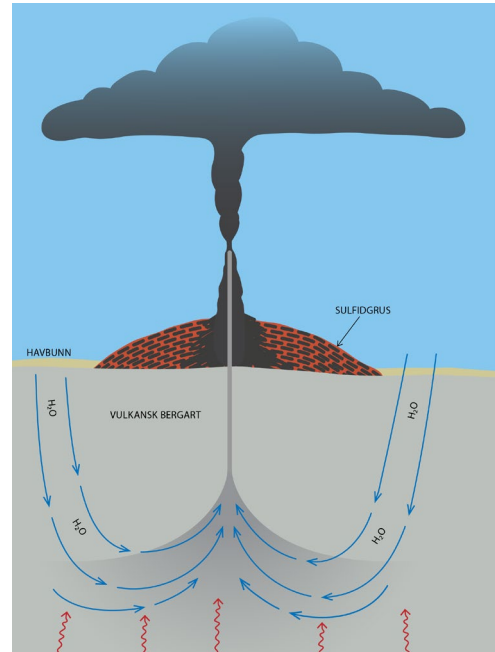


Figur 4-1. Kart over Norskehavet og Grønlandshavet som gir en oversikt over aktive og inaktive hydrotermale forekomster. Kartet viser også lokaliteter for manganskorper fra samarbeidstokt mellom Universitetet i Bergen og Oljedirektoratet som til nå er blitt påvist. Kilde: UiB (Pedersen m.fl., 2021) og Oljedirektoratet.

Polymetalliske manganknoller er ikke påvist på norsk sokkel. Manganknoller dannes kun der de kan vokse uten å forstyrres av sedimentasjon fra kontinentene. Havområdet på norsk sokkel som ligger mellom Norge og Grønland har antagelig *for høy sedimenttilførsel* til at det kan utvikles manganknoller. Manganknoller er derfor ikke forventet å forekomme i utredningsområdet og vil ikke omtales videre.

4.1.1 Sulfider

Den sentrale aksedalen (også kalt spredningsgrøften) i Den midtatlantiske spredningsryggen er svært vulkansk aktiv med høy varmestrøm. Mye av denne varmen slipper ut gjennom de enkelte vulkanutbrudd. I tillegg slippes varmen ut gjennom såkalte hydrotermale kilder, dvs. varme kilder. Slike aktive kilder er ofte tilholdssted og grunnlag for et økosystem av spesielle livsformer. Gjennom sprekker og forkastninger trenger sjøvann ned i berggrunnen mot den varme mantelen. Her varmes vannet opp til over 300 grader, strømmer opp og ut på havbunnen hvor mineralene felles ut og bygger opp skorsteiner (Figur 4-2)). Det settes derved opp en storskala sirkulasjon av havvann gjennom bergartene i undergrunnen langs aksen av spredningsryggen. Det oppvarmede vannet lesker ut metallene fra bergartene, transporterer dem opp i de varme kildene på havbunnen, hvor de feller ut sulfider når den oppvarmede væsken møter en fysisk eller kjemisk barriere, som det kalde havvannet er. Det bygges opp skorsteinslignende strukturer som med ujevne mellomrom kollapser og danner grushauger. Sammen med de underliggende tilførselsgangene ("stockwerk") utgjør dette de enkelte sulfidforekomstene.



Figur 4-2. Prinsippskisse for dannelse av sulfidforekomster på havbunnen.

De enkelte hydrotermale forekomstene er aktive i et titalls tusen til noen hundre tusen år. Slike aktive kilder er ofte tilholdssted og grunnlag for et økosystem av spesielle livsformer. Økosystemene rundt disse aktive kildene dør også ut, men de enkelte artene har evnen til å spre seg og etablere seg på nye hydrotermale forekomster.

Oljedirektoratet har drevet systematisk kartlegging av havbunnsmineraler i dyphavet på norsk kontinentalsokkel siden 2018, og utførte kartleggingstokt over Mohnsryggen i Norskehavet i 2018 og 2019 ved bruk av AUV. Det ble da oppdaget to nye sulfidforekomster (Fåvne og Gnitahai), og en sulfidforekomst ble bekreftet (Mohnsskatten)⁹. Kartlegging i 2020 omfattet videre undersøkelse og prøvetaking av kjente forekomster. I 2021 og 2022 gjennomførte Oljedirektoratet kartleggingstokt langs Knipovitsryggen vest for Svalbard, med innsamling av vanndypsdata og geofysiske data og bergartsprøver.

De aktive skorsteinene er unge habitater der det pågår aktiv utfelling og avsetting av metaller og oppbygging av mineralressurser. Det antas at aktive skorsteiner rommer begrensede mengder kommersielt interessante mineraler, og det forventes dermed at aktive skorsteiner vil være mindre interessante for utvinning sammenlignet med inaktive skorsteiner. Ved inaktive skorsteiner er

⁹ <https://www.npd.no/fakta/nyheter/generelle-nyheter/2019/vellykket-leting-etter-havbunnsmineraler/>

mineralpåleiring opphørt, og miljøforholdene er mer stabile og sammenlignbare med de omkringliggende havbunnsområdene.

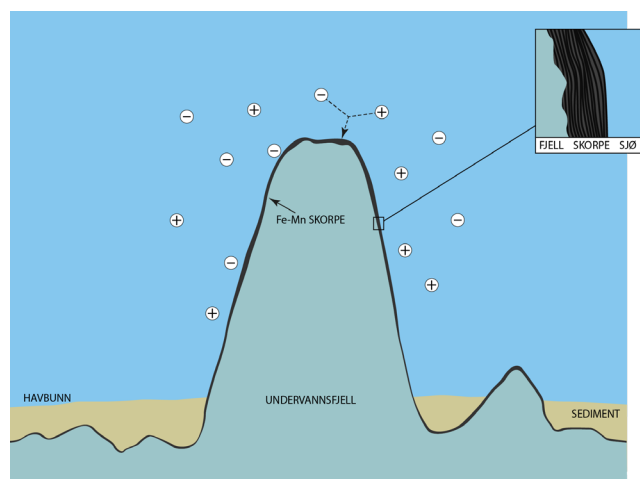
Områder der skorsteiner nylig er blitt inaktive av naturlige årsaker, er de områdene som fremstår som mest interessante for sulfidutvinning. Oppbyggingen av ressursen (malmen) er opphørt, men den naturlige overdekning fra sedimenterende materiale har ikke ført til at mineralene er begravd så dypt at de ikke kan påvises med dagens leteteknologi.



Figur 4-3. En gjennomskåret sulfidprøve, hentet opp fra Oljedirektoratets tokt på Mohnsryggen i Norskehavet i 2020. Det grønnlige mineralet er atakamitt, som er rikt på kobber. Foto: Øystein Leiknes Nag, Oljedirektoratet.

4.1.2 Manganskorper

Vanlig, kaldt havvann inneholder oppløste metallforbindelser. Disse stammer både fra varme kilder og fra avrenning fra kontinentene. Grunnstoff felles ut direkte fra det kalde havvannet og bygger opp lamina av manganskorpe direkte på berggrunnen (Figur 4-4). Disse lagene vokser svært seint, og tykkelsen på de laminerte forekomstene er normalt bare noen få centimeter. På norsk sokkel har man enkelte steder skorpeforekomster med 30 - 40 cm tykkelse, men det er også avdekket flere som er 20 cm tykke. Det er påfallende med så tykke lag, og dette er trolig ikke det som normalt forekommer. En tommelfingerregel angir ca. 1 cm dannelse per 1 million år (og 50 millioner år gammelt havområde).



Figur 4-4. Prinsippskisse for dannelse av manganskorpe



Figur 4-5. Den mørke delen av prøven på bildet viser manganskorpe som har vært avsatt på den lysere bergarten, som i dette tilfellet er leirstein. Kilde: Oljedirektoratet.

I utredningsområdet er det samlet inn manganskorper på Jan Mayen-ryggen, Vøringutstikkeren, i Lofotenbassenget og Grønlandsbassenget.

Den økonomiske verdien av skorpe varierer med hvilke metaller de inneholder. I deler av Stillehavet er det innholdet av kobolt som gjør manganskorpe økonomisk interessante. Den internasjonale havbunnsmyndigheten (ISA) antar at det kan være økonomi i forekomster ned til 5 cm tykkelse. Manganskorpe på norsk sokkel viser seg så langt ikke å inneholde særlig mye kobolt, men kan være økonomisk interessante på grunn av uvanlig høyt innhold av scandium og litium, samt til dels høyt innhold av sjeldne jordartsmetaller. Oljedirektoratet har siden 2010 samlet inn nærmere hundre skorpeprøver (Figur 4-5). Analyser av disse viser at skorpeprøvene faller i to grupper. Den ene har omtrent dobbelt så høyt innhold av sjeldne jordarter som i Stillehavet, mens den andre gruppen har lavere innhold, omtrent halvparten i forhold til tilsvarende forekomster i Stillehavet. Alle prøver fra norsk sokkel har høyt innhold av scandium og litium.

4.2 Om ressursgrunnlaget

Oljedirektoratet er gitt i oppdrag å kartlegge de kommersielt mest interessante mineralforekomstene på norsk kontinentalsokkel og på basis av kartleggingen, utarbeide en vurdering av ressurspotensialet. Ressursvurderingen vil inngå som egen del av beslutningsgrunnlaget for åpning av områder for mineralvirksomhet.

For forekomster av sulfider og skorper hvor det er hentet opp prøver, vil man ha et mineralogisk og geologisk utgangspunkt for ressursvurdering av påviste forekomster. For sulfider kan kunnskapen om

påviste forekomster videre ekstrapoleres langs spredningsaksen og ressurser modelleres for områder med forventet tilsvarende geologiske forutsetninger. I tillegg kan modellerte forekomster ut fra spredningsaksen inkluderes i ressursvurderingen. Parametere for den enkelte forekomst, frekvens/avstand mellom forekomster og tykkelsen på sedimentoverdekning vil ha stor betydning for ressursvurderingen for sulfider.

For manganskorper vil batymetrien – terrengforhold og forekomst av egnede avsetningsmiljøer – og tykkelse på skorpene ha stor betydning for ressursvurderingen.

Oljedirektoratets ressursvurdering vil i denne omgang kun gi anslag av tilstedeværende ressurser. Det er så langt for lite kunnskap om utvinningsteknologi og utbyggingsløsninger til at det er hensiktsmessig å vurdere malmer og estimere utvinningsgrad.

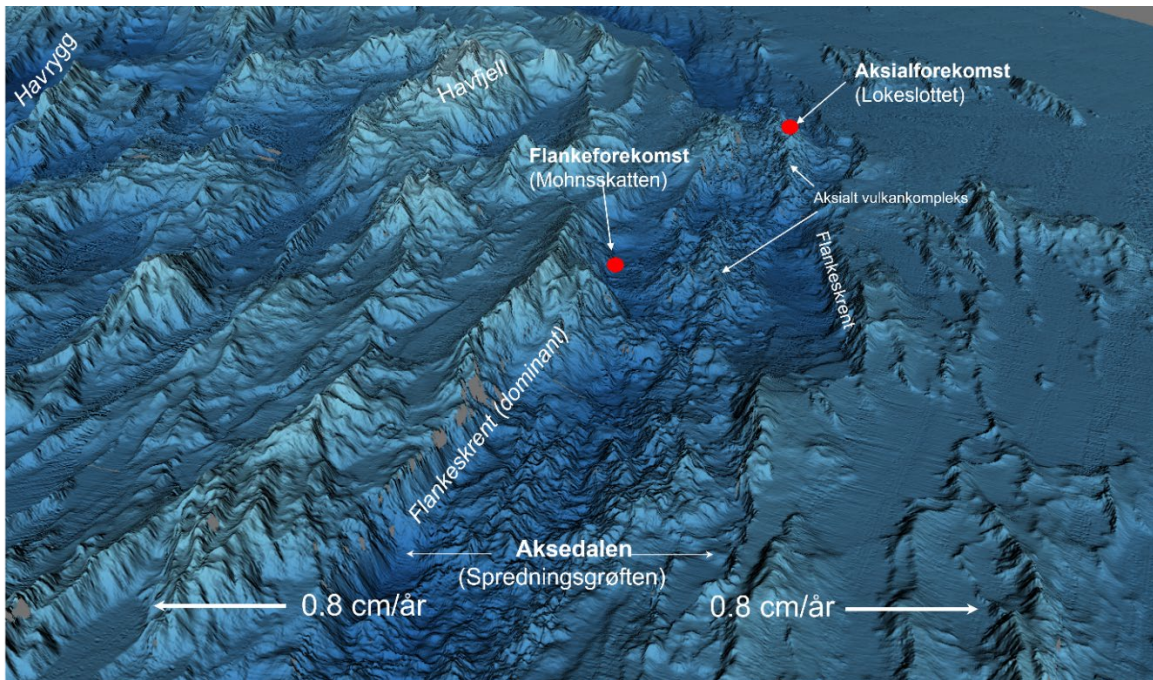
Sulfidforekomster

For sulfidforekomster tar Oljedirektoratets ressursvurdering utgangspunkt i den nordlige Mohnsryggen. Den enkelte hydrotermale forekomst er aktiv i et titalls tusen til noen hundre tusen år. Havbunnsspredningen i området Mohnsryggen går sakte; noe under 1 cm i året til hver side av spredningsaksen. Dette betyr at i løpet av 1 million år vil en sulfidforekomst dannet ved hydrotermal aktivitet ha flyttet seg 10 km bort fra spredningsaksen. Slike forekomster blir langsomt overdekket av sedimenter ettersom tiden går, og jo dypere begravet de er jo vanskeligere blir de å påvise med dagens teknologi. Man må derfor forvente at interessante sulfidforekomster de første årene vil være enklest å påvise innenfor et 30 - 40 km bredt belte langs aksene av spredningsryggen.

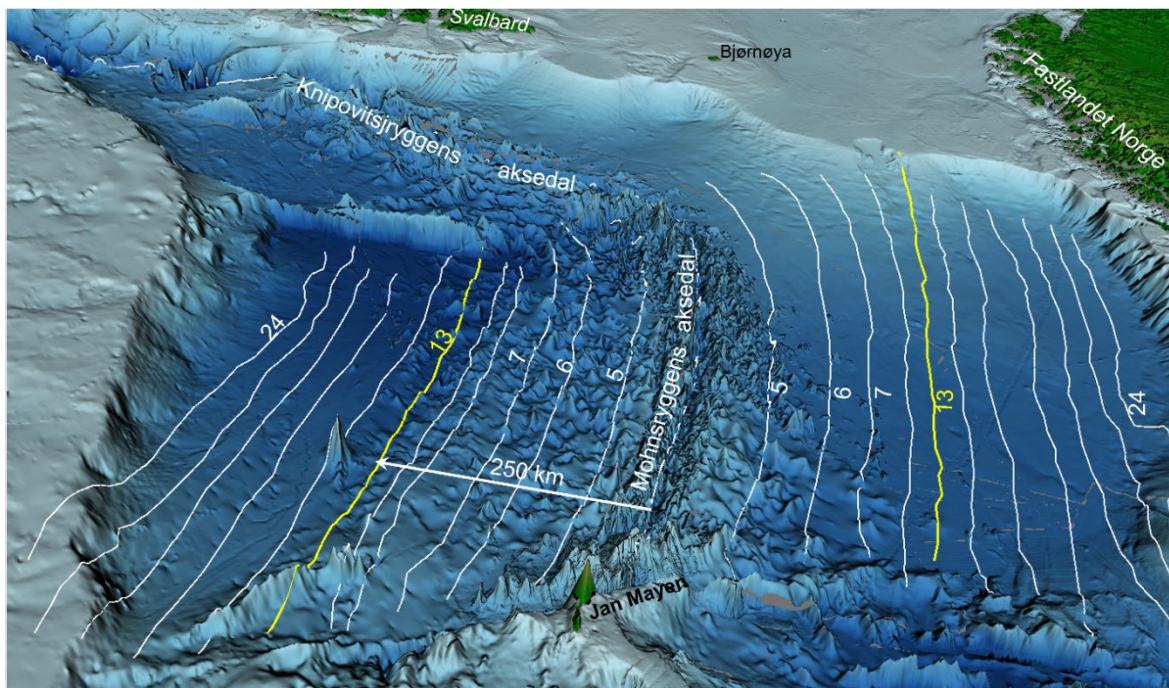
Innenfor dagens spredningsgrøft langs Mohnsryggen og Knipovitsryggen er ni sulfidforekomster så langt påvist; Soria Moria, Trollveggen, Perle&Bruse, Ægirs kilde, Gnitahei, Fávne, Mohnskatten, Lokeslottet og Jøtul.

Mohnsryggen er 500 km lang, med de dominante flankeforkastningene langs flanteskrenten på den nordvestlige siden av spredningsgrøften (Figur 4-6). Magnetisk anomali ¹⁰13, dvs. ut til 33 millioner år (Ma) fra spredningsryggen på begge sider, markerer overgang fra intermediære til ultra-sakte spredningshastigheter for Mohnsryggen. Dette brukes som utgangspunkt for å avgrense området for ressursvurderingen. Områdene øst for spredningsryggen har blitt eksponert for mer sedimentasjon enn områdene i vest. Dette medfører at sulfidforekomster forventes i et større område på NV-siden (ut til 240 km avstand) av spredningsryggen enn på den sørøstlige siden (ut til 90 km) (Figur 4-7). Innenfor denne avgrensningen er Oljedirektoratets hypotese at man kan forvente spredningsgrøfter fra tidligere geologiske tider (paleo-spredningsgrøfter), hvor kjernekomplekser, paleo-aksialkomplekser og paleoskrenter som ikke er overdekket av sedimenter kan påtreffes (Figur 4-8).

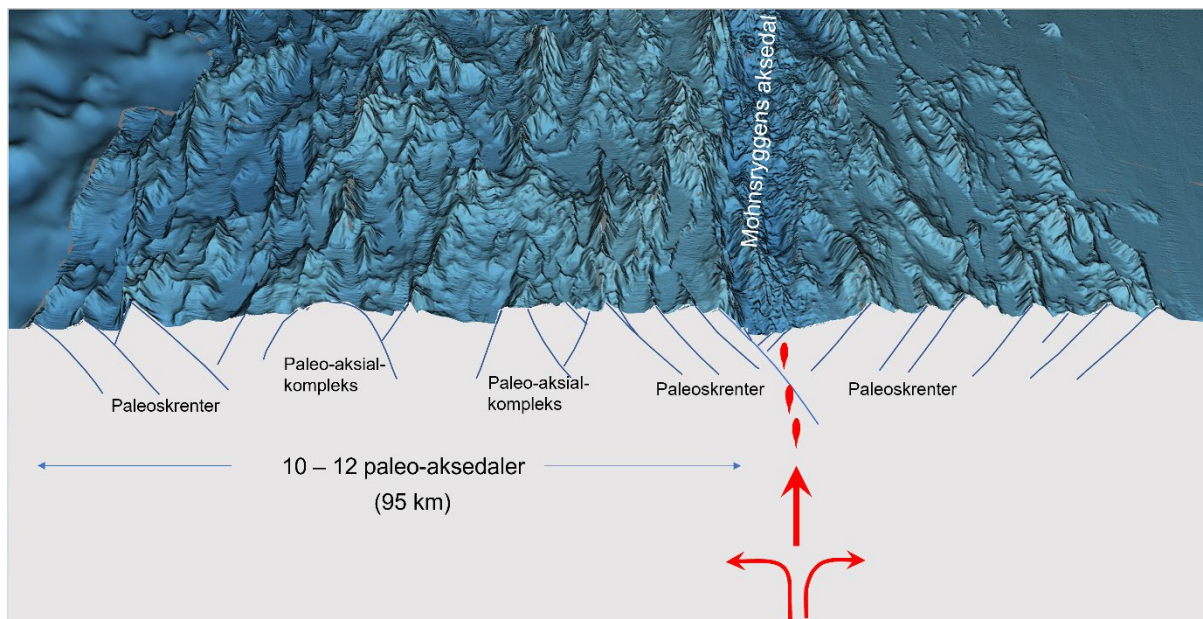
¹⁰ Magnetiske «striper» på havbunnen som sier hvor gammel havbunnen er.



Figur 4-6. Perspektivkart over de sentrale deler av nordlige Mohnsryggen sett fra sør. Det viser den sentrale aksedalen (også kalt spredningsgrøften) der havbunnnsspredningen mellom Norge og Grønland foregår. De aktive geologiske prosessene (tektonikk og vulkanisme) som foregår i og langs denne aksedalen resulterer i at de to jordskorpeplatene beveger seg utover til hver side med 0,8 cm pr år. Flankeskrentene til aksedalen dannes av store flankeforkastninger, der forkastningene på nordvest-flanken er de dominerende (største).



Figur 4-7. Perspektivkart over Mohnsryggen sett fra sør. Kartet viser de såkalte magnetiske spredningsanomaliene som er utviklet til hver side av aksedalen. Disse anomaliene viser hvordan jordens magnetfelt reverseres over tid (dvs. at magnetisk nord skifter til sør og omvendt). Siden de magnetiske egenskapene i en vulkansk smelte «fryser» fast når den avkjøles, vil reverseringene av de magnetiske polretningene bli bevart i havbunnskorpen. Ved måling av magnetismen i havbunnskorpen får man da et mønster av striper av magnetiske reverseringer parallelt med aksedalene. Disse kan så brukes til å fastsette alder og spredningshastighet utover på havbunnskorpen på samme måte som man kan bruke vekstringer til å bestemme alder og veksthastighet i et tre. I Norskehavet viser spredningsanomaliene at havbunnnspredningen endret hastighet og retning ved anomali 13, dvs. for ca. 33 millioner år siden.



Figur 4-8. Perspektivkart over Mohnsryggen sett fra sør. Kartet er en kombinasjon av havbunnsstopografien og et snitt av jordskorpen på tvers av ryggen tolket ut fra topografi og generell geologisk kunnskap. Kartet viser at havbunnens berggrunn med sine fjelltopper, rygger, daler og gamle forkastningsskrenter i sin tid ble dannet av de tektoniske og vulkanske prosessene i aksedalen, og deretter transportert ut til sidene av spredningsprosessen. Det er anslått at området innenfor de 95 kilometerne vestover fra dagens aksedal representerer berggrunn dannet i de 10-12 siste aksedaler. De røde pilene og diapirene illustrerer hvordan strømningsprosessen i jordskorpen driver jordplatene fra hverandre og leverer smeltetmasse oppover til de vulkanske prosessene i aksedalen. Mot øst forsvinner den tilsvarende berggrunnstopografien under et tykt dekke av sedimenter erodert fra Barentshavssokkelen under istidene. Utviklingen av Knipovitsjryggen i tiden etter anomali 13 førte til en barriere mot sedimentstrømmen fra nord, slik at området vest for aksedalen mottok svært lite sedimenter (se Figur 4-7).

Datagrunnlag og kunnskap om Knipovitsjryggen har vært mer begrenset. Det er gjennom flere år registrert uvanlige variasjoner i kjemi og varme (anomalier) i vannsøylen flere steder langs denne ryggen. På grunnlag av data innsamlet av UiB gjennom flere år og Oljedirektoratets data fra 2021, påviste så Universitetet i Bremen i 2022 en ny sulfidforekomst, kalt Jøtul, i dette området (se Figur 4-1).

Knipovitsjryggen er en yngre spredningsrygg enn Mohnsryggen - den begynte å utvikle seg ved anomali 13, dvs. fra ca 33 millioner år siden, og siden den tid har den generert havbunnskorpe som kan inneholde interessante sulfidressurser. Dette er det samme tidsspennet som for dannelsen av de interessante sulfidområdene langs Mohnsryggen, men spredningshastigheten på Knipovitsjryggen er lavere, slik at beltet med aktuelle sulfidområder langs Knipovitsjryggen vil være smalere enn langs Mohnsryggen.

Manganskorpeforekomster

Manganskorpe finnes på bart fjell på havbunnen. Slikt bart fjell finner vi i bratt terreng i undersjøiske rygger og fjellformasjoner i mesteparten av dyphavsområdene på norsk sokkel der gjennom tid er dannet ved prosessene i aksedalen. De undersjøiske fjellformasjonene finnes ut til 200 - 300 km på begge flankene av Den midtatlantiske spredningsryggen. Disse består generelt av fjelltopper og fjellrygger som rager 500 - 1500 meter over gjennomsnittlig havbunnsdyp. I tillegg til disse har vi de prominente ryggstrukturene Vøringutstikkeren og Jan Mayen-ryggen i de sørlige delene av utredningsområdet.

Letemodeller

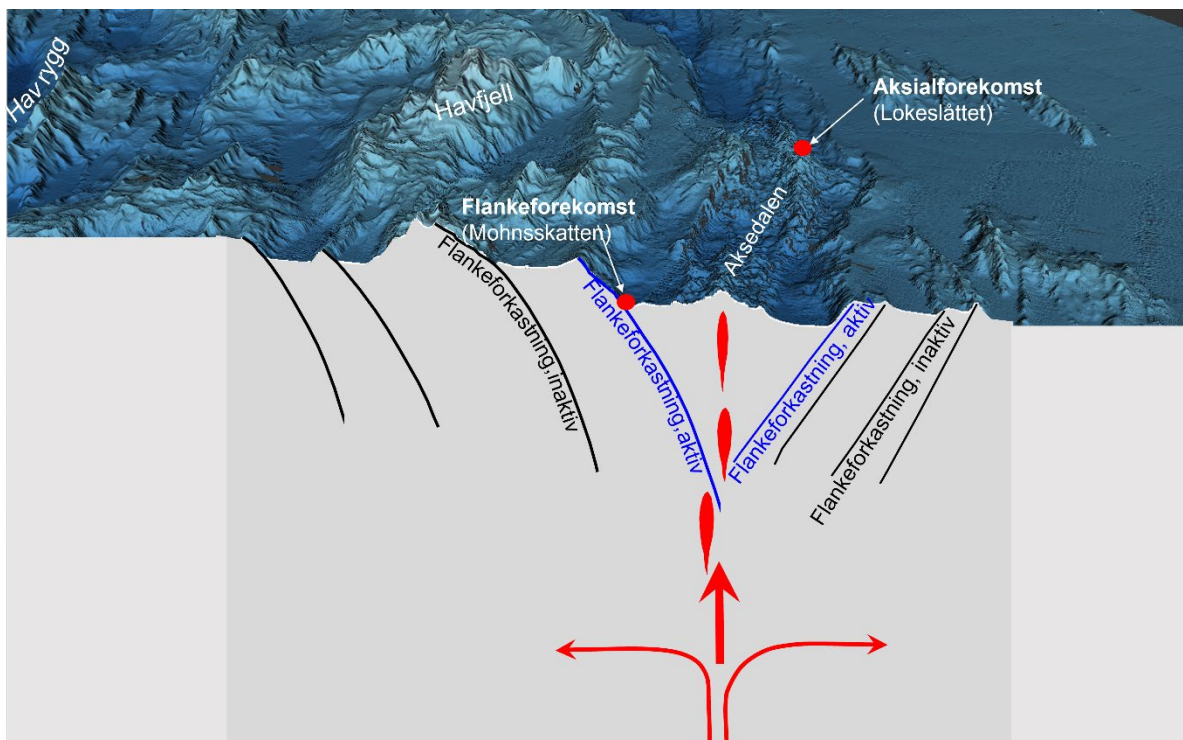
Oljedirektoratet har i ressursvurderingen definert fire letemodeller; to for sulfidforekomster og to for skorpeforekomster (se Figur 4-9).

Sulfidmodellene er kalt «Aksialforekomst» og «Flankeforekomst».

- Aksialforekomst ligger i vulkankompleksene inne i spredningsgrøfta, oftest på skrå over grønna (dette omfatter Lokeslottet og Ægirs kilde).
- Flankeforekomst ligger i og langs hovedforkastningene langs flanken av spredningsgrøfta (dette omfatter Gnitahei, Fávne og Mohnsskatten). Denne modellen er delt i to undermodeller: Co-type (Fávne) og Cu-Zn-type (Gnitahei og Mohnsskatten).

Skorpemodellene er kalt «Havfjell» og «Havrygger».

- Havfjell omfatter de mindre, steile og avgrensede fjellene som finnes utover på flankene av Mohnsryggen, og som i sin tid ble dannet av den vulkanske aktiviteten.
- Havrygger omfatter større rygger og høyder som er dannet i forbindelse med oseanske bruddsoner (Vøringutstikkeren) og «flåter» av skorpefragmenter (eks Jan Mayen-kontinentet og fragmenter langs Knipovitsj)



Figur 4-9. Perspektivkart over nordligste del av Mohnsryggen. Det er en kombinasjon av havbunnsstopografien og et snitt av jordskorpen som viser sammenhengen mellom skorpeprosessene i aksedalen og avsetningen av sulfidmineraler og manganskorpe, og dermed hvilke geologiske modeller vi bør anvende i leting og ressursberegninger. Sulfidforekomstene kan deles i to klasser: flankeforkomster og aksialforkomster. Manganscorpene utfelles direkte fra havvannet på bart fjell og forekomstene kan deles inn i to klasser etter hvilke strukturer de forekommer på: havfjell eller havrygger.

Det finnes per i dag ingen spesifikk, akseptert og utbredt modell for ressursvurdering av havbunnsmineraler. Oljedirektoratets ressursvurdering er første gang det gjøres en slik vurdering basert på Oljedirektoratets kartleggingstokt sammenholdt med annet vitenskapelig arbeid. Oljedirektoratet modellerer derfor med flere stokastiske metoder for å forsøke og kvalitetssikre resultatene.

4.3 Etterspørsel etter havbunnsmineraler

Alle industrielle verdikjeder trenger mineraler, og etterspørselen etter mineraler vil øke betydelig i årene fremover. Overgangen til fornybare energikilder vil kreve en rekke kritiske mineralressurser, til alt fra mobilteknologi til transport- og energiomlegging.

Det finnes flere internasjonale analyser av etterspørselsbehovet av havbunnsmineraler. Det internasjonale energibyrået (IEA) ga i mai 2021 ut spesialrapporten *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.

IEA peker på mineralmangel som en utfordring i overgangen til det globale lavutslippssamfunnet. Rapporten fokuserer på behovet for mineraler til energisektoren - til fornybar energiproduksjon, hvor behovet for mineraler er høyere enn for fossile brenslers - samt til bygging av nødvendig infrastruktur, lagring i form av batterier og elektrifisering av transportsektoren. Manglende tilgang til nøkkelmineraler kan bremse fremdriften i energiomstillingen eller gjøre omstillingen mer kostbar. I følge IEAs «Sustainable Development Scenario» (SDS) som legger klimamålene i Parisavtalen til grunn, kan etterspørselen etter kobber og sjeldne jordartsmetaller potensielt øke med 40 pst., nikkel og kobolt med 60–70 pst. og litium med nesten 90 pst. mot 2040.

Rapporten advarer om utfordringer knyttet til dagens mineralproduksjon som kan bremse overgangen til fornybar energiproduksjon. Utfordringer inkluderer høy geografisk konsentrasjon av mineralutvinning, lange ledetider for utvikling av nye gruveprosjekter, avtagende ressurskvalitet som følge av fokus på kvantitet over kvalitet, og miljømessige og sosiale effekter i områder med produksjon. For å imøtekomme disse utfordringene har IEA identifisert seks tiltak, hvor nasjonale myndigheter er fremhevet som sentrale for å avbøte disse:

- Sikre tilstrekkelige investeringer på tvers av mineralkilder
- Støtte teknologiutvikling i alle ledd av verdikjeden
- Økt grad av metallgjenvinning
- Øke robusthet i forsyningskjedene og åpenhet om forekomster og reserver av mineraler
- Benytte høye standarder for miljø og sosiale forhold, for økt effektivitet og bærekraft
- Styrke internasjonalt samarbeid mellom produsenter og forbrukere

Verdensbanken publiserte i 2020 rapporten «Minerals for Climate Action: The mineral intensity of the clean energy transition» som tegner et bilde likt som IEA. Rapporten anslår at verdens etterspørsel etter metaller vil vokse med 420 pst. fram mot 2050 hvis global oppvarming skal begrenses til under to grader. De mest kritiske metallene er kobber, grafitt, kobolt, nikkel og litium, i tillegg til en gruppe metalliske grunnstoffer som går under fellesbetegnelsen sjeldne jordarter.

Rapporten «*Metals for Clean Energy*» publisert av universitetet KU Leuven i Belgia fokuserer på Europas behov for mineraler i en energitransformasjon samtidig som Europa har behov for å sikre tilgang til mineraler og redusere avhengighet fra land utenfor Europa. I følge denne rapporten vil Europas planer for 2050 om å produsere grønne energiteknologier blant annet kreve 4,5 millioner tonn aluminium, som er en økning på 33 pst. sammenlignet med dagens bruk. Rapporten peker på behovet for optimalisert resirkulering av råvarer, investeringer i innenlands verdikjeder, og mer aktiv global sourcing av mineraler for å unngå at mineraler blir en flaskehals i energiomstillingen

Som en konsekvens av forstyrrelser i forsyningskjeden etter år med pandemi og økt geopolitisk uro er fokus blant flere myndigheter rettet mot pålitelig og sikker tilgang til råvarer – mineraler inkludert. Europakommisjonen har utarbeidet en liste over kritiske råvarer som er av høy viktighet for EUs

økonomi og som det på tilbudssiden samtidig er knyttet høy grad av risiko til.¹¹ Av elementene som finnes blant mineralforekomstene på norsk sokkel er kobolt, scandium, vanadium og de sjeldne jordartene å finne på EUs liste. I tillegg har både USA¹² og Australia¹³ utarbeidet egne lister over mineraler kritiske for landenes økonomi og nasjonale sikkerhet.

Utvinning av havbunnsmineraler vil være en ny næring, ikke bare i Norge, men på verdensbasis. Det vil legge til rette for mulige investeringer i nye mineralkilder, kan føre til teknologiutvikling med mulig bredere anvendelse enn norsk sokkel, kan motvirke geopolitiske utfordringer ved mineralproduksjon, bidra til åpenhet om forekomster, og sikre en virksomhet forankret i bærekraftige prinsipper. Status for teknologiutvikling er beskrevet i kapittel 5.

¹¹ Den siste rapporten/oppdatering en omtales her: European Commission (2022): Critical raw materials: [Critical raw materials \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/euro-observatory/en/critical-raw-materials)

¹² Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., 2017, Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, 797 p., <http://doi.org/10.3133/pp1802>.

¹³ Se [2022 Critical Minerals Strategy | Department of Industry, Science, Energy and Resources](#).

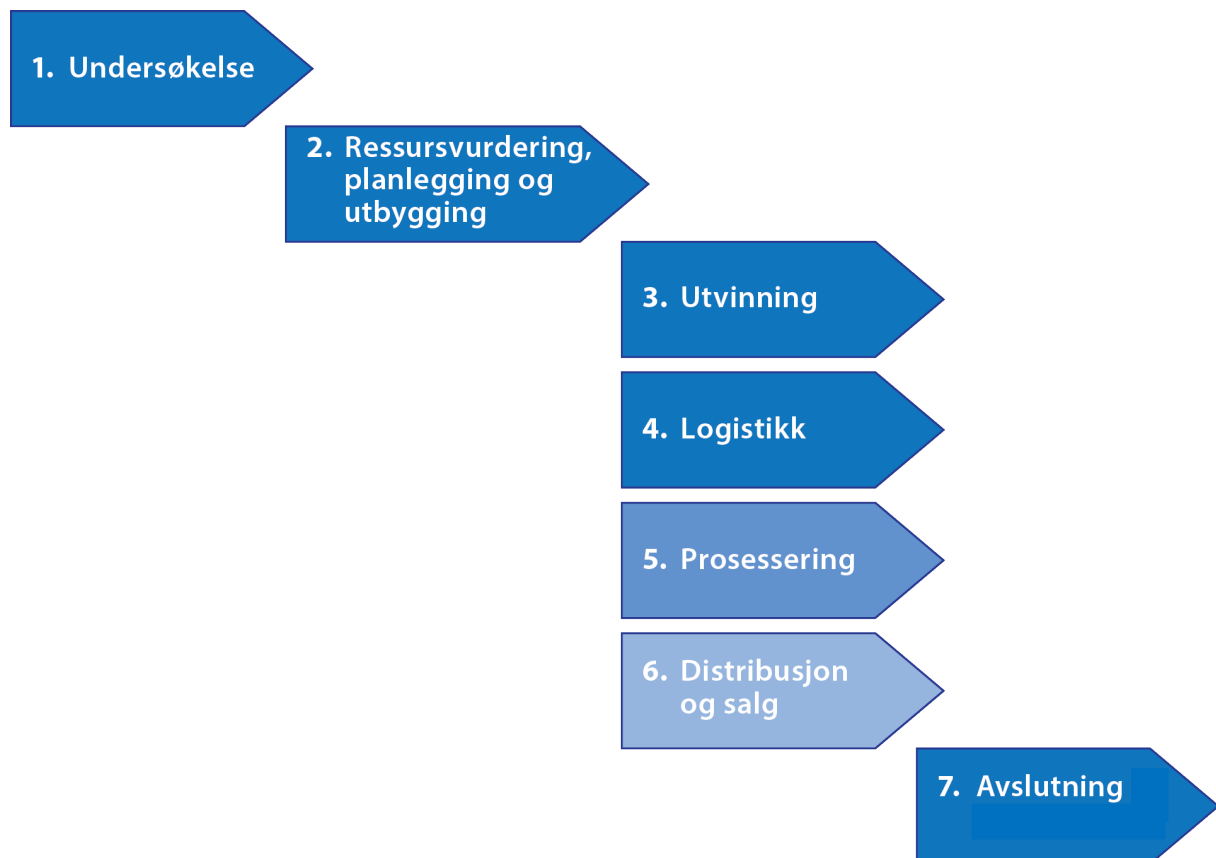
5 Teknologistatus og -utvikling

Dette kapitlet gir en kort innføring i verdikjeden for havbunnsmineraler. Deretter blir det gitt en gjennomgang av status for teknologiutvikling innen henholdsvis undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler.

5.1 Verdikjede og virksomhetsfaser

Verdikjeden for havbunnsmineraler omfatter ulike hovedfaser fra første undersøkelser, via utbygging og utvinning og til slutt avslutning.

En oversikt over disse fasene i verdikjeden er vist i Figur 5-1. I konsekvensutredningen knyttet til åpning av områder for mineralvirksomhet på havbunnen, er de første fire (og den siste) fasene vektlagt. Prosessering vil være gjenstand for vurderinger knyttet til den enkelte malm, samt kommersielle forhold, og er omhandlet på mer overordnet nivå. Distribusjon og salg vil være en rent kommersiell aktivitet uavhengig av metallens opprinnelse og er ikke vurdert som relevant for utredningen.



Figur 5-1. Verdikjeden for havbunnsmineraler.

De ulike fasene i verdikjeden blir omtalt i det følgende, med fokus på undersøkelse (leting og kartlegging) og utvinning. Teknologier for de ulike trinnene blir presentert.

5.1.1 Undersøkelse

Leting etter havbunnsmineraler foregår ved detaljert kartlegging av havbunnen. De første data som må fremskaffes for å undersøke et område, er detaljerte batymetriske kart (havbunnstopografi) som kan identifisere strukturer som domer, forkastninger og skråninger. Deretter benyttes ulike geofysiske metoder for å kartlegge ressursene før visuell inspeksjon og prøvetaking gjennomføres.

Nødvendige prøver må tas og analyseres for innhold av ulike grunnstoff og mineraler, som grunnlag for en ressursvurdering. Sammen med konsept for utbygging danner dette grunnlaget for vurdering av lønnsomhet og utarbeidelse av plan for utvinning og drift. Planen må godkjennes av myndighetene før arbeidet med selve utvinningen kan igangsettes, herunder fabrikasjon og bygging av havbunnsutstyr og produksjonsenhet (fartøy).

5.1.2 Utvinning

Foreslåtte konsepter for marin mineralutvinning tar utgangspunkt i systemer der mineralene brytes på havbunnen og heves opp til en produksjonsenhet (f. eks et skip) på overflaten. Disse konseptene baserer seg i stor grad på eksisterende teknologier fra etablerte næringer. I hovedsak gjelder dette teknologier og løsninger fra olje og gass, landbasert gruvedrift, skipsindustri og mudringsfartøyer. Overordnet er utvinningen forventet å bestå av følgende produksjonssteg:

1. Bryting og oppsamling av mineraler på havbunnen
2. Vertikal transport av malmen fra havbunn til produksjonsenhet på havoverflaten
3. Lagring og eventuelt avvanning av malm om bord på produksjonsenhet
4. Lasting fra produksjonsenhet til transportskip/lagringssystem, samt deponering av avgangsmasser/separert sjøvann
5. Transport av malm til landanlegg for behandling og/eller videreprosessering

I de fleste løsningene som er beskrevet per i dag, skal hevingen foregå ved å omdanne malmen til en masse/vann-blanding som så pumpes opp til produksjonsenheten. Der må vannet skilles ut før malmen lagres i produksjonsenheten. Avvannet blir så returnert til havbunnen (Figur 5-3). Imidlertid har man nå også begynt å se på andre løsninger for å heve malmen til overflaten uten at det produseres avvann (kapittel 5.4).

Brytingen av malmen foregår på overflaten og de øverste lagene av havbunnen. Til forskjell fra malm-bryting på land medfører dette at det vil brytes minimalt med «gråberg» (bergart som ikke er malm, dvs. uten mineraler). Dermed produseres det også mindre volumer av avgangsmasser. Utskilling og deponering av disse avgangsmassene kan dermed potensielt vente til malmen kommer på land.

5.1.3 Logistikk

Dette vil typisk inkludere transport av utvunnet malm fra feltet til aktuelt prosesseringsanlegg på land, og retur (av skipet) til feltet. Dette antas å bli utført av dedikerte fartøyer.

Forsyninger og personelltransport må videre ivaretas. Løsning og lokalisering av basevirksomhet vil være prosjektspesifikt og er ikke utredet detaljert.

5.1.4 Prosessering

Prosessering av malmen for å raffinere de ønskede metallene vil foregå i en spesialtilpasset prosess, som vil være prosjektspesifikk. Foreliggende utredning har ikke hatt fokus på dette, men har fokusert på eventuelle forskjeller ved prosessering av havbunnsmineraler i forhold til konvensjonell mineralutvinning.

5.1.5 Avslutning

Når utvinningen er avsluttet, skal det legges frem en avslutningsplan som inneholder forslag til fortsatt produksjon eller nedstengning av produksjonen og disponeringen av innretninger der dette er aktuelt. Slik disponering kan blant annet være videre bruk i mineralvirksomheten, annen bruk, hel eller delvis fjerning eller etterlatelse. Planen skal inneholde en beskrivelse av avslutningen, en konsekvensutredning og de opplysningene og vurderingene som anses nødvendige for å fatte vedtak. Departementet skal fatte vedtak om disponering.

5.2 Teknologivurdering

Teknologier for utvinning av havbunnsmineraler er under utvikling. Det er gjennomført en egen studie som grunnlag for konsekvensutredningen som gjennomgår status innen teknologiutvikling av relevans for henholdsvis undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler. Rapporten er utarbeidet av DNV i samarbeid med NTNU og utenlandske eksperter, og ble ferdigstilt sommeren 2021 (Laugesen m.fl., 2021).

Teknologirapporten beskriver aktuelle teknologier og kjent teknologiutvikling som forelå i 2021, og som er relevant for utvinning av malm på havbunnen. Dette inkluderer mulige løsninger for hele operasjonen (verdikjeden) til havs, med særlig vekt på beskrivelse av de ulike teknologier og metoder for bryting av malm, heving av denne til overflaten og eventuell etterbehandling før transport til land for videre prosessering.

Rapporten omtaler kjente teknologier og relevante leverandører som finnes i markedet på det aktuelle tidspunkt, men tar forbehold om at det kan finnes andre teknologier (eller teknologier som er under utvikling), samt andre leverandører som tilbyr lignende løsninger som ikke er omtalt i rapporten. Det finnes også noen teknologier som er under utvikling, men som leverandøren inntil videre ikke ønsker omtalt.

Det pågår som nevnt en betydelig teknologiutvikling, spesielt knyttet til undervannsoperasjoner på store dyp. Dette vil kunne medføre at det vil være andre teknologier som vil bli tatt i bruk ved en mulig oppstart av utvinning av havbunnsmineraler en gang i fremtiden. Dette skyldes forventningen om at teknologiutviklingen vil gå i retning av enda mer tilpasset utstyr for å sikre en effektiv mineralutvinning og som samtidig har fokus på å minimere miljøpåvirkningen.

Rapporten omtaler ulike utvinningsløsninger for havbunnsmineraler, men det er ikke ensbetydende med at disse vil bli anvendt i utredningsområdet. Valg av teknologi for utvinning, opptak, osv. vil være prosjektspesifikk og vil bli avklart i forbindelse med utbyggingsplaner for eventuelle konkrete prosjekt i fremtiden.

5.3 Teknologier for undersøkelse

Det er ulike strategier for undersøkelse, herunder regionale undersøkelser for generell kunnskapsoppbygging og lokale, dedikerte undersøkelser for karakterisering og avgrensning av en spesifikk forekomst (Figur 5-2).

Metoder for innsamling av batymetri (havbunnstopografi) i ulik oppløsning benyttes som et første skritt mot å finne en forekomst. Sulfidforekomster vil kunne lokaliseres ved hjelp av regionale og lokale morfologiske og geologiske strukturer.

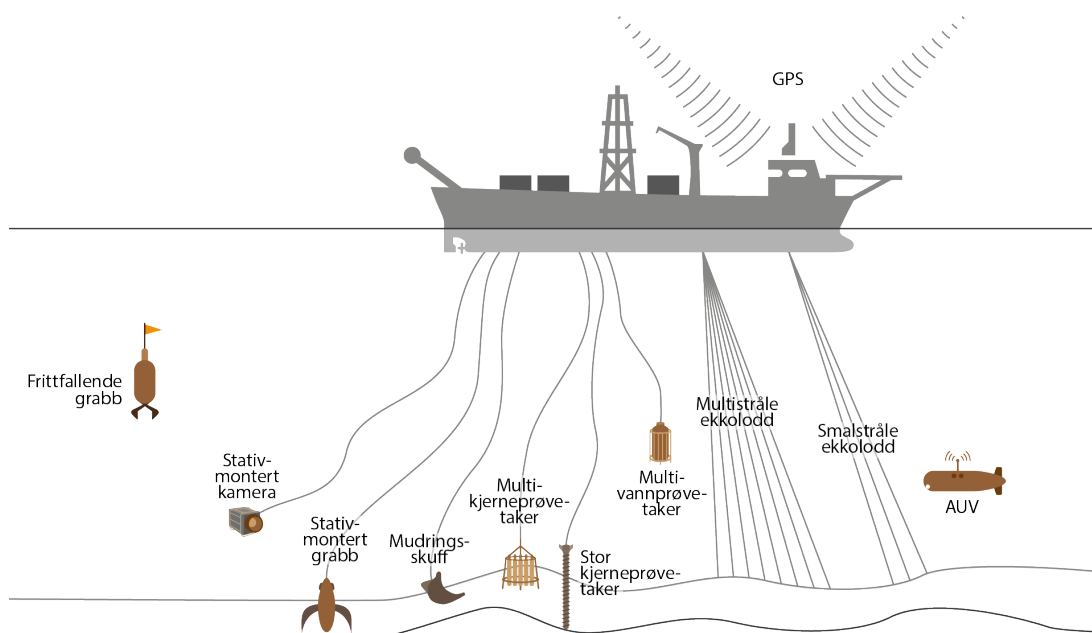
Havbunnsseismikk (høyoppløselig) og magnetotelluriske (MT) målinger i kombinasjon med CSEM (Controlled Source EM) kan bidra til økt forståelse av de store prosessene knyttet til havbunnsprospektering.

Lavfrekvensseismikk har hittil ikke vært benyttet for kartlegging av havbunnsmineraler. Det arbeides imidlertid med å utvikle teknologi og seismiske metoder for å kunne avbilde bergartene og skille sulfidavsetninger fra omkringliggende bergarter som oftest basalter. Ved leting etter sulfider eller manganskorper er disse forekomstene enten på havbunnen eller nær havbunnen. Det er derfor ikke behov for en kraftig seismisk kilde.

Store havdyp og avstand til land er en utfordring, både teknologisk og praktisk, og innebærer høye kostnader. Det betyr at utstyr som detektorer og prøvetakingsverktøy må fraktes ned til havdypet nær forekomsten, eller faktisk på forekomstene ved hjelp av et fartøy for transport og styring av utstyret. Eksempler på slike fartøy kan være autonome eller fjernstyrte undervannsfarkoster, såkalte AUV og ROV.

Undervannsfarkostene vil ha ulike typer utstyr for passiv undersøkelse eller aktiv prøvetaking, herunder ulike former for sonar og ekkolodd samt spesifikt tilpassende sensorer, kamera, osv. Fysiske prøver (stein) kan bli tatt med gripeklo som mindre kjerneboringsprøver eller skjæres ved motorsagliggende verktøy. Slike inngrep er generelt av lite omfang.

For bedre å avgrense utstrekningen av en påvist forekomst, kan mer omfattende kjerneboring være aktuelt. Omfangsmessig vil dette være begrenset i forhold til utvinning.



Figur 5-2. Teknikker for havbunnskartlegging. Basert på Secretariat of the Pacific Community, SPC, (2013). "Deep Sea Minerals: Sea-Floor Massive Sulphides, a physical, biological, environmental, and technical review". Baker, E., and Beaudoin, Y. (Eds.) Vol. 1A.

Siden leting etter marine mineraler skjer på store dyp fra noen hundre meter og ned til 4000-6000m havdyp i verdenshavene, er kravet til plattformer for detektorer og verktøy strengt. De plattformene som velges må oppfylle flere kriterier for å være anvendelige. De må være godkjent til det dyp hvor leteaktiviteten skal foregå; de må kunne opereres på avstand, enten fjernstyres eller programmeres (autonome fartøy); de bør kunne frakte flere sensorer på en gang og være egnet til innsamling av gitte data. Under gis en kort introduksjon til tre hovedtyper plattformer for detektorer; produksjonsstøttefartøyer, autonome undervannsfartøyer og fjernstyrte undervannsfartøyer.

Overflatefartøy

Overflatefartøyer kan brukes til enkel kartlegging av havbunnsstopografi og -strukturer, samt noe geofysiske data, fra overflaten. Følgende er eksempler på detektorer/metoder som kan benyttes direkte:

- Multibeam batymetri
- Akustisk bunnreflektivitet
- Sidesøkende sonar

- Geofysiske metoder som seismikk, elektromagnetiske (EM, CSEM) og magnetotelluriske (MT) metoder
- Instrument for ledningsevne, temperatur og dyp (CTD)
- Grabb kontrollert med TV-overvåking
- Bunntrål

Overflatefartøyet er samtidig også utgangspunkt for kampanjer under havoverflaten som inkluderer de selvgående (autonome) eller fjernstyrte farkostene. I tillegg vil overflatefartøyet være utgangspunkt for boreoperasjoner. En måte å lete etter aktive hydrotermale forekomster på er ved såkalt “plume hunting” eller jakt etter den svarte skyen fra hydrotermale skorsteiner. Denne type jakt gjøres ved hjelp av CTD og et skip med vinsj som kan heve og senke CTD-instrumentet, som er utstyrt med tilpassede sensorer, ned gjennom vannkolonnen. Prøvetakingen gjøres da i et forhåndsbestemt mønster med gitt avstand mellom punktene i et rutenett. På denne måten kan man finne spor av hydrotermale skorsteiner i dataene fra CTD. Dette kan for eksempel være forhøyet temperatur eller metangassanomalier.

Autonome plattformer

Fullt autonome plattformer er såkalte autonome undervannsfarkoster (AUV). AUV'er er torpedoformede undervannsfartøy av ulik størrelse og ulik dybdeklassifisering. Størrelsen til AUV'en avgjør lastekapasitet. I tillegg vil batterikapasitet være en viktig faktor i bestykning og planlegging av undersøkelsesdykk. Eksempel på ulike sensorer som kan inngå i oppsett av AUV er:

- Multistråle-ekkolodd
- Underbunnsprofiler
- Syntetisk apertur Sonar (HiSAS) - Høyoppløselig havbunnsavbildning
- Sidesøkende ekkolodd
- Ledningsevne, temperatur og dyp samt andre vannkolonnekarakteristika som salinitet, trykk og tetthet.
- Geokjemisk sensor
- Selvpotensial / spontanpotensial (SP-sensor)

Ikke standard, men testede sensorer, inkluderer

- Magnetometer
- Undervanns hyperspektralt kamera
- Høyoppløselig kamera

Eksempler på AUV'er som brukes til mineralleting er: *Hugin AUV* som er utviklet av norske Kongsberg Maritime. Denne er satt opp til å kunne bære ulike instrumenter og detektorer for ulike applikasjoner. Hugin har dybdegodkjenning til ulike dyp; 3000 m, 4500 m og 6000 m. I 2021 lanserte også Kongsberg Maritime neste generasjons Hugin med økt rekkevidde, kalt *Hugin Endurance*. Hugin Endurance har en oppgitt driftstid på opptil 15 dager som muliggjør lange ekspedisjoner på lange avstander fra moderskipet eller fra land. Økt rekkevidde pga. forbedret teknologi, som blant annet batterikapasitet, har bidratt til å gjøre denne type plattformer enda mer egnet for langvarige undersøkelser. Her har spesielt dybden ned til forekomstene vært en begrensning, da disse farkostene har brukt mye tid på ned- og oppstigningsprosessen. Dette er med forbedret teknologi mindre kritisk.

Fjernstyrte plattformer

Fjernstyrte undervannsroboter (eng: *Remotely Operated Vehicle*, ROV) er viktige verktøy i lokal letevirksomhet og ressurskartlegging på havbunnen. ROV'er er typisk forbundet med overflatefartøyet ved hjelp av en kontrollkabel som forsyner enheten med kraft (elektrisitet) og i tillegg transporterer data toveis. En ROV opereres typisk av en pilot ombord i overflatefartøyet som

styrer via videostrøm på skjerm. ROV manøvrerer ved hjelp av thrustere¹⁴ og kan operere ned til havbunnen og kan også være utstyrt for å kunne plasseres på havbunnen. Dette kan medføre noe oppvirvling fra sedimentene på havbunnen. Nede på havbunnen brukes ulike metoder for å ta fysiske prøver av geologisk og biologisk materiale, samt vannprøver. Det brukes også ulike sensorer for datainnsamling, for eksempel:

- ROV-montert gripeklo til innsamling av steinprøver
- Innsamling av sedimentprøver med små kjernetakingsbeholdere
- Små kjerneboringsprøver av fjell og sedimenter
- Håndstykker skåret løs med motorsagliknende verktøy
- Fluidprøver
- Høyoppløste bilder til f.eks. fotogrammetri
- Hyperspektrale bilder
- Video- og fotoprofiler

Når en forekomst er identifisert og bekreftet, vil den lokale leteaktiviteten starte. Lokal leteaktivitet vil ha til hensikt å gå videre fra fysisk å bekrefte at en mineralisering eksisterer på lokaliteten, til å gradvis bygge opp kunnskap om størrelse (avgrensning og kontinuitet) og metallinnhold (mineralogi, gehalter). Metodikk som inngår i lokal leteaktivitet inkluderer:

- Innsamling av oppløselig batymetri ved hjelp av multistråle-utstyr montert på AUV. Dette gjøres for å få best mulig oppløsning på havbunnstopografien i området hvor forekomsten er lokalisert. Høyoppløselig batymetri vil i mange tilfeller bidra til forståelse av videre plan for aktivitetene som skal gjennomføres. En første avgrensning av forekomsten kan ofte gjøres ut fra detaljert batymetri.
- Prøvetaking av stein på havbunnen for analyse av metallinnhold. Dette gjøres typisk fra ROV og man tar prøver av interessant steinmateriale observert på havbunnen som kan plukkes med ROV-manipulator. For manganskorpe kan man benytte motorsag som festes på ROV-manipulator og kapper større biter fra en manganskorpe. Prøvetaking av den hydrotermale væsken fra skorsteiner. Dette kan bidra til å si noe om egenskapene til den hydrotermale løsningen i systemet og dermed også om potensialet for mineraliseringer i forekomsten. Her er temperatur og kjemisk sammensetning viktige brikker.

For geografisk avgrensning av forekomsten benyttes metoder som kan bidra til å si noe om utbredelse horisontalt og vertikalt. Her er kjerneboring en metode som er avgjørende for bestemmelse av ressursen. I tillegg vil ulike magnetiske og elektromagnetiske metoder, som Transient Electro Magnetics (TEM) og Controlled Source Electromagnetics (CSEM) kunne anvendes til dette. Automatisk kompensasjon av magnetiske data har også vist gode resultater, som beskrevet over. SP-data har også bidratt til funn av tidligere ukjente sulfidforekomster.

Manganskorpe har en betydelig høyere gammastråling enn det som er vanlig fra bergartene i substratet. Dette er en av veldig få kontraster i fysiske egenskaper mellom substrat og manganskorpen. Gammastrålingen kan derfor utnyttes til å oppdage og skille manganskorpe fra andre bergarter. Dette kan skje selv når manganskorpen (ev. bergartsoverflaten) er dekket av tynne sedimentlag. Dette kan gjøres ved bruk av radiometriske sensorer i geofysiske målinger. Multispektral seismikk kan også være en lovende teknikk for kartlegging av manganskorpe.

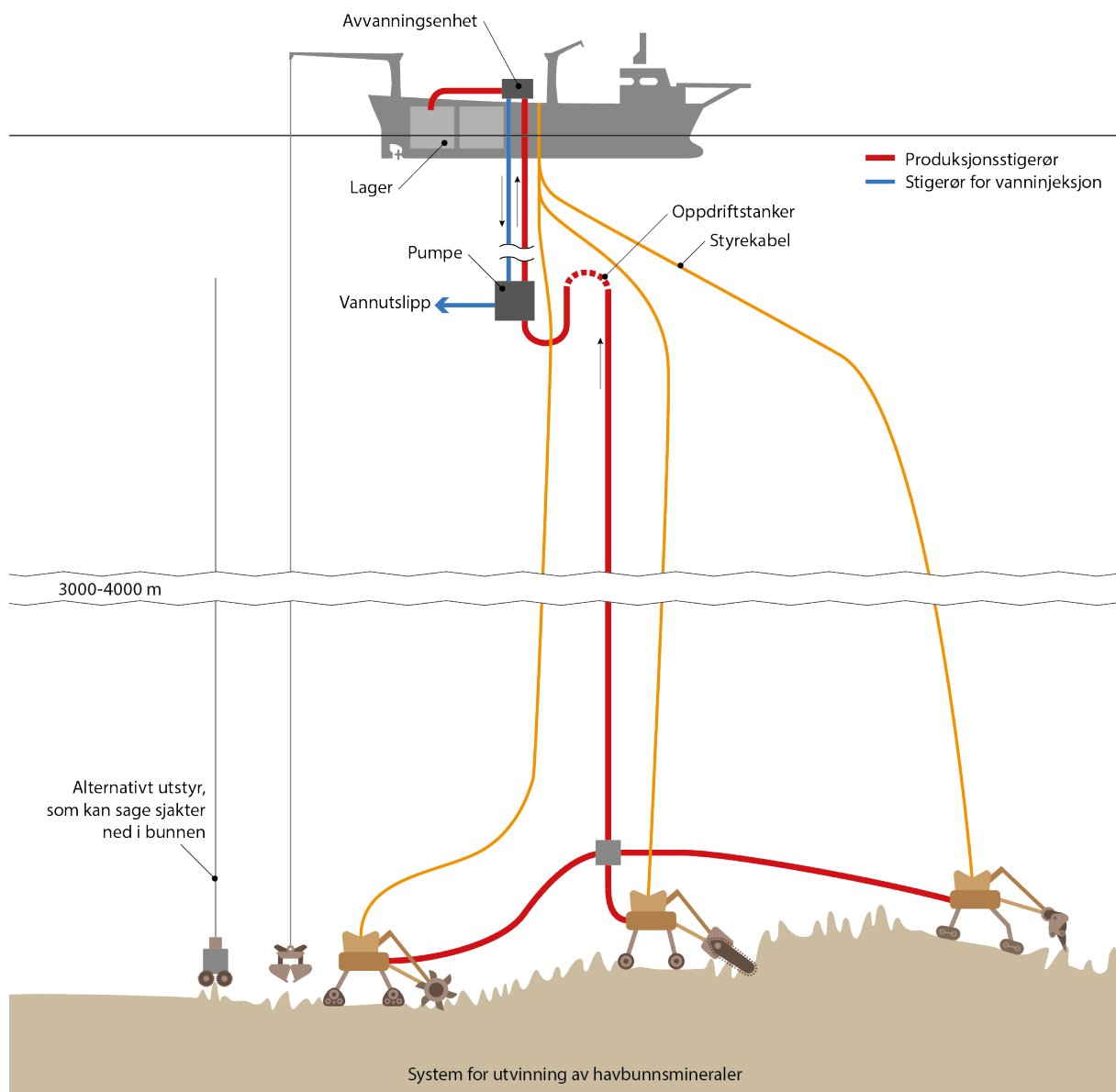
¹⁴ En thruster er en engelsk betegnelse for noe som skaper skyvekraft (engelsk: *thrust*), her *propeller*.

5.4 Teknologier for utvinning

Et totalkonsept for utvinning av havbunnsmineraler vil normalt bestå av følgende hovedfaser:

- Produksjons- og støttefartøy på overflaten
- Utstyr for bryting og oppsamling av malm på havbunnen
- System for vertikal transport av malm til produksjonsfartøyet
- Løsning for lager og transport av malm til prosesseringsanlegg

Et tenkt konsept er skissert i Figur 5-3, og kan bestå av et eller flere typer utstyr for bryting av malm på havbunnen.



Figur 5-3. Illustrasjon av konseptuelt produksjonssystem for sulfider basert på Nautilus Minerals sitt produksjonssystem. Malm brytes og samles, og malm/vann-blanding pumpes via et stigerørssystem. Slurryen (slammet) transporteres så vertikalt til produksjonsskipet på overflaten, før malmen avvannes og transporteres til land. Kilde: Oljedirektoratet

Metoder for utvinning av sulfidforekomster og manganskorpe kan grovt sett deles inn i vertikale og horisontale utvinningsmetoder som bruker skjære- og sugeteknologier til å løsne / fragmentere materialet / «malmen» fra havbunnen, samle og transportere materialet til et konteinerbasert mellomager på havbunnen, eller direkte til systemet for vertikaltransport. Kombinasjonen av skjære- og sugeteknologier blir per nå vurdert som de beste fra et teknologisk og økonomisk perspektiv.

Vertikal utvinning

I vertikal mineralutvinning bryter man nedover til et forhåndsdefinert dyp før hullet utvides eller det lages nye hull eller grøfter. Forekomsten utvinnes med grøftkuttere, borestrenger med stor diameter eller annet utstyr som styres og flyttes med eller uten hjelp av faste (men flyttbare) eller selvgående havbunnskonstruksjoner. Alternativt kan skjæreverktøyet (med en diameter mindre enn hullet) flyttes over og frese et avgrenset område på skjæreflaten, og dermed kontinuerlig gjøre hullet større. Det fragmenterte materialet samles mekanisk og/eller ved sug og transporteres vekk ved pumping. Resterende deler og materiale som har falt inn i gropen kan fjernes, knuses og samles sammen med hovedverktøyet eller ved hjelp av spesialverktøy.

Horisontal utvinning

I horisontal utvinning bryter man overveiende horisontalt i skiver. Malmen, sideberget og sedimentene fjernes vanligvis lagvis i en ovenfra-og-ned-sekvens. De fleste av de kjente horisontale konseptene benytter ett eller flere beltegående utstyr utstyrt med en hydraulisk bom for å justere et skjære- og suge- eller innsamlingsutstyr til stoffen (flaten det brytes på). Ulike typer maskiner kan brukes til selve mineralutvinningen og til forberedende arbeid. Hvis det er mulig, kan malmen utvinnes i skiver i en operasjon sammenlignbar med dagbruddsdrift på land.

Spesialverktøy og -metoder

Som et alternativ til rene enten vertikale eller horisontale brytningsmetoder kan det være mulig å bruke spesialverktøy og -metoder som er knyttet til saging, elektrisk og mekanisk oppbrekking (ripping) eller hydraulisk brytning. Disse anses per nå enten som ikke relevante av tekniske og økonomiske årsaker eller har utelukkende spesielle anvendelser i støtteprosesser (støtte den primære brytningen). Spesielle anvendelser kan være relatert til forberedelse av areal eller volumet som skal brytes, dvs. tilleggs- eller sekundæroperasjoner. Arbeidet vil være prosjektspesifikt og vil i hovedsak avhenge av valgt brytningsmetode og forekomstegenskaper. Det kan også være fordelaktig eller nødvendig å bore brønner eller forankringshull, for eksempel for å sikre og stabilisere utstyr på havbunnen (kjøretøy, (selvgående) plattformer eller andre løsninger). Enhver løsning må imidlertid skreddersys til de spesifikke forholdene på stedet og oppgaven som skal løses. Andre relevante teknologier finnes for eksempel i landbasert utvinning og i andre marine operasjoner. Imidlertid må teknologiene og metodene som anvendes i landbasert utvinning tilpasses det marine miljøet og tilpasses utvinning av havbunnsmineraler.

Sulfidutvinning:

Valget av teknologi for utvinning av sulfider vil bl.a. avhenge av geometri og kvalitet på sulfidforekomsten (utbredelse, dybde, gehalt), behov for knusing og av type vertikaltransport til overflaten.

For utvinning av sulfider vil både vertikale og horisontale utvinningsteknologier være aktuelle. Her har man utstyr hvor man borer, skjærer og knuser på ulike måter. Det finnes en rekke konsepter:

- Forekomster kan utvinnes med grøftkuttere eller borestrenger med stor diameter som er montert på selvgående havbunnskonstruksjoner.
- Alternativt kan det brukes et skjæreverktøy med en diameter som er mindre enn hullet som skal utvinnes. Skjæreverktøyet kan flyttes slik at skjæreflaten utvides og dermed gjøres hullet kontinuerlig større.

Det er også muligheter for å koble til enheter som knuser malmen på sjøbunnen slik at den lettere kan pumpes opp til overflaten via et stigerør. Vertikal transport kan være med eksempelvis vann eller luft som transportmedium.

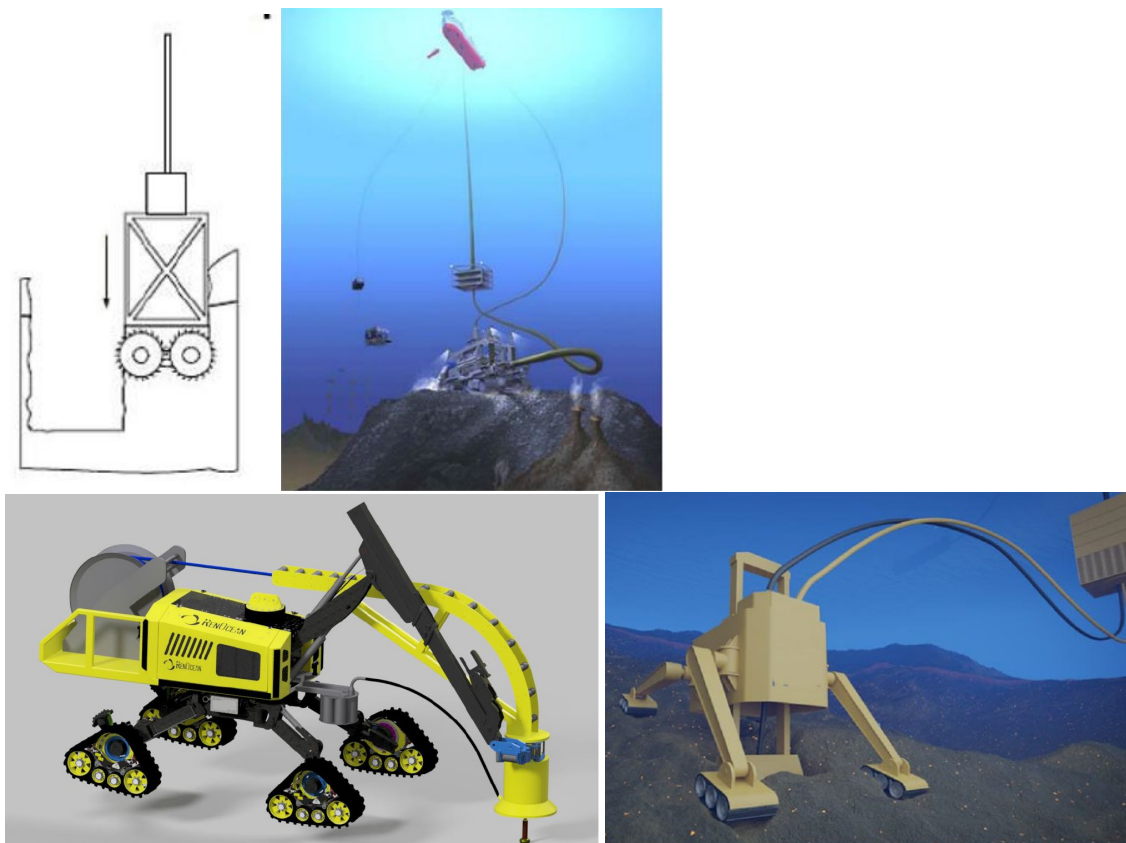
Utvinning av manganskorper

Valget av teknologi for utvinning av manganskorper vil bl.a. avhenge av arealet som skal utvinnes. I mange tilfeller er det begrenset tykkelse på skorpen. Dette krever utstyr som lett kan forflytte seg over større områder. Bratt terreng kan også være en utfordring som setter klare krav til den foretrukne løsningen.

- For utvinning av manganskorper vil horisontale utvinningskonsepter være (mest) aktuelle. Her bryter/skjærer man skorpen og kanskje noe av det underliggende substratet, samt eventuelle sedimenter.
- Det finnes en rekke konsepter med beltegående utstyr med forskjellige typer roterende kuttehoder for utvinning av skorper. Utstyret ligner på det som brukes til mudring i harde masser/stein.
- Et annet konsept for skorpeutvinning er basert på en vannjet og en vibrator for å knuse skorpen i fragmenter som er små nok til å samles og transporteres til løftesystemet.
- Det finnes også konsepter der vertikale verktøy brukes for skorper. Denne tilnærmingen kan spesielt være relevant for tykkere skorper.

5.5 Teknologisk modenhet

De forskjellige utvinningsmetodene har generelt forholdsvis lavt teknologisk modenhetsnivå (TRL), som betyr at de i hovedsak fortsatt er på konseptnivå/laboratoriumskala nivå. Dette henger igjen sammen med næringens status – som ny og under etablering. Mange av utvinningsløsningene bygger på lignende utstyr og teknologier som i dag brukes innenfor olje- og gassvirksomhet til havs. Det forventes at den eksisterende kunnskapen fra olje og gass vil være til stor nytte ved operasjonalisering av utvinning av havbunnsmineraler på den norske kontinentalsokkelen.



Figur 5-4. Ulike utvinningsteknologier for havbunnsmineraler. Kilde: DNV/NTNU (Laugesen m.fl., 2021).

Tabell 4 gir en oppsummering av identifiserte teknologier og hvilket teknologisk modenhetsnivå (TRL) disse er vurdert å være på. Vurderingen er gjort av DNV/NTNU (Laugesen m.fl., 2021). TRL-skalaen går fra en til ni, hvor nivå ni representerer faktisk system benyttet og bevist i relevant driftsmiljø. Vurderte teknologier er funnet til å være mellom TRL to og TRL seks.

Tabell 4. Teknologisk modenhetsnivå (TRL) for identifiserte og vurderte teknologier. (Skala: TRL 2 – teknologikonseptet er beskrevet; TRL 4 – teknologi validert i laboratorium; TRL 5 – teknologi validert i relevant miljø, og; TRL 6 – teknologi demonstrert i relevant miljø.) Basert på DNV/NTNU (Laugesen m.fl., 2021).

Teknologi/ rettighetshaver	Funksjon/ beskrivelse	TRL-nivå
Bauers grøftekonsept for sulfidutvinning	Består av en tung stålramme utstyrt med to skjærehoder. De to motroterende skjærehodene fragmenterer materialet, som suges inn i maskinen. Styreplater på rammen brukes for stabilisering og manøvrering under kutting.	4
TechnipFMCs skjærekonsept for sulfidutvinning	Vertikalt brytningssystem. Verktøyet henger ned fra en kran ombord på produksjonsstøttefartøyet. Maskinen kan inneholde en form for stang- eller vribor for å løfte materialet som utvinnes opp mot pumpen.	2
Boreenheter for sulfidutvinning (flere)	Vertikalt system, borekroner av ulik størrelse – ikke ulikt metoder for sjakt- og tunnelboring på land. Boreenhetene er festet til en plattform med justerbare ben. Benene tillater bruk i bratte skråninger. Utborede masse kan transporteres direkte til overflateenheten	2
Skjære og kuttessystem for sulfider, Nautilus Minerals	Horisontalt system med ulike kuttere for grovkutting, finkutting og oppsamling, som jobber i serie.	4
JOGMEGS skjære og kuttessystem for sulfider og skorper	Lignende Nautilus' konsept. Den spesielle egenskapen er de fire høydejusterbare beltene som gjør det mulig å klatre i bratte skråninger og bevege seg i ulendt terreng. Skjære- og sugeverktøyet presses vertikalt på havbunnen og skjærer inn i havbunnen opp til flere titalls centimeter under stoffen. Det fragmenterte materialet suges opp og pumpes gjennom maskinen til systemet for vertikaltransport. Pilotskala-testet på 1600 m dyp.	6
Deep Reach løsninger for sulfider og skorper	Metoder der spesielle utvinningsenheter flyttes over et definert overflateareal, og kontinuerlig utdyper utvinningsområdet. Et vinsjtauttrekingsystem eller thrustersystem foreslås. Alternativt foreslås horisontal utvinning basert på arkimedesskruer.	2
Neptune-systemet for sulfidutvinning	To forskjellige og uavhengige verktøy for malmutvinning; en grabb utplassert fra en A-ramme på produksjonsstøttefartøyet, og et beltegående produksjonsutstyr. Fragmentert materiale vil bli knust av knuseenhet på havbunnen før vertikal transport. gjennom fleksible rør til bunnen av et fleksibelt S-formet vertikalt stigerør. Gassløft (airlift) med luft- eller nitrogeninjeksjon på 1000 meters vanddybde er foreslått som løfteteknologi i dette systemet.	2
Skorpeutvinningsystem	Konsept for skorpeutvinning basert på vannjet og vibrator for å knuse skorpen i fragmenter	2
RenOcean	Løsning for horisontal mineralutvinning. Kan styres med ulike verktøy av forskjellige størrelser.	5
Loke Minerals konsept for utvinning av sulfider og skorper	Vertikal og horisontal malmutvinning. Produksjonsstøttefartøy, undervannsverktøy for utvinning, vertikalt transportsystem (stigerør) og system for å laste over malmen på et lastefartøy. Basert på teknologi fra olje- og gassindustrien.	2
Seabed Excavator og FlexiCore, ADEPTH Minerals, Seabed Solutions	Beltegående plattform med verktøy for kjerneprøvetaking. Kan tenkes modifisert for utvinning.	2
Green Minerals, kombinerte løsninger	Kombinere etablerte teknologier fra mineralindustrien og fra offshore olje- og gass. Skal dekke hele verdikjeden for havbunnsmineraler.	2
ScanMachine, Scanmudring AS	ScanMachine i sin nåværende form er godkjent for arbeider ned til 3500 meters vanddyb. Den fjernstyres av fra overflatefartøyet, finnes i forskjellige størrelser og skreddersys for oppgaven som skal utføres.	5

5.6 Operasjonelle forhold

Det er en rekke ytre faktorer som er relevante for valget av teknologi for leting og utvinning av havbunnsmineraler. For utredningsområdet er følgende faktorer vurdert å være spesielt viktige: Havdyp og relaterte utfordringer, bølgehøyde og marin ising, sjøis og isfjell.

Teknologirapporten peker på at det finnes noen viktige ytre faktorer som medfører at dypmarin mineralutvinning innenfor utredningsområdet vil skille seg ut fra andre områder, men at dette igjen vil variere betydelig også innen utredningsområdet. Dette gjelder spesielt værmessige forhold, herunder både ising, sjøis og forekomst av isfjell. Slike forhold vil legge viktige forutsetninger for konsepter for eventuell utvinning av havbunnsmineraler i området.

5.6.1 Havdyp og relaterte utfordringer

Mange steder hvor det er påvist havbunnsmineraler er det svært store havdyp. Havdyp på opp til ca. 4000 meter, som er forventet i utredningsområdet, stiller store utfordringer til mulig utvinning av havbunnsmineraler. Det kreves fjernstyrt utstyr som skal fungere under ekstreme fysiske forhold. Det vil være betydelige variasjoner både i trykk, temperatur, tetthet, salinitet, og strømningsforhold innenfor utredningsområdet. En følge av de store havdypene er at utstyr må testes og godkjennes spesielt for så store dyp, og utvikling og bygging av utstyr vil også være ekstra kostbart. Valg av robust og pålitelig utstyr for utvinning på store havdyp er derfor viktig.

5.6.2 Bølgehøyde

I området ved Mohnsryggen, der det er funnet forekomster av sulfider og manganskorper, er den mest sannsynlige bølgehøyden mellom 0,75 – 1,5 meter (signifikant bølgehøyde for 3-timers registreringer). Dette setter spesielle krav til utbyggingsløsningen.

5.6.3 Marin ising, sjøis og isfjell

Deler av utredningsområdet ligger langt mot nord og har dermed noen utfordringer som må hensyntas i konseptvalg, operasjonsplanlegging og ved design av fartøy og utstyr. Disse klimatiske påvirkede faktorene vil variere i omfang avhengig av hvilken del av området som studeres.

Marin ising forårsaket av sjøsprøyt som fryser på fartøy er en kjent problemstilling for fartøy som opererer i åpent farvann i kaldt klima og vanligvis det største isings-problemet til sjøs. Marin ising må påregnes i hele utredningsområdet, men omfanget vil i stor grad avhenge av forekomsten av kuldegrader og værforhold. Med henblikk på marin ising kan det være en isingsrate på opptil 10 cm/time om vinteren (høyest i januar). Hvis fartøyet blir sterkt nediset, kan det utgjøre en fare for stabiliteten og integriteten til fartøyet. Der hvor marin ising kan være et problem, må dette ivaretas gjennom designløsninger for å motvirke ising.

Man må også regne med at det kan være sjøis i de nordlige delene av utredningsområdet i deler av året. Sjøis vil kunne representere en utfordring for et fartøys evne til å holde posisjon eller anlagt kurs. Mulighet for isfjell og kollisjon med fartøy kan heller ikke neglisjeres i utredningsområdet.

Siden forholdene vil variere avhengig av hvilken del av området aktiviteten finner sted, må dette utredes i forbindelse med en prosjektspesifikk konsekvensutredning.

På grunn av at mineralutvinningen normalt vil foregå langt fra land så vil det også være ekstra utfordringer knyttet til forsyninger og mannskapsbytter på produksjonsstøttefartøyet. De største utfordringene forventes imidlertid å være knyttet til beredskap, det vil si for nødevakuering, søk og redning. Disse er imidlertid til stor del allerede godt utredet i forhold til petroleumsvirksomhet i utfordrende områder.

5.7 Sikkerhet og beredskap

Det følger av havbunnsmineralloven § 1-7 om krav til forsvarlig mineralvirksomhet at mineralvirksomhet etter denne loven skal foregå på en forsvarlig måte og ivareta hensynet til sikkerhet for personell, miljø og de økonomiske verdiene innretninger og fartøyer representerer. Loven setter bl.a. krav til sikkerhet, beredskap, sikkerhetssoner mv., stansing og kvalifikasjoner, samt at den angir føringer for tilsynsmyndighet.

For å sikre forsvarlig virksomhet, er det viktig at relevante operasjonelle usikkerhets- og risikofaktorer er godt forstått og ivaretatt før utvinningsaktiviteter knyttet til mineralvirksomhet på havbunnen skjer. Et arbeid for å identifisere og utrede operasjonelle usikkerhets- og risikofaktorer ved slik virksomhet vil derfor gjennomføres i samarbeid mellom relevante aktører og myndigheter etter en ev. åpning.

Mye av kunnskapen fra petroleumsvirksomheten vil ventelig kunne overføres til planlegging og gjennomføring også av mineralutvinning. Teknologiutvikling og et robust HMS-regelverk er å anse som sentrale forutsetninger for også å kunne drive forsvarlig virksomhet knyttet til havbunnsmineraler. For å møte alle typer utfordringer uavhengig av naturgitte og operasjonelle forhold, vil myndighetene utvikle et funksjonelt og virksomhetstilpasset HMS-regelverk som stiller tydelige krav til sikkerhet og styring av virksomheten. Eventuelle industristandarder som utvikles av næringen vil kunne bidra til å utfylle regelverket.

6 Statusbeskrivelse og kunnskapsgrunnlag om utredningsområdet

Dette kapitlet gir en oversikt over henholdsvis natur- og miljøforhold samt status for næringsvirksomhet innen utredningsområdet.

I de ulike delkapitler presenteres både dagens kunnskap og viktige kunnskapsmangler.

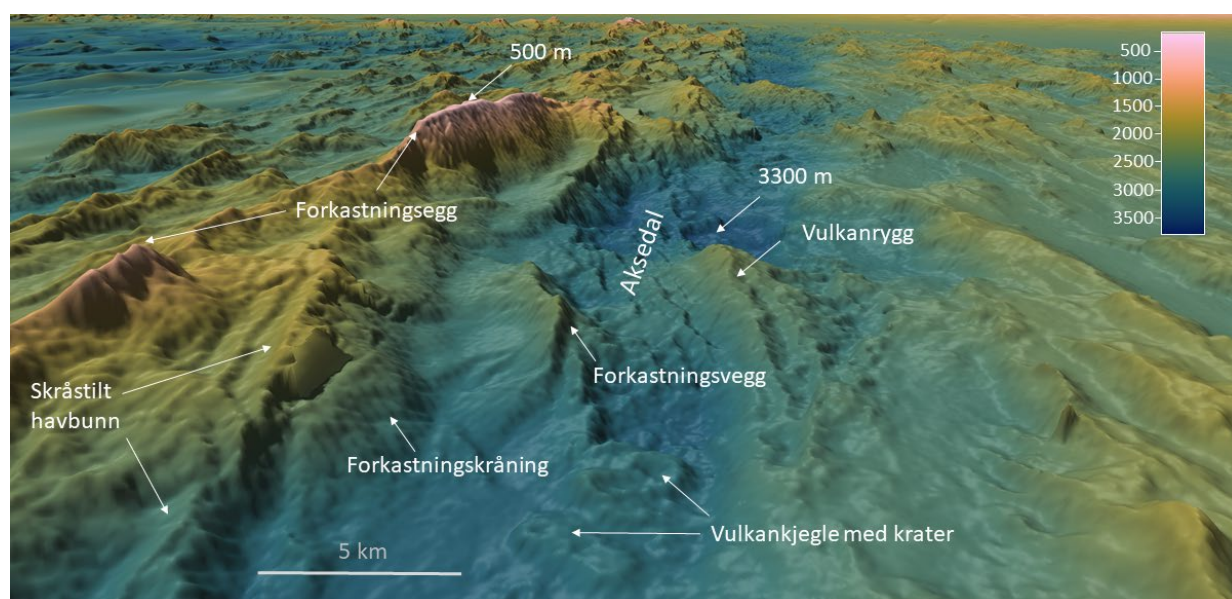
6.1 Natur- og miljøforhold

Dyphavene har inntil nylig primært vært en arena for grunnforskning, og kunnskapen er mest omfattende innen fagfelt og områder som denne forskningen har prioritert. Områder med nydannet vulkansk havbunn og aktive varme kilder har stort fokus innen forskningen. Områder som har fått mindre søkelys har vært områder som forenklet kan omtales som «bløtbunn». Mindre søkelys er utelukkende knyttet til mindre tilgjengelig forskning, og skal ikke tillegges lavere økologisk verdi.

6.1.1 Landskapstrekk

Senter for dyphavsforskning, Institutt for geovitenskap, ved Universitetet i Bergen har beskrevet landskapstrekk og naturtyper omfattet av utredningsområdet. Her er gitt en kort oppsummering basert på dette arbeidet. For utfyllende informasjon henvises til grunnlagsrapporten (Pedersen m.fl., 2021).

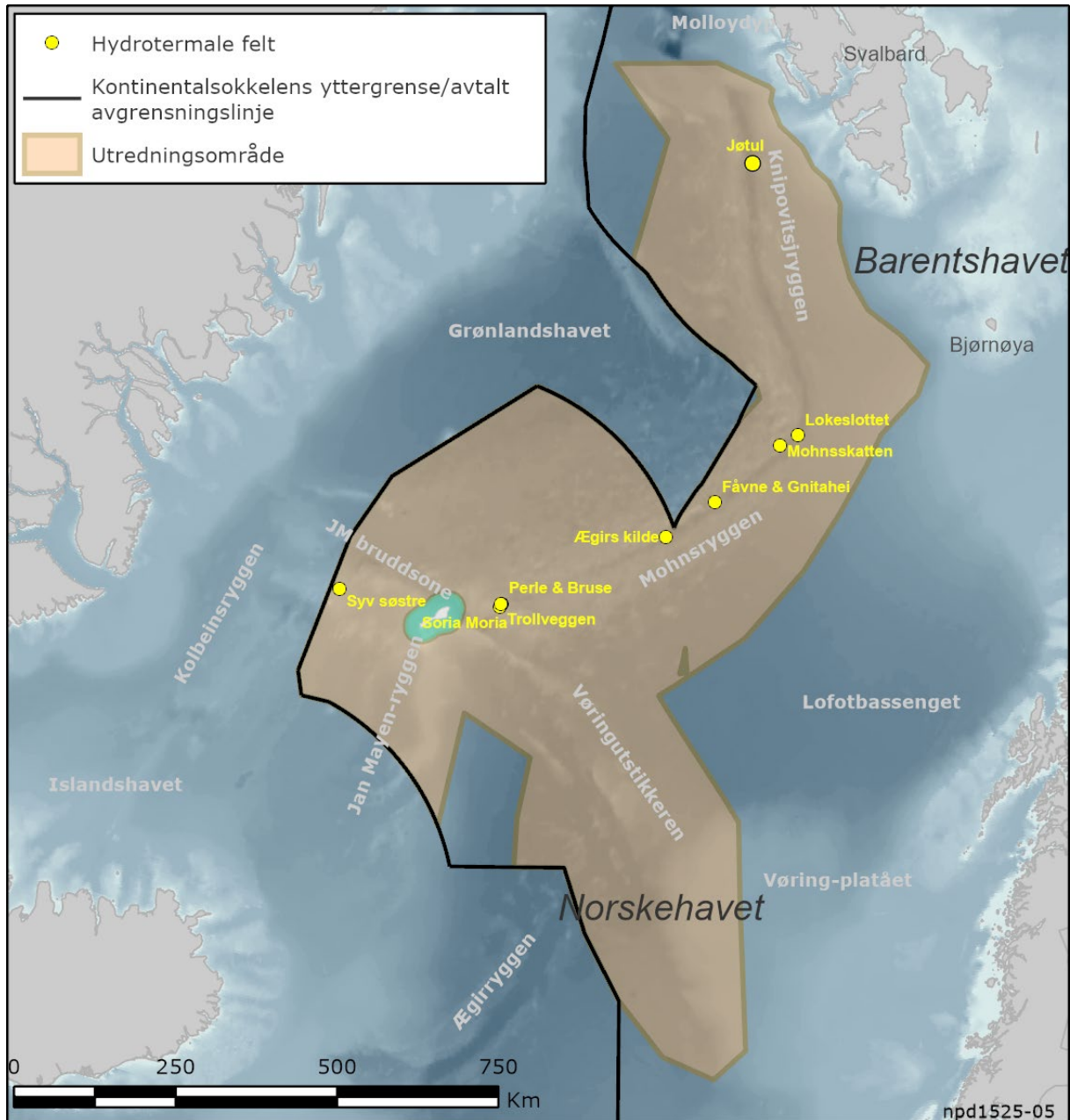
Utredningsområdet har betydelig geografisk utstrekning og omfatter et variert landskap og ulike naturtyper, fra dyphavssletter til undersjøiske fjell. Med få unntak er vanddypet mellom 1000 og 4000 meter.



Figur 6-1. Perspektivkart over sentrale deler av Mohnsryggen der noen av de vulkanske og tektoniske landskapsformene er markert. Kartet illustrerer de store dybdeforskjellene mellom fjellområdene og aksedalen. Vertikalskalaen i terrengmodellen er to ganger forstørret i forhold til horisontalskalaen.
Kilde: Universitetet i Bergen

I norsk del av Norskehavet strekker den atlantiske midthavsryggen seg fra områdene vest for Jan Mayen til inngangen av Framstredet, totalt ca. 1300 km. Ved dette ryggsystemet dannes havbunnen ved havbunnsbredning, som drives av et samspill av vulkanske og tektoniske prosesser. I Norskehavet beveger skorpeplatene seg bort fra hverandre med en hastighet på omkring 15 mm i

året, og hele havbassenget som skiller Norge fra Grønland er blitt dannet ved slike prosesser over en tidsperiode på 50 millioner år. En kjede av unge vulkaner definerer spredningsaksen der havbunnen dannes i dag. Langs spredningsaksen vokser det også frem et fjellandskap ved forkastningsbevegelser og jordskjelvaktivitet (Figur 6-1). Havmassene i Norskehavet skjuler derfor Norges mest *dynamiske* geologiske provins. Figur 6-2 viser kart over Norskehavet og Grønlandshavet, mens Figur 6-3 viser avstanden mellom Trollveggen og Lokeslottet lagt på Norgeskartet.



Figur 6-2. Kart over Norskehavet og Grønlandshavet der kontinentalsokkelens yttergrense/avtalt avgrensningslinje er markert med sort linje. Sammen med den sorte linjen, vises utredningsområdet. Kartet viser beliggenheten til ryggsystemer av ulike opprinnelse: Kolbeins-, Mohns- og Knipovitsryggen er aktive spredningsrygger. Ægirryggen er en fossil spredningsrygg, mens Jan Mayen-ryggen er et mikrokontinent. Kartet viser også store dalfører som er dannet av sideveis forkastninger: Jan Mayen-bruddsone er en aktiv transform forkastning (sideveis). Molloydypet, som utgjør det største havdypet i disse områdene (5500 m), er knyttet til forkastnings- og spredningsaktivitet. Kilde UiB og Oljedirektoratet

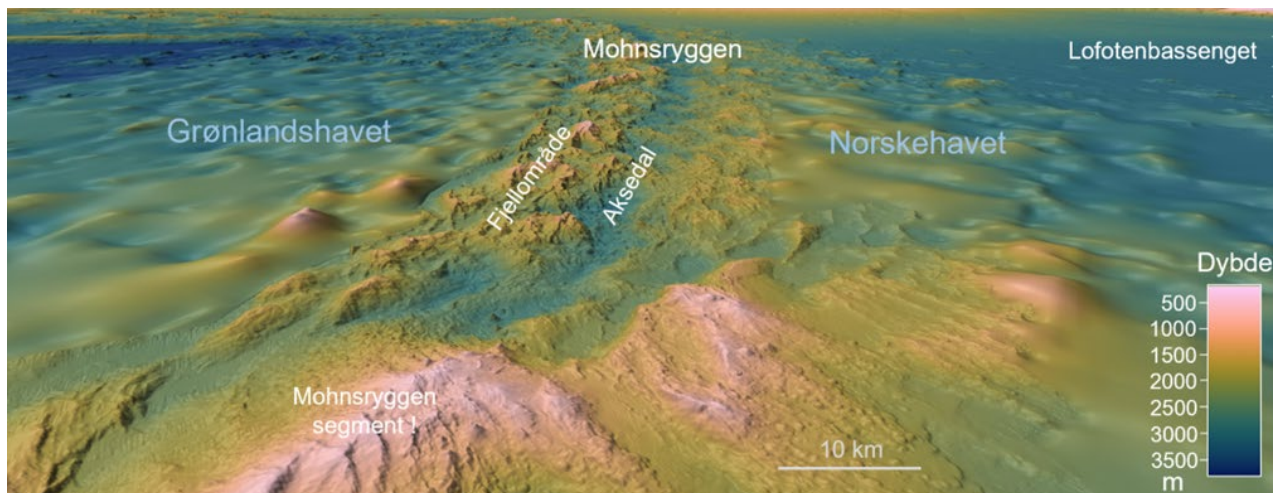


Figur 6-3. Eksemplifisering av avstanden (ca. 500 km) mellom Trollveggen og Lokeslottet på Mohnsryggen lagt på et Norgeskart. Kilde Oljedirektoratet

Denne *dynamiske* geologiske aktiviteten fører også til dannelse av mineralressurser og til etablering av en rekke særegne habitater (se kapittel 6.1.2). Den vulkanske aktiviteten avgir geotermisk varme, som er drivkraft for hydrotermal aktivitet. Siden 2005 er det oppdaget ni slike hydrotermale forekomster langs spredningsaksen i Norskehavet. Disse hydrotermale områdene opptrer fra Kolbeinseyryggen i sør til Knipovitsjryggen i nord (Figur 6-1), og ved havdyp som her varierer fra 100 til 3000 m. Slike hydrotermale forekomster representerer et av dyphavets særegne naturfenomen. De varme havkildene fører til dannelse av metallholdige mineralavsetninger. Der den hydrotermale aktiviteten opphører, ligger mineralutfellingene tilbake som fossile metallholdige avsetninger.

Store deler av de arktiske midthavsryggene ligger nær kontinentskrånninger. Her er det stor transport av sedimenter fra land- og sokkelområder til dyphavet. Landskapstrekk som utvikles langs midthavsryggen dekkes derfor også raskt av sedimenter. I disse polare områdene forsterkes dette av økt erosjon og stor transport av sedimenter i forbindelse med glasiasjoner. Store sedimentvifter som ble avsatt i forbindelse med nedising er et særegent polart landskapstrekk som preger områdene nær kontinentmarginen.

Ved aksedalen er mineralavsetninger som dannes ved varme kilder eksponert på havbunnen, men de blir begravet av tykke sedimentlag (og blir derved utilgjengelig for utvinning med dagens teknologi) etter hvert som havbunnskorpen blir eldre og beveger seg bort fra spredningssenteret ved aksedalen. For manganskorper er det omvendt, de eldste fjellområdene som ligger ved flankene av midthavsryggen har de tykkeste manganskorpene. Utredningsområdets utstrekning reflekterer denne kunnskapen.



Figur 6-4. Perspektivkart som viser Mohnsryggen sett nordøstover fra området ved Jan Mayen. I forgrunnen sees de grunnere områdene av ryggen nær Jan Mayen. Mohnsryggen er 600 km lang og ca. 250 km bred. Fjellområdene langs den sentrale delen av ryggen ligger 1-2 km over omkringliggende slettelandskap. Aksedalen danner et markert dalføre, som deler fjellområdene i en nordvestlig og en sørøstlig del.
Kilde: Universitetet i Bergen

I dyphavet styres naturtypene knyttet til havbunnen i stor grad av dybde, alder og helning.

Det aller meste av utredningsområdet har dybder mellom 1000 og 4000 m, og havbunnen ligger innenfor det afotiske/batypelagiske dybdeområdet (Figur 6-4). Med unntak av primærproduksjon som er knyttet til et fåtall hydrotermale forekomster, er næringstilgangen i den afotiske sonen begrenset til partikler (marin snø) som synker ned i dypet fra de produktive grunnere vannlagene. Deler av det sørligste utredningsområdet ligger innenfor den disfotiske/mesopelagiske sonen (skumringsonen), som strekker seg fra 200 til 1000 m dyp. Sør for Jan Mayen-bruddsonen dekker disse relativt grunne områdene et areal på 5900 km². Like nord for Jan Mayen-bruddsonen er det også områder som er grunnere enn tusen meter og som også har relativ god næringstilgang fra den fotiske sonen. Nordvestover langs Mohnsryggen strekker en del av sjøfjellene seg også inn i skumringsonen.

Miljøfaktorer som har betydning for bentiske habitater er til dels styrt av havbunnens alder. I aksedalen foregår det en episodisk nydanning av vulkansk havbunn, etterfulgt av en kontinuerlig omforming av habitater fra vulkansk hardbunn til sedimentær bløtbunn. Ved Mohnsryggen kan det nå dokumenteres at 30 % av havbunnen i aksedalen består av relativt nydannet vulkansk hardbunn, som ennå ikke er blitt tildekket av sedimenter. Vi kan også vise at der den vulkanske havbunnen er eldre enn omkring hundre tusen år, er den blitt dekket av sedimenter og omformet til bløtbunn. Vi har også god kunnskap omkring hvordan den vulkanske havbunnen forvitres og koloniseres av mikroorganismer.

Terrengets helning er en viktig økoklin som styrer miljøfaktorer og artssammensetning. Havbunnens helning styrer i stor grad hvor sedimenter kan akkumulere. Kartleggingen viser at de hemipelagiske sedimentlagene tynner ut i områder med gradienter mellom 17 og 20°, og at sedimenter ikke akkumuleres i vesentlig grad i brattere terreng. Dette styrer derfor fordelingen av hardbunnshabitater. Gradientanalyser av store deler av utredningsområdet viser at 4 pst. av et areal på 151.066 km² har gradienter over 20°, og disse områdene er derfor trolig dominert av hardbunn.

6.1.2 Havbunnsbaserte økosystemer

Senter for dyphavsforskning, Institutt for biovitenskap, ved Universitetet i Bergen har beskrevet landskapstrekk og naturtyper omfattet av utredningsområdet. Her er gitt en kort oppsummering

basert på dette arbeidet. For utfyllende informasjon henvises til grunnlagsrapporten (Pedersen m.fl., 2021).

Utredningsområdet har en stor utstrekning med vekslende habitater. Dyphavsforskning er ressurskrevende, og siden området er stort er kun deler av utredningsområdet så langt undersøkt. Kunnskapen om bunnfauna og biologisk mangfold i området er fragmentert, og med kunnskapsmangler. Enkelte deler av faunaen, inkludert infauna og mindre dyr, må anses underrapportert sammenlignet med grupper som kan oppdages på videotransekter. Beskrivelsene som er lagt frem i rapporten fra UiB gir derfor ikke et fullstendig bilde av bunnfauna og biologisk mangfold i området, men gir en oversikt basert på dagens kunnskap.

Biologiske organismesamfunn er mangfoldige og kan deles inn i ulike komponenter basert på levesett, størrelse eller habitat. Som presentert ovenfor er det stor variasjon i landskapstyper innenfor utredningsområdet og ulike habitat med ulike organismesamfunn. Generelt kan det skilles mellom organismesamfunn som lever i områder med sedimenter (bløtbunnsfauna) og i områder med hard bunn (hardbunnsfauna). Det finnes også områder med vekslende bunn av sedimenter og hardbunn.

Kunnskap om bløtbunnsfauna kommer til dels fra undersøkelser av den generelle dyphavsfaunaen i norske områder; et arbeid som inkluderer toktaktivitet tilbake til slutten av 1800-tallet. Nyere data fra Mareano viser at dyphavsslettene er et mindre homogent habitat enn tidligere kjent, med mikrostrukturer og topografisk variasjon. GIF-ryggen (Grønland, Island, Færøyene) skiller de nordiske hav fra resten av det nordlige Atlanterhavet. Bunnfaunaen i området kan derfor forventes å variere i henhold til geografiske utbredelsesmønstre i ulik skala. Mange arter er kjent kun fra én eller noen få registreringer, og nye vitenskapelige gjennomganger viser et stort innslag av tidligere ukjente arter. Kunnskap om bløtbunnsfauna fra nyere undersøkelser ved ryggsystemet i Norskehavet er, med unntak av fauna ved hydrotermale kilder, i stor grad basert på videotransekter.

De siste års undersøkelser har hatt fokus på områder med varme kilder. Disse områdene utgjør kun en liten del av utredningsområdet, mens hoveddelen av utredningsområdet er representert ved dyphavsslettene med bløtbunn (sedimenter).

Kolbeinseyryggen (Jan Mayen-forekomstene og Syv Søstre) ser ut til å stort sett bestå av arter som er kjent fra hard- og bløtbunnsområder i området, mens de dypere varme kildene lengre nord på Mohnsryggen har en større andel unike arter. I tillegg til spesialiserte arter vil den høye (kjemosyntetiske) primærproduksjonen ved varm utstrømning tiltrekke seg organismer fra andre økosystem i dyphavet, men hvordan og i hvilken grad primærproduksjon ved varme kilder transporteres til andre økosystem i norske dyphavsområder er lite kjent. Studier fra andre havområder viser at den varme utstrømningen kan føre til økt produksjon i vannmassene nær hydrotermale kilder. I Norskehavet er det tydelige tegn på det samme, hvor det blant annet foreligger akustiske data (ekkolodd) som viser aggregering av biomasse rundt Jan Mayen-forekomstene. Dette er imidlertid ennå ikke supplert med kvantitative undersøkelser.

På verdensbasis er faunaen fra varme kilder i ulike geografiske områder i stor grad unik. Det samme ser ut til å gjelde tilsvarende fauna på midthavsryggen i Norskehavet, som er svært ulik fauna fra varme kilder i Atlanterhavet eller i Stillehavet, i alle fall på artsnivå. Seks arter som kun er kjent fra Lokeslottet (to arter fra gruppen tanglopper og fire fra gruppen manglebørstemark) er vurdert som sårbare (VU) i Rødlista for arter 2021.

Studier av mikrobielle samfunn ved de varme kildene i utredningsområdet indikerer at sammensetningen er sterkt påvirket av den unike kjemien ved de ulike forekomstene. Funksjonelle grupper som svoveloksiderende, hydrogenoksiderende, jernoksiderende, metanoksiderende

(anaerobe, aerobe) og sulfatreducerende mikroorganismer dominerer. Spesifikke taksa, samt deres relative tilstedeværelse, varierer imidlertid innad og mellom forekomstene. Genetiske data fra disse mikrobielle samforekomstene har potensiale for produksjon av enzymer av bioteknologisk interesse («bioprospektering»).

Til forskjell fra dyphavsslettene som arealmessig utgjør størstedelen av dyphavet, finnes det betydelig sammenhengende og spredt hardbunn på langs av ryggsystemet som er knyttet til topografiske trekk slik som vulkanrygger, forkastningskråninger, sjøfjell og spredte steiner. Sjøfjellet Schulzbanken, i nærheten av Lokeslottet, har vært gjenstand for flere undersøkelser. Toppen og andre deler av sjøfjellet er dekket av dyphavs svampegrunn med ulik artssammensetning på ulik dybde, en habitattype som danner et rikt grunnlag for assosiert fauna. Selv om enkelte taksonomiske arbeider er publisert fra Schulzbanken, er faunaen hovedsakelig kun undersøkt med videotransekt.

Svampegrunnen på Schulzbanken har også vært gjenstand for funksjonelle studier som har påvist hvordan sjøfjellets topografi og beliggenhet i vannmassene gir grunnlag for næringsopptak. Studiene har også undersøkt svampegrunns funksjon i nærings- og karbonsyklusen. Dannelse av svampegrunner avhenger av både biotiske og abiotiske faktorer, og de er sårbare overfor økt sedimentering og andre forstyrrelser. Undervannshøyder og sjøfjell kan under visse omstendigheter ha manganskorper. Videotransakter fra en høyde i Lofotenbassenget viser en kompleks topografi med både eksponerte manganskorper, basalt og sedimenter. Den megabentiske faunaen fra disse transektene tilsvarer fauna på tilsvarende dyp i Mohnsskatten, Hausgarten-observatoriet i Framstredet og andre steder i Arktis.

Inaktive sulfidforekomster er områder med tidligere varm oppstrømming og kan fremstå som enten hardbunn eller dekket av sedimenter, avhengig av alder. I utredningsområdet er det lite informasjon tilgjengelig om inaktive sulfidforekomster, da prioritet i undersøkelsene er viet til områdene med aktive kilder. Generelt er bunnsamfunnene her forventet tilsvarende som for tilgrensende områder.

6.1.3 Økosystemer i vannmassene

Havforskningsinstituttet (HI) har utarbeidet en grunnlagsrapport som gir en oppsummering av pelagiske økosystemer som inngår i utredningsområdet (Kutti m.fl., 2021). Arbeidet beskriver alle de trofiske nivå i det pelagiske økosystemet, fra mikroorganismer til sjøpattedyr, og de nøkkelprosesser som knytter forskjellige økosystemkomponenter sammen. Fokus er på økosystemenes struktur og funksjon, dagens kunnskap og viktige kunnskapsmangler.

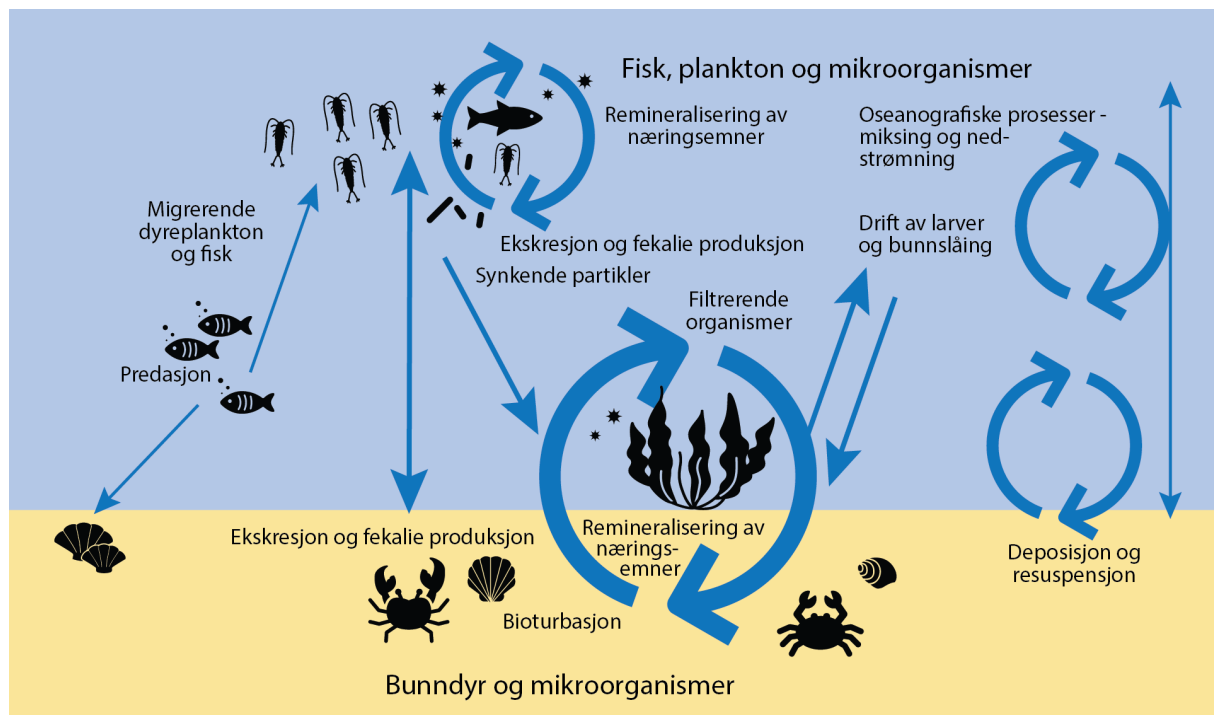
HI gir følgende oppsummering om kunnskapsgrunnlaget: Det eksisterer god kunnskap over de generelle hydrografiske forhold og havstrømmer i De nordiske hav. De nordiske hav er en fellesbetegnelse for Norskehavet, Islandshavet og Grønlandshavet. Utredningsområdet strekker seg over deler av De nordiske hav, og det dekker 26 % av norske havområder.

De nordiske hav brer seg nordover fra Grønland-Skottlandryggen, opp mot Framstredet og Spitsbergen og begrenses av Fastlands-Norge i øst og Grønland i vest. Havområdet karakteriseres av en sterk nordgående strøm av varmt vann på østsiden, langs norskekysten, og en sydgående strøm av kaldt vann på vestsiden (Figur 6-6). Langs midthavsryggene Jan Mayenryggen, Mohnsryggen og Knipovitsryggen dannes en relativt skarp front mellom de varme og kalde vannmassene, som blir kalt Den arktiske front. Hvordan de to vannmassene er fordelt over havområdet og i dypet, og blandingen av vannmasser med ulik temperatur og saltinnhold, er svært viktig fordi det styrer utbredelsen av arter, populasjoner og samforekomst av både plankton, fisk og sjøpattedyr.

Det er mangler med hensyn til høyoppløst informasjon om bunnstrømmer i topografiske komplekse områder som rundt midthavsryggene. Det meste av vår eksisterende kunnskap om plankton og fisk i De nordiske hav er basert på undersøkelser fra de øvre vannlag (0-1000 m) og vår kunnskap om de

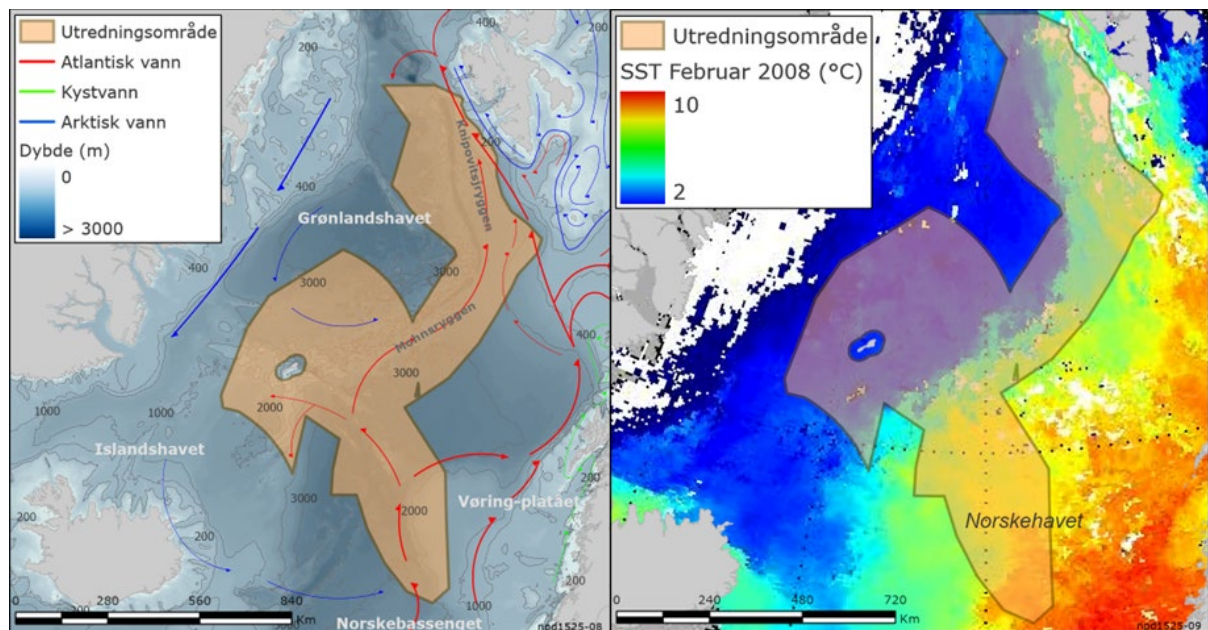
dypere vannlag er svært begrenset. Sjøpattedyr observeres først og fremst på overflaten, og det finnes meget begrenset kunnskap om deres aktivitet på dypet. De nordiske hav dekker et meget stort og heterogent areal slik at vår kunnskap, også om de best undersøkte områdene er meget fragmentert. Behovet for videre kunnskapsoppbygging blir understreket.

Det er i arbeidet videre gjort en vurdering av koblingen mellom de pelagiske (som lever i vannsøylen) og de bentiske (bunnlevende) økosystemene. Der er imidlertid ingen tydelig skillelinje mellom pelagiske og bentiske arter og heller ikke mellom pelagiske og bentiske økosystem. Mange bunnlevende arter, som korall og krepsdyr, er pelagiske som larver og ved tidlige livsstadier, men blir bunnlevende som adulte (voksne). Andre arter vandrer mellom den bentiske og pelagiske verden hver dag. Bentisk-pelagisk kobling anses imidlertid som viktig og omfatter alle de prosesser som kobler de pelagiske og bentiske økosystemene sammen (Figur 6-5). Det kan være ved at de flytter energi, organismer eller næringsemner mellom de to sonene. Kunnskapen om den bentisk-pelagiske koblingen i utredningsområdet er imidlertid mangelfull. Vi har innblikk i prosesser som er blitt identifisert som viktig for enkelttidspunkter, enkeltarter og enkeltlokaliteter, men ikke tilstrekkelig kunnskap om situasjonen i De nordiske hav i sin helhet.



Figur 6-5. Hovedprosesser som knytter sammen pelagialen med bunn og omvendt, så kalt bentisk-pelagisk kobling. Kilde: Havforskningsinstituttet

Med sin geografiske plassering spiller De nordiske hav en viktig klimatisk rolle. Nedenfor følger en kort beskrivelse av hovedkomponentene i de pelagiske økosystemene.



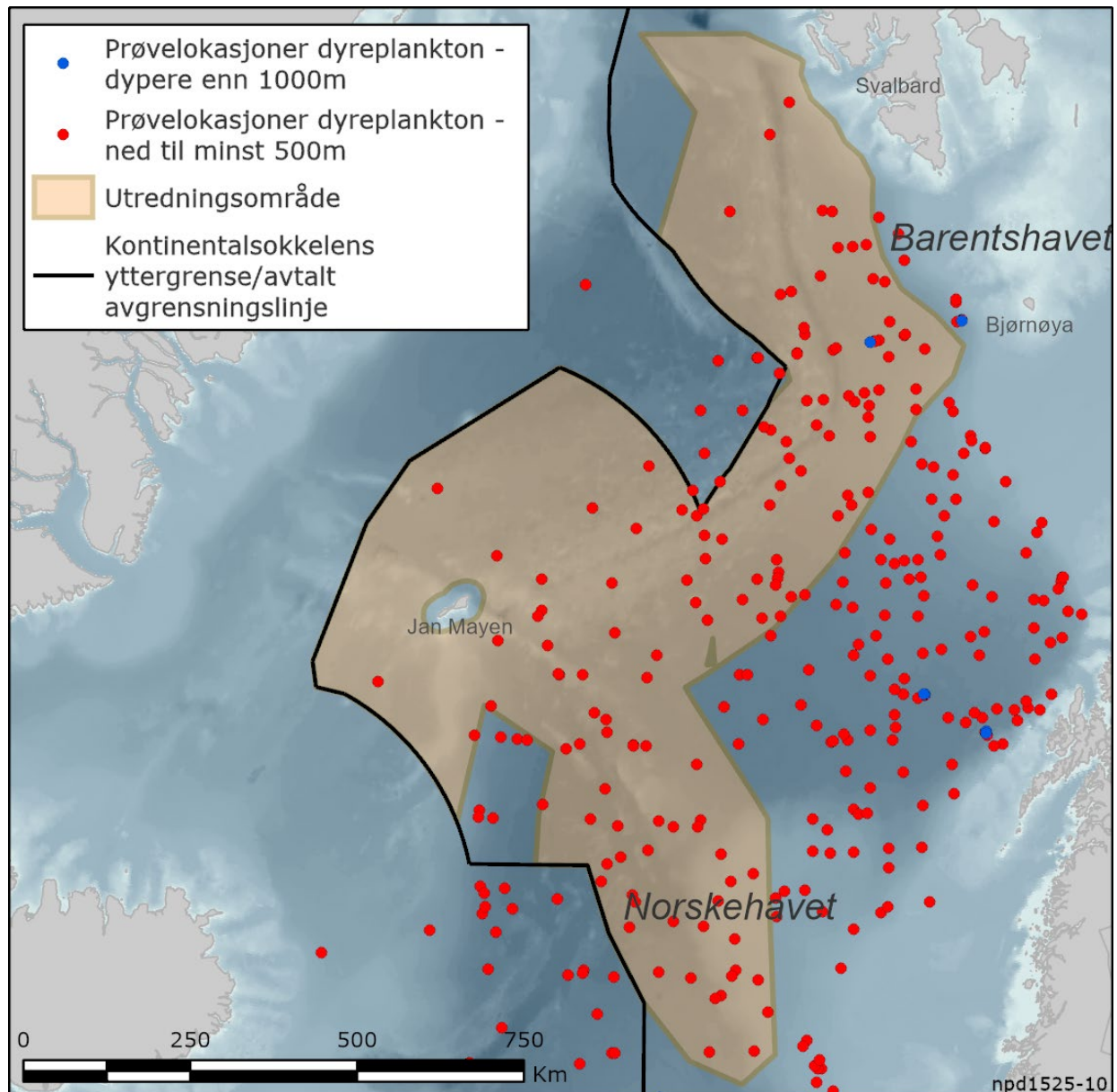
Figur 6-6. Kart over Norskehavet med bunntopografi og de viktigste havstrømmer (venstre), overflatetemperatur fra satellittdata (eksempel fra februar 2008) (høyre). Kilde: Havforskningsinstituttet

Tyngre vannmasser blir dannet her ved at varmt og salt atlantehavsvann som strømmer inn i området, mister mye av sin varme til atmosfæren. Når dette skjer blir vannet tyngre og synker ned i dypet og strømmer senere ut av De nordiske hav og inn i sørligere deler av Atlanterhavet, og bidrar slik til omveltningssirkulasjonen i det nordlige Atlanterhavet. Denne transport av vann fra overflaten til dypet er av stor betydning for den globale karbonsyklusen, og ved transporten overføres CO₂ som overflatevannet har tatt opp fra atmosfæren ned i dypet av havet. Man har i dag god oversikt over de generelle hydrografiske forhold og havstrømmer i De nordiske hav, men det mangler detaljert kunnskap (av høy romlig oppløsning) i topografiske komplekse områder som rundt midthavsryggene.

Plankton forekommer fra bunn til overflate gjennom hele utredningsområdet, men mengden og artssammensetningen varierer geografisk og med miljøforholdene i ulike typer vannmasser. Mengden av en gitt planktonart i et bestemt område og dyp vil videre endre seg gjennom sesongsyklusen. Bakteriene er de mest tallrike organismene, og deres funksjon i det pelagiske økosystemet er i hovedsak knyttet til nedbryting av organisk materiale. Planteplanktonet omdanner uorganisk karbon til biologisk bundet organisk karbon ved fotosyntese. Dyreplanktonet spiller en viktig rolle i det pelagiske systemet ved å beite på planteplanktonet, mens de selv spises av organismer på høyere trofiske nivå. Slik kanaliseres energien fra primærprodusentene oppover i næringsnett. De viktigste dyreplanktongruppene i De nordiske hav er mikrodyreplankton, hoppekreps, muslingkreps, pilormer, krill, amfipoder, pelagiske reker, geléplankton, pelagiske snegler, dessuten fiskeegg og -larver og mesopelagisk fisk. Fysiske og biologiske prosesser styrer energiflyten mellom øvre vannlag med primærproduksjon og dypereliggende økosystemer. Mange arter vandrer daglig fra mesopelagiske dyp til vannmasser nær overflaten. Her beiter de på mindre planktonarter, før de vandrer ned i dypet igjen. På denne måten bidrar de til transport av organisk karbon til dypet.

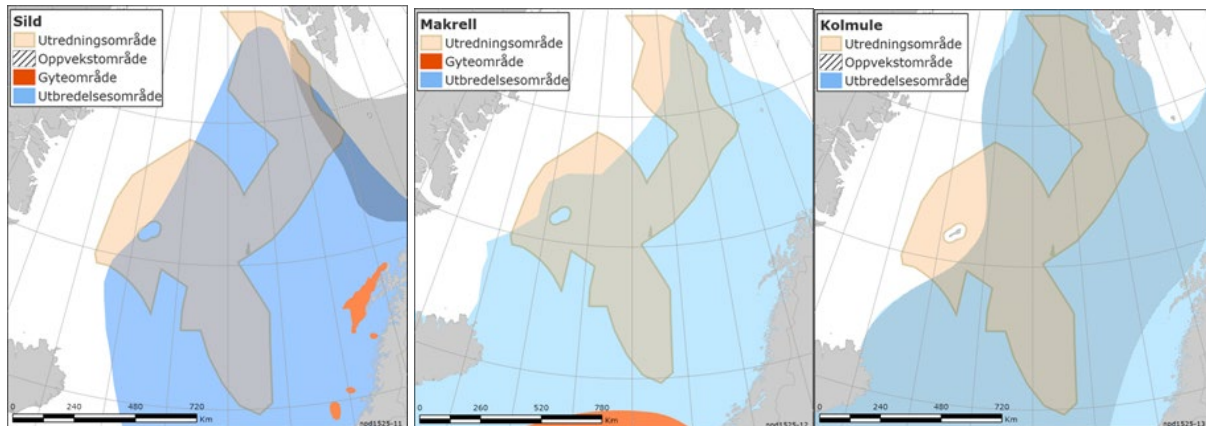
Hoppekrepsen *Calanus finmarchicus* (raudåte) vurderes å være arten som bidrar mest til biomassen av mellomstore dyreplankton i Nord-Atlanteren, og spiller en økologisk nøkkelrolle i Norskehavet. Unge individer av *C. finmarchicus* er hovedføden for larvene til en rekke fiskebestander av kommersiell

og økologisk betydning, mens eldre individer representerer den viktigste føden for planktonspisende fiskebestander som sild og makrell. Norskehavs-, Lofoten- og Islands-bassengene er overvintringsområder for *C. finmarchicus*. Bassenget i Grønlandshavet er kjerneområde for raudåten større, arktiske slektning *Calanus hyperboreus*. Krill og amfipoder er to svært viktige grupper av det større dyreplanktonet i De nordiske hav, både mht. biomasse og økologi. Dyreplankton kan gjennomføre betydelige vertikale vandringer og har blitt observert på store dyp, også i nærheten av områder med aktive varme havkilder. Prøvetakingen av dyreplanktonet innen utredningsområdet fokuserer i hovedsak på den øvre delen av vannsøylen, og går kun unntaksvis dypere enn ca. 1000 m (Figur 6-7).



Figur 6-7. Prøvetagningsposisjoner for dybdestratifiserte dyreplankton prøver samlet inn med redskapet MOCNESS t.o.m. 2016. Røde punkter viser stasjoner med dybdestratifiserte prøver ned til minst 500 m, mens blå punkter viser stasjoner med prøvetagning dypere enn 1000 m. Gråbrun forekomst angir utredningsområdet. Som vist ved de blå punktene har Havforskningsinstituttet svært få virkelig dype (> 1000 m), dybdestratifiserte prøver. I tillegg har Havforskningsinstituttet tilgang til en del ikke-dybdeoppløste prøver, for eksempel dyreplankton fra bunn eller 2000m til overflaten, tatt med WP2-håv (disse stasjonene er ikke vist i figuren).
Kilde: Havforskningsinstituttet

Det pelagiske fiskesamfunnet i Norskehavet er dominert av store bestander av atlantisk sild, makrell og kolmule (Figur 6-8). I tillegg finnes det store mengder av lodde, og mindre mengder atlantisk laks, rognkjeks og makrellstørje. Norskehavet er først og fremst et viktig beiteområde for de arter som vandrer inn i Norskehavet, bl.a. for å beite på dyreplankton om våren og sommeren. Sild, makrell, lodde, laks, rognkjeks og makrellstørje holder seg fremfor alt i de øvre vannlag mens kolmulen ofte finnes dypere, mellom 200 og 500 m. Kontinentalskråningen er påvirket av en uttalt hydrografisk front mellom varme atlantiske vannmasser og kalde vannmasser. Her forekommer en rekke arter, herunder flere kommersielt viktige arter som blåveite, snabeluer og vanlig uer.



Figur 6-8. Gyte- og oppvekstområde for henholdsvis sild, makrell og kolmule. Kilde: Havforskningsinstituttet

Det brukes betydelige ressurser på å overvåke tilstanden til de kommersielt viktige fiskeartene, og lange tidsserier med data fra fiskeri og forskningstokt gir et godt kunnskapsgrunnlag for å forvalte bestandene. For de fleste bestander er status god og de høstes bærekraftig med gytebestander over føre-var-nivå. Noen arter er listet som sårbare, sterkt truet eller kritisk truet på Norsk rødliste for arter, herunder vanlig uer, blålange og en rekke bruskfiskarter. For ikke-kommersielle arter mangler ofte informasjon om bestandsstørrelse, reproduksjons- og oppvekstområder, samt kunnskap om vandringsmønster. For områder dypere enn 1000 m er kunnskapsmangelen betydelig. Det finnes kun sporadiske undersøkelser på større dyp, hvor mange ikke-kommersielle arter lever. Det er behov for mer kunnskap om disse ikke-kommersielle artene, da disse kan ha en viktig funksjon i økosystemet, som bentisk-pelagisk kobling i næringsnett.

6.1.4 Sjøpattedyr

Tolv sjøpattedyrarter blir jevnlig observert i utredningsområdet. Vågehval, finnhval og knølhval er de mest tallrike bardehvalene. De observeres fremfor alt om sommeren, rundt hele Den arktiske front og til dels også i mer sørlige områder av Norskehavet. Hanner av tannhvalarten spermhval beiter også over det meste av utredningsområdet om sommeren. De nevnte storhvalene antas generelt å dra til sørlige farvann i løpet av vinteren for å pare seg eller kalve. Tannhvalartene spekkhogger, nebbhval og kvitnosdelfin blir stort sett i disse nordlige farvann gjennom hele året. Både for de stasjonære og de migrerende artene er beitingen i og rundt utredningsområdet antakelig av stor betydning for overlevelse og reproduksjonsevne. Bardehvalartene beiter i stor grad på dyreplankton og mindre pelagisk fisk, mens tannhvalene fortrinnsvis spiser blekksprut og fisk. Selarten klappmyss beiter over store deler av utredningsområdet, fremfor alt på fisk og blekksprut. Sjøpattedyrenes beitesuksess påvirkes både av naturlige og menneskeskapte svingninger i forekomsten av byttedyr, men kan også påvirkes av direkte forstyrrelser fra andre menneskelige aktiviteter enn fiskerier. I De nordiske hav ble bestandene av alle storhvalarter sterkt redusert av hvalfangst. Etter fredningen i løpet av 1900- tallet har finnhval og knølhval kommet tilbake på et livskraftig nivå, mens blåhval, seiwhval og nordkaper fortsatt er svært sjeldne. Vågehvalbestanden, som ble mindre hardt beskattet enn de større bardehvalartene, har holdt seg på et stabilt høyt nivå de siste tiårene. Bestandene av

spekkhogger og kvitnosdelfin er også klassifisert som livskraftige. Den nordøstatlantiske bestanden av klappmyss ble desimert i de første to årene etter 2. verdenskrig, grunnet overfangsting. En manglende gjenoppretting av bestanden etter fredning i 2006 viser at det også er andre begrensende faktorer for bestanden. Fremtidig status for sjøpattedyrene i utredningsområdet vil variere betydelig mellom arter på grunn av forskjeller i biologi, økologi og nåværende utgangspunkt.

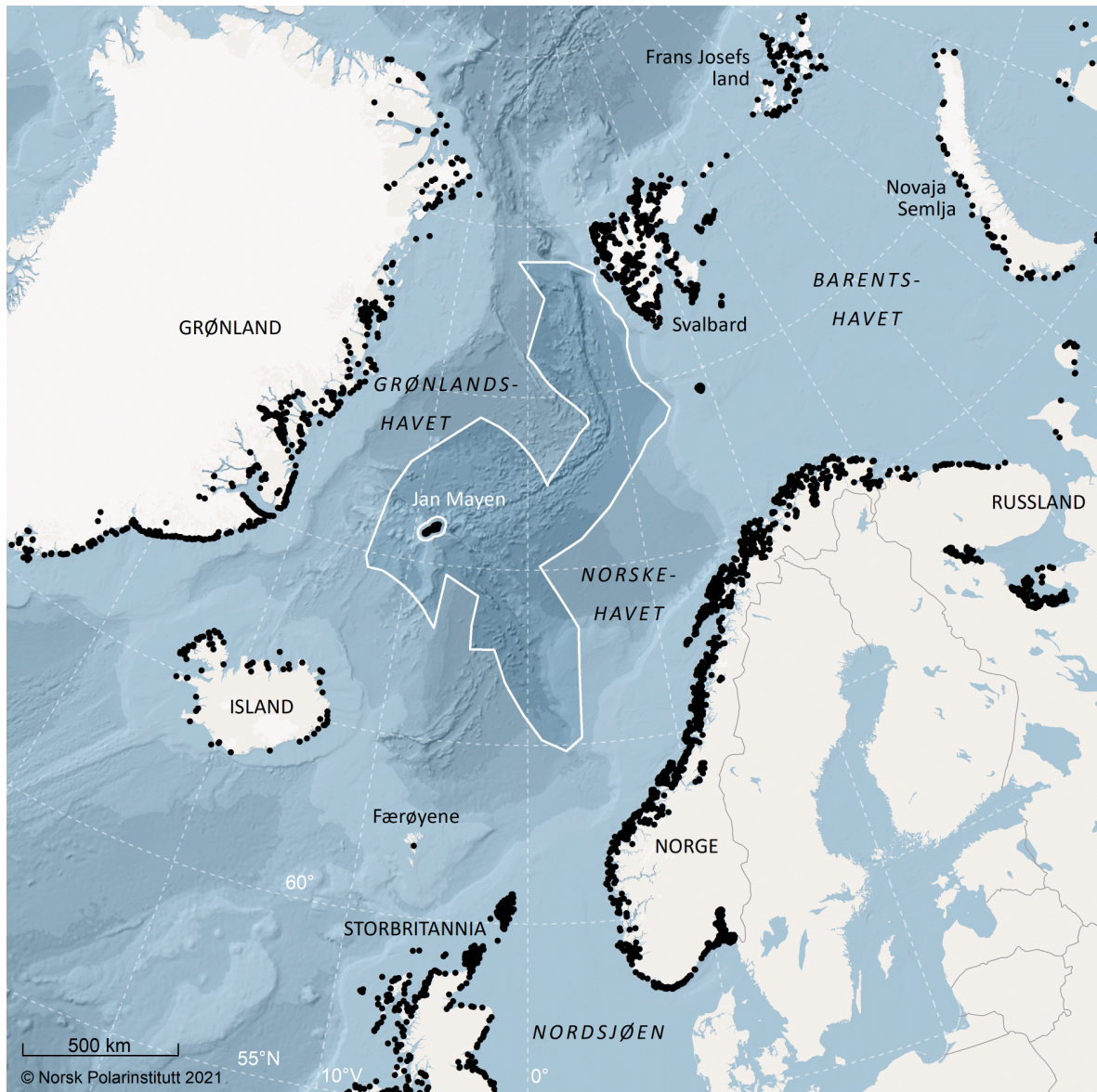
6.1.5 Sjøfugl

Norsk Polarinstitutt har i samarbeid med NINA og Akvaplan-Niva utarbeidet en grunnlagsrapport med en oppsummering av dagens kunnskap om forekomst og fordeling av sjøfugl i utredningsområdet (Strøm m.fl., 2021).

Grunnlagsstudien gir en redegjørelse for følgende forhold:

- Oversikt over arter som forekommer i utredningsområdet, omfang og bestandstilørighet,
- Status for hekkebestandene som benytter området
- Fordeling av sjøfugl i området i ulike sesonger.
- Vurdering av viktigheten av ulike delområder for sjøfugl innenfor utredningsområdet,
- Vurdering av kvaliteten på tilgjengelig kunnskap, kunnskapsmangler og beskrive ytterligere kunnskapsbehov som vurderes som nødvendig for å avdekke eventuelle virkninger av mineralutvinning til havs på sjøfugl, inkludert en kort omtale av kunnskap relatert til lyspåvirkning på sjøfugl.

Undersøkelsesområdet ligger generelt langt fra land og menneskelig aktivitet, og er relativt dårlig kartlagt med hensyn til sjøfugl sammenlignet med andre havområder, som for eksempel Barentshavet. Det er gjennomført få tidligere studier som ser på utbredelsen av sjøfugl innenfor det aktuelle området. Analysen som er gjennomført her er basert på data fra SEATRACK (seatrack.seapop.no/map/) og sjøfuglprogrammet SEAPOP (www.seapop.no), i tillegg til allerede publisert litteratur. Nordøst-Atlanteren har noen av de rikeste sjøfuglbestandene i verden og utredningsområdet er på alle kanter omgitt av viktige hekkeområder (Figur 6-9). Sjøfuglbestandene som opptrer innenfor området er i stor grad et resultat av høy primær- og sekundærproduksjon av plante- og dyreplankton, samt store bestander av små, pelagiske fiskearter. Til sammen 26 arter av sjøfugl opptrer innenfor undersøkelsesområdet eller er antatt å gjøre det som følge av at de hekker på omkringliggende landområder.

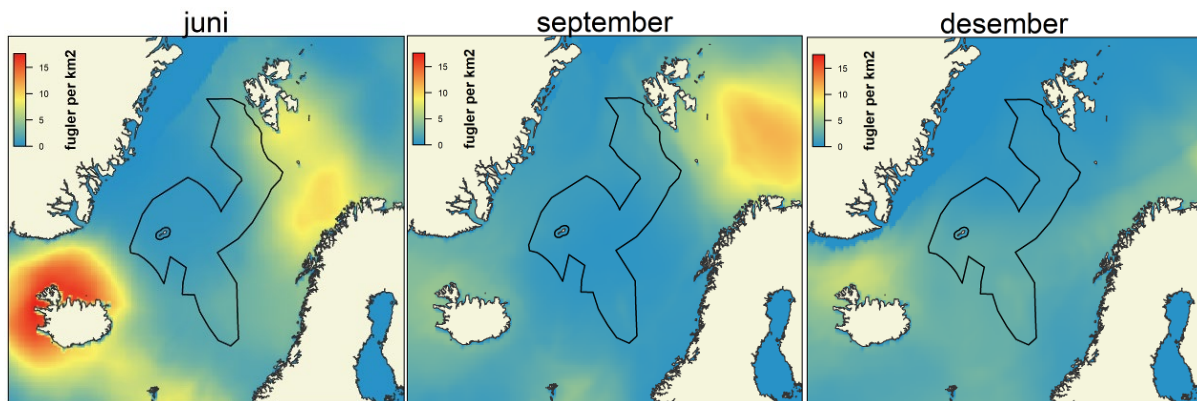


Figur 6-9. Sjøfuglkolonier i Nordøst-Atlanteren. Datakilder oppgitt i Strøm m.fl. (2021). Kilde Norsk Polarinstitutt

Analysen som ble utført for konsekvensutredningen er basert på populasjonskartene fra SEATRACK for seks pelagiske arter (havhest, krykkje, lomvi, polarlomvi, lunde og alkekonge). Analysen viser at undersøkelsesområdet brukes av bestander hjemmehørende på Svalbard, Frans Josefs land, Novaja Semlja, Murmanskysten, Norskekysten, Skottland, Færøyene og Island. I tillegg brukes området av bestander fra Grønland, men data herfra er foreløpig ikke tilgjengelig i SEATRACK. Hos de seks nevnte pelagiske artene er andelen av de regionale bestandene som benytter undersøkelsesområdet størst for bestandene som hører hjemme på Jan Mayen, deretter Svalbard og bestander i Nordland, Troms og Finnmark. Andelen varierer gjennom året, med lavest andel i august-september (umiddelbart etter hekkesesong) og høyest andel i mai og juni i forkant av hekkesesongen (Figur 6-10). Tettheten samlet sett for de seks pelagiske artene er relativt sett ikke spesielt høy til noen tider av året, sammenlignet med tilgrensende havområder, for eksempel Barentshavet. Unntaket her er områdene rundt Jan Mayen og vest av Svalbard i hekkesesongen.

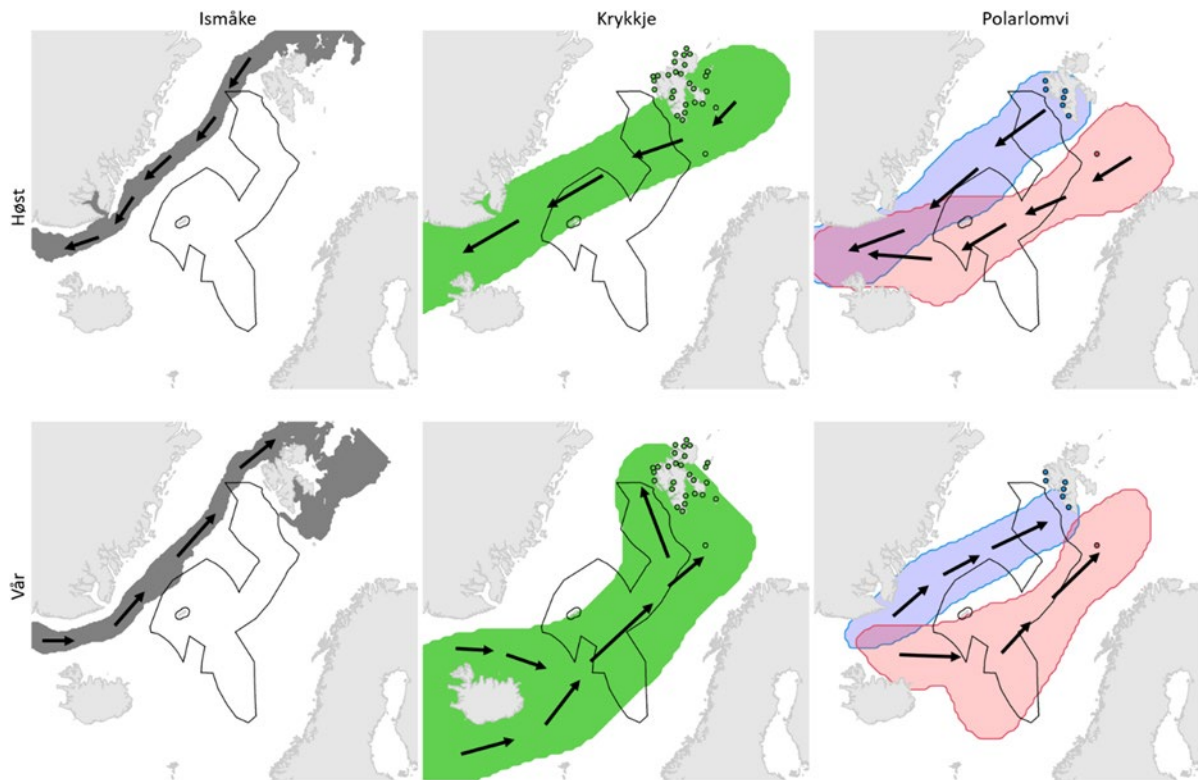
Dette kan trolig forklares slik:

- Hoveddelen av undersøkelsesområdet utgjøres av dyphavsområder med lavere produktivitet enn tilgrensende havområder. Unntak her er områdene rundt Jan Mayen og mellom Jan Mayen og Island.
- Undersøkelsesområdet utgjør, med unntak for hekkebestandene på Jan Mayen og de vestlige delene av Svalbard (samt enkelte arter/bestander på Grønland), først og fremst et viktig transittområde for store bestander som beveger seg gjennom området høst, vinter og vår.



Figur 6-10. Fordeling og tetthet av de seks pelagiske artene (havhest, krykkje, lomvi, polarlomvi, lunde og alkekonge) i undersøkelsesområdet og tilgrensende havområder i utvalgte måneder basert på data fra SEATRACK. Kilde Norsk Polarinstitutt

Den sentrale delen av undersøkelsesområdet utgjør en svært viktig migrasjonskorridor for noen av verdens største sjøfuglbestander. Flere millioner sjøfugl fra internasjonalt viktige hekkeområder i Barentshavet og Norskehavet migrerer gjennom området hver vår og høst. Trekkbevegelsene har primært en sørvestlig retning om høsten og en nordøstlig retning om våren (Figur 6-11). Mange av sjøfuglbestandene som benytter utredningsområdet er i dårlig forfatning og flertallet av artene er rødlistet.



Figur 6-11. Trekk-korridorer for ismåke (bestander fra Grønland, Svalbard og Russland), krykkje (bestander fra Svalbard) og polarlomvi (bestander fra Spitsbergen [lilla farge] og Bjørnøya [rød farge] under høsttrekket (øverst) og vårtrekket (nederst). Kilder oppgitt i Strøm m.fl. (2021). Kilde: Norsk Polarinstitutt.

Områder av spesiell verdi for sjøfugl innenfor utredningsområdet omfatter Jan Mayen med omkringliggende havområder ut til 100-150 km fra øya, eggakanten vest for Svalbard, Framstredet, driviskanten øst av Grønland, området mellom Jan Mayen og Island som overvintringsområde for alkekonge og polarlomvi, og De nordiske hav som migrasjonskorridor.

Havområdene rundt Jan Mayen.

Jan Mayen er i norsk sammenheng et viktig hekkeområde for sjøfugl, med 18 arter som hekker i 22 sjøfuglkolonier med mer enn 300 000 hekkende par sjøfugl. De mest tallrike artene er havhest, alkekonge og polarlomvi, men også alke, teist, lomvi, lunde, polarmåke, krykkje og ærfugl hekker her, i tillegg til mer sørlige arter som sildemåke og gråmåke. Også tyvjo og storjo er relativt tallrike. De pelagiske artene dominerer på øya og det må forventes at disse beiter 100-150 km ut fra øya i hekkesesongen. 14 av de totalt 17 hekkende artene på øya er rødlistet enten på fastlandet eller Svalbard. Det lages ikke egen rødliste for Jan Mayen og bestandene her inngår ikke i vurderingen for Svalbard eller fastlandet

Eggakanten vest for Svalbard

For hekkebestandene på Svalbard inkludert Bjørnøya er Eggakanten nordøst i undersøkelsesområdet trolig viktig i hekkesesongen særlig for pelagisk beitende arter som krykkje, polarlomvi og alkekonge. Sjøfuglene hekker gjerne i områder med stabil og forutsigbar næringstilgang, og de store sjøfuglkoloniene er knyttet opp mot slike områder. Områder som dekker slike beitefunksjoner i hekkesesongen omfatter Eggakanten vest for Bjørnøya og langs vestkysten av Spitsbergen. Utenom hekkesesongen brukes eggakanten av en rekke pelagiske beitende arter, f.eks. lunde og krykkje.

Iskanten langs østkysten av Grønland («Vestisen»)

Sporing av ismåke ved bruk av satellittsendere viser at fugler fra Svalbard, Grønland og Russland trekker gjennom dette området på vei til overvintringsområdet i Labradorhavet og Davis Strait. Ismåke beiter på polartorsk, isamfipoder, åtsler og rester etter sel tatt av isbjørn eller mennesker, og har sterk tilknytning til drivisen. Polarlomvi og alkekonge fra Svalbard trekker også gjennom dette området. De pelagisk beitende artene (blant annet havhest, krykkje, lomvi, polarlomvi og alkekonge) som hekker på Jan Mayen og Øst-Grønland beiter sannsynligvis i dette området.

Framstredet

Iskantsonen i Framstredet er generelt svært viktig for ismåke, særlig vår og høst. Hele Svalbard-bestanden og store deler av både den grønlandske og russiske hekkebestanden trekker gjennom dette området, vår og høst. I tillegg er iskantsonen i Framstredet viktig for den grønlandske hekkebestanden sommerstid. Også polarlomvi, alkekonge, krykkje, og trolig også teist bruker iskantsonen i hekkesesongen, men trekker i stor grad ut av dette området vinterstid.

De nordiske hav (Norskehavet, Grønlandshavet og Islandshavet) som migrasjonskorridor.

Den sentrale delen av undersøkelsesområdet utgjør en viktig migrasjonskorridor for noen av verdens største sjøfuglbestander. Flere millioner sjøfugl fra internasjonalt viktige hekkeområder i Barentshavet og Norskehavet migrerer gjennom området hver vår og høst. Trekkbevegelsene har primært en sørvestlig retning om høsten og en nordøstlig retning om våren. Avhengig av sesong bruker ismåke, polarlomvi og alkekonge de østlige delene av området, mens ærfugl, tyvjo, fjelljo, krykkje og lunde trolig benytter de vestlige delene.

Havområdet mellom Jan Mayen og Island.

Havområdet mellom Jan Mayen og Island utgjør et viktig overvintringsområde for alkekonge fra kolonier på Grønland, Svalbard inkludert Bjørnøya og Frans Josefs land. Området utgjør også et viktig overvintringsområde for polarlomvi fra kolonier på Jan Mayen og Bjørnøya.

Viktige kunnskapsbehov er ungfuglers arealbruk, svømmetrekket og hekkende sjøfuglers arealbruk på Jan Mayen og vestkysten av Svalbard i hekkeperioden. I tillegg er det behov for sporingsdata på flere arter enn hva som i dag er tilgjengelig.

Sjøfugl og lys

Det har lenge vært kjent at sjøfugl tiltrekkes kunstig lys (f.eks. elektrisk lys eller flammer på plattformer) både til havs og på land. Mekanismene som leder til dette er imidlertid dårlig forstått og lite studert. For nattaktive sjøfugler er tiltrekningen forklart ut fra at reaksjonen er en tilpasning til beiting på selvlysende byttedyr (bioluminescens) i havet, og at fuglene som følge av dette tiltrekkes lyskilder på et ellers mørkt hav. Videre er sjøfuglers bruk av stjerner for navigering også framsatt som forklaring på fenomenet. Sjøfuglenes tiltrekning til lyskilder ses på som en «over-respons» på et stimuli de er tilpasset å respondere på. Tiltrekning til lys er antatt å være den viktigste årsaken til at sjøfugl oppsøker fartøy og plattformer om natten og kan sirkle rundt disse i lengre tid. I tillegg er muligheten for hvile og tilgang til mat (for noen arter) viktige faktorer.

Sjøfuglenes respons på lyskilder varierer i stor grad med værforholdene, og responsen har vist seg å være spesielt stor på mørke, overskyete kvelder og netter, gjerne med yr eller tåke. Vanndråper i lufta er antatt å forsterke lyskilden og øke rekkevidden betydelig. Tiltrekningen varierer også med månesyklusen, med minst respons ved fullmåne. For mange arter er migrasjonsperiodene kritiske perioder i årssyklusen med høy dødelighet. Fuglene har begrensede fettreserver og avvik fra den normale trekkruta på grunn av tiltrekning til kunstige lyskilder, med påfølgende sirkling eller mellomlanding, kan raskt bidra til ytterligere reduserte fettreserver og død. Tiltrekning til kunstige lyskilder er antatt å være en viktig årsak til at et stort antall fugl omkommer på plattformer i Nordsjøen hvert år. Trolig er den enkelte plattforms plassering i forhold til fuglenes trekkroute viktig

for hvor omfattende problemet er. Skjerming av lyskilden, endring av fargespekter og redusert bruk av kunstig lys i utsatte perioder (f.eks trekkperioder) er tiltak som har vist seg å være positive for å redusere konflikten. Videre er bruken av åpen flamme på installasjoner redusert over de siste tiårene av ulike hensyn, inkludert miljøhensyn.

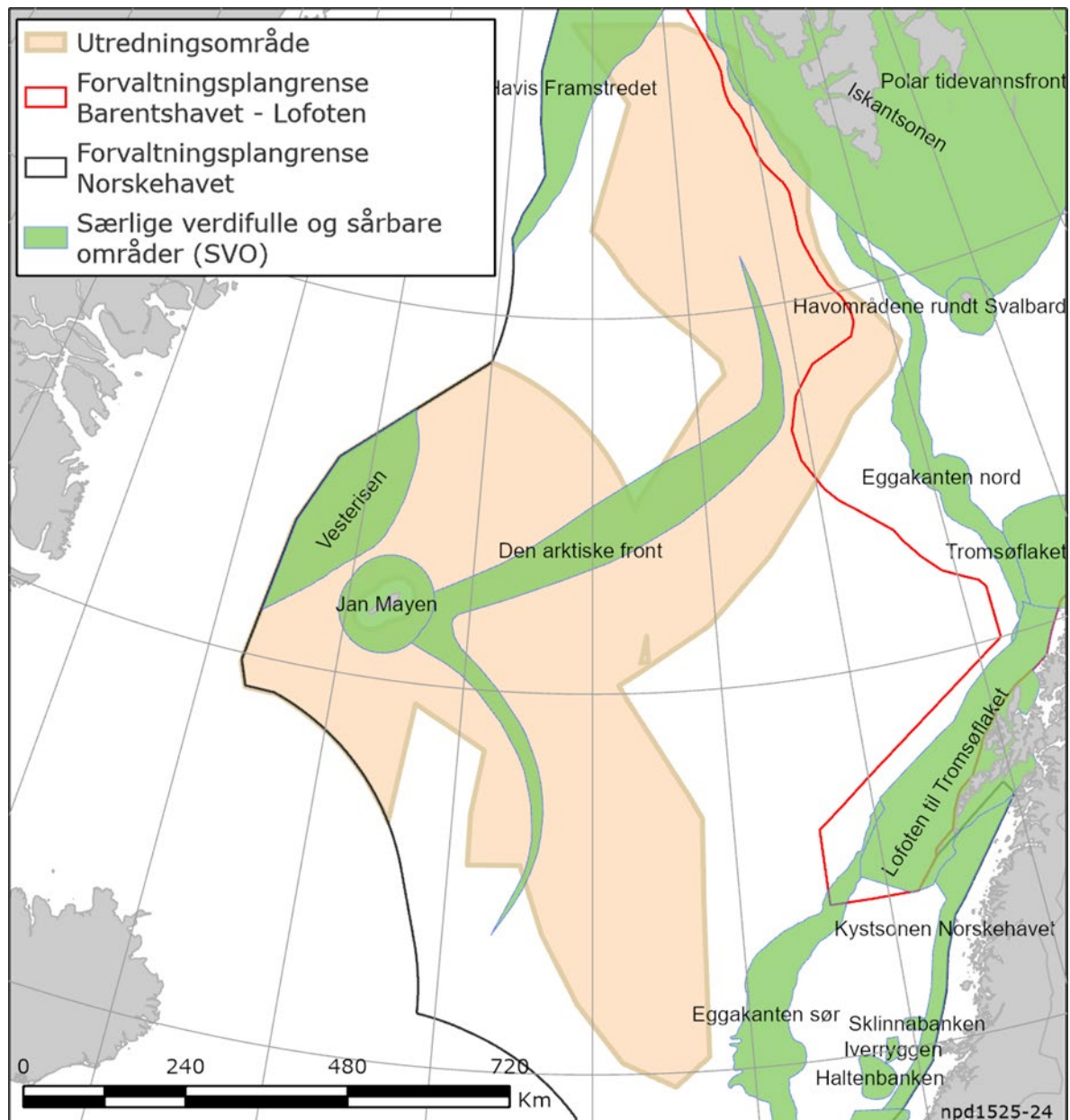
6.1.6 Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO)

Som en del av arbeidet med forvaltningsplanene er det identifisert særlig verdifulle og sårbare områder (SVO). Særlig verdifulle og sårbare områder er områder som har vesentlig betydning for det biologiske mangfoldet og den biologiske produksjonen i havområdet, også utenfor områdene selv. Særlig verdifulle og sårbare områder gir ikke direkte virkninger i form av begrensninger for næringsvirksomhet, men signaliserer viktigheten av å vise særlig aktsomhet i disse områdene. For å beskytte miljøverdiene i slike områder kan det, med hjemmel i gjeldende regelverk, stilles særlige krav til aktivitet som utøves.

I det marine miljø forekommer slike områder ofte der det er spesielle topografiske eller oseanografiske forhold; for eksempel havstrømmer, bunntopografi, dybdeforhold og overgangssoner mellom sjø og fast grunn (land eller is). Sårbarhet defineres som et områdes evne til å tåle og eventuelt restitueres etter menneskelige aktiviteter eller endringer i miljøforholdene.

Sårbarhet vurderes med andre ord som en egenskap ved naturverdiene, uavhengig av om påvirkningene faktisk er til stede eller ikke. Det vil konkret si at områder kan kategoriseres som sårbare mot en eller flere menneskelige aktiviteter selv om disse ikke pågår eller vil startes opp i nær fremtid. Fordi fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper varierer fra område til område, vil også sårbarheten variere tilsvarende. I tillegg er et område sjelden like sårbart gjennom hele året eller like sårbart overfor alle typer av påvirkning. Dessuten har ulike arter i et område ulik sårbarhet.

Deler av utredningsområdet overlapper eller er nær SVOene den arktiske fronten, iskantsonen, Jan Mayen, Vesterisen og Havis Framstredet (Figur 6-12). For nærmere omtale vises det til Meld. St. 20 (2019-2020).



Figur 6-12. SVO innen utredningsområdet.

Oppdatering av faggrunnlaget for SVO

Grunnlaget for og omfanget av en SVO blir vurdert i forbindelser med oppdateringer av forvaltningsplanene. Det er gjort en ny faglig gjennomgang av miljøverdier og grenser i eksisterende SVO og forslag til nye områder i 2021 (Eriksen (red.) 2021). På oppdrag fra Faglig forum har Havforskningsinstituttet ledet en ekspertgruppe som har gjort en ny miljøverdivurdering. Det er i dette arbeidet benyttet et nytt faglig kriteriesett som er harmonisert med kriterier for *Ecologically or Biologically Significant Marine Areas* (EBSAs) definert i FNs Konvensjon for biologisk mangfold. I forslaget til nye SVO og revideringer av eksisterende (Eriksen (red.) 2021)), er blant annet «SVO Midtatlantisk rygg» og «SVO Dyphavsområdene i Norskehavet» foreslått som ny SVO. Forslagene vil bli nærmere vurdert og konkludert i neste oppdatering av forvaltningsplanene. Det pågår et faglig arbeid i regi av Faglig forum for å omtale hvilke påvirkninger de ulike SVO og foreslåtte SVO er sårbare for. Havforskningsinstituttet har som del av konsekvensutredningen utarbeidet grunnlagsstudien for pelagiske økosystem i utredningsområdet.

6.1.7 Mareano

Mareano kartlegger dybde, bunnforhold, biologisk mangfold, naturtyper og forurensning i sedimentene i norske kyst- og havområder.

Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket sjødivisjonen utgjør den utøvende gruppen i Mareano og står for den daglige faglige driften. Det overordnede ansvaret for gjennomføringen av Mareanos aktiviteter ligger hos programgruppen, som ledes av Miljødirektoratet. Den øverste ledelsen av Mareano ligger i styringsgruppen, som består av representanter fra fire departement: Nærings- og fiskeridepartementet, Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet og Kommunal- og distriktsdepartementet.

Mareano leverer:

- Informasjon om bunntyper, naturtyper og geologiske forhold
- Informasjon om fordeling av bunnfauna, dyresamfunn og biologisk mangfold og produksjon
- Miljøstatus for sedimentene
- Detaljerte dybdekart
- Database og karttjeneste med systematisert informasjon om norske kyst- og havområder
- Kunnskapen fra Mareano-programmet rapporteres gjennom fellesrapporten fra Faglig forum og Overvåkningsgruppen, og gjennom stedfestet informasjon med tekst og illustrasjoner på www.mareano.no og www.geonorge.no.

Data samlet inn av Mareano i utredningsområdet inngår i kunnskapsgrunnlaget i konsekvensutredningen.

Programmet finansieres av Nærings- og fiskeridepartementet og Klima- og miljødepartementet gjennom bevilgninger over statsbudsjettet.

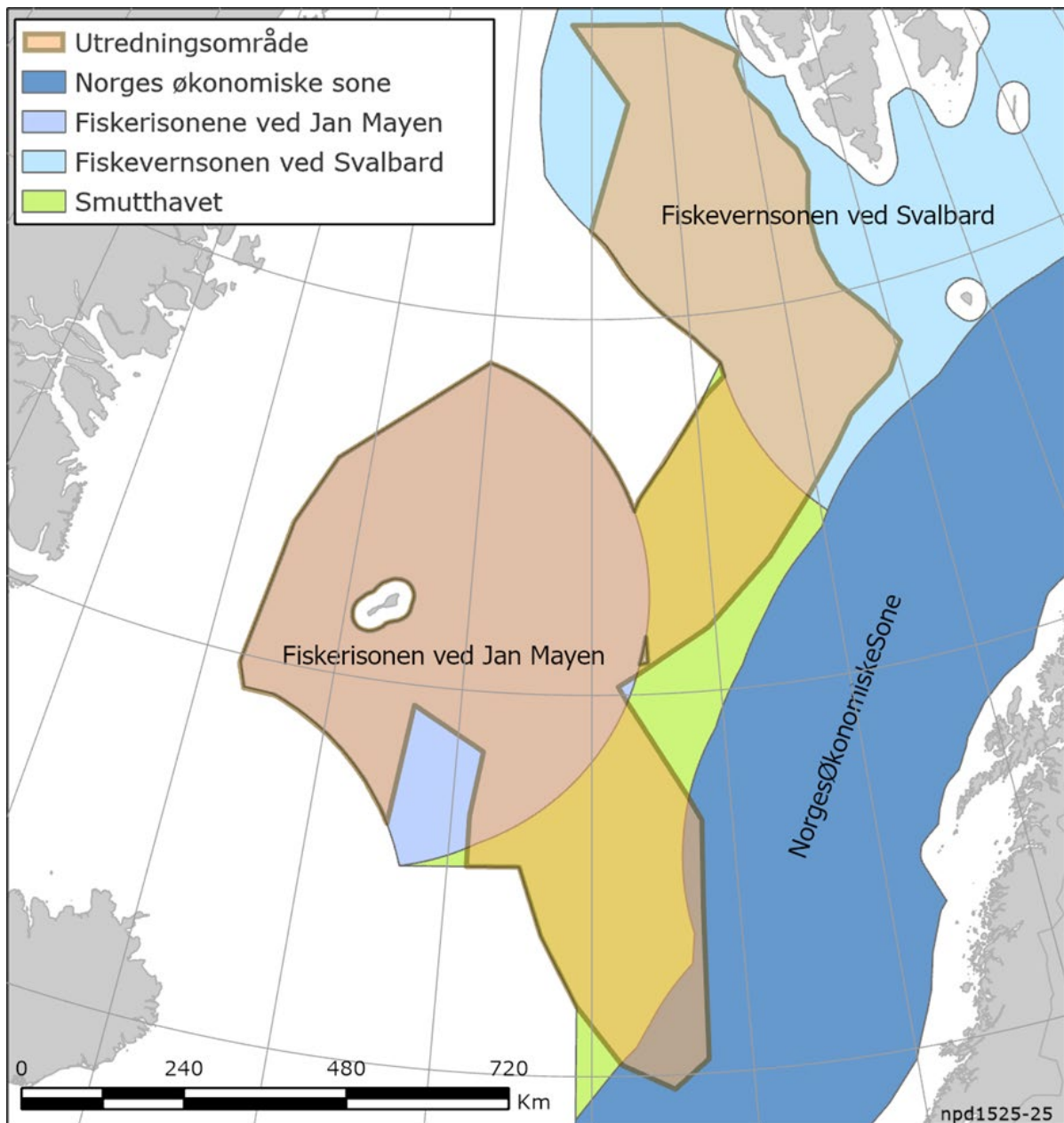
6.2 Næringsvirksomhet

6.2.1 Fiskeri

Fiskeridirektoratet (2021) har utarbeidet en rapport som angir type og omfang av fiskeriaktivitet i utredningsområdet. Dette dekker norsk og utenlandsk fiske i Norges økonomiske sone. Det er i tillegg noe internasjonalt fiske innen Smutthavet, hvor Norge ikke har fiskerijurisdiksjon i vannsøylen og hvor data om fiskeriaktivitet må innhentes fra de enkelte landene. Datainnsamling pågår i regi av Fiskeridirektoratet/Fiskeri- og næringsdepartementet.

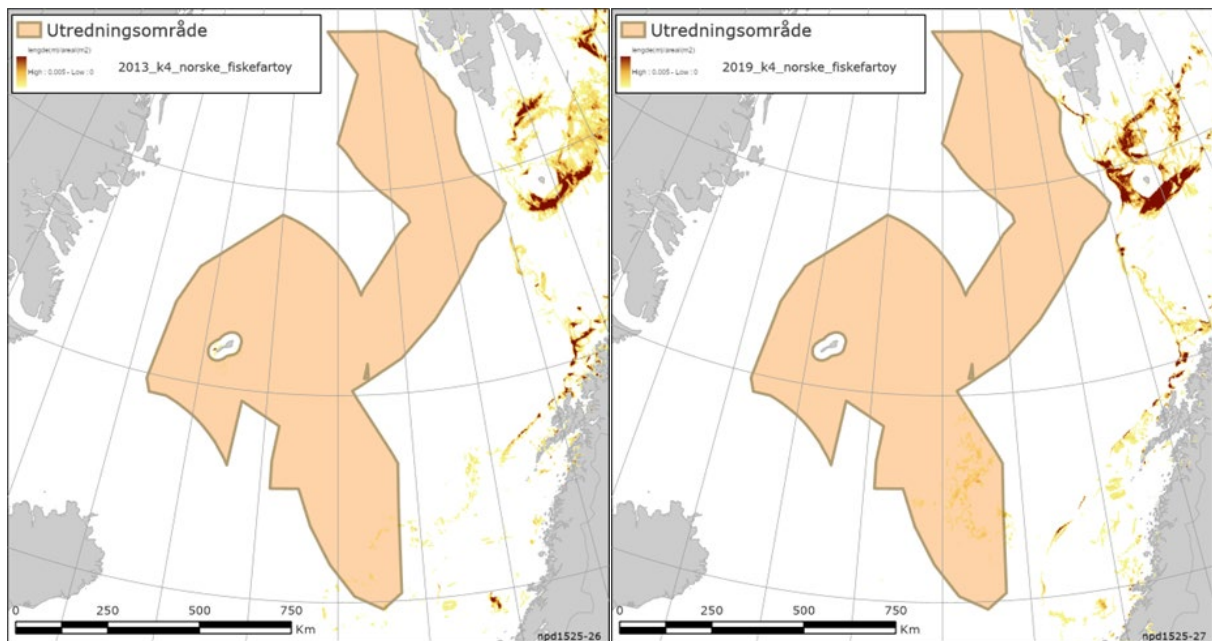
Utredningsområdet omfatter områder hvor Norge har både kontinentalsokkeljurisdiksjon og fiskerijurisdiksjon (økonomisk sone-jurisdiksjon). Det omfatter også områder der Norge bare har kontinentalsokkeljurisdiksjon. Dette betyr at det er to forskjellige reguleringssystemer som gjelder i utredningsområdet og at Fiskeridirektoratet ikke alene har alle opplysninger om fisket i hele utredningsområdet. Andre nasjoner fisker i den delen av utredningsområdet som er internasjonalt farvann og NEAFC har opplysningene om dette fisket

Rapporten belyser også lovgrunnlaget og jurisdiksjonsforholdene for områdene som utredningsområdet dekker over (Figur 6-13). Av spesiell viktighet i forhold til havbunnsmineraler er forbudet mot fiske med bunnberørende redskap (dypere enn 1000 m) i hele utredningsområdet med unntak av noen områder ved Jan Mayen utenfor 12 nm.



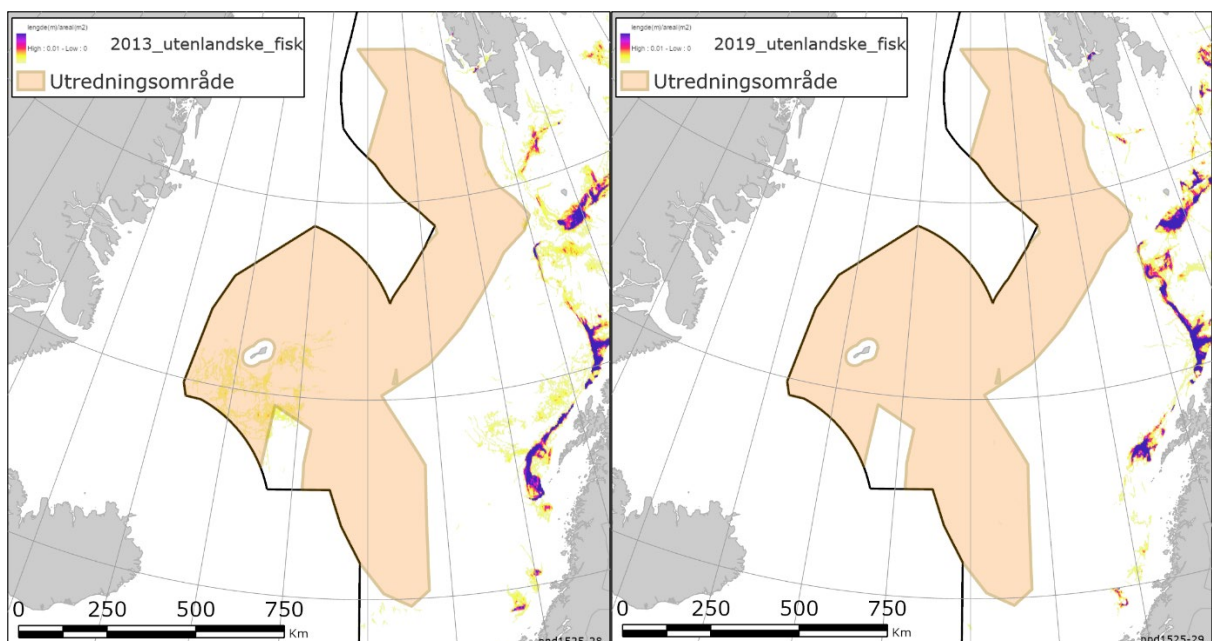
Figur 6-13. Utredningsområdet i kart over Norges 200-milssoner (økonomisk sone).

Fiskeridirektoratets rapport gir en beskrivelse av fiskeriaktiviteten i utredningsområdet, herunder en redegjørelse om fartøytyper og redskapstyper i området, og beskriver trender og utvikling innen fiskeri og redskapstyper. For å beskrive fiskeriaktiviteten i utredningsområdet er det brukt satellittsporingsdata (VMS) fra fiskeflåten fordelt per kvartal for norsk fiske og årlig for utenlandsk aktivitet (Figur 6-14). Norsk fiske i området varierer betydelig geografisk og også mellom år. Generelt er det mest aktivitet i fjerde kvartal og i de sørligste områdene, i hovedsak pelagisk fiske etter sild og tidvis etter makrell. Aktiviteten er begrenset sammenlignet med de fleste andre norske havområder.



Figur 6-14. Norsk fiskeriaktivitet vist ved fartøysporing, her for fjerde kvartal i henholdsvis 2013 (venstre) og 2019 (høyre). Kilde: Fiskeridirektoratet.

Utenlandsk fiske varierer betydelig mellom ulike år. Områdene rundt og sør for Jan Mayen har mest aktivitet, men i enkelte år er aktiviteten svært begrenset (Figur 6-15). Aktiviteten i utredningsområdet som ligger innenfor norsk fiskerijurisdiksjon er hovedsakelig russiske fartøy som har fisket sild og makrell med flytetrål. Merk at aktivitet i utredningsområdet som overlapper med internasjonalt farvann (Smutthavet) ikke vises på kartet.



Figur 6-15. Årlig utenlandsk fiskeriaktivitet vist ved fartøysporing, her for henholdsvis 2013 (venstre) og 2019 (høyre). Kilde: Fiskeridirektoratet.

Fartøyene som fisker i utredningsområdet er hovedsakelig linefartøy, reketrålere og ringnotfartøy (som også kan fiske med pelagisk trål). Linefartøyene og reketrålerne holder til i området rundt og sør for Jan Mayen, mens ringnotflåten fisker mer spredt, men likevel mest konsentrert i den sørligste

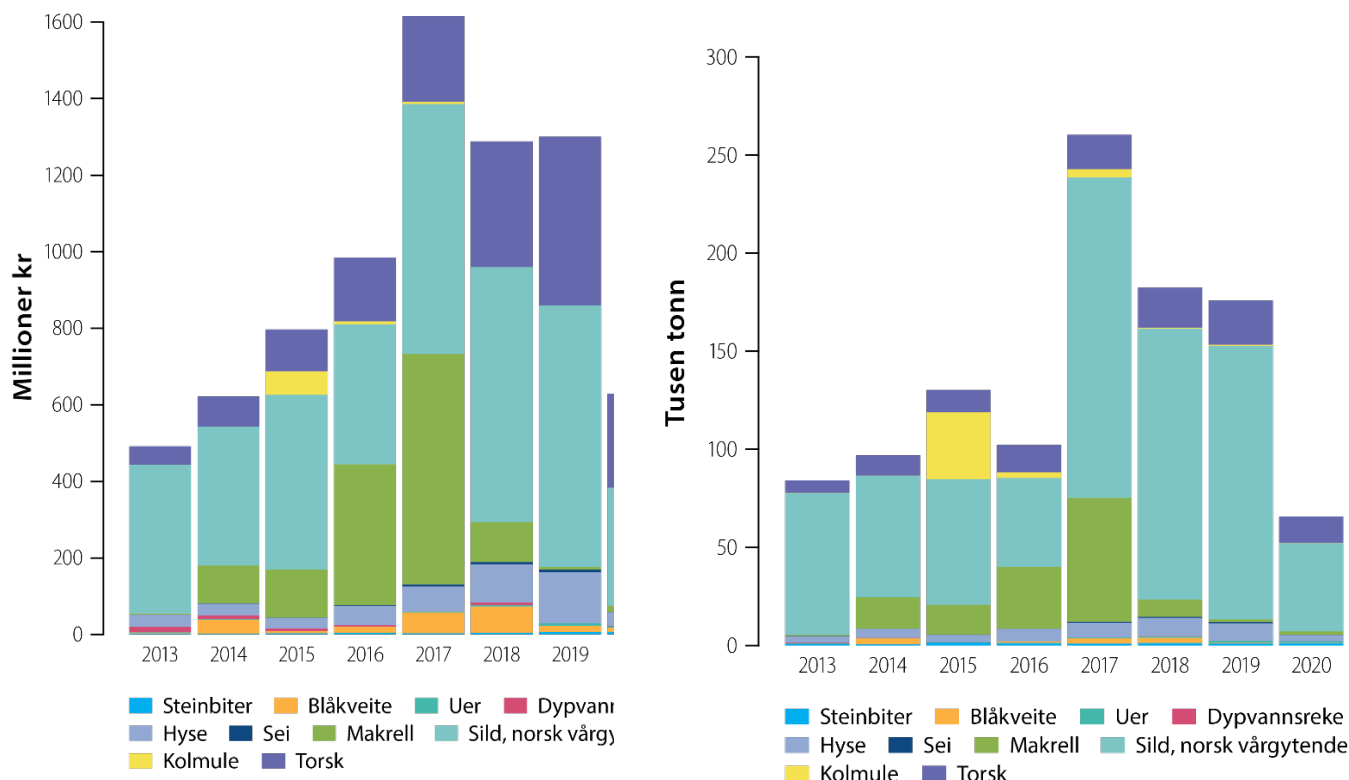
delen av utredningsområdet. Størrelsen på fartøyene varierer, men fartøyene tilhørende ringnotflåten er de største med en lengde på mellom 70-80 meter, mens de større linefartøyene er rundt 50 meter lange. Rekestrålere som fisker i disse farvannene er også ofte store og kan være mellom 60-81 meter.

Mye av aktiviteten i utredningsområdet tilskrives den pelagiske flåten. Dette er fartøy som både kan fiske med not og flytetrål. Typiske ringnøter er mellom 400-800 meter lange, men de betinger også at fisken står konsentrert i de øvre vannlag. Pelagiske tråler eller flytetråler er jevnt over store og kan variere mellom 1700-3000 meter i omkrets. Det er svært store masker (opptil 256 meter) i åpningen på en flytetrål og åpningen kan i teorien romme opptil fem fotballbaner. Linefartøyene som kan operere i disse områdene må være av en viss størrelse og være utrustet til å gå langt til havs. Arealbruken når slike fartøy er i aktivt fiske kan være opp mot 50 km² pr. døgn. Bunnfiske etter reker foregår med trål, gjerne dobbeltrål eller trippeltrål. Tråldørene er tunge og kan være opp mot 8000-9000 kg. Ved bruk av dobbeltrål og trippeltrål benytter man en såkalt «klump» mellom trålene og denne eller disse er tyngre enn dørene. Redskap til fiskeindustrien er imidlertid i stadig utvikling og sammen med bedre instrumentering og teknologi på bro, samt ønske om besparelser på drivstoff og negativt fokus på miljøpåvirkning, er det trender som tyder på en utvikling av lettere utstyr, med mindre bunnpåvirkning, men med samme effektivitet. Det gjøres for eksempel forsøk med semi-pelagiske dører som kan løftes over bunn og på den måten redusere friksjon, drivstofforbruk og miljøpåvirkning.

Når det gjelder de pelagiske fiskeriene, vil flåten forflytte seg etter hvor fisken er tilgjengelig og kan fiskes i håndterbare og lønnsomme konsentrasjoner. Utbredelsen av makrellen det siste ti-året viser at den er en opportunist som har spredd seg både vest- og nordover. Når det gjelder sild, viser det seg også at denne gjerne tas lengre til havs nå enn tidligere. Den pelagiske flåten har ellers generelt sett vist stor investeringsvilje og utviklingen går mot mer effektive og lønnsomme fartøy. Dersom det viser seg at de pelagiske artene forflytter seg mer inn i utredningsområdet, kan det være at aktiviteten fra denne flåten vil øke i fremtiden innenfor området.

Verdiskaping innen fiskeri i utredningsområdet er beregnet basert på fangststatistikk. Dataene dekker ikke Smutthavet. Dette er basert på opplysninger fra fartøyenes elektroniske fangstdagbøker (ERS) og innsendte fangstmeldinger, beregnet gjennom to ulike metoder (sluttseddeldata og stopp-posisjon ved innmelding av fangstdata). De to metodene gir noe ulikt resultat, men det generelle bildet og størrelsesorden av landet kvantum er nokså likt. Figur 6-16 angir resultater for området hva gjelder kvantum landet basert på sluttseddelmetoden og verdi av dette. Fiskeridirektoratet angir at denne metoden nok overestimerer noe, spesielt for bunnfiskartene hvor det faktiske fisket nok i større grad foregår utenfor utredningsområdet.

Årlig volum landet fra utredningsområdet (unntatt Smutthavet) varierer mellom 70 000 og 260 000 tonn i perioden 2013-2019, med en fangstverdi på 0,5 – 1,6 mrd NOK (Figur 6-16). Til sammenligning var fangstverdien for de totale norske fiskeriene i samme periode økende fra 14 mrd NOK til vel 21 mrd NOK i 2019 (Kilde: SSB). Landet kvantum totalt i Norge har i perioden vært i størrelsesorden 2,5 millioner tonn årlig.



Figur 6-16. Kvantum og verdi av fangst for ulike år. Tallgrunnlag basert på «sluttseddelmetoden». Kilde: Fiskeridirektoratet.

Både sporingskartene og fangststatistikken viser at aktiviteten i utredningsområdet er veldig lav, sammenlignet med andre fiskerike områder på norsk kontinentalsokkel. Fiskeriene i utredningsområdet er i hovedsak konsentrert rundt områder nær Jan Mayen (reke, blåkveite og torsk), samt helt sør i utredningsområdet (not/flytetral etter sild, makrell og kolmule).

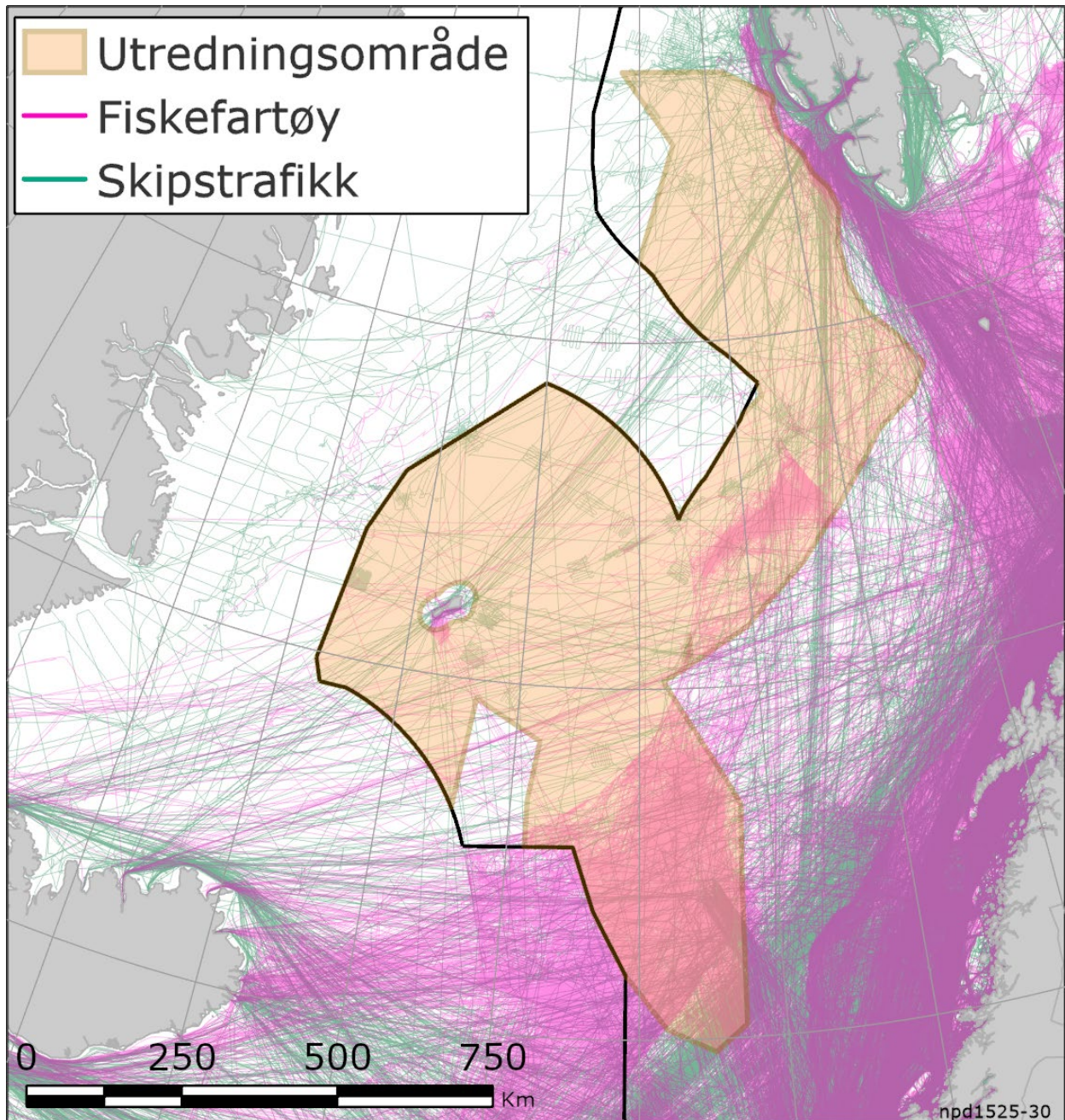
Området som utredes er svært stort, men ligger langt fra land og er dermed uinteressant for en stor del av fiskeriflåten. I tillegg er størstedelen av området stengt for fiske med bunnredskaper og er således ikke tilgjengelig for trålerflåten.

Det er imidlertid generelt stor innovasjon i fiskerinæringen og stor interesse for å etablere nye lønnsomme fiskerier. Det er således ikke usannsynlig at man kan forvente økt verdiskaping i noen områder innenfor utredningsområdet for mineralvirksomhet.

6.2.2 Skipstrafikk

Skipstrafikken innenfor utredningsområdet er beskrevet i en grunnlagsstudie utarbeidet av Kystverket (2021).

Skipstrafikken i utredningsområdet er relativt liten både med hensyn til utseilt distanse og antall unike skip. Utredningsområdet frekventeres likevel jevnlig av store skip som for eksempel cruiseskip, gasstankere og oljetankere. Mesteparten av aktiviteten er imidlertid i form av fiskefartøy (Figur 6-17). Kystverket omtaler i hovedsak skipstrafikken, og dermed den potensielle arealkonflikten i utredningsområdet, som begrenset.



Figur 6-17. Skipstrafikk i Norskehavet og Barentshavet inkludert utredningsområdet i 2019. Fiskefartøy fremkommer i rosa. Kilde: Kystverket

Fiskefartøy bidrar mest til utseilt distanse i utredningsområdet for havbunnsmineraler. Fiskefartøy under transport og/eller fiske er i særklasse viktigst. Mens fiskefartøy stod for om lag 2 millioner nautiske mil utseilt distanse i Norskehavet i 2020 var tilsvarende tall 325 000 nautiske mil i utredningsområdet.

Kystverket har identifisert to områder med relativt sett høyere trafikk utenfor fiskerisonen rundt Jan Mayen. Det ene området finner vi langt sør i utredningsområdet og det andre om lag midt mellom Jan Mayen og Bjørnøya, dvs. langs sørsiden av Mohnsryggen. Fiskeriaktiviteten her er nærmere beskrevet i Fiskeridirektoratets (2021) rapport.

Fra pre-koronaåret 2019 observeres enkelte transporter gjennom utredningsområdet fra/til Russland til/fra Island, samt cruisetrafikk mellom Svalbard via farvannene ved Jan Mayen og videre mot/fra Island. I tillegg foregår noe skipstrafikk mellom fastlands-Norge og Svalbard, hvor trafikken mellom Svalbard og sørlige deler av Norge og Nordland berører utredningsområdet i øst, mens trafikk mellom Tromsø og Svalbard går klar av utredningsområdet.

Basert på AIS-data er 1 111 unike skip innom utredningsområdet i 2016, dette øker til 1 484 i 2019 og synker til 1 229 unike skip i 2020.

Det er ingen markerte sesongvariasjoner for godstransporter knyttet til tørrbulk, våtbulk, stykkgoods og annet. Skipsaktiviteten for godstransport, målt i utseilt distanse i utredningsområdet, er i tillegg såpass lav at det er vanskelig å finne definerte trafikkmønstre. Endringer i aktivitet og seilingsruter kan skyldes tilfeldigheter. Det synes imidlertid å være en trend at den beskjedne aktiviteten knyttet til godstransporter i utredningsområdet er høyest i juli og august. Når det gjelder cruise- og fiskerirelatert trafikk er trenden tydeligere og aktiviteten er størst i sommerhalvåret.

6.2.3 Annen næringsvirksomhet

Det er ikke identifisert annen pågående næringsvirksomhet i utredningsområdet. For deler av utredningsarealet (mot Vøringplattformen) er det overlap med åpnet område for petroleumsvirksomhet, og her kan det pågå næringsvirksomhet. På grunn av geologiske hendelser er Vøring-bassenget bygget opp av sedimenter av kritt-alder, og deler Vøringplattformen som er inkludert i utredningsarealet, kan ha avsetninger i undergrunnen med forekomster av petroleum.

Bioprospektering er en mulig fremtidig næring, herunder teknologisk utvikling gjennom bioteknologi og bruk av enzymer. Bioprospektering knyttet til varme kilder er ansett som en spesielt interessant mulighet innen utredningsområdet. Termofile mikroorganismer har unike enzymer som kan være aktive ved høye temperaturer, over 100 °C, en attraktiv egenskap fra et industrielt perspektiv. Dette er av stor interesse i såkalte bioraffineri. Til nå har hovedfokus vært på enzymer som kan bryte ned komplekse sukkerforbindelser, og slike enzymer har blant annet funnet anvendelse i Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI), «Foods of Norway», ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet, NMBU. Universitetet i Bergen omtaler temaet i sin grunnlagsrapport (Pedersen m.fl., 2021), herunder flere pågående doktorgradsarbeider.

6.2.4 Kulturminner

Kulturminner innenfor utredningsområdet er i form av eldre skipsvrak. Det er ikke gjort en systematisk kartlegging av slike, men Kystverket har oversikt over kjente vrak basert på kunnskap om havaristed eller innmeldte registreringer. Om lag 15 vrak er registrert innenfor utredningsområdet. Flere og ukjente vrak kan finnes.

Undersøkelse og kartlegging av eventuelle skipsvrak vil foregå knyttet til konkrete prosjekter, i nær dialog med kulturminnemyndighetene.

Spor etter bosetning og annen menneskelig aktivitet fra tiden da deler av nåværende havbunn var tørt land, er ikke relevant for utredningsområdet.

7 Økonomiske og sosiale virkninger

I konsekvensutredningen skal det belyses hvilke økonomiske og sosiale virkninger utvinning av havbunnsmineraler kan ha på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Det er i dag stor usikkerhet både knyttet til omfanget av lønnsomme havbunnsmineraler på kontinentalsokkelen og hvilke økonomiske og sosiale effekter en utvinning vil ha. Dette smitter over i stor usikkerhet knyttet til omfanget av økonomiske og sosiale virkninger. Usikkerheten er så stor at en ikke har funnet godt faglig grunnlag for å basere analysene på scenarier. Analysene er derfor av kvalitativ art.

Det som synes klart er at det kan være en potensielt stor verdi for samfunnet hvis en åpner områder og det finnes og bygges ut betydelige ressurser. Siden dette er stedbundne ressurser, er det potensiale også for grunnrente. Samtidig vil det være en svært begrenset nedside da letingen raskt vil bli trappet ned om funnene er begrensede og utvinning ikke vil skje hvis det ikke er forventet å være lønnsomt på utbyggingstidspunktet.

Det er ikke gjort spesifikke analyser mot konkrete regioner innenfor åpningsområdet. AsplanViak/NTNU og Ernst & Young har utredet mulige økonomiske og sosiale virkninger ved fremtidig mineralutvinning på norsk kontinentalsokkel på oppdrag fra Oljedirektoratet. AsplanViak/NTNU-rapporten har hatt fokus på det makroøkonomiske, mens rapporten til Ernst & Young fokuserer mer på næringsmessige muligheter. Rapportene er komplementære. I det følgende oppsummeres de viktigste funnene fra rapportene.

Konsekvensutredningen ser på muligheter for norsk næringsliv knyttet til havbunnsmineraler og typer av virkninger dette kan ha på samfunnet. Om ressursene gir grunnlag for økonomisk drift, blir en kommersiell vurdering som eventuelle utbyggere må gjøre, og omfanget av eventuelle utvinningsprosjekter er ukjent i dag. Vurderingene er derfor kvalitative for å kunne peke på bransjer eller næringssegmenter som kan få virkninger, mekanismer som kan påvirke dette, samt andre økonomiske og sosiale virkninger av slik virksomhet.

Noen av aktivitetene vil kunne bygge på eksisterende teknologi, men det er også behov for å utvikle ny teknologi. Norge har i dag mange næringer som kan være godt posisjonert i et kommende marked for utvinning av havbunnsmineraler. Det er derfor sannsynlig at en ny industri som involverer havbunnsmineraler vil oppstå både på som en forlengelse av dagens eksisterende næringer, men også ved at helt nye næringer oppstår (Figur 7-1). Det er primært fire eksisterende næringer som kan trekkes frem som essensielle byggeklosser om havbunnsmineraler skal bli en betydningsfull ny næring: olje og gass, bergverk, maritim industri, industri og prosessindustri.



Figur 7-1. Norge er i posisjon for å etablere nye verdikjeder basert på havbunnsmineraler. Kilde: Ernst & Young

7.1 Behov for teknologisk utvikling

Leting etter og utvinning av mineraler fra havbunnen krever andre løsninger enn tilsvarende landbasert aktivitet. Næringsaktivitet på havbunnen langt fra land tilsier at havbunnsmineralvirksomhet vil kreve utvikling av høyteknologiske løsninger. Det vil være behov for utvikling og tilpasning av verktøy/fartøy som kan nå ned til mulige forekomster på havbunnen og som tåler trykket langt under havoverflaten. Utvikling av egnede verktøy, fartøy, utstyr og løsninger kan også være forskjellige for de ulike typer forekomstene.

Norske selskap har mange styrker som kan brukes inn mot havbunnsmineraler;

- Teknologi og kompetanse. Norsk offshore-kompetanse og teknologi er verdensledende
- Mange selskap kan dra nytte av stordriftsfordeler ved å ta utgangspunkt i allerede eksisterende teknologi og tilpasse arbeidsmetodikk
- Erfaringer med komplekse prosjekter. De havbaserte næringene er vant med å håndtere komplekse operasjoner og prosjekter
- Sterke miljøer innen forskning og utvikling.

Kostnaden ved å utvinne havbunnsmineraler er i dag betydelig høyere enn å utvinne de samme mineralene på land. Mens utvinning på land er i en moden fase der det ikke er grunn til å forvente store kostnadsreduksjoner, er utvinning fra havbunnen i en tidlig fase. Gjennom bruk av forskning, utvikling og innovasjon er det grunn til å tro at kostnadene kan reduseres betydelig.

7.2 Muligheter for havbunnsmineralvirksomhet i et globalt marked

Havbunnsmineralvirksomhetens eventuelle lønnsomhet avhenger ikke bare av kostnader knyttet til utvikling, utbygging og drift av aktuelle lete- og utvinningsløsninger, men også av prisen som kan oppnås ved salg av aktuelle mineraler/ressurser. Hvis prisen på mineraler stiger, pga. for eksempel høyere etterspørsel og nye bruksmuligheter, vil forekomster som ikke framstår som lønnsomme nå, likevel kunne bli det ved senere et tidspunkt. En høyere salgspris vil kunne gjøre det mulig å utvinne fra forekomster/ressurser som tidligere ble ansett som for kostbare å utvinne. Det gjelder uansett om eventuelle forekomster befinner seg på land eller på havbunnen.

Prisen på mineraler bestemmes i et globalt marked. For å forstå muligheter for utvikling av havbunnsrelatert virksomhet – og dermed også mulige økonomiske og sosiale virkninger av slik virksomhet – trengs det overordnet kunnskap om det globale mineralmarkedet, både etterspørsel og tilbud.

En lang rekke mineraler er avgjørende for både norsk og internasjonal økonomi. De fungerer som innsatsvarer i industri og bidrar til produksjon av en lang rekke varer som brukes i folk flest sine daglige liv. Hvordan tilbudssiden for mineraler ser ut, er avhengig av hvilket grunnstoff/metall det er snakk om. Det er f.eks. mange som utvinner og selger kobber på verdensmarkedet, men det er få som leverer kobolt. Per dags dato har Kina tilnærmet monopol på sjeldne jordarter.

Tilbud av metaller vil også påvirkes av muligheter for gjenvinning eller gjenbruk av materialer, dvs. sekundær utvinning. Det rettes økt oppmerksomhet mot økt gjenvinning for å dekke framtidens (økte) etterspørsel av ulike metaller.

Pålitelig og sikker tilgang til enkelte råvarer er en bekymring både i Europa, men også globalt. Dette er adressert i kapittel 4.3.

EU-listen¹⁵ refererer til råvarer som er av høy viktighet for EUs økonomi og hvor det samtidig er knyttet høy grad av risiko på tilbudssiden. Høy tilbudsrisiko gir en indikasjon på at framtidig tilbud muligens ikke vil kunne holde tritt med framtidig etterspørsel og dermed at en situasjon med høy pris kan vedvare.

Påviste ressurser på norsk sokkel finnes i form av sulfider og skorper.

Kjente sulfidforekomster finnes flere steder i verdenshavene. Fra sulfidforekomster er det mulig å utvinne kobber (Cu) og sink (Zn), samt noe gull (Au) og muligens også noe bly (Pb) og sølv (Ag). Det finnes per dags dato ingen god oversikt over andre grunnstoff av verdi. Det er per nå ingen indikasjoner på at norske sulfidforekomster skiller seg nevneverdig fra forekomstene i andre deler av verden når det gjelder gehalt eller konsentrasjon av kommersielt interessante metaller.

På norsk sokkel består skorpeforekomster hovedsakelig av aluminium (Al), mangan (Mn), jern (Fe), titan (Ti), med et potensiale for kobber (Cu), nikkel (Ni), kobolt (Co) og sjeldne jordarter (REE - Rare earth elements), blant annet de sjeldne jordartene yttrium (Y) og scandium (Sc). Det er dog for tidlig å si noe om disse sjeldne jordarter kan utgjøre en tilleggsverdi for forekomstene.

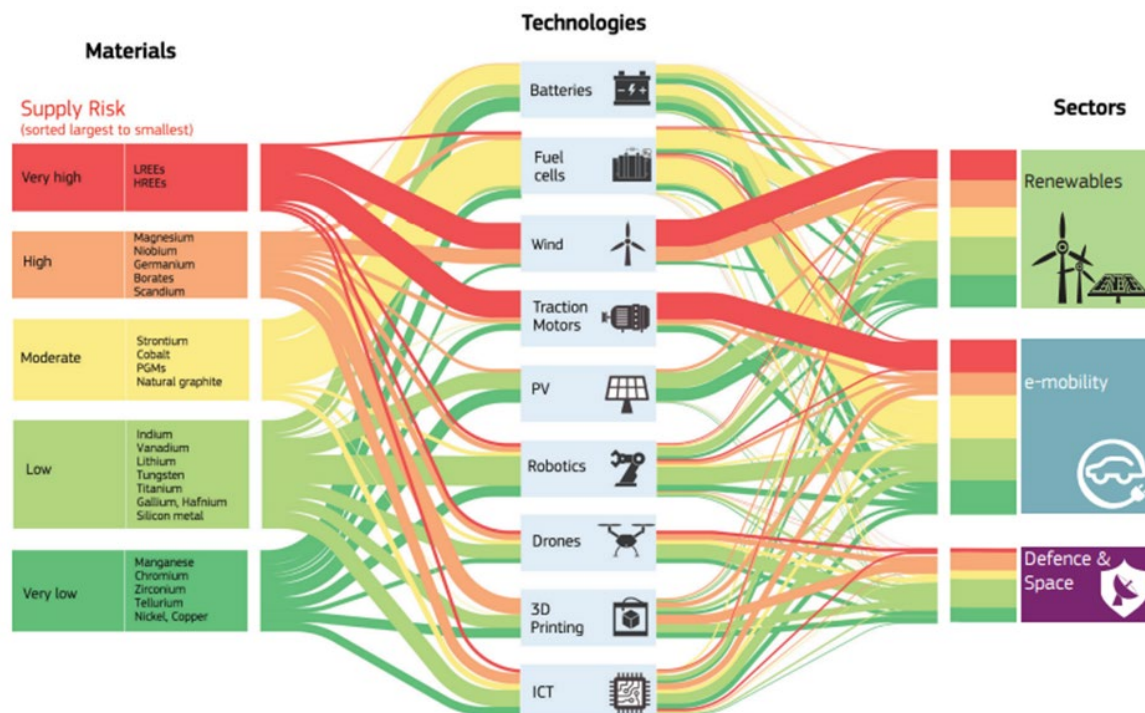
I Norge har ODs undersøkelser ført til funn av manganskorper flere steder langs Vøringutstikkeren, rundt Jan Mayen og nordvest for Mohnsryggen. Funnene kan deles i to grupper:

- De som inneholder dobbelt så mye sjeldne jordarter som andre kjente forekomster (i Atlanterhavet og Stillehavet),
- De som har lavere konsentrasjoner av sjeldne jordarter.

I begge typer forekommer det i tillegg betydelig høyere innhold av både litium (20-80 ganger) og scandium (4-7 ganger) enn andre kjente forekomster.

Av elementene som finnes blant mineralforekomstene på norsk sokkel er kobolt, scandium, vanadium og de sjeldne jordartene å finne på EU-listen.

¹⁵ Den siste rapporten/oppdateringen omtales her: European Commission (2022): Critical raw materials: [Critical raw materials \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/euro-observatory/en/critical-raw-materials)



Figur 7-2. Skjematisk framstilling av bruk av råvarer med indikasjon av nåværende tilbudsrisiko (supply risk) i utvalgte teknologier og sektorer. Kilde: European Commission (2020) Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU - a foresight study.

7.3 Framtidsmuligheter for norske aktører

Dersom havbunnsmineralvirksomhet etableres, vil muligheter for norske næringsaktører – og virkninger for Norge – være avhengig av utvinningsmetoder og -løsninger. Kunnskap om eksisterende næringsaktører og FoU-aktivitet i Norge samt innsikt i hva som vanligvis gir (ring-) virkninger i økonomien, gir et visst grunnlag for å vurdere mulige virkninger.

For å gjøre nærmere vurderinger av norske muligheter og mulige virkninger, er det nyttig å skille mellom og gjøre separate vurderinger for fem ulike kategorier av aktiviteter i verdikjeden for havbunnsmineraler:

- Leting og ressursvurdering/-planlegging
- Utvinningskonsepter
- Vertikale transportsystemer
- Produksjonsstøttefartøy og transport/ilandføring
- Prosessering

Det foregår aktivitet som kan gi grunnlag for videre utvikling av norsk næringsaktivitet innenfor *alle* disse kategoriene. Det er ikke selvsagt for et lite land når det gjelder en mulig næringsaktivitet som vil foregå i et globalt marked og med internasjonal konkurranse. De brede norske mulighetene kommer av *kombinasjonen* av en sterk posisjon innenfor olje og gass og lange tradisjoner innen bergverks- og smelteverksindustri.

Til *leting* vil det brukes forskjellige metoder og teknologier for ulike typer forekomster, og det gjenstår utviklingsarbeid knyttet til letemetoder for *alle* typer forekomster. Norske forsknings- og kunnskapsmiljøer har også allerede deltatt i eller gjennomført leteaktivitet etter dagens metoder eller utviklet løsninger med autonome eller fjernstyrte fartøy til leting. Deler av kompetanse fra

leting knyttet til olje og gass kan være overførbare her. Dette tilsier at det er et grunnlag for mulig videreutvikling av norsk aktivitet og dermed mulige virkninger for norsk økonomi knyttet til leting.

Ressursplanlegging kan oppfattes å gjelde mer enn bare direkte leting etter mineralforekomster. Kartlegging av havbunnsmiljø og -geologi samt utvikling av kunnskap om hvordan eventuell aktivitet på havbunnen kan påvirke økologien på havbunnen og/eller i havet, er også relevant å nevne her. Slik aktivitet danner grunnlag for en videre, mulig virkning som handler om økt kunnskap om norske havressurser. Økt kunnskap kan bidra til bedre forvaltning av norske havområder.

Konsepter knyttet direkte til utvinning vil være satt sammen av ulike typer utstyr, komponenter og løsninger for å bryte, løse eller fragmentere materialet fra havbunnen. Internasjonalt har det blitt utviklet konsepter med forholdsvis høy modenhetsgrad (utprøvd i relevant miljø). Norske aktører har hittil ikke vært med på utvikling av konseptene som framstår som mest modne for havbunnsmineralutvinning per i dag, men enkelte norske aktører har forholdsvis modne løsninger som kan videreutvikles og tilpasses utvinning fra havbunnen. Disse aktørene er i all hovedsak tilknyttet virksomheter som er rettet inn mot olje og gass. Til utvikling og produksjon av relevante konsepter og utstyr til utvinning fra havbunnen, kan norske aktører bygge opp kompetanse og skape et grunnlag for framtidig næringsaktivitet/-virksomhet. Det gjelder også som eventuelle underleverandører av spesialisert utstyr og verktøy som inngår i mer helhetlige konsepter.

Erfaring, kompetanse og deler av eksisterende løsninger innenfor *vertikale transportsystemer* for olje- og gassvirksomhet vil kunne være delvis overførbare til utvikling av relevante løsninger for havbunnsmineralutvinning. Det vil likevel være et betydelig behov for spesialtilpasning. Her vil norske aktører også ha kompetanse som kan gi grunnlag for konkurransedyktig næringsaktivitet.

Bygging eller tilpasning av skip, fartøy og innretning for ulike typer virksomheter er en typisk aktivitet for norske verft, som er og lenge har vært konkurransedyktige i det internasjonale markedet. Norske verft vil derfor også kunne framstå som aktuelle leverandører for utvikling og produksjon av relevant *produksjonsstøttefartøy* eller andre større innretninger/utstyr i framtiden.

Prosessering av mineraler er en kjent, eksisterende næringsaktivitet. Grunnleggende kunnskap om og kompetanse innenfor prosesseringsløsninger for landbasert utvinning vil være direkte overførbare her. Av den grunn stiller ikke eventuell prosesseringsvirksomhet samme krav om nødvendig utviklingsarbeid som for andre deler av verdikjeden for havbunnsmineralutvinning.

Mulige utvinningssteder på norsk sokkel ligger så langt fra land at geografiske forskjeller mellom europeiske, amerikanske og kanadiske regioner ikke antas å utgjøre en avgjørende faktor i de totale transportkostnadene. For næringen vil det kunne være positivt (kostnadsbesparende) å kunne bruke eksisterende infrastruktur/anlegg for prosessering, men det er ikke gitt at eksisterende anlegg er dimensjonert for å kunne ta imot mengder av malm hvis havbunnsutvinning blir betydelig.

7.4 Mulige virkninger på arbeidsmarkedet og innen næringsutvikling

En industrialisering av marine mineraler vil kreve en helhetlig verdikjede:

- Forretnings- og leveransemodellene for marine mineraler antas å være sammenliknbare med olje og gass
- Utvinning av havbunnsmineraler er en umoden industri med foreløpig lite standardisering. Utforskning og utstyr for de ulike typene av mineralavsetninger (sulfider, skorper og noder) vil være ulik, og det er derfor mange parametre og konsepter som må vurderes fortløpende.

- Kommersialisering av havbunnsmineraler antas å kreve store investeringer, høy kompetanse, og innovasjon innen teknologiske løsninger. For å få en inngang til havbunnsmineraler, kan det derfor bli nødvendig for bedrifter å inngå samarbeid.

I en fase hvor tyngden av havbunnsmineralvirksomhet er knyttet til FoU, vil virkninger for arbeidsmarkedet i Norge være beskjedne, da omfanget av aktiviteten vil være begrenset. FoU-aktivitet rettet mot havbunnsmineraler vil likevel kunne bidra til oppbygging av norsk kompetanse innen enkelte felt/fagområder. Relevant aktivitet i en utviklingsfase vil i all hovedsak utføres av folk med spisskompetanse innenfor deler av ingeniørfag, geologi og geovitenskap, marinbiologi og marinøkologi.

Det antas at arbeidstakere som opparbeider kompetanse innen disse fagområdene pga. havbunnsrelatert forskning eller leteaktivitet, vil kunne settes inn i andre typer næringer hvis det ikke er umiddelbar videre bruk for deres kompetanse innenfor havbunnsmineralvirksomhet. Det tilsier at eventuelle (negative) fortrenningseffekter knyttet til bruk av arbeidskraft i utviklingsfasen vil være marginale.

Når havbunnsmineralutvinning etableres kommersielt, vil den nye næringen ha et behov for kompetent arbeidskraft for å kunne vokse seg til å være en tydelig kraft i norsk økonomi. Det gjelder også for eventuelle underleverandører. Deler av kompetansen Norge har i dag fra blant annet petroleumsnæringene, gruveaktivitet på land, verftsindustrien og rederivirksomhet, er overførbar til den nye næringen og/eller til aktiviteter som utføres av relevante underleverandører. Samtidig vil aktører innen havbunnsmineralvirksomhet også måtte konkurrere om kompetanse og arbeidskraft mot etablerte næringer med lignende eller overlappende kompetansebehov i Norge.

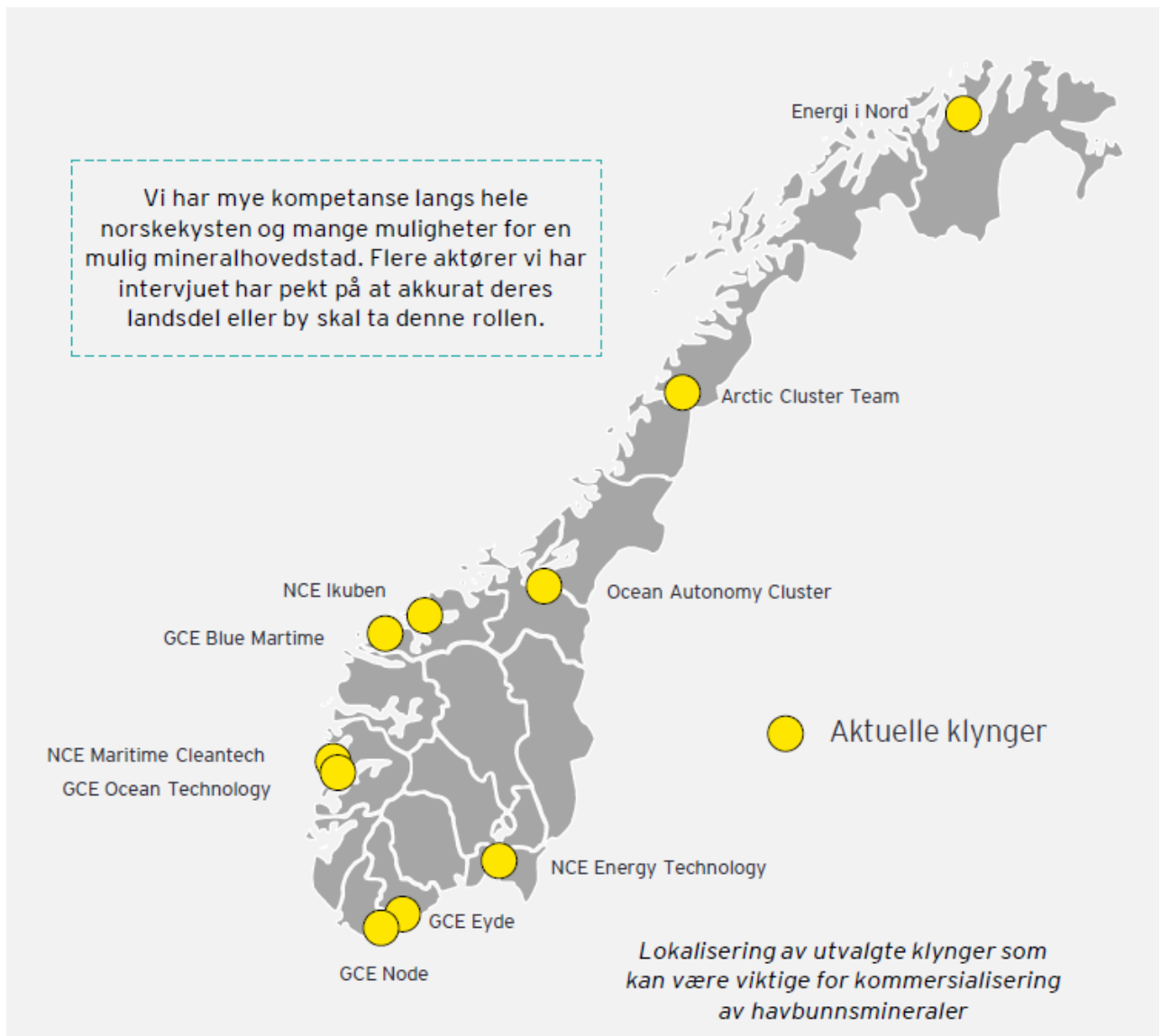
7.5 Mulige konsekvenser for regional utvikling

FoU-aktivitet forventes i hovedsak å foregå i byregioner med forskningsinstitusjoner hvor det er mulig å få tak i spisskompetanse innenfor flere relevante felt. Det vil kunne skape en situasjon med opphoping av visse kompetansemiljøer eller «klynger» i utvalgte byregioner i landet. Næringsklyngene er drivere for kompetansedeling og innovasjon innen de havbaserte næringene.

Dette kan føre til at eventuelle kommersielle utvinningsaktører vil se en fordel av å være lokalisert i nærheten av disse «klyngene». Det vil også kunne gjelde for noen typer underleverandører som kan dra nytte av samlokalisering og kunnskapsutveksling blant aktører som tilhører samme verdikjede.

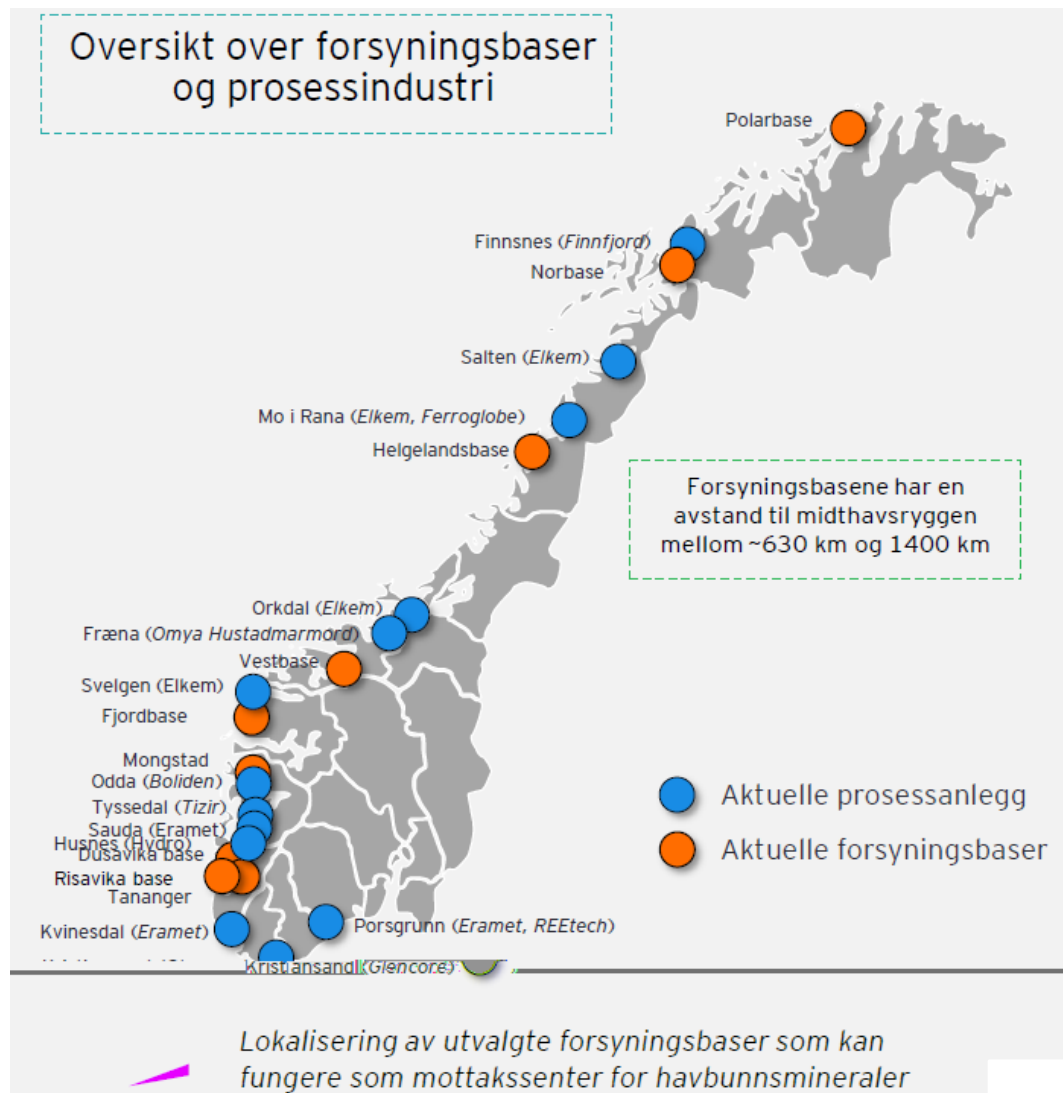
Likevel vil også andre faktorer som påvirker lokaliseringsbeslutninger gjøre seg gjeldende etter hvert som næringen ev. nærmer seg kommersialisering. Da vil det kunne bli gunstig for relatert aktivitet å lokalisere seg i nærheten av ledig og kompetent arbeidskraft, det som trengs av immobil infrastruktur og ev. også relevante underleverandører.

Norge har relevant kompetanse spredt over hele landet (Figur 7-3).



Figur 7-3. Kompetanse og innovasjonsmiljøer spredt over hele landet. Kilde: Ernst & Young

Norsk verftsindustri er en etablert næring i Norge og er samtidig blant de eksisterende norske næringene som kan være relevant som underleverandør til havbunnsmineralvirksomhet. Dette er en type aktivitet med høye krav til fysisk kapital/infrastruktur og etablerte miljøer som driver med innovasjon og utviklingsarbeid. Det er derfor grunn til å forvente at eksisterende lokaliseringer vil være mer aktuelle enn oppbygging av nye virksomheter/lokaliseringer når det gjelder eventuell verftsaktivitet rettet mot havbunnsmineralvirksomhet (Figur 7-4).



Figur 7-4. Oversikt over forsyningsbaser og prosessindustri. Kilde: Ernst & Young

Sjøtransport er en opplagt løsning for innkommende malm (transport fra utvinningsstedet). Prosessering i nærheten av egnede havner vil kunne være en fordel. Det er per i dag mange steder i Norge med enten fungerende havner eller muligheter for utbygging av egnede kai-/havneområder. Andre faktorer som tilgang til arbeidskraft/kompetanse samt kraftforsyning vil derfor trolig være avgjørende for om det etableres prosessering i Norge og hvor i landet.

8 Miljømessige virkninger

Akvaplan-niva/IKM Acona (Larsen m.fl., 2022) har utredet antatte virkninger utvinning av havbunnsmineraler kan ha for miljø og andre næringer. Denne studien danner grunnlaget for foreliggende kapittel. For vitenskapelige referanser henvises det til grunnlagsrapporten fra Akvaplan-niva /IKM Acona.

8.1 Tilnærming og metode

Vurdering av virkninger på naturforhold og miljø er gjort på et generelt grunnlag, relatert til ressurstype (sulfider eller manganskorpe), ulike typer av teknologiske løsninger for utvinning (og leting) og tilhørende aktivitet¹⁶. Denne tilnærmingen er valgt for å dekke mulighetsrommet innen teknologier og omfang av virksomhet, og for samtidig å ta hensyn til den variasjonen som finnes i utredningsområdet når det gjelder naturressurser og miljøforhold, beskrevet i kapittel 6.

For å avdekke faktiske eller mulige virkninger og konsekvenser av en påvirkning, må man ha kunnskap om påvirkningen, kunnskap om hvilke miljøverdier (arter eller økosystem) som kan påvirkes, samt kunnskap om de enkelte miljøverdiens sårbarhet for denne påvirkningen. Miljøkonsekvensen av en aktivitet er summen av alle påvirkningene som aktiviteten representerer på alle typer ressurser, bestander og økosystemprosesser.

I arbeidet med forvaltningsplanen (Meld. St. 20 (2019-2020)) er det utviklet et verktøy for utredning og vurdering av virkninger, med tilhørende begrep og definisjoner, og det er utviklet indikatorer som overvåkes for å fange opp virkninger av en rekke miljøpåvirkninger. Dette rammeverket er lagt til grunn også for foreliggende konsekvensutredning, herunder for begrepene påvirkning, miljøverdi og sårbarhet. Vurdering av virkninger av havbunnsmineralvirksomhet for naturforhold og miljø er gjennomført i tre trinn:

1. Etablere oversikt over mulige påvirkningstyper på ulike miljøverdier/miljøressurser ved ulike aktiviteter
2. Gjøre rede for miljøverdiens sårbarhet for de ulike påvirkningstyper
3. Vurdering av miljøkonsekvens

8.1.1 Typer og omfang av påvirkning

Vurdering av konsekvenser av påvirkninger er gjennomført i henhold til fastsatt program for konsekvensutredning, herunder innspill fremkommet gjennom høringen av programforslaget og baserer seg på eksisterende kunnskapsgrunnlag. Begrepet 'påvirkning' er beskrevet i faktaboksen.

For hver hovedtype av påvirkning finnes det en eller flere påvirkningsmekanismer for ulike naturverdier. Dette er angitt i Tabell 5.

Påvirkning: En ytre forandring i levestandard (temperatur, oksygeninnhold, pH, lys eller konkurranse) som medfører respons hos en organisme. Eksempler på påvirkninger er fysisk respons på f.eks. utslipp av partikler, kjemikalier og metaller, undersjøisk støy, vibrasjoner, kunstig lys og introduserte arter. Ulike arter og livsstadier har ulik reaksjon på samme påvirkning, og påvirkninger kan også forsterke effektene av hverandre. Graden av respons kan variere fra passiv registrering av forandringen uten reaksjon, til mottiltak (f.eks. økt respirasjon, flukt eller aktiv motstand mot en predator).

Hver enkelt aktivitet ved utvinning av mineraler på havbunnen kan føre til ulike påvirkninger på økosystemet. For de fleste påvirkninger er det i den praktiske forvaltningen mulig å gjøre avbøtende tiltak. Det er derfor viktig å kjenne til og beskrive de ulike miljøverdiens sårbarhet for den enkelte påvirkning (modifisert etter definisjon fra Faglig Forum).

¹⁶ Ressursgrunnlaget er omtalt i kapittel 4 og teknologistatus er beskrevet i kapittel 5.

Tabell 5. Påvirkning, aktiviteter og miljøverdier som er vurdert for havbunnsmineralvirksomhet. Kilde: Akvaplan-niva/IKM Acona (Larsen m.fl., 2022).

Påvirkning	Aktivitet/kilde	Miljøverdi
Fysisk påvirkning på bunnhabitat og organismer	Fjerning av habitat og organismer ved ekstraksjonsvirksomhet. Deponering (mellomlagring) av overdekningssediment før ekstraksjon. Inntak av vann til løftesystem («bifangst» ved innsuging).	Bunnsamfunn
Endringer i geokjemiske og fysiske egenskaper på havbunnen	Ved stikkprøvetaking ved leting. Ekstraksjon fra havbunnen. Bunnmodifikasjoner ved rehabilitering.	Bunnsamfunn
Spredning av partikler i vannmassen	Stikkprøvetaking av bunn ved leting. Utslipp av returvann ved avvanning. Bunnaktivitet ved ekstraksjon fra havbunnen. Bunnmodifikasjoner ved rehabilitering.	Bunnsamfunn Fisk Plankton
Tildekking av organismer ved partikkelavsetning på havbunn	Stikkprøvetaking av bunn ved leting. Utslipp av returvann ved avvanning. Bunnaktivitet ved ekstraksjon fra havbunnen. Bunnmodifikasjoner ved rehabilitering.	Bunnsamfunn
Eksponering for metaller	Fragmentering/knusing av malm under ekstraksjon. Utslipp av returvann ved avvanning.	Fisk Plankton Sjøpattedyr
Eksponering for kjemikalier	Utslipp av returvann ved avvanning. Utslipp av kjølevann fra produksjonsenhet.	Plankton Fisk Sjøpattedyr
Støy, vibrasjoner og lys	ROV/AUV ved leting og utvinning. Havbunnsutstyr/maskiner på havbunn ved utvinning og avslutning. Overflatefartøy ved leting, utvinning og avslutning.	Fisk Sjøpattedyr Sjøfugl
Introduksjon av fremmede arter	Flytting mellom lokasjoner med ulik fauna (påvekst på skipsskrog og bunnutstyr). Utslipp av ballastvann.	Bunnsamfunn Plankton
Energiforbruk og klimagassutslipp	Drivstofforbruk med utslipp av CO ₂ , NO _x , nmVOC og SO _x fra støttefartøy, produksjonsenhet, eksportfartøy ved leting, utvinning og avslutning.	Atmosfære

Omfang av påvirkning avhenger blant annet av type aktivitet (leting, utvinning), ressurs som skal utvinnes (sulfider, manganskorper) og utvinningsløsning (teknologisk konsept). Leting vil generelt bare medføre et lite fysisk inngrep og vil være en kortvarig aktivitet. Noe forenklet er det antatt at utvinning av sulfider kan omfatte et areal på 0,2-0,5 kvadratkilometer per forekomst, mens utvinning av en manganskorpeforekomst kan ha et areal i størrelsesorden 20 kvadratkilometer. Varigheten av utvinning fra en forekomst i denne størrelsesorden kan antas til ett til tre år. Utvinningsenheten kan deretter tenkes å bli flyttet til en ny forekomst i ukjent avstand til opprinnelig utvinningslokalitet.

8.1.2 Miljøverdiers sårbarhet for ulike påvirkningstyper

Faglig forum bruker samlebegrepet *miljøverdi* om økosystemkomponenter eller grupper av disse. Sårbarhet og konsekvenser er beskrevet og vurdert for følgende miljøverdier:

- Bunnsamfunn
- Plankton
- Fisk
- Sjøpattedyr
- Sjøfugl

Miljøverdiene i utredningsområdet er beskrevet i grunnlagsrapporter for naturtyper og bentiske økosystemer (Universitetet i Bergen (Pedersen m.fl. 2021)), det pelagiske økosystem (Havforskningsinstituttet (Kutti m.fl. 2021)) og sjøfugl (Norsk polarinstitutt (Strøm m.fl. 2021)), og oppsummert i kapittel 6.1. Det henvises til grunnlagsrapportene for utfyllende informasjon om miljøverdiene utbredelse og status i utredningsområdet.

Sårbarhet er i forvaltningsplanene definert som en art eller naturtypes iboende evne til å opprettholde sin naturtilstand i møte med en eller flere ytre påvirkninger, uavhengig av om påvirkningen finnes eller ikke. Sårbarhet sier noe om evne (eller manglende evne) til å tåle påkjenninger og stress som kan føre til skade. Sårbarhet er bestemt av egenskaper, levemåte, regenerasjonsevne ved skade, om bestanden er livskraftig, dens spredningsevne mm. Sårbarhet kan beskrives på individnivå, populasjonsnivå og samfunnsnivå. Sårbarhet kan også være knyttet til livsstadium. For eksempel, tidlige livsstadier (egg og larver) er mer individuelt sårbare enn voksne individer (Faglig forum).

Det er sparsomt med data og kunnskap om utbredelse og sårbarhet av arter, naturtyper og habitater i dyphavsområdene. Der slik kunnskap finnes, er kjente grenseverdier for effekter av påvirkning benyttet i vurderinger av sårbarhet. Hvor spesifikk kunnskap om grenseverdier for effekter på miljøverdier i utredningsområdet mangler, er det gjort vurderinger basert på grenseverdier for referanseorgansimer. Her er eksempelvis erfaringer fra fysisk håndtering av borekaks i petroleumsindustrien, mudring og deponering av gruveavgang (finmalt stein som blir igjen etter at mineralene er hentet ut av malmen) vurdert som viktige kilder til kunnskap om miljøverdiene sårbarhet for påvirkninger fra havbunnsmineralvirksomhet.

Ved vurdering av sårbarhet for habitat og fauna tilknyttet sulfidforekomster og sjøfjell med manganskorper er kriterier fra den internasjonale biomangfoldskonvensjonen EBSA¹⁷ (*Ecologically or Biologically Significant Marine Areas*) lagt til grunn (Tabell 6).

Tabell 6. Kriterier fra EBSA (*Ecologically or Biologically Significant Marine Areas*) med beskrivelser av kriteriekrav for sårbarhet (Kilde: Havforskningsinstituttet/Eriksen m.fl. 2021).

Nr	Kriterium	Beskrivelse
1	Unikhet/sjeldenhet	Området inneholder enten (i) unike ("den eneste av sitt slag"), sjeldne (opptrer kun i få lokaliteter) eller endemiske arter, populasjoner eller samfunn, og/eller (ii) unike, sjeldne eller distinkte habitater eller økosystem; og/eller (iii) unike eller uvanlige geomorfologiske eller oseanografiske egenskaper
2	Livshistorisk viktige	Områder som kreves for at en populasjon skal overleve eller trives
3	Viktighet for truede eller nedadgående arter og/eller habitater	Område som inneholder habitat for overlevelse og restitusjon av truede eller nedadgående arter eller områder med betydelig ansamling av slike arter
4	Sårbarhet, skjørhet, følsomhet eller lav restitusjonsevne	Områder som inneholder en relativt høy andel av følsomme habitater, biotoper eller arter som er funksjonelt skjøre (høy sjanse for forringelse eller utryddelse ved menneskelig aktivitet eller ved naturlige hendelser) eller med sen restitusjon
5	Viktighet for biologisk produktivitet	Området inneholder arter, populasjoner eller samfunn med relativt høyere naturlig biologisk produktivitet
6	Viktighet for biologisk mangfold	Området inneholder relativt høyere mangfold av økosystemer, habitater, samfunn eller arter eller har et høyere genetisk mangfold
7	Naturlighet	Område med en relativt høyere grad av naturlighet som følge av mangel på eller lavt nivå av menneskeskapte forstyrrelser eller forringelse

¹⁷ <https://www.cbd.int/ebsa/resources>

Konnektivitet

Habitat med abiotiske miljøforhold som er annerledes enn omgivelsene forekommer geografisk spredt (f.eks. varme kilder). Dette medfører at nyrekruttering av endemiske arter må skje mellom geografisk isolerte bestander. Begrepet konnektivitet beskriver i hvilket omfang habitat med sammenlignbare levetilstander for en gitt art er adskilt av eksempelvis geografiske (avstand) eller fysiske (strømretning) forhold som begrenser utveksling av individ. Nærmeste sammenligning kan være isolerte øygrupper i de store oseanene, eller isolerte mindre vann eller dammer uten fysisk forbindelse i form av bekker eller vassdrag på land.

Lav konnektivitet medfører at arter har vanskeligere for å spre seg til og kolonisere egnet habitat, mens høy konnektivitet gjør at arter enkelt kan kolonisere egnet habitat og øke sitt utbredelsesområde. Fastsittende organismer er avhengig av frittsvømmende larvestadier for å spre seg til nye habitat. Lav konnektivitet medfører endemisme og over tid utvikling av nye arter. En kan si at habitat som har lav konnektivitet har høy sårbarhet på grunn av artenes begrensede evne til å gjenetablere seg etter en forstyrrelse.

8.1.3 Vurdering av miljøkonsekvenser

Vurderinger av konsekvenser er basert på varighet, styrke og romlig utbredelse av påvirkningen. Det er gjort estimater for romlig utbredelse (effektområder) basert på antagelser om arealbruk som presentert over, samt kunnskap om spredning og kjente grenseverdier for effekter av påvirkningen på miljøverdier der det finnes.

Vurdering av konsekvenser ved eksponering for partikler som spres i vannsøylen og sedimenterer er basert på erfaringer fra studier utført i forbindelse med petroleumsvirksomhet, sjødeponering av gruveavgang fra landbasert mineralutvinning, og pilotstudier og modellering av utstrekning av partikkelskyer fra internasjonale havbunnsmineralprosjekter. Avstander for sedimentering (avsetning, deponering), tykkelse og konsentrasjoner av partikler i vannmassen vil avhenge av tekniske løsninger og miljøforholdene på utvinningslokaliteten. Grad av miljøkonsekvens vil i stor grad være prosjektspesifikk. En del av pilotstudiene internasjonalt gjelder for utvinning av mangannoduler. Erfaring herfra er overført til utvinning av manganskorper og sulfider innenfor utredningsområdet der det er vurdert å være relevant.

For vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser fra havbunnsmineralvirksomhet i utredningsområdet er vurderingsskala fra Faglig forum for norske havområder (2019) lagt til grunn. Konsekvens, varighet og romlig utbredelse av ulike påvirkninger vurderes mot fem konsekvensnivå: ingen, liten, middels, stor eller kunnskapsmangler. Vurderingsskala er presentert i Tabell 7. Nedenfor er det gitt forklaring på hvordan skalaen er brukt.

Varighet: Konsekvensnivået av en påvirkning (på en miljøverdi) bestemmes også av miljøverdiens evne til restitusjon tilbake mot tilstanden som den var i før påvirkningen. Det er imidlertid ikke alltid at restitusjon medfører at et habitat eller en ressurs kommer til å opptre i samme tilstand eller antall som før påvirkningen. Det er i liten grad kunnskap om utbredelse av naturtyper og sårbare miljøverdier i utredningsområdet. Restitusjonstid etter påvirkning er vurdert for typisk fauna for de vurderte naturtypene. For vurdering av fysisk påvirkning og spredning av partikler er det lagt til grunn at naturtypene sjøfjell med assosiert fauna og hydrotermale organismesamfunn er til stede ved aktuelle utvinningslokaliteter. Flere av miljøverdiene som forekommer i disse naturtypene antas å ha lang restitusjonstid, pga. lav konnektivitet og/eller saktevoksende habitatformede organismer som koraller (stein- og bløtkoraller), store svamper og svampegrunn, og dette er lagt til grunn ved vurdering av varighet av disse påvirkningstypene.

Restitusjonstid vurderes uten hensyn til avbøtende tiltak. I tillegg til varighetsskalaen i Tabell 7 skilles det mellom irreversible og bestands- eller økosystemrelaterte virkninger for påvirkning med langsiktig varighet.

Romlig utbredelse: Da det ikke finnes detaljert kunnskap om hvilke organismer som forekommer i ulike deler i utredningsområdet, er det ved vurdering av romlig utbredelse ved fysisk påvirkning og spredning av partikler lagt til grunn sårbare *områder* (naturtypene sjøfjell og assosiert fauna og hydrotermale organismesamfunn) og ikke bestander eller årsklasser av enkeltarter. Det er ikke definert totalt mulig arealbruk for havbunnsmineralvirksomhet og det foreligger heller ikke kunnskap om hvor stort samlet areal som dekkes av henholdsvis manganskorper og sulfidsystemer med assosierte organismesamfunn. Ved vurdering av romlig utstrekning av påvirkningene er enheten det vurderes mot derfor *ett* sjøfjell eller sulfidsystem og ikke *totalforekomst* av disse naturtypene i utredningsområdet. Det innebærer at vurderingene er konservative og at prosjektspesifikke konsekvensvurderinger senere kan konkludere med lavere konsekvensnivå basert på stedsspesifikke kartlegginger og registreringer.

Tabell 7. Vurderingskala for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser fra Faglig forum (2019).

Konsekvensnivå	Ingen	Liten	Middels	Stor	Kunnskapsmangler
Konsekvens	Ingen påvisbar	Påvisbar konsekvens	Påvisbar konsekvens	Påvisbar konsekvens	Vesentlige kunnskapsmangler gjør det umulig å vurdere konsekvens
Varighet		Kort varighet	En viss varighet, dvs. mindre enn en generasjon (for en organisme), eller mindre enn en naturlig syklus (for et system)	Langsiktig; dvs. mer enn en generasjon eller syklus påvirket	
Romlig utbredelse		Liten del av bestand /område	Betydelig andel av bestand, årsklasse, system eller område påvirket	Stor andel av bestand, område eller årsklasse påvirket	

For vurdering av samvirkende eller kumulative effekter er metoden foreslått av Faglig forum (Klif 2011) benyttet. Metoden som den fremstår per nå er basert på additive miljøvirkninger, dvs. summen av de individuelle effektene. Synergistiske eller antagonistiske effekter er ikke inkludert siden eksisterende metoder gir for store usikkerheter når disse tas med.

Usikkerhet forstås i en risikofaglig kontekst som det å ikke vite sann verdi av en størrelse eller fremtidige konsekvenser av en aktivitet. Konsekvensutredning som verktøy til å forutsi virkninger er beheftet med usikkerhet. Dette gjelder også i foreliggende studie. Dyphavet er lite kartlagt, og dagens kunnskap om en rekke egenskaper ved både havbunnsmineralvirksomhet og miljøverdiene som kan påvirkes er svært sparsom. Det innebærer at det er lagt til grunn antakelser om både selve aktiviteten og tilstedeværelse av miljøverdier og deres sårbarhet i utredningen. Usikkerhet og kunnskapsmangler knyttet til virksomheten og miljøverdier er belyst for de ulike utredningstema. Der det er stor usikkerhet, vil videre kunnskapsinnhenting før eventuell igangsetting av virksomhet i utredningsområdet kunne bidra til å gi mer presise beskrivelser av mulige virkninger av aktuelle påvirkninger¹⁸. Kunnskap kan frembringes gjennom forskning eller gjennom kartlegging/forundersøkelser før virksomhet igangsettes.

¹⁸ Havbunnsmineralloven § 4-4 *Plan for utvinning av mineralforekomster* stiller krav til prosjektspesifikke konsekvensutredning. Lokal kunnskapsoppbygging vil være en del av en slik konsekvensutredning.

Usikkerhet kan også påvirke konsekvensvurderingsmetodens egnethet, der eksempelvis manglende kunnskap om arters generasjonstid eller livssyklus i et miljø dominert av konstant lave temperaturer og fravær av dagslys gjør det utfordrende å vurdere restitusjon og gjenetablering etter en påvirkning. Det er valgt å benytte metoden utviklet av Faglig Forum uten modifikasjoner eller justeringer for denne typen forhold (Tabell 7).

8.2 Virkninger for naturforhold og miljø

Virkninger av havbunnsmineralvirksomhet for henholdsvis sulfider eller manganskorper er vurdert for ulike aktivitetsfaser, henholdsvis leting, utvinning og avslutning. I kapittel 5.1 er det gitt en beskrivelse av verdikjeden for havbunnsmineraler og hva som er omfattet av konsekvensutredningen. Dette er generelt knyttet til aktiviteter til havs, inkludert transport. Aktiviteter på land er i mindre grad belyst (jf. kapittel 5.1.3/5.1.4), da disse ikke er vurdert å være spesielt annerledes for havbunnsmineraler sammenlignet med andre kilder for mineraler, samt at disse også i stor grad vil være stedsspesifikke. En del betraktninger rundt dette tema er imidlertid gjort i grunnlagsstudien (Larsen m.fl., 2022).

Dyphavsområdene i utredningsområdet er lite kartlagt og undersøkt. Det er følgelig kunnskapsmangler knyttet til faunasammensetning og organismenes sårbarhet for påvirkning fra havbunnsmineralvirksomhet og restitusjonspotensiale etter skade. Dette medfører at det er usikkerhet tilknyttet vurdering av konsekvenser for flere av påvirkningene fra havbunnsmineralvirksomhet.

8.2.1 Fysisk påvirkning

Områdene langs AMOR er seismisk og vulkansk mer aktive enn bløtbunnslettene i større avstand fra de tektoniske bruddsonene. Jordskjelv og vulkanutbrudd på sjøbunnen fører til naturlige påvirkninger av bunnhabitat og bunnorganismer. Uten at det foreligger tallgrunnlag for å kvantifisere dette må det antas at naturlige påvirkninger på bunnmiljøet langs AMOR inntreffer hyppigere enn i mer fjerntliggende områder, og at påvirkning fra mineralvirksomhet da kan skje i områder der naturlig påvirkning på bunnmiljøet ikke er unormalt.

Leteaktivitet med fysisk prøvetaking vil medføre et avtrykk på havbunnen som er svært begrenset, herunder plassering av utstyr. Dette antas avgrenset til noen meter til titalls meter per prøvepunkt. Selv om dette kan representere langvarige eller irreversible inngrep, er omfanget vurdert som så lite at dette ikke vil medføre nevneverdige miljøvirkninger utenfor selve prøvetakingsområdet. For leteaktivitet er konsekvensnivået vurdert å være i kategori «liten» på grunn av kort varighet av aktiviteter og lite berørt område. Tilsvarende er vurdert for avslutning og ev. opprydding, men lokalitetsspesifikke forhold kan medføre andre vurderinger. Opprydding på havbunnen etter endt produksjon kan bestå av refordeling av hauger av omflyttet bunnmateriale, med hensikt å stimulere en raskere naturlig restitusjon av habitat der dette på forhånd er vurdert hensiktsmessig.

Ved utvinning av sulfider eller manganskorpe vil den direkte ekstraksjonsvirksomheten påvirke havbunnen på lokaliteter der malm graves eller skaves bort. Også omflytting av bunnsediment som er avleiret oppå kommersielt interessante forekomster av sulfidmalmer, og etablering av eventuelt mellomlager for malm i påvente av vertikaltransport til overflateenhet, vil påvirke bunnhabitatet. Inntak av vann nær havbunnen som transportmedium for vertikaltransport av malm vil kunne medføre at organismer suges inn og følger med materialstrømmen til overflateenheten.

Som omtalt tidligere, ventes arealet berørt per forekomst som forskjellig mellom sulfider og manganskorper. Disse fysiske forstyrrelsene fører til endringer av havbunnens topografi og sammensetning, og utgjør en påvirkning på bunnhabitat.

Fysiske og geokjemiske påvirkninger på selve havbunnen som følge av utvinning av sulfidmineraler er vurdert å gi virkninger av en viss varighet, men påvirker en liten del av bestandenes utbredelsesområde. Påvirkningen er vurdert å være på konsekvensnivå «liten» til «middels» (jfr. Tabell 7).

Fysiske påvirkninger på selve havbunnen som følge av avskaving av manganskorpe medfører ikke endret habitattype. Konsekvensnivået er vurdert å være "middels" da det er betydelige arealer av en enkeltforekomst (et enkelt sjøfjell) som kan berøres. Påvirkningen er langvarig, men reversibel da habitattypen ikke ventes å bli endret og de fysiske forholdene for påleiring av nye manganskorper fortsatt er tilstede.

Et forhold som er spesielt vurdert er dannelse av partikkelskyer. Dette vil medføre fysisk påvirkning på bunnhabitatet når partiklene synker ut og sedimenterer på havbunnen. Partikkelskyer er for øvrig omhandlet i neste delkapittel.

Fysisk påvirkning på habitat og fauna tilknyttet manganskorper

Teknologien for utvinning av manganskorpe er foreløpig usikker, men det antas at fysisk avskaving vil foregå med et mobilt utstyr som borer eller sager malmen ut av forekomstens overflate.

Fysisk fjerning av manganskorper medfører fjerning av hardbunnsorganismer som lever på substratet og deres habitat. Fjerning av organismenes habitat medfører tap av berørte individ. Uttak av manganskorper fra harde overflater fra sjøfjell ventes ikke å endre de overordnede strømforholdene langs bunnen og fjellsidene, slik at det antas at substratet som eksponeres etter avskaving av de mineralholdige overflatelagene, har tilsvarende hardhet og egnethet for rekolonisering som før aktiviteten. Vannstrømmene ventes fortsatt å fjerne finere partikler slik at det ikke oppstår en ny type habitat som følge av utvinningen. Påvirkningen kan dermed karakteriseres som reversibel.

Substratet vil være tilgjengelig for rekolonisering straks etter opphør av uttaket, da det ikke er antatt å være løsmasser å omfordele (disse er ført bort med havstrømmene), men kun bart fjell etterlatt. Fysisk fjerning av manganskorper fra sjøfjell er likevel vurdert å kunne gi påvirkning av langsiktig varighet ved at typiske organismer som utgjør habitat og leveområder for assosiert fauna, som f.eks. svamp og koraller, vokser sakte og har lang restitusjonstid. Det er også usikkerhet knyttet til rekrutteringspotensiale, om nyrekruttering skjer fra samme sjøfjell eller fra nærliggende sjøfjell. Siden det ikke finnes detaljert kunnskap om hvilke organismer som forekommer ved sjøfjell i ulike deler av utredningsområdet, er det gjort en konservativ vurdering basert på mulig tilstedeværelse av slik fauna. Dersom kartlegging viser at en aktuell utvinningslokalitet ikke rommer fauna med antatt lang restitusjonstid, vil påvirkningen kunne være av kortere varighet.

Det er usikkerhet knyttet til den romlige utbredelsen ved de fysiske påvirkningene, da det ikke foreligger kunnskap om totalt areal for hardbunns habitat på og ved aktuelle manganskorpeforekomster på sjøfjell i utredningsområdet. Ved vurdering av romlig utstrekning av påvirkningen, er enheten det vurderes mot derfor *ett* sjøfjell (antatt til 20 kvadratkilometer per utvinningslokalitet) og ikke *totalforekomst* av slike i utredningsområdet. Påvirkningen ved fysisk fjerning av manganskorper er samlet konservativt vurdert å ligge på konsekvensnivå «stor» for det aktuelle sjøfjellet (jfr. kategoriene i Tabell 7). Fjerning av skorper i denne størrelsesorden vurderes å kunne gi lokale økosystemrelaterte virkninger siden fauna som berøres antas å utgjøre viktige oppvekst- og leveområder for andre organismer. Når det foreligger mer kunnskap om faunasammensetning og forekomst av sjøfjell i utredningsområdet, vil denne konklusjonen kunne endres.

Fysisk påvirkning på habitat og fauna tilknyttet sulfidforekomster

Sulfidmalm kan i prinsippet utvinnes fra områder med både aktive og inaktive forekomster. Det forventes imidlertid at de inaktive forekomstene vil være mest interessante, siden disse har hatt lengst tid til å påleire mineraler. Utvinning kan skje fra områder med inaktive skorsteiner som i varierende grad har blitt overdekket med marint sediment. Dette vil være habitat med karakteristika lik blandet/bløt bunn. Det foreligger enkelte studier av fysiske påvirkninger på bløtbunnsmiljø fra mer kystnære og grunnere deler av norsk sokkel, både fra petroleumsvirksomheten og fra sjødeponering av gruveavgang.

Eksperimenter med gruveavgang, som har en annerledes (finere) kornfordeling enn partikler som brytes og omflyttes på havbunnen, har dokumentert virkningsmekanismer og restitusjon. Det er mulig at reduksjonen i faunatetthet observert her skyldes en kombinasjon av toksiske effekter av metaller, uttynning av næringsgrunnlaget for bunnfaunaen og fysiske skader fra skarpkantede partikler. Tilsvarende virkningsmekanismer på bløtbunnsfauna er sannsynlig også ved havbunnsmineralvirksomhet, men i varierende omfang avhengig av utgangstilstand. Selve ekstraksjonen av sulfidmalm vil skje gjennom ulike former for knusing og oppsamling. Knusing og etablering av mellomagre for malm kan gi opphav til spredning av skarpkantede partikler. Omflytting av overdekningsmateriale vil føre til omfordeling av stedegne masser, og uten knusing eller bryting vil partikkelsammensetningen være uforandret.

I motsetning til manganskorpe vil sulfiduttak kreve varierende omfang av forbehandling av havbunnen i form av graving eller omflytting av marint sediment og ev. etablering av mellomager for både overdekningsmasser og ev. malm. Restitusjon vil ikke begynne umiddelbart etter at malm er ekstrahert, men må avvente at ev. mellomager er avviklet og det ikke lengre foregår fysisk aktivitet. Den fysiske påvirkningens rolle for utsatt oppstart av naturlig restitusjon kan være et moment som taler imot å tilbakefylle omflyttede sedimenter til groper og hulninger i havbunnen. Dette må vurderes for hver enkelt lokalitet i avslutningsplanen for aktiviteten.

Når en inaktiv sulfidforekomst med plateforflytningen gradvis beveger seg bort fra AMOR og langsomt tildekkes av sediment, oppstår det gradvis et bløtbunnsystem. Dette er en ensrettet prosess, og i kraft av økende avstand til de vulkanske områdene som ga opphavet til skorsteinene, kan det ikke gjenoppstå en aktiv sulfidforekomst (siden forutsetningen for et aktivt system ikke lengre er til stede i området). Restitusjon av et bløtbunnsområde forventes å være raskere enn for restitusjon av endemisk fauna knyttet til aktive system.

For nylig inaktive sulfidforekomster har avstanden til aktive kilder mye å si for i hvilken grad faunaen består av unik megafauna og endemiske arter, eller mer utbredt bløtbunnsfauna. Det er funnet endemiske arter ved nylig inaktive sulfidforekomster, men for både nylig inaktiverte sulfidområder og dypmarine bløtbunnsområder er kunnskapsmangel en utfordring for konsekvensvurderingene. I konsekvensvurderingene er det lagt til grunn at dyresamfunn ved inaktive kilder i kraft av høy konnektivitet gradvis vil bli dominert av bløtbunnsfauna som er lik omkringliggende områder.

Fysisk fjerning av inaktive sulfidsystemer er vurdert å gi påvirkning av kort varighet på grunn av rask restitusjon. Den romlige utbredelsen er vurdert å utgjøre en liten andel av område som har tilsvarende bløtbunnsfauna. Påvirkningen er derfor vurdert å være på konsekvensnivå «liten». Merk at konsekvensnivå «liten» gjelder dersom fauna ved inaktive kilder er utgjort av bløtbunnsfauna som ikke skiller seg fra omkringliggende områder. Det er usikkerhet knyttet til om det kan være unik fauna også ved inaktive kilder og det er derfor nødvendig med mer kartlegging og undersøkelser av dyresamfunn ved inaktive forekomster. For utvinningsaktivitet ved inaktive kilder må lokasjonsspesifikk kunnskap om fauna legges til grunn ved vurdering av konsekvenser.

Fysisk fjerning av aktive sulfidforekomster er vurdert å gi langsiktig påvirkning da naturtypen som fjernes kan ventes å bruke flere tiår på å komme tilbake til førtilstand. Påvirkningen vil være reversibel så lenge sulfidsystemet er aktivt og kildestrømmen fortsetter, men av ukjent varighet for gjenetablering av endemiske arter og samfunn. Som for vurderingen for manganskorper er det lagt til grunn konservative antakelser om tilstedeværelse av fauna i områder som ikke er kartlagt. Det gjelder også den arealmessige påvirkningen, der det heller ikke for sulfidforekomster foreligger kunnskap om totale uttaksmengder ved utvinning og forekomst av naturtypen innenfor utredningsområdet. Arealmessig forventes hele den økonomisk utvinnbare forekomsten å bli produsert per utvinningslokalitet. Dette vurderes som en stor arealmessig påvirkning. Påvirkningen er vurdert å være på konsekvensnivå «stor». Når det foreligger mer kunnskap om faunasammensetning og forekomst av sulfidforekomster i utredningsområdet vil denne konklusjonen kunne endres.

8.2.2 Spredning av partikler

Oppvirvling og spredning av partikler i forbindelse med prøvetaking ved leting og ved bunnoperasjoner ved avslutning vurderes å være av begrenset omfang, både hva gjelder mengde partikler som virvles opp og varighet av spredningen.

I forbindelse med utvinning er «partikkelskyer» relevant knyttet til selve ekstraksjonsaktiviteten, eventuelt forberedende arbeider med fjerning av naturlige sedimentlag, samt knyttet til ev. utslipp av returvann fra løfteprosessen.

Det er en rekke faktorer som påvirker spredning av partikler, hvor de viktigste er: (1) mengde partikler, (2) størrelse på partiklene¹⁹, (3) flokkulering (partikler som binder seg sammen), (4) plassering av utslippskilde i forhold til havdyp, (5) form og tetthet til partiklene, samt (6) hav- og bunnstrømmer og batymetri.

Slike forhold må vurderes for konkrete utvinningsprosjekter basert på utvinningsteknologi og lokale fysiske miljøforhold. For å kunne forstå de mer generelle forholdene rundt spredning av denne type partikkelskyer, er det imidlertid gjort vurderinger av internasjonale erfaringer for henholdsvis modellering og pilotforsøk for havbunnsmineralvirksomhet. Dette gjelder både for spredning av partikler i vannmassene og avsetning på havbunnen, for utvinning med bunnredskaper og returvann fra avvanning.

Konsentrasjonen av partikler i vannmassene vil avta gradvis ut fra utslippspunktet, avhengig av faktorene nevnt over. Det ventes større omfang av spredning etter avvanning enn fra selve mineralekstraksjonen, både i areal og vertikalt i vannsøylen. Litteraturgjennomgangen angir partikkelnivåer tilbake til bakgrunnsnivå i området mellom en og ti kilometer for ekstraksjon og potensielt betydelig mer fra returvann – avhengig av lokale forhold og volumer.

Avsetning av partikler på havbunnen vil også være størst rundt ekstraksjonslokaliteten ved utvinning – i størrelsesorden noen få til over ti kilometer, mens målbare avsetninger etter utslipp av returvann er angitt som beskjedne og generelt avgrenset til maksimalt noen få kilometer. Det understrekes at det er usikkerhet knyttet til dette, med store lokale og partikkelrelaterte forskjeller.

Det er ikke funnet grunnlag for å skille på konsekvenser ved partikkelspredning mellom utvinning av manganskorpe og sulfider, men det er antatt at sedimentfluks ved utvinning av manganskorpe vil være mindre enn ved utvinning av inaktive sulfidforekomster (ingen sedimenter over eksponerte

¹⁹ Dette kan omfatte små partikler (nanopartikler) som kan genereres ved avvanning og ekstraksjon på havbunnen. Slike kan imidlertid også flokkulere, dvs. klumpe/binde seg sammen.

manganskoper). For returvann er det antatt tilsvarende vannmengde, partikkelkonsentrasjon og -størrelse for utvinning av både manganskorpe og sulfider.

Tilsvarende som ved vurdering av fysisk påvirkning av bunnhabitat og organismer er det lagt til grunn konservative antakelser om tilstedeværelse av havbunnsfauna i berørte områder, og det er brukt grenseverdier for eksponering for referanseorganismer.

Organismers sårbarhet for partikler i vannmassen og tildekking av havbunn

Det er generelt stor kunnskapsmangel om grenseverdier for naturlige, ikke forurensede stoffer for marine organismer, og spesielt for organismer i dyphavet. Generelt utviser ulike arter og bunndyr samfunn stor variasjon i toleranse for ulike påvirkningsmekanismer som følger av partikkelspredning. Fastsittende organismer vil generelt være mer utsatt for tildekking enn mobile arter som til en viss grad kan unngå ugunstige miljøforhold. Egg- og larvestadier av fisk og andre organismer er rapportert å være spesielt sårbare ovenfor suspenderte partikler i vannmassene.

Det er naturlig lite partikler i vannmassene og lav naturlig sedimentasjonsrate i dyphavet (med unntak av nær aktive sulfidkilder). Dette kan indikere at stedegne organismer og samfunn kan være lite tilpasset høye partikkelkonsentrasjoner og dermed være sårbare for økt partikkelmengde i vannmassene og på havbunnen. Rundt aktive sulfidforekomster derimot spres partikler naturlig med hydrotermiske skyer fra skorsteiner. Mye av partiklene i disse skyene blir avsatt som nedfall i nærliggende marine sedimenter. Dette kan indikere at de spesialiserte bakteriene og dyresamfunnene som lever her har høy toleranse for tildekking og høye partikkeltettheter i vannmassene. Typisk hastighet av tilvekst i tykkelse av sedimentlag (sedimentasjonsrate) på bunnen av dyphavet i området er under en millimeter per år.

Tildekking og nedslamming på grunn av partikulært nedfall kan ramme organismene direkte ved at de knuses eller kveles som følge av oksygenmangel. Organismer som lever på hardbunn og filtrerer næringspartikler fra vannmassene er generelt mer sårbare for økt sedimentasjon. Suspenderte partikler kan svekke fødeopptak og respirasjon ved tilstopping av filtreringsapparat til organismer som tar til seg næring ved å filtrere små partikler fra vannmassene og/eller sediment.

Andre negative effekter av økt partikkelkonsentrasjon i vannmassene inkluderer matmangel, redusert oppdrift til fiskeegg, maskering av lyssignaler og forstyrrelse av unnavikelsesatferd. Partikkelskyer kan blande seg inn i og interferere med luktsoffer som oppstår fra mulige matkilder, og gi lavere deteksjonsrate for åtselere og andre arter som bruker luktesansen for deteksjon av mat. I et miljø med svært lite naturlige partikler forventes konkurransen mellom partikler fra returvann og naturlige næringspartikler å være høyere enn på grunnere vann. Inntak av partikler uten næringsverdi vil resultere i økt metabolsk energiforbruk og kan over tid medføre sult eller redusert vekst. Tilførsel av uorganiske næringsstoffer i returvann sluppet på store havdyp kan på den annen side bidra til økt primærproduksjon i den fotiske sonen.

Mindre partikler vil kunne feste seg på geleaktig plankton og fiskeegg og redusere deres oppdrift. Endringer i oppdrift kan føre til at egg synker ut av de produktive lagene i vannmassene, og ev. synker til bunns og blir spist av bunndyr og til klekking under subgunstige forhold. Organismer som produserer lys (bioluminiserende) for kommunikasjon, jakt eller makesøken kan tenkes å få redusert reproduksjon ved at partikkelskyer kan maskere lyssignaler. Økt turbiditet ved utslipp av mineralpartikler kan også ha konsekvenser for dyr som benytter synet til jakt eller for å unngå predatorer. Dette kan være tilfelle for fisk og krepser som amfipoder, krill og pelagiske reker, men forutsetter at partikkelskyen slippes ut i eller spres til epipelagisk eller øvre del av den mesopelagiske sonen.

Det er flere studier som har vurdert at utslipp av returvann i epipelagisk (også kalt fotisk og eufotisk) sone (0-200 m) med tilhørende økt turbiditet og mindre lys kan ha negativ effekt på produksjon av planteplankton på grunn av redusert fotosyntese. Siden utslipp i den mesopelagiske sone (200-1 000 m) kan medføre negative konsekvenser for organismer i næringskjeder som beskattes for menneskelig konsum, kan det være fordelaktig med utslipp av returvann på dyp større enn 1 000 meter, i bathy- og abyssopelagiske soner. På slikt dyp er den naturlige turbiditeten typisk svært lav.

Sårbarhet for metalleksponering er vurdert basert på grenseverdier for mulig miljøskade (for metaller i sjøvann med typisk fortykning av utslipp) for ulike arter og mer kystnære farvann, da det er begrenset kunnskap for dyphavsfauna. En oversikt over bakgrunnsverdier og grenseverdier for mulig miljøskade er gitt i grunnlagsrapporten (Larsen m.fl., 2022).

Tildekking av organismer ved partikkelavsetning på havbunn

Utslipp av returvann er vurdert å gi påvirkning av kort varighet på bunnsamfunn da estimert tykkelse på avsetning er betydelig tynnere (mindre) enn nedre grense for skadelige effekter på referanseorganismer (både korall og svamp, og bløtbunnsamfunn). Påvirkningen er vurdert å være i konsekvensnivå «liten» (jfr. Tabell 7).

Oppvirvling av partikler og avsetning på havbunnen fra utvinning er vurdert å gi påvirkning med lang restitusjonstid på deler av bunnsfaunaen som lever ved sjøfjell (manganskorper) og aktive sulfidsystem, og kort varighet og restitusjonstid for bløtbunnsamfunn ved inaktive sulfidforekomster. Ved utvinning av manganskorper og aktive sulfidforekomster vil påvirkningen kunne gi økosystemrelaterte virkninger. Berørt område med antatt skadelig avsetning er forventet i en avstand på rundt en kilometer fra utvinningsenheten på havbunnen. Romlig er dette vurdert som en betydelig andel av berørt område sett i sammenheng med størrelsen på *et enkelt* sjøfjell, og stor andel av berørt område sett i sammenheng med størrelsen på *en enkelt* aktiv sulfidforekomst. For inaktive sulfidforekomster vil dette utgjøre en liten romlig påvirkning siden fauna er antatt å ikke skille seg fra omkringliggende områder. Påvirkningen er vurdert å være på konsekvensnivå «stor» for aktive sulfidforekomster og «liten» for inaktive forekomster. For manganskorper er påvirkningen vurdert i konsekvensnivå «middels» (jfr. Tabell 7).

Spredning av partikler i vannmassen

Utslipp av returvann er vurdert å gi økte partikkelkonsentrasjoner med mulige skadelige effekter over et stort område (25 kvadratkilometer) for de mest sårbare referanseorganismene (dyreplankton). For bunndyr er område med mulig skadelige effekter vesentlig mindre (mindre enn en kvadratkilometer). Dyreplankton har kort generasjonstid/restitusjonstid og stor utbredelse slik at berørt andel av bestand er lav. Påvirkningen for voksen fisk er vurdert å være av kort varighet, da disse til dels kan unngå områder med høy partikkelkonsentrasjon. Bunndyr har lengre restitusjonstid og vil utsettes for eksponering over lengre tid da de i mindre grad er mobile. Påvirkningen er vurdert å være i konsekvensnivå «middels» for bunndyr og konsekvensnivå «liten» for plankton og voksen fisk (jfr. Tabell 7).

Oppvirvling av partikler ved utvinning er vurdert å gi økte partikkelkonsentrasjoner med mulige skadelige effekter over et mindre område enn ved utslipp av returvann siden partiklene spres ved havbunn og eksponeringen vil forekomme i kortere intervaller («middels» i Tabell 7). Basert på grenseverdier for suspenderte partikler i vannmassen for referanseorganismer er påvirkningen vurdert å være i konsekvensnivå «middels» for bunndyr og konsekvensnivå «liten» for plankton og fisk.

Kunnskapsstatus og usikkerhet

Det er kunnskapsmangel om grenseverdier for naturlige, ikke forurensede stoffer (partikler) for organismer i dyphavet og også om miljøverdiens utbredelse i ulike deler av utredningsområdet, samt grad av unik fauna og endemiske arter ved sjøfjell og sulfidsystemer.

Det er usikkerhet knyttet til modelleringsstudier utført for havbunnsmineralvirksomhet der inngangsdata har mye å si for resultater for spredning. Det er stor variasjon i modellert spredning og det er ikke gjort en systematisk sammenlikning av inngangsdata og -parametere, som utslippsvarighet, mengde og størrelse på partikler, plassering av kilde i forhold til havdyp, form og tetthet til partiklene. Andre viktige forhold som påvirker modelleringsresultater er selve modellene (f.eks. flokkulering) samt oppløsning og kvalitet på hav- og bunnstrømmer og batymetri.

8.2.3 Eksposering mot toksiske stoffer

Frigjøring av metaller

Metaller kan bli frigjort i ekstraksjonsprosessen av manganskorper og spres med partikler som dannes ved havbunnen eller spres med returvannet (etter vertikal transport av malmen til overflaten) og føre til eksponering av pelagiske og bunnlevende organismer utover utvinningslokasjonen. Det er store ulikheter i sammensetningen av manganskorper og således i metaller og konsentrasjoner av disse som kan bli frigjort.

Utvinning av sulfidavsetninger vil utsette metalloverflater for oksidasjon, og dette kan frigjøre metaller og halvmetall (metalloider) og finkornete sulfidpartikler til sjøvannet. Partikkelskyene som dannes ved ekstraksjon på havbunnen og i returvannet kan inneholde ulike metaller som spres bort fra utvinningsstedet med strømmen. Dersom knust forvitret malm mellomagres på havbunnen over tid, vil utlekking av metaller øke.

Metaller som spres med returvannet eller frigjøres ved ekstraksjon kan inneholde toksiske forbindelser som kan påvirke organismer direkte og også føre til akkumulering oppover i næringskjeden (bioakkumulering). Dyreplankton akkumulerer metaller fra opptak gjennom næring og gjennom absorpsjon via vannet. Direkte opptak av metaller fra vann kan skje via absorpsjon til celler, vev, organ eller organismens overflate og flere studier har vist at akkumulering av metaller via opptak fra vannet kan være høyere enn via inntak av føde.

Metallforurensing kan føre til økt dødelighet, veksthemming og lavere reproduksjonsrater. Organismer som lever på bunnen ved aktive sulfidforekomster kan være mindre følsomme for høye metallkonsentrasjoner, mens organismer i vannsøylen forventes å være mer sårbare for metalleksponering fra returvann og ekstraksjonsskyer.

Det er vesentlige kunnskapsmangler når det gjelder frigivelse av metall og giftighet ved metalleksponering fra havbunnsmineralvirksomhet i dyphavet. Det er videre begrenset kunnskap om hvor sårbar dyphavsfauna er for metalleksponering og det er ikke mulig å gjøre pålitelige prediksjoner for giftighet ved metalleksponering for ulike organismer da dette vil variere med temperatur, trykk og utslippets sammensetning. En formening om mulige skadelige avstander fra utslippspunktet kan likevel predikeres ved å sammenligne eksempler på grenseverdier for metaller i sjøvann med typisk fortynning av utslipp.

Som et eksempel, indikerer prøver tatt av sulfid i forbindelse med Solwara 1-prosjektet i Stillehavet at det vil frigis metall (mangan, tinn, kobber, arsen, bly, kadmium, nikkel og sølv) med konsentrasjoner på opptil 300 ganger over antatt skadelig nivåer. En fortynning på 300 ganger vil finne sted i avstander på mindre enn 100 meter fra utslippslokasjon og konsekvensnivå er vurdert til

konsekvensnivå «liten til middels» for utvinningsaktivitet og «liten» for lete- og avslutningsaktivitet (Jfr. Tabell 7).

Da det er antatt begrenset spredning av metaller i sjøvannet og til sediment, og lav fiskeriaktivitet i utredningsområdet (se kap. 6.2.1), er det vurdert at utlekking av metaller ved utvinningsaktivitet har lavt potensiale for å berøre mattrygghet. Det er imidlertid generelt stor usikkerhet knyttet til metalleksposering i dyphavet.

Kjemikaliebruk

Det er antatt at malm fra eventuell norsk havbunnsutvinning vil transporteres til land for videre bearbeiding. Det er derfor ikke lagt til grunn av det vil foregå oppredning av malm ved bruk av kjemikalier på produksjonsenheten til havs. Eventuell slik bruk vil være søknadspliktig etter forurensingsloven og utslipp av prosesskjemikalier med returvann er derfor ikke videre konsekvensvurdert i denne utredningen.

8.2.4 Energibruk og utslipp til luft

Utvinning av havbunnsmineraler vil kreve energi, og med dagens teknologi vil dette i hovedsak medføre bruk av fossile brennstoff med tilhørende utslipp til luft. I samfunnet generelt, og innen maritim sektor, foregår imidlertid teknologiutvikling og omlegging til en grønnere energiproduksjon med lave eller ingen utslipp til luft.

Som følge av store vanndyp i utvinningsområdet og begrenset varighet på aktiviteten vil havbunnsmineralvirksomheten foregå fra flyttbare innretninger (overflatefartøy) som i dag drives med marin diesel, LNG eller ammoniakk. Elektrifisering i form av plug-in hybridløsning eller strøm fra land anses ikke å være aktuelt i nær fremtid på grunn av store avstander til land og relativt kortvarig (anslagsvis 1-3 års) varighet per utvinningslokasjon.

Havbunnsmineralvirksomheten vil medføre utslipp av avgasser fra forbrenningsprosessen som finner sted i motorer og kjeler i forbindelse med kraftgenerering og produksjon av varme på overflatefartøyene. De faktiske utslippene vil være avhengig av hva slags fartøy som vil bli benyttet, størrelsen på fartøyene, hvilket drivstoff som vil bli benyttet, hvorvidt det er installert utslippsreducerende tiltak samt antall operasjonsdager.

Avgassene vil inneholde klimagasser som påvirker atmosfærens evne til å holde på varme (drivhuseffekten), samt nitrogen- og svovelforbindelser som bidrar til overgjødsling og forurensing av miljøet. nmVOC kan i kombinasjon med NO_x bidra til dannelsen av bakkenært ozon (anses imidlertid som mindre relevant siden avstanden til land er stor).

De viktigste utslippene til luft fra havbunnsmineralvirksomhet vurderes å være:

- Utslipp av CO₂ er den viktigste formen for klimagassutslipp, og det vil forekomme utslipp av CO₂ fra alle forbrenningsprosesser.
- NO_x er nitrogenoksider (NO + NO₂) som dannes ved forbrenning ved høy temperatur
- nmVOC (non-methane volatile organic compounds) er en samlebetegnelse for flyktige organiske gasser med unntak av metan. Utslipp av nmVOC vil forekomme fra alle forbrenningsprosesser som uforbrent andel.
- SO_x er svoveldioksider (SO₂ + SO₄--) som dannes ved forbrenning av svovelholdig drivstoff.

Det vil også forekomme utslipp til luft av følgende andre komponenter:

- Utslipp av CO forekommer fra alle forbrenningsprosesser. Utslippene fra overflatefartøy som benyttes til offshorevirksomhet er imidlertid små.
- Lystgass N₂O er en klimagass, og det vil forekomme utslipp av N₂O fra alle forbrenningsprosesser. Utslippene fra overflatefartøy som benyttes til offshorevirksomhet er imidlertid små i nasjonal sammenheng.
- Metan CH₄ er en klimagass, og utslipp av metan vil forekomme fra alle forbrenningsprosesser som uforbrent andel. Utslipp av metan fra forbrenning av drivstoffer som marin diesel, LNG og ammoniakk er å betrakte som neglisjerbar.

Black carbon er en type sot som ikke vil være aktuelt når det benyttes marin diesel, LNG eller ammoniakk som drivstoff.

Det er i dag stor usikkerhet både knyttet til omfanget av lønnsomme havbunnsmineraler på kontinentalsokkelen, hvilke teknologiske løsninger som vil anvendes, hvor prosessering vil foregå og hvilke sluttprodukt mineralene vil inngå i. Usikkerheten er så stor at en ikke har funnet godt faglig grunnlag for å basere analysene på scenarier.

For å kunne angi størrelsesorden av utslipp til luft fra havbunnsmineralutvinning er det gjort noen enkle beregninger basert på gitte antagelser om energibehov og bruk av marin diesel som drivstoff. Aktiviteter som kan gi utslipp til luft i utvinningsfasen inkluderer produksjons- og lagerinnretning samt transport- og støttefartøy (personell- og forsyningstransport). Standard utslippsfaktorer er benyttet i beregningene. Effektbehovet til produksjonsenheten er antatt til om lag 20 MW. Dette er basert på forbruk av energi til utvinningsprosessen som innebærer operasjon av utstyr på havbunnen, løfting av malmen, avvanning av malmen, operasjon av slampumper og losseslanger, samt forbruk av energi til dynamisk posisjonering og daglig drift av produksjonsenheten.

Årlig utslipp fra et utvinningsanlegg basert på disse forutsetningene er beregnet til 112 000 tonn CO₂ og totalt noe over 130 000 tonn CO₂ inklusive transport og forsyninger (Tabell 8). Til sammenligning har produksjons- og lagerskip for petroleumsutvinning på norsk sokkel årlige utslipp i størrelsesorden 140 000 til 340 000 tonn CO₂. Datagrunnlag og forutsetninger for beregningene er gitt i grunnlagsrapporten (Larsen m.fl., 2022).

Tabell 8. Estimert årlig utslipp til luft fra utvinning (et anlegg)

Utslippskilde	CO ₂ (tonn)	NOx (tonn)	NMVOC (tonn)	SOx (tonn)
Produksjonsfartøy	112 000	1 900	175	35
Lager- og transportfartøy	18 000	300	28	6
Støttefartøy	3 500	60	6	1

Utslipp til luft fra fartøy i forbindelse med lete-, utvinnings- og avslutningsaktivitet er vurdert å være på konsekvensnivå «liten». Påvirkningen er av relativt kortvarig varighet og innenfor spesifikk lokasjon, hvor berørt areal utgjør kun en liten andel av havområdet for øvrig. Videre vil påvirkningen opphøre når aktiviteten avsluttes.

Estimatene som er presentert er basert på dagens energiløsninger og teknologi beregnet for utvinningsfasen. Det legges til grunn at virksomheten vil være underlagt virkemidler som har til hensikt å redusere utslipp av klimagasser. Sektorovergrepene virkemidler som avgifter på utslipp av klimagasser og utslippskvoter er i dag hovedvirkemidlene i klimapolitikken for å nå Norges klimamål.

Identifiserte avbøtende tiltak er i hovedsak relatert til energieffektivisering og bruk av alternativt drivstoff til fossile, herunder ammoniakk og klimanøytralt biodrivstoff.

Klimavirkninger vil også kunne komme fra prosessering og bruk i utlandet av mineraler som utvinnes fra norsk sokkel. Med dagens kunnskap er det ikke grunnlag for å si noe om klimaeffekten i Norge av slike indirekte virkninger.

8.2.5 Andre miljøvirkninger

Leting og utvinning av havbunnsmineraler kan også medføre andre typer miljøvirkninger, men som generelt er vurdert å representere et mindre konsekvenspotensial. Dette omfatter blant annet:

- Lyd og vibrasjoner
- Kunstig lys
- Risiko for innførsel av fremmede arter
- Fjerning av organismer ved inntak av vann nær havbunnen

Lyd og vibrasjoner

Lyd (støy) og vibrasjoner vil oppstå i tilknytning til alle faser av virksomheten, relatert til bruk av ulike typer av utstyr. Hovedkildene vil være utvinningsenheter og undervannsfarkoster (ROV) ved havbunnen, graving/boring/saging i havbunnen, vertikal transport av malm til overflateenhet og fartøyaktivitet på overflaten.

Undervannsstøy kan påvirke marine organismer, herunder fisk og sjøpattedyr, og med store forskjeller mellom ulike arter både hva gjelder følsomhet og hvordan de påvirkes (adferdsmessige virkninger, maskering (støy som hindrer kommunikasjon)). Generelt kunnskapsnivå om dette er gjennomgått og presentert i grunnlagsstudien (Larsen m.fl., 2022).

Støy i forbindelse med havbunnsmineralvirksomhet vil kunne påvirke marine pattedyr, fisk og fugl. Effekter på plankton og bunnfauna anses ikke å være betydelige problemstillinger og er ikke vurdert nærmere. Med unntak for skipstrafikk samt sonarbruk (marinen) og seismikkinnsamling i forbindelse med petroleumsvirksomhet til havs, er kunnskapsgrunnlaget om støy, lys og vibrasjoner begrenset.

Ut fra de nivåene som forventes av støy fra havbunnsmineralutvinning (Tabell 7) vil dette medføre et konsekvensnivå fra «ingen» til «liten» konsekvens for fisk, sjøfugl eller hval i utredningsområdet. Siden nivå av støy vil være relatert til utstyr og utvinningsløsning, bør denne problemstillingen imidlertid vurderes nærmere prosjektspesifikt.

Kunstig lys

De aller fleste organismer har lyssensitive reseptorer og reagerer på lys. Det er godt kjent at marine organismer reagerer på kunstig lys. Det er også erfart at sjøfugl som blir tiltrukket av kunstig lys fra skip, plattformer, fyrlykter og andre lysrike installasjoner til havs, kan bli desorientert, kollidere med strukturene, bruke unødige ressurser, eller bli tatt av rovdyr. Rapporten fra Norsk Polarinstitut (Strøm m.fl. 2021) gir en nærmere oversikt over kunnskapsgrunnlaget omkring kunstig lys og virkninger på sjøfugl.

Utredningsområdet har store årstidsvariasjoner i naturlig lysmengde, og arbeidslys på produksjonsfartøy vil vinterstid utgjøre en kunstig lyskilde, mens det sommerstid vil være kontinuerlig, naturlig lys ved havoverflaten hele døgnet. Ved havbunnen er det mørkt hele året. Det finnes ulike tiltak for å begrense lys fra innretninger (f.eks. OSPAR 2015) og hvor samtidig sikkerhetsmessige krav ivaretas.

Ut fra de nivåene som forventes av lys fra havbunnsmineralutvinning (Tabell 7), vil dette medføre et konsekvensnivå fra «ingen» til «liten» konsekvens for fisk og sjøfugl i utredningsområdet.

Risiko for innførsel av fremmede arter

Problemstillingene rundt introduksjon av fremmede marine arter ved havbunnsmineralvirksomhet er relatert til utslipp av ballastvann ved lasting av malm til transportskip, samt begroing på overflateinnretninger eller tekniske innretninger som benyttes på havbunnen.

Internasjonalt maritimt miljørammeverk ivaretar generelt hensynet til risiko for introduksjon av fremmede arter gjennom ballastvann. Sannsynligheten blir imidlertid ikke eliminert. Utstyr som benyttes på havbunnen vil tas til overflaten etter bruk og eventuelle fastsittende organismer ventes ikke å overleve transport, eksponering mot luft og utsetting på ny lokalitet. Konsekvensen av å innføre fremmede arter er imidlertid betydelig. Med referanse til Tabell 7 er konsekvensnivået vurdert til «stor». Det påpekes likevel at sannsynligheten for introduksjon av fremmede arter via ballastvann eller påvekst på skip/ utstyr som benyttes i havbunnsmineralvirksomhet i Norskehavet vurderes som svært liten, og risikoen for slik etablering er vurdert som lav.

Fjerning av organismer ved inntak av vann nær havbunnen

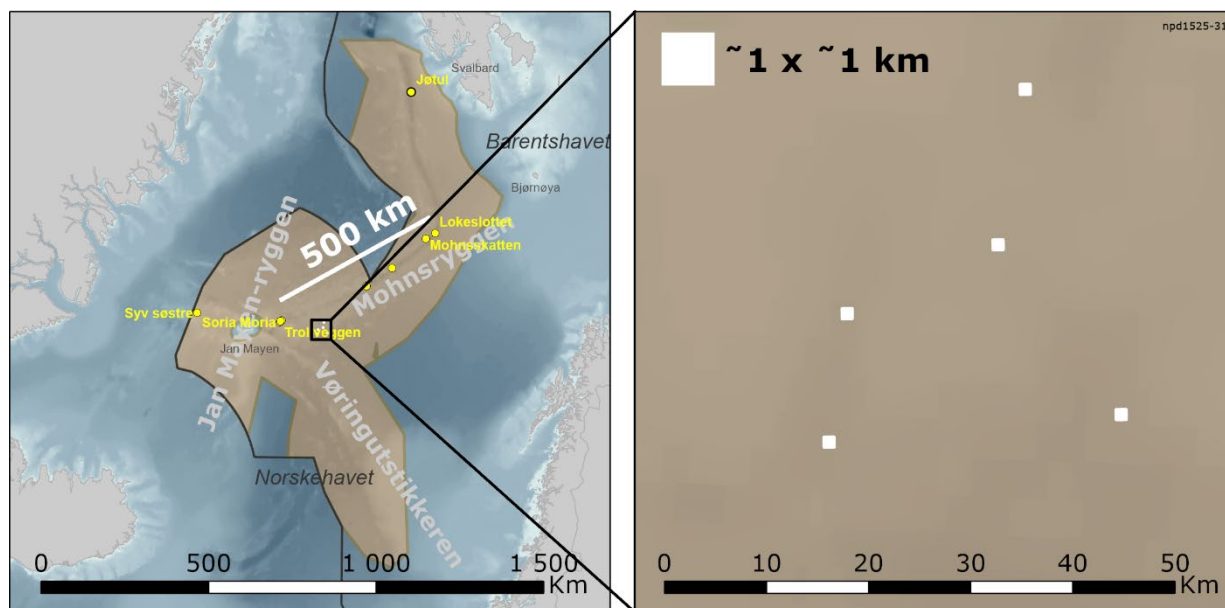
Inntak av vann til vertikaltransport av malm fra havbunnen til overflateinnretningen vil medføre fysisk fjerning av organismer fra bunnmiljøet. Denne påvirkningen vil oppstå uansett om det er manganskorper eller sulfidmineraler som skal flyttes vertikalt. Strømningshastighet gjennom rør og slanger vil avgjøre hvilke størrelser av organismer som kan følge strømmen til overflaten, men i utgangspunktet antas alle frittlevende arter og grupper med begrenset egenbevegelse å kunne bli sugd inn i slangen og transportert opp i vannmassen. En betydelig andel av organismene som på denne måte suges opp, ville uansett gått tapt som følge av de fysiske aktivitetene ved utvinningen.

Inntak av organismer med løftevann og påfølgende redistribusjon er vurdert å ha kort varighet og påvirke en liten bestandsandel. Påvirkningen er vurdert å være på konsekvensnivå «ingen påvisbar» eller «liten» sett i sammenheng med at området allerede er påvirket av selve utvinningsaktiviteten. Denne påvirkningen forekommer ikke ved leting eller ved avslutning.

8.3 Oppsummering og samlet vurdering av miljømessige virkninger

Potensielle konsekvenser for miljø ved havbunnsmineralvirksomhet er vurdert å i mindre grad være relevant i lete- og avslutningsfasen. Konsekvenser ved leting og avslutning er for alle påvirkninger vurdert til konsekvensnivå «liten».

Lokale konsekvenser for miljø vil forekomme der mineralutvinning foregår under en godkjent utbyggingsplan. Det er bunnlevende organismer og bunnsamfunn som ventes å bli utsatt for de mest alvorlige konsekvenser fra virksomheten. Konsekvensene vil avhenge av blant annet teknologiske løsninger og avbøtende tiltak. Det påregnes uansett ingen eller marginale konsekvenser for miljøet utenfor det konkrete arealet der utvinning er godkjent og foregår, og et mindre omkringliggende område. For å illustrere omfanget av mulig påvirkning fra utvinningsaktivitet er det i Figur 8-1 angitt fem fiktive utvinningslokaliteter for sulfidforekomster (med influensområde) satt i et større geografisk perspektiv.



Figur 8-1. Illustrasjon av geografisk utstrekning av fem fiktive utvinningslokaliteter for sulfidforekomster, inkludert forventede influensområder (~1 km) innenfor en tilfeldig 50x50 km rute i utredningsområdet.

Det er kun for fysisk påvirkning av bunnhabitat og organismer og partikkelavsetning på havbunnen at det er grunnlag for å skille på konsekvenser mellom utvinning av manganskorper og sulfider. For de øvrige påvirkningene er det ikke med nåværende kunnskapsnivå om teknologier og naturmiljø i dyphavet funnet forskjeller i konsekvenser mellom utvinning av de to typer ressurser. Dette henger også sammen med at vurderingsskalaen som brukes er relativt grov (Tabell 7).

Fysisk fjerning av manganskorper og aktive sulfidsystemer samt oppvirvling av partikler med avsetning på havbunnen gir de største konsekvensene. Det er i vurderingene lagt til grunn konservative antakelser om utbredelse og forekomst av bunnfauna i utredningsområdet siden dette ikke er godt kartlagt. Mer kunnskap om fauna og utbredelse kan gi annen konklusjon.

Påvirkningen ved fysisk fjerning av manganskorper er lokalt vurdert å ligge på konsekvensnivå «stor» for det aktuelle sjøfjellet og kan gi økosystemrelaterte virkninger lokalt. Denne påvirkningen er av langsiktig varighet ved at typiske organismer som kan utgjøre habitat og leveområder for assosiert fauna, f.eks. svamp og koraller, vokser sakte og har lang restitusjonstid. Utvinning av et gjennomsnittlig areal på anslagsvis 20 kvadratkilometer per utvinningslokalitet er vurdert å berøre en stor del av arealet på et gitt sjøfjell.

Fysisk fjerning av aktive sulfidsystemer er lokalt vurdert å ligge på konsekvensnivå «stor», med langsiktig virkning der det forventes å gå flere tiår før habitatet er tilbake til førtilstand etter utvinning, og ukjent tid for ev. endemiske samfunn å gjenetableres. Det arealmessige uttaket som er skissert for utredningen (anslagsvis 0,2 - 0,5 kvadratkilometer per utvinningslokalitet) utgjør en stor andel av størrelsen på hvert av de største kjente hydrotermiske felt i utredningsområdet. For inaktive sulfidforekomster er konsekvensnivået lokalt vurdert som «liten», basert på en totalvurdering av restitusjonstid og påvirket areal som vurderes å utgjøre en liten andel av område med utbredt bløtbunnsfauna.

Oppvirvling av partikler med avsetning på havbunnen er vurdert å ligge på konsekvensnivå «middels» for utvinning av manganskorper og «stor» for aktive sulfidforekomster. Påvirkning er av langsiktig varighet ved at organismer som kan utgjøre habitat og leve- og oppvekstområder for assosiert fauna på sjøfjell og sulfidforekomster vokser langsomt og/eller de har et lavt rekoloniseringspotensial og

dermed lang restitusjonstid. Påvirkningen kan dermed gi økosystemrelaterte virkninger. Berørt område med antatt skadelig avsetning er forventet i en avstand på rundt 1 km rundt en undervannsenhet. Romlig er dette vurdert som en betydelig andel av berørt område sett i sammenheng med størrelsen på et enkelt sjøfjell, og stor andel av berørt område sett i sammenheng med størrelsen på en enkelt aktiv sulfidforekomst. For inaktive sulfidforekomster vil dette utgjøre en liten romlig påvirkning siden fauna er antatt å ikke skille seg fra omkringliggende områder og restitusjonstiden vil være kort. Påvirkninger er vurdert å ligge på konsekvensnivå «liten».

Mulig introduksjon av fremmede arter er også vurdert til konsekvenskategori «stor» i utvinningsfasen, men dette vurderes som lite sannsynlig som følge av internasjonalt rammeverk og aktuelle miljøforhold. Miljøriskoen tilknyttet dette er vurdert som lav. Øvrige påvirkninger er vurdert å ha mindre konsekvenspotensial og ikke bestands- eller økosystemrelaterte virkninger.

I Tabell 9 er det gitt en oversikt over konsekvenser for påvirkning av de ulike miljøverdiene basert på vurderingsskala som vist i Tabell 7. Tabellen er delt inn i de ulike fasene av havbunnsmineralutvinning: leting, utvinning og avslutning. Det bemerkes at vurderingene ikke tar hensyn til at utredningsområdet rommer vulkansk og geologisk aktivitet som er kilden til mulige forekomster av mineraler, men som også medfører hyppigere påvirkning på bunnhabitat sammenlignet med geologisk inaktive områder.

Tabell 9 Konsekvenser av påvirkninger på miljøverdier ved lete-, utvinnings-, og avslutningsaktivitet. Konsekvensvurderingene er basert på antagelser om både aktivitetsnivå og miljøverdier og derfor forbundet med usikkerhet. Siden utredninger er gjort på generelt grunnlag for et stort utredningsområde, der bunnfauna i stor grad ikke er kartlagt, er det lagt til grunn konservative antakelser om tilstedeværelse av typisk sårbar fauna ved sjøfjell og aktive sulfidforekomster.

Påvirkning	Miljøverdi	Konsekvensnivå	Oppsummert vurdering og/eller kommentar
Leteaktiviteter			
Fysisk påvirkning på bunnhabitat og organismer	Bunnsamfunn	Liten	Konsekvens vurdert til liten pga. kort varighet av aktivitet og liten geografisk utstrekning i påvirkning per lokalitet.
Endringer i geokjemiske og fysiske egenskaper på havbunn	Bunnsamfunn	Liten	
Spredning av partikler i vannmassen	Bunnsamfunn Fisk Plankton	Liten	
Tildekking av organismer ved partikkelavsetning på havbunn	Bunnsamfunn	Liten	
Eksposering for metaller	Fisk Plankton Sjøpattedyr	Liten	
Eksposering for kjemikalier	Fisk Plankton Sjøpattedyr	Ingen	
Støy, vibrasjoner og lys	Fisk Sjøpattedyr Sjøfugl	Liten	Kan ha stor konsekvens hvis fremmed art etableres, men det vurderes som lite sannsynlig. Det ventes ikke utslipp av ballastvann ved leteaktivitet
Introduksjon av fremmede arter	Plankton Bunnsamfunn	Liten	
Utslipp av CO ₂ , NO _x , nmVOC og SO _x	Atmosfære	.Liten	Avhengig av motorteknologi, drivstofftyper og forbruk. Konsekvens vurdert til liten pga. kort varighet av aktivitet og utslipp.

Påvirkning	Miljøverdi	Konsekvensnivå	Oppsummert vurdering og/eller kommentar
Utvinningsaktiviteter			
Fysisk fjerning av manganskorpe	Bunnsamfunn	Stor	Organismer som antas å kunne prege habitatet har lang restitusjonstid. Berørt areal utgjør en stor andel av enkeltforekomster av sjøfjell der kunnskap om total utbredelse mangler. Mer kunnskap om fauna og utbredelse kan gi en annen konklusjon.
Fysisk fjerning av <u>inaktive</u> sulfidforekomster ¹		Liten	Påvirkning av kort varighet pga. rask restitusjon tilbake til førtilstand av bunnfauna. Berørt areal utgjør en liten andel av havbunnen med antatt tilsvarende bløtbunnsfauna. Merk at konsekvensnivå «liten» gjelder dersom fauna ved inaktive kilder er utgjort av bløtbunnsfauna som ikke skiller seg fra omkringliggende områder. Det er nødvendig med mer kartlegging og undersøkelser av dyresamfunn ved inaktive forekomster.
Fysisk fjerning av <u>aktive</u> sulfidforekomster		Stor	Påvirkning av langsiktig varighet da det forventes å ville gå flere tiår for naturtypen å komme tilbake og ukjent tid for ev. endemiske samfunn å gjenetableres. Stor arealmessig påvirkning lokalt. Mer kunnskap om fauna og utbredelse av sulfidforekomster kan gi en annen konklusjon.
Inntak av organismer med løftevann	Bunnsamfunn Plankton	Liten	Påvirkning av kort varighet og berører en liten del av organismenes bestander.
Endringer i geokjemiske og fysiske egenskaper på havbunnen	Bunnsamfunn	Liten til middels	Påvirkning av en viss varighet, men påvirker en liten del av bestandenes antatte utbredelsesområde for <u>inaktive</u> sulfidforekomster. Påvirkningen er vurdert å være på konsekvensnivå «liten». For utvinning fra <u>aktive</u> sulfidforekomster er påvirkningen vurdert å være av «middels» konsekvens, på grunn av at en stor andel av forekomsten påvirkes og det er begrenset konnektivitet til tilsvarende habitat. For <u>manganskorper</u> er påvirkningen varig, men reversibel da habitattype ikke endres. Det er en betydelig andel av enkeltsjøfjell som kan berøres og konsekvensnivå er vurdert til «middels».
Partikkelavsetning fra returvann	Bunnsamfunn	Liten	Påvirkning av kort varighet som berører lite område pga. at estimert tykkelse på avsetning er tynnere enn skadelig nivå for referanseorganismer i bunnsamfunn.
Partikkelavsetning ved havbunnen – manganskorper	Bunnsamfunn	Middels	Påvirkningen er vurdert å gi en viss til langsiktig varighet der deler av bunnfaunaen som kan leve ved sjøfjell har lang restitusjonstid. Romlig er påvirkningen vurdert å utgjøre en betydelig andel av berørt område sett i sammenheng med størrelsen på et enkelt sjøfjell.
Partikkelavsetning ved havbunnen – <u>inaktive</u> sulfidforekomster ¹	Bunnsamfunn	Liten	Påvirkningen er av kort varighet da bløtbunnsfauna i området forventes å ha kort restitusjonstid. Berørt område anses som lite sett i sammenheng med at naturtypen bløtbunn er svært vanlig i dyphavet.
Partikkelavsetning ved havbunnen – <u>aktive</u> sulfidforekomster	Bunnsamfunn	Stor	Påvirkning vil ha lang varighet da organismer som forventes å utgjøre viktige habitattyper (sjøfjell og aktive sulfidforekomster) har lang restitusjonstid. Estimert tykkelse på avsetning overgår skadelig nivå for referanseorganismer ved bunnsamfunn over store områder.
Spredning av partikler i vannmassen fra returvann	Bunnsamfunn Fisk Plankton	Middels Liten Liten	Påvirkningen vil ha en viss varighet på bunndyr ved utslipp av returvann da organismer som forventes å utgjøre viktige habitattyper har lang restitusjonstid. I vannmassene forventes en påvirkning av kort varighet over et stort område. Berørt område utgjør en liten del av havområdet

Påvirkning	Miljøverdi	Konsekvensnivå	Oppsummert vurdering og/eller kommentar
Spredning av partikler i vannmassen fra bunnaktivitet	Bunnsamfunn Fisk Plankton	Middels Liten Liten	Spredning av skadelige partikkelkonsentrasjoner forventes over et mindre område og eksponering i kortere intervaller enn ved utslipp av returvann siden partiklene spres ved havbunn.
Eksponering for metaller	Bunnsamfunn Fisk Plankton Sjøpattedyr	Liten til middels	Påvirkningen vil ha en viss varighet, men berører en liten del av bestandens antatte utbredelsesområde. Det er kunnskapsmangel knyttet til metallenes konsentrasjoner, biotilgjengelighet i dyphavet og organismers sårbarhet. Påvirkningen forventes ikke å berøre mattrygghet da det er lite fiske i aktuelt område.
Eksponering for kjemikalier	Plankton Fisk Sjøpattedyr	Ingen	Det er ikke aktuelt å benytte og slippe ut prosesskjemikalier på havet da prosessering er antatt å ville foregå på land. Eventuell påvirkning fra mindre ikke-planlagte utslipp fra fartøy eller utstyr på havbunn er vurdert til konsekvensnivå «ingen påvisbar».
Støy, vibrasjoner og lys	Fisk Sjøpattedyr Sjøfugl	Liten	Påvirkning av kort varighet og lite avgrenset område. Opphører ved avslutning og ingen restitusjonstid. Berørt areal utgjør en liten andel av havområde.
Introduksjon av fremmede arter	Plankton Bunnsamfunn	Stor	Kan ha stor konsekvens hvis fremmed art etableres, men det vurderes som lite sannsynlig under forutsetning om at IMO- og ballastkonvensjon følges.
Avslutningsaktiviteter			
Fysisk påvirkning på bunnhabitat og organismer	Bunnsamfunn	Kunnskapsmangler	Avhengig av metode for avslutning og grad av tilbakeføring av masser/ sediment. Kunnskap om behov for- og nyttevirksom av opprydding/restaureringstiltak mangler
Endringer i geokjemiske og fysiske egenskaper på havbunn	Bunnsamfunn	Kunnskapsmangler	
Spredning av partikler i vannmassen	Bunnsamfunn Plankton Fisk Sjøpattedyr	Kunnskapsmangler	
Tildekking av organismer ved partikkelavsetning på havbunn	Bunnsamfunn	Kunnskapsmangler	
Eksponering for metaller	Plankton Fisk Sjøpattedyr	Liten	
Eksponering for kjemikalier		Ingen	Kun mindre ikke planlagte utslipp av kjemikalier fra fartøy og bunnutstyr.
Støy, vibrasjoner og lys	Fisk Sjøpattedyr Sjøfugl	Liten	Konsekvens vurdert til liten pga. kort varighet og liten del av område.
Introduksjon av fremmede arter	Bunnsamfunn Plankton	Liten	Kan ha stor konsekvens hvis fremmed art etableres, men det vurderes som lite sannsynlig. Det ventes ikke utslipp av ballastvann ved opprydding/avslutning.
Utslipp av CO ₂ , NO _x , nmVOC og SO _x	Atmosfære	Liten	Avhengig av motorteknologi, drivstofftyper og forbruk. Konsekvens satt til liten pga. kort varighet og liten del av området.

¹ Inaktive sulfidforekomster er i denne utredningen lagt til grunn å være områder der fauna er dominert av bløtbunnsamfunn som skiller seg fra spesialisert fauna ved aktive forekomster. Universitetet i Bergen skriver i sin grunnlagsrapport at skillet mellom aktive og inaktive forekomster ikke er helt klart og det er studier som tyder på at det også forekommer unik fauna ved inaktive forekomster. Mer kartlegging er nødvendig for å fremskaffe bedre kunnskap om fauna ved inaktive forekomster.

På grunn av manglende kunnskap om faunasammensetning og -forekomst i utredningsområdet er det ikke formålstjenlig å gjøre vurderinger av samlet påvirkning ved havbunnsmineralvirksomhet. Gjennomgang av studier for partikkelspredning under utvinning angir et område på opptil 25

kvadratkilometer for skadelige partikkelkonsentrasjoner i vannmassen og omtrent en kvadratkilometer for avsetning av partikler på havbunnen. Samvirkende effekter kan forekomme ved samtidige aktiviteter innenfor disse avstandene. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til utførte modelleringsstudier og mer kunnskap og prosjektspesifikke studier er nødvendig for å bedre forstå konsekvenser knyttet til utvinningsaktivitet og samtidig virksomhet.

8.4 Avbøtende tiltak og relevante utviklingstrekk

Mineralutvinning på store havdyp har spesielle utfordringer knyttet til teknologi og det fysiske miljøet sammenlignet med mineralvirksomhet på land (Laugesen m.fl., 2021). Det finnes ingen igangsatte utvinningsprosjekter i verden i dag og teknologien som skal til for å kunne hente opp mineralene er fremdeles under utvikling. Et godt avbøtende tiltak for å redusere miljøpåvirkningen vil derfor være å integrere miljørisikoreduserende tiltak i teknologiutviklingen. I kapitlene ovenfor er miljøpåvirkning på havbunn, i vannsøyle og utslipp til luft vurdert. Grunnlagsrapporten (Larsen m.fl., 2022) har enkelte forslag til avbøtende tiltak for de ulike påvirkninger. Konsekvenser ved leting og avslutning er for alle påvirkninger vurdert til konsekvensnivå «liten» noe som gjør avbøtende tiltak mindre relevant.

Siden teknologi for utvinning av havbunnsmineraler er under utvikling, er foreslåtte avbøtende tiltak av generisk karakter. Geografiske og tidsmessig avbøtende tiltak kan også innføres.

Fysisk fjerning og ødeleggelse av bunnhabitat, spesielt ved aktive sulfidforekomster og manganskorper, og oppvirvling av sedimenter ved ekstraksjon, er identifisert til å kunne bli de viktigste miljøpåvirkningene fra fremtidig havbunnsmineralvirksomhet på norsk sokkel. Det er her derfor vektlagt å presentere mulige avbøtende tiltak mot denne type virkninger (Tabell 10).

Tabell 10 Oppsummering av kunnskapsoppbyggende og avbøtende tiltak for de viktigste miljøpåvirkningene knyttet til havbunnsmineralvirksomhet.

Aktivitet	Tiltak
Utvinning på havbunn	Kartlegging av sårbare habitater/marine organismer før oppstart av utvinning tilsvarende grunnlagsundersøkelser og aktivitetsspesifikk havbunnskartlegging ved petroleumsvirksomhet og bruk av resultatene i videre planlegging for å redusere miljøpåvirkningen.
	Arealbruken på hver uttakslokalitet holdes lavest mulig slik at direkte berørt bunnareal minimeres.
	Eventuell mellomlagring på sjøbunnen av sulfidmalm etableres i områder der overdekningen allerede er fjernet.
	Eventuelt etablere avstandskrav mellom aktive utvinningslokaliteter i strømrretningen definert ut fra forventet mengde partikler og spredningsavstand.
	Bruk av teknologi for å minimere mengde oppvirvlede partikler ved knusing av metaller i lukket system vil redusere eksponering av skadelig stoffer og spredning bort fra utvinningsstedet. Dette vil også redusere spredning av metaller i vannmassen.
	Etablere miljøovervåkning med for- og etterundersøkelser for å vurdere effekt av aktiviteten.
Utslipp av returvann	Transport av malm i containere eller bruk av kombinert gassløft eller kurver og hydraulisk løft vil redusere mengde vann og dermed mengde returvann og utslipp av partikler.
	Rensing av vann etter avvanning før utslipp til sjø.
	Slippe returvannet rett over havbunnen, eller under fotisk sone, slik at horisontal spredning i vannsøylen reduseres og at partikler som sedimenterer vil påvirke bunnsamfunn som allerede er påvirket av partikkelskyen fra ekstraksjonsfartøy og /eller fjernet og ødelagt av utvinningsenhetene.
	Etablering av miljøovervåkning for partikkelspredning for å få kunnskap om spredning og effekt av påvirkningen.

8.5 Kumulative miljøvirkninger

Basert på vurderinger av konsekvensene for ulike påvirkninger som er aktuelle i utredningsområdet, er det gjort en vurdering av samlede forventede påvirkninger på økosystemene i utredningsområdet fra en ev. havbunnsmineralvirksomhet, andre relevante sektorer i området og globale virkninger som klimaendringer (temperaturrendringer, forsuring, endring i strømmønster, osv.) og forurensninger (se f.eks. Faglig Forum, 2019).

Det er en metodisk utfordring å vekte påvirkning fra ulike typer forhold. Konsekvenser beskrevet på ulike måter kan ikke uten videre vurderes systematisk for å få et entydig bilde av samlet konsekvens. Faglig forum²⁰ (2019) foreslår derfor et kompromiss for å unngå ulike skalaer med ulik presisjon og innfører bruken av en intervallskala for konsekvens med begrepene «stor», «middels», «liten» og «ikke relevant, eller ingen påvisbar konsekvens, eller vesentlige kunnskapsmangler» (Tabell 7). Denne metoden er benyttet for vurdering av kumulative virkninger fra havbunnsmineralvirksomhet og andre aktiviteter i utredningsområdet samt globale påvirkningsprosesser.

Påvirkning fra aktivitet i utredningsområdet

Kun enkelte deler av utredningsområdet er åpnet for petroleumsutvinning. Det er i dag ikke aktiv petroleumsvirksomhet i utredningsområdet og ev. miljøvirkninger anses dermed ikke relevant.

Fiskeriaktiviteten er svært liten i utredningsområdet (se kapittel 6.2.1) og påvirkningen fra denne sektoren på økosystemene i området anses som liten.

Når det gjelder skipstrafikk i utredningsområdet er denne også relativt liten. Sannsynligheten for akutte hendelser i området betegnes som lav på grunn av liten trafikk i området (Kystverket 2021). Påvirkningen anses derfor som liten.

Havbunnsmineralvirksomhet er forventet å ha «liten» til «stor» påvirkning i området avhengig av miljøverdi.

Påvirkning fra forhold utenfor utredningsområdet

Klimaendringene (forventet økning av temperatur, forsuring, mer ekstremvær og endringer i økosystemene) forventes å gi fra «middels» til «stor» påvirkning også i havområdene som inngår i utredningsområdet, mens langtransporterte historiske miljøgifter minsker i miljøet og forventes å ha liten påvirkning. Det er usikkerhet omkring nye miljøgifter.

Samlet påvirkning

De samlede påvirkningene fra havbunnsmineralvirksomhet og andre menneskelige aktiviteter i utredningsområdet vil det nærmeste 10-året være små på regional skala, men området er påvirket av globale påvirkninger og prosesser. Det er utfordrende å forutsi utviklingen av menneskelig aktivitet i dette havområdet. Det er derfor satt en avgrensning for nærmeste tiår for vurdering av andre sektorer.

Som det fremgår av utredningen er det forventet at de globale klimaendringene vil ha «middels» til «stor» påvirkning på økosystemene i utredningsområdet (uavhengig av om havbunnsmineralvirksomhet finner sted eller ikke).

Selv om det forventes at virkningene fra havbunnsmineralvirksomheten vil være små på regional skala det neste tiåret, kan påvirkningene fra en ev. fremtidig havbunnsmineralvirksomhet sammen

²⁰ Faglig forum for norske havområder (Faglig forum) er rådgivende gruppe i arbeidet med helhetlig og økosystembasert forvaltning av norske havområder.

med de globale klimaendringene kunne få en «middels» til «stor» samlet påvirkning, mens de andre samlede effektene utgjør «ikke relevant», «liten» og «liten/kunnskapsmangler» påvirkning.

8.6 Prinsipper for miljøovervåking ved utvinning

Utvinningsvirksomhet kan pålegges krav om miljøovervåking, enten hjemlet i sektorlovgivningen eller i forurensningsloven ved enkeltvedtak. Hensikten med miljøovervåking er blant annet å dokumentere eventuelle miljøvirkninger av virksomheten med tanke på å kunne implementere tiltak, dokumentere virkninger av egen virksomhet, samt for kunnskapsoppbygging.

Sektortilpassede krav til miljøovervåking er foreløpig ikke utarbeidet for havbunnsmineralvirksomhet, men ventes å være på plass før eventuell slik utvinningsvirksomhet igangsettes. For en ny virksomhet vil det være usikkerhet knyttet til hva som skal være gjenstand for miljøovervåking samt omfang og frekvens av dette. Både forvaltningen, forskning og industrien vil normalt være involvert i relevant kunnskapsoppbygging omkring dette.

Normalt vil det gjennomføres grunnlagsundersøkelser i forkant av en virksomhet, med påfølgende regulær miljøovervåking mens virksomheten pågår og eventuelt etterpå.

Gjennomføring av miljøovervåking krever ofte en kombinasjon av flere teknikker, og for dyphavet må det tas hensyn til særskilte lokale (havdyp) og logistikkmessige forhold. Generelt kan aktuell overvåkingsmetodikk inndeles i tre hovedkategorier: visuelle observasjoner, fysiske prøver og sensorbaserte plattformer (stasjonære og fjernstyrte autonome farkoster).

Miljøovervåking rettes mot relevante påvirkninger av en virksomhet og dertil tilhørende indikatorer. Basert på vurderingene i denne utredningen vil primær fokus være relatert til fysiske forstyrrelser av havbunnen (inklusive bunnfauna) og relevant influensområde, samt tilsvarende for spredning av partikler i vannmassene og tilhørende avsetninger av partikler på havbunnen.

Basert på litteraturstudier og egen kunnskap, er det i grunnlagsrapporten (Larsen m.fl., 2022) angitt relevante metoder for miljøovervåking av aktuelle indikatorer (Tabell 12). Dette er ment å være et eksempel, mens aktuelt innhold i et miljøovervåkingsprogram vil skreddersys feltspesifikt for den planlagte aktiviteten.

Tabell 11. Oversikt over aktuelle metoder for grunnlags- og oppfølgende miljøovervåking (Larsen m.fl., 2022).

Indikatorer	Påvirkede økosystemtjenester	Relevant metodikk
<i>Makrofauna abundans og mangfold.</i>	Biologisk mangfold, sekundærproduksjon, trofisk støtte, eksistens-verdi.	Fysisk prøvetaking med grabb/bokskjerneprøvetaker og tradisjonelle analyser av bunnsamfunn.
<i>Arealutbredelse av egnet habitat.</i>	Habitat, eksistensverdi.	Visuelle metoder – ROV/AUV.
<i>Megabentisk fauna.</i>	Biologisk mangfold, eksistens-verdi, trofisk bidrag.	Tradisjonelt brukes tråling, men vi vil ikke anbefale destruktive metoder. Anbefales derfor visuelle metoder (ROV/AUV).
<i>Mangfold av fisk, ufullstendig restitusjon av fauna.</i>	Biologisk mangfold, eksistens-verdi, trofisk bidrag.	Akustiske metoder for deteksjon av fisk, og/eller eDNA for kartlegging av artene i området.
<i>Restitusjon av bunnlevende makrofauna.</i>	Biologisk mangfold, næringskjedebidrag	Kombinasjon av visuelle metoder og fysisk prøvetaking og samfunnsanalyser (analyser av funksjonelle grupper anbefales som tillegg).
<i>Sedimentets kornstørrelsesfordeling, og biokjemisk beskaffenhet.</i>	Habitat, resirkulering av næringssalter.	Fysiske prøver (grabb/boxkjerneprøvetaker), analyser av kornstørrelsesfordeling og biokjemiske parametre.

Indikatorer	Påvirkede økosystemtjenester	Relevant metodikk
<i>Makrofauna, sedimentenes beskaffenhet.</i>	Resirkulering av næringssalter.	For makrofauna – fysisk prøvetaking og analyser av samfunnets funksjoner – biologisk omrøring osv. Sedimentets beskaffenhet – som over.
<i>Sedimentenes beskaffenhet.</i>	Resirkulering av næringssalter.	Som over.
<i>Sedimentenes beskaffenhet, mengde og fordeling av fisk.</i>	Biologisk mangfold, fiskefangst	Sedimentets beskaffenhet – som over.
<i>Adferd og reproduksjon hos fauna, nivåer av miljøgifter og deres biotilgjengelighet</i>	Biologisk mangfold, fiskefangst	Fangst/overvåkingsstatistikk på fisk, fysiske prøver av sediment og vannsøylen for analyser av miljøgifter.
<i>Konsentrasjoner av uorganiske næringssalter.</i>	Kjemosyntese.	Fysisk prøvetaking, mikrobielle analyser (DNA metabarcoding), turbiditetsmåling.
<i>Vannklarhet.</i>	Estetisk verdi, fiskefangster.	Fysisk prøvetaking, mikrobielle analyser (DNA metabarcoding), turbiditetsmåling.
<i>Adferdsmønster hos fauna</i>	Fiskefangst, eksistensverdi.	Visuelle og akustiske observasjoner og overvåkning.
<i>Adferdsmønster hos fauna</i>	Fiskefangst, eksistensverdi.	Visuelle og akustiske observasjoner og overvåkning.

9 Virkninger for andre næringer og kulturminner

Type og omfang av næringsvirksomhet i utredningsområdet er presentert i kapittel 6.2. Virkninger for disse næringene som følge av havbunnsmineralvirksomhet er utredet av Akvaplan-niva/IKM Acona (Larsen m.fl., 2022). Denne studien danner grunnlaget for foreliggende kapittel.

9.1 Fiskeri

Satellittsporsingskart for perioden 2013-2019 viser at aktiviteten i utredningsområdet er veldig lav sammenlignet med andre og mer fiskerike områder på norsk kontinentalsokkel. De norske fartøyene som fisker i utredningsområdet er hovedsakelig linefartøy, reketrålere og ringnotfartøy. Linefartøyene og reketrålerne fisker i hovedsak i området rundt og sør for Jan Mayen (reke, blåkkeite og torsk). Se kapittel 6.2.1 eller Fiskeridirektoratets grunnlagsrapport (Skaar m.fl., 2021) for nærmere beskrivelse.

For vurdering av virkninger er det benyttet tilsvarende metode som i tidligere utredninger om virkninger for fiskeri av petroleumsvirksomhet, herunder i arbeidene med kunnskapsinnhenting for Norskehavet nordøst og konsekvensutredningene for åpning av Barentshavet sørøst og områder ved Jan Mayen for petroleumsvirksomhet. Virkninger for fiskeriene klassifiseres etter en firedelt skala (Tabell 13). De ulike faktorene vil ha svært stor variasjon for ulike fartøygrupper og fiskerier.

Tabell 12. Skalering av påvirkning på fiskeri (Larsen m.fl., 2022).

Ingen / Ubetydelig	Liten	Middels	Stor
Områder av liten viktighet for fiske påvirkes.	Påvirket område benyttes av få fartøyer i aktuell tidsperiode.	Påvirket område er viktig for både lokale og tilreisende fiskefartøy i aktuell tidsperiode.	Påvirket område er av stor viktighet for flere fartøygrupper i aktuell tidsperiode.
Medfører ikke fangsttap, operasjonelle ulemper eller økte driftskostnader av noen betydning.	Kan medføre begrenset fangst-tap / begrensede operasjonelle ulemper og begrenset økning i driftskostnader.	Planlagt aktivitet kan medføre noe fangsttap / operasjonelle ulemper og noe økte driftskostnader.	Medføre vesentlig fangsttap/ operasjonelle ulemper og betydelig økte driftskostnader.
<i>Fangsttap:</i> Redusert driftsgrunnlag på grunn av redusert fangst, fiske i mindre attraktive områder/perioder, eller på arter med lavere verdi.			
<i>Operasjonelle ulemper:</i> Økt behov for årvåkenhet, justering av kurs mv under fiske på grunn av tilstedeværelse av fartøy/installasjoner eller annen petroleumsrelatert aktivitet.			
<i>Driftskostnader:</i> Kostnader knyttet til økt gangavstand til ledig fiskefelt, ev. midlertidig flytting til annen basehavn.			

Eventuelle sikkerhetssoner rundt innretninger som benyttes i havbunnsmineralvirksomheten vil representere arealbeslag for alle typer fiskeri. Direkte arealbeslag er sikkerhetssonen, normalt med radius 500 meter omkring overflateinnretningen. Faktisk arealbeslag for fiskeriaktivitet avhenger av stedsspesifikke forhold (lokalitet, dybde, strøm mv.), type fiskeri og berørte fiskeriers mobilitet. I de aktuelle åpne havområdene med store vanddyp er det generelt stor mobilitet.

I det meste av utredningsområdet, med unntak for områder nær Jan Mayen, foregår fisket med pelagiske redskaper som ringnot eller flytetral (pelagisk trål) etter arter som sild, makrell og kolmule. Hvor og når fisket foregår avhenger av både fiskens vandring og de reguleringer som fiskerimyndighetene iverksetter. Dette er forhold som varierer fra år til år. For disse fiskeriene kan arealbeslag som følge av mineralutvinning på havbunnen fra tid til annen påvirke hvor fisken tas, men dette vil snarere være unntaket enn regelen. For de pelagiske fiskeriene ventes arealbegrensninger som følge av mineralutvinning ikke å medføre fangsttap, og eventuelt økte energikostnader vil være marginale.

I områdene ved Jan Mayen er fiskeriaktiviteten høyest i områdene nær øya, utenfor 12 nautiske mil. I dette området kan arealbeslag som følge av mineralutvinning på havbunnen medføre et arealbeslag for både trål- og linefisket. Ifølge Fiskeridirektoratet må linefartøyene som kan operere i disse områdene være av en viss størrelse og være utrustet til å gå langt til havs. Arealbruken når slike fartøy er i aktivt fiske kan være opp mot 50 kvadratkilometer per døgn. For disse fartøyene vil aktiviteter knyttet til mineralutvinning medføre begrensninger med hensyn til hvor fisket kan finne sted så lenge utvinningsaktiviteter pågår i området.

For trålfisket i området ved Jan Mayen vil utvinningsaktiviteter medføre arealbeslag dersom områdene for mineraluttak sammenfaller med områder der det kan drives trålfiske. I slike tilfeller kan aktiviteten medføre fangsttap for de fartøyene som blir berørt. Dersom det drives utvinning av sulfider i disse områdene, kan det etterlates dype krater i havbunnen (Laugesen m.fl., 2021). Forekomsten av slike krater vil ventelig gjøre de aktuelle områdene uegnet til fiske med bunntrål etter at utvinningsaktiviteten er avsluttet. Endrete bunnforhold etter avsluttede utvinningsaktiviteter ventes også å kunne påvirke forekomstene av bunnfisk i slike områder. Eventuelle konsekvenser for fiskeriene vil avhenge av hvor slike utvinningsområder er lokalisert i forhold til områder som er egnet for fiske med bunntrål. Dersom fiskeriene i disse områdene utvikler seg i retning av økt bruk av andre redskaper enn bunntrål, vil konsekvensene reduseres.

Oppsummert, og med referanse til metodikken angitt i Tabell 13, forventes det generelt «Ingen/ubetydelig» konsekvens for fiskeriene av havbunnsmineralvirksomhet, og kun unntaksvis og avgrenset til områder rundt Jan Mayen kan det oppstå konsekvenser av «Liten» konsekvenskategori.

Det viktigste avbøtende tiltaket i forhold til fiskeriene vil være tidlig og god informasjon til fiskeriinteressene, både norske og utenlandske, gjennom kunngjøringer i forkant av konkrete aktiviteter.

I områder nær Jan Mayen hvor det drives trålfiske, bør omfang og posisjoner registreres for eventuelle masseavsetninger for sedimenter eller krater etter mineraluttak. Informasjon fra slik registrering bør inngå i kart og gjøres tilgjengelig for fiskerne.

9.2 Skipstrafikk

Skipstrafikken i utredningsområdet er relativt liten både med hensyn til utseilt distanse og antall unike skip. Fiskefartøy under transport og eller fiske er i særklasse den viktigste fartøykategorien (kapittel 6.2.3).

Utredningsområdet er lokalisert utenfor hovedfarledene for skipstrafikk i Norskehavet. Det vil eventuelt etableres sikkerhetssoner rundt overflateinnretninger som benyttes i mineralvirksomheten. Sikkerhetssonen skal sørge for at ordinær skipstrafikk og annen aktivitet ikke kommer i nærkontakt med innretningene. Den største risikoen for konflikt mellom skip og innretninger som benyttes i mineralvirksomheten er knyttet til egne forsynings- og transportfartøy, og håndteres gjennom tiltak og operasjonelle rutiner.

Basert på den begrensede skipstrafikken i området, det totale (begrensede) området som vil beslaglegges av hvert utvinningsprosjekt, vurderes de negative konsekvensene for skipstrafikken i området som små.

I forkant av eventuell prosjektplanlegging forventes det gjennomført detaljert skipskollisjonsanalyse, hvor kollisjonsrisiko og risikoreduserende tiltak adresseres for de aktuelle forhold.

Som avbøtende tiltak bør det vurderes radarovervåkning av områder der det drives mineraluttak som vil kunne følge med på plassering av innretningene og sikkerhetssonene omkring disse. Dette med sikte på tidlig identifikasjon og kommunikasjon med fartøyer med kurs mot innretningene.

9.3 Bioprospektering

En kort omtale av bioprospektering er gitt i kapittel 6.2.3.

Utøvere av bioprospektering vil kunne oppleve at enkelte arealer med potensielle ressurser vil bli gjort utilgjengelige eller permanent fjernet. Selv om det kan argumenteres at det finnes store arealer som kan utvinnes, derav kun en mindre prosentandel som eventuelt vil faktisk bli utnyttet, så er ikke ressursene godt kartlagt. Spesielt områder der det er aktive hydrotermiske kilder er av størst interesse og utgjør således det største mulige konfliktpotensialet. Slike områder er imidlertid ikke antatt som spesielt attraktive for havbunnsmineralnæringen (ref. kap. 4.1.1).

Grunnlaggsutredningen (Larsen m.fl., 2022) peker på at det ligger godt til rette for sameksistens mellom de to næringene, og hvor havbunnsmineralvirksomhet kan medføre til økt kunnskapsoppbygging også av nytte for bioprospektering.

9.4 Marinarkeologiske kulturminner

Innenfor utredningsområdet er det et visst potensial for funn av skipsvrak. Her er det i første rekke tale om forlis på åpent hav. Det foreligger ingen systematisk registrering av havbunnen i utredningsområdet med sikte på å lokalisere skipsfunn (kapittel 6.2.4). Det er ikke mulig å gå inn på om enkelte deler av utredningsområdet har større potensial for skipsfunn, fordi forlis på åpent hav har skjedd som følge av utenforliggende og ikke påvirkbare faktorer som vær og vind, skader på fartøy mv.

I havbunnsminerallovens § 1-7 (Krav til forsvarlig mineralvirksomhet) heter det bl.a. at mineralvirksomhet skal foregå på en forsvarlig måte, og at alle rimelige foranstaltninger skal tas for å unngå skade på kulturminner på havbunnen.

Mulige konsekvenser for marine kulturminner vil være fysisk ødeleggelse eller nedslamming av skipsvrak. Fysisk ødeleggelse vil være den direkte konsekvensen når et skipsvrak er lokalisert innenfor området der det foregår mineralundersøkelse eller -utvinning, og det ikke tas hensyn til forekomsten av vrak i gjennomføringen av aktiviteten. Dette kan være en konsekvens av at aktivitetsområdet ikke er kartlagt for eventuelle vrak i forkant av aktiviteten, og synes lite reell. Nedslamming kan forkomme som følge av utslipp av returvann med partikler fra produksjonsenheten samt ved oppvirvling av sediment fra utvinningsaktiviteter på havbunnen. I hvor stor avstand fra selve aktiviteten nedslamming kan forekomme, vil avhenge blant annet av utslippsmengde, utslippsdyp og strømforhold i det aktuelle området.

Det foreligger ingen systematisk registrering av havbunnen i utredningsområdet med sikte på å lokalisere skipsvrak. En tilfredsstillende kartlegging av eventuelle skipsfunn i forbindelse med kartlegging før utvinning av mineraler forutsetter gode rutiner for dialog og rapportering mellom kulturminneforvaltningen og mineralindustrien. For et konkret prosjekt kan være hensiktsmessig så tidlig som mulig å kontakte kulturminneforvaltningen for å klarlegge om tiltaket vil komme i kontakt med kulturminner under vann. Kartlegging av havbunnen bør inkludere kartlegging av eventuelle vrak. Det er mest hensiktsmessig at tiltakshaver samkjører eventuelle undersøkelser med kulturminneforvaltningen. I tilfelle det lokaliseres skipsvrak i områder som er aktuelle for mineraluttak, forutsettes den videre håndteringen av slike funn avklart med kulturminneforvaltningen før det gjennomføres aktivitet som kan bidra til skade eller ødeleggelse av funnet.

10 Referanser

Studier utarbeidet som grunnlag for konsekvensutredningen:

AkvaplanNIVA/IKM Acona - Virkninger for naturforhold, miljø og annen næringsvirksomhet:

Larsen, L-H., J. Damsgaard Jensen, A. Bjørgesæter, S. Cochrane, M.I. Aaserød, K. Sagerup, K Dyb og K. Bondo Pedersen, 2022. Virkninger for naturforhold, miljø og annen næringsvirksomhet relatert til konsekvensutredning for åpning av norsk sokkel for havbunnsmineralvirksomhet. Akvaplan-niva rapport 63605.

AsplanViak/NTNU/NTNU Samfunnsforskning - Økonomiske og sosiale virkninger:

Galloway, T.A., K. Aasly, S. Løve Ellefmo, D. Fuentes, K. von der Leyen, A. Skonhoft og M Fjeld Wold. Økonomiske og sosiale virkninger av havbunnsmineralvirksomhet. Rapport fra Asplan Viak 635474-01.

DNV og NTNU - Teknologioversikt:

Laugesen, J., K. Aasly og S. Ellefsmo, 2021. Teknologirapport Havbunnsmineraler. DNV rapport 2020-1218, rev 2.

Ernst & Young – Næringsrelaterte fremtidsmuligheter:

Sjursen, V., A. Bjerga og S. Nyvoll, 2022. Fremtidsmuligheter innen marine mineraler på norsk kontinentalsokkel.

Fiskeridirektoratet - Fiskeriaktivitet.

Skaar K.L., G. Bakke, P. Finne og D. Lilleng, 2021. Fiskeriaktiviteten i utredningsområdet for mineralvirksomhet.

Havforskningsinstituttet – Kunnskapsstatus pelagisk økosystem:

Kutti, T., K.A. Mork, M. Chierici, K.Y. Børsheim, E Bagøien, T. Knutsen, C. Thorsen Broms, T. Klevjer, E. Strand, H. Gjøsæter, E.K. Stenevik, Å. Høines, K. Windsland og A.K. Frie, 2021. Pelagiske økosystem i De nordiske hav. Gunnlagsstudie knyttet til åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Rapport fra havforskningen nr. 2021-41. ISSN:1893-4536

Kystverket - Skipstrafikk:

Fjærbu, R.J og C. Kamstrup, 2021. Åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Grunnlagsstudie: Skipstrafikk.

Norsk polarinstitutt, NINA og Akvaplan-niva - Sjøfugl.

Strøm, H., B. Merkel, A Tarroux og E. Lorentzen. Sjøfugl i havområdene rundt Jan Mayen og langs den midtatlantiske rygg. Grunnlagsrapport i forbindelse med åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Kortrapport Fra Norsk polarinstitutt nr 058.

Universitetet i Bergen, Høgskulen på Vestlandet og NORCE – Kunnskapsstatus landskapstrekk og havbunnsforhold:

Pedersen, R.B, B.R. Olsen, T. Barreyre, A. Bjerga, A. Denny, M. Heggernes Eilertsen, I. Fer, H. Haflidason, J. Thomassen Hestetun, S Jørgensen, P.A. Ribeiro, I.H. Steen, H. Stubseid, A.H. S. Tandberg og I. Thorseth, 2021. Fagutredning mineralressurser i Norskehavet. Landskapstrekk,

naturtyper og bentiske økosystemer. Rapport fra senter for dyphavsforskning, Universitetet i Bergen.

Det henvises for øvrig til fagutredningene over for vitenskapelige referanser. Andre referanseskilder som er benyttet i foreliggende konsekvensutredning er gitt under.

Sentrale referansedokumenter fra forvaltningen:

Elena Eriksen (HI), Gro I. van der Meeren (HI), Bente M. Nilsen (HI), Cecilie H. von Quillfeldt (NP) og Hanne Johnsen (NP) (redaktører), 2021. Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder – Miljøverdi. En gjennomgang av miljøverdier og grenser i eksisterende SVO og forslag til nye områder. Rapport fra Havforskningen 2021-26.

Faglig forum for norske havområder (2019). Særlig verdifulle og sårbare områder - Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder M-1303/2019.

Faglig forum for norske havområder (2019). Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser - Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten M-1299 2019.

von Quillfeldt, C.H. (red.), 2018. Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen. Norsk Polarinstitutt Kortrapport nr. 047.

Klima- og miljødepartementet, 2020. Meld. St. 20 (2019-2020). Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene — Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak.

KLIF (Klima- og forurensningsdirektoratet), 2011. Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen: Forslag til metodikk for vurdering av samlede påvirkninger og konsekvenser". Utført av arbeidsgruppen for samlede konsekvenser for faggruppen for Nordsjøen.

Andre aktuelle referansedokumenter og litteratur (mer utfyllende oversikter finnes i de faglige grunnlagsrapportene):

Department of Industry, Science and Resources (Australia), 2022. *2022 Critical Minerals Strategy*.

European Commission, 2022. *Critical raw materials*, [Critical raw materials \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/euro-observatory/en/critical-raw-materials)

International Energy Agency (IEA), 2021. *This World Energy Outlook special report on The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.

KU Leuven, 2022. *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*.

OSPAR 2015. *Guidelines to reduce the impact of offshore installations lighting on birds in the OSPAR maritime area*.

Secretariat of the Pacific Community (SPC), 2013. *Deep Sea Minerals: Sea-Floor Massive Sulphides, a physical, biological, environmental, and technical review*. Baker, E., and Beaudoin, Y. (Eds.) Vol. 1A.

Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., 2017. *Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, 797 p., <http://doi.org/10.3133/pp1802>.

World bank Group, 2020. *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*.