



SINTEF
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Olje og energidepartementet, postmottak@oed.dep
att: Lars Erik Aamot
Kopi : Cecilie Myklatun

Deres ref.:

Vår ref.:

Prosjektnummer / Referanse:

Dato

19.01.2023

Innspill fra SINTEF til høringsnotat «Konsekvensutredning - undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel»

SINTEF takker for Olje- og energidepartementets invitasjon til å gi innspill på konsekvensutredningen for mineralvirksomhet på norsk kontinentalsokkel og utkast til beslutning om åpning.

1 SINTEFs kompetanse knyttet til havbunnsmineraler

Som landets største, uavhengige forskningsinstitutt besitter SINTEF betydelig kompetanse av relevans for spørsmålene som høringen reiser. Vårt høringsinnspill bygger på SINTEFs brede erfaring med bærekraft og industriutvikling onshore og offshore, herunder gruvedrift og mineralprosessering, med særlig vekt på kompetansen i SINTEFs fagmiljøer innen:

- havobservasjoner og økosystemer, miljørisiko og modellering, samt klima og bærekraft
- industriell økonomi og optimering
- anvendt geovitenskap; boring og brønn, formasjonsfysikk, geofysikk, samt reservoar og geologi
- berg og geoteknikk
- maritim transport og marine operasjoner/konstruksjoner
- metallproduksjon og prosessering

SINTEF samarbeider i stor grad med NTNU og andre norske universiteter, og har også et stort nettverk i Europa og globalt innen relevante områder knyttet til havbunnsmineraler.

2 Bærekraftsdilemmaene rundt havbunnsmineraler

Mineralutvinning fra og under havbunnen representerer inngrep i sårbar og lite undersøkt natur, og er derfor en aktivitet som bør omfattes av en føre-var strategi. Det er sterkt engasjement fra viktige fagmiljøer og innflytelsesrike opinionsdannere mot åpning av havområder for slik aktivitet. Det må derfor påregnes betydelig kritisk oppmerksomhet ved en eventuell beslutning om åpning.

På den annen side er det godt dokumentert at mange av teknologiene som underbygger omstilling bort fra fossil energi krever tilgang til både vesentlig økte volumer, og et vesentlig større mangfold av mineraler enn teknologiene vi baserte oss på tidligere.¹ Europa har en høy importavhengighet og er dermed avhengig av andre regioner i verden for utvikling av solceller, batterier, elektriske bilmotorer, vindturbiner og brenselceller som er kritiske i vår omstilling for å begrense global oppvarming,

¹ Se bl.a. [Mineraler for det grønne skiftet tema1.pdf \(ngu.no\)](#)

ekstremvær, naturkatastrofer og tap av biologisk mangfold, som er noen av de aller største risikoene verden står overfor².

Kina er den dominerende aktøren i mineralindustrien, både gjennom egne forekomster og gjennom kontroll på forsyningskjeden fra andre land, og Russland er også svært viktig for Vestens mineralforsyning. Derfor skaper den tiltagende konflikten med flere av disse landene alvorlig bekymring for hvorvidt vår del av verden vil evne å gjennomføre den grønne (og digitale) transformasjonen uten å få tilført mineraler fra alternative kilder.

Spørsmålet om havbunnsmineralutvinning er en bærekraftig strategi er derfor omfattet av viktige interesser, som i utgangspunktet står opp mot hverandre. Som anvendt forskningsinstitutt er SINTEFs anbefaling i de fleste situasjoner å nærme seg dilemmaer ved å søke mer inngående kunnskap. Her er Norge i en nøkkelposisjon, basert både på vår kompetanse knyttet til havmiljø, og vår erfaring og kompetanse knyttet til industriell aktivitet i og under havet.

En eventuell beslutning om åpning for utvinning av havbunnsmineraler må vurderes opp mot Parisavtalens mål, samt flere av FNs bærekraftsmål, særlig mål nr. 14. Livet i havet, mål nr. 7. Ren energi til alle og mål nr. 12. Ansvarlig forbruk og produksjon. Det må sikres at det oppnås positiv effekt for klimaet og et eller flere bærekraftsmål, samtidig som man unngår negativ effekt på andre bærekraftsmål.

Vi har strukturert vår høringsuttalelse rundt noen viktige spørsmål, som belyser *hvorvidt* disse hensynene lar seg forene på en måte som gjør at utvinning av havbunnsmineraler kan finne sted på en *bærekraftig* måte.

3 Er det behov for mineraler fra forekomster på og under havbunnen?

Dette spørsmålet har SINTEF nylig utredet på vegne av World Wildlife Fund, gjennom rapporten «*The Future is Circular - Circular Economy and Critical Minerals for the Green Transition*». Rapporten sier at det er mulig å redusere behovet for mineraler vesentlig gjennom endrede teknologivalg, utvikling av ny, avansert teknologi og sirkulær økonomi. Dette er viktige forskningsfelt i SINTEF.

Forskerne viser i denne rapporten at ved gitte forutsetninger, der verden virkelig lykkes med en sirkulær omstilling, vil det kun være behov for jomfruelige mineraler i en overgangsperiode, og at volumene det er behov for i et slikt scenario sannsynligvis lar seg utvinne fra allerede påviste ressurser på land.

Redusert ressursforbruk, og dermed mindre naturinngrep er avgjørende for en bærekraftig utvikling. SINTEF anbefaler derfor betydelig økt innsats fra myndighetenes side for å fremme sirkulær økonomi og nye teknologier som reduserer behovet for mineraler.

Samtidig er det SINTEFs praktiske erfaring at slike endringer ikke alltid skjer i et optimalt tempo. For eksempel har verden ikke klart å kutte klimagassutslipp i det tempoet vi både kunne og burde. SINTEFs syn er derfor at vi må arbeide med komplementære og alternative strategier for en overgang til et bærekraftig samfunn. Derfor har vi for eksempel lagt ned en stor innsats i å utvikle hydrogen fra naturgass med CO₂-lagring som et supplement til hydrogen fra fornybar energi som løsning, for å dekke hydrogenbehovet. Og av samme grunner har vi lenge tatt til orde for at det er viktig å komme i gang med fjerning av klimagasser fra atmosfæren, noe det lenge var lite gehør for, men som virkelig kom på kartet på COP26 i Glasgow.

Derfor anbefaler SINTEF å utvikle strategier for å øke forsyningsikkerhet for mineraler på en bærekraftig måte, for det tilfellet at den sirkulære omstillingen ikke går fort nok.

² Se bl.a. [WEF Global Risks Report 2023.pdf \(weforum.org\)](https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023)



4 Er det drivverdige funn i Norge?

De nordiske landene har kjente landbaserte mineralforekomster³ og en rik bergverkshistorie. Til tross for enkelte nyåpninger, har det i moderne tid likevel vist seg å være vanskelig å lykkes med å utvikle kommersielle gruveprosjekter på land i vår region. Årsakene har vært ulike kombinasjoner av miljømessige innsigelser, hensynet til urfolks rettigheter, lokal motstand og økonomiske barrierer som har ført til at initiativtakerne enten ikke har fått tillatelse til bergverksdrift, eller selv lagt prosjektene til side.

Det har derfor i de senere årene vært en viss aktivitet for å kartlegge mineralforekomster på havbunnen på norsk sokkel. Foreløpige funn⁴ indikerer at konsentrasjonen kan være høyere enn i mange gjenværende forekomster på land.

Funnene består dels av massive sulfider som inneholder hovedsakelig bly, sink, kobber, gull og sølv. De er knyttet til varme kilder på verdenshavens vulkanske spredningsrygger der de danner svarte skorsteiner (Black Smokers). Slike svarte skorsteiner er aktive i flere tusen år før de dør ut og etterlater seg sulfidgrushauger (mounds). Størstedelen av sulfidmalmressursene ligger i slike inaktive områder.

Funnene inkluderer også manganskorper som inneholder mest mangan og jern, med mindre mengder titan, kobolt, nikkel, cerium, zirkonium og sjeldne jordarter (REE). Skorpene vokser som laminerte belegg på fast fjell der dette stikker opp på havbunnen, typisk på dyp mellom 800 og 2500 meter. På samme måte som for mangannoduler, blir grunnstoff som felles ut fra havvannet konsentrert i skorper. Det trengs mer kunnskap og data fra prøver for å kunne etablere gjennomsnittverdier og avgjøre om ressursene kan være drivverdige og konkurransedyktige, økonomisk og miljømessig.

I lys av økt oppmerksomhet rundt mineralbehov, forventes det også nye initiativ til gruvedrift på land i vår region, slik bl.a. LKAB nylig har annonsert⁵. Norge har også betydelige forekomster av kritiske mineraler på land, eksempelvis Fensfeltet i Telemark, som av geologer er estimert til å kunne være Europas største forekomst.⁶

Hvorvidt det vil åpnes for mer gruvedrift på land til fortrenghet for havbunnsmineralindustri, er både et spørsmål om relativ bærekraftbelastning, og derigjennom politiske beslutninger, men også om geologi: Både hvilke mineraler som finnes, og om disse er av en konsentrasjon som er konkurransedyktig. Dette vil først kunne avklares ved nærmere undersøkelser av mineralforekomster på havbunnen, og om disse lar seg utvinne på en bærekraftig måte.

5 Er det teknologisk og industrielt mulig å utvinne havbunnsmineraler på en miljømessig akseptabel måte, og hvilke undersøkelser må en eventuell beslutning bygge på?

Havets og havbunnens store artsmangfold, sårbare og sammenhengende økosystemer og betydning for lagring av klimagasser gjør at det krever en føre-var-tilnærming ved alle former for naturinngrep. Samtidig har vi i Norge omfattende erfaring med industriell aktivitet i havet, som etter SINTEFs syn har

³ <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1593571/FULLTEXT02>

⁴ <https://www.npd.no/fakta/publikasjoner/norsk-sokkel/norsk-sokkel-nr.-1---2020/analyse-viser-innholdsrike-havbunnsmineraler/>

⁵ [Har funnet Europas største forekomst av sjeldne jordartsmetaller i Kiruna \(highnorthnews.com\)](https://www.highnorthnews.com/en/news/2020/08/12/har-funnet-europas-storste-forekomst-av-sjeldne-jordartsmetaller-i-kiruna/)

⁶ <https://geoforskning.no/vulkan-dannet-europas-kanskje-storste-forekomst/>



latt seg forene med miljøhensyn på en forsvarlig måte. Hvorvidt havbunnsmineralutvinning kan foregå på tilsvarende vis, er noe som må avklares gjennom grundige undersøkelser og miljøfaglige vurderinger, som nødvendigvis vil ta tid. Vi er ikke kjent med at det foreligger en omforent faglig metode for å vurdere tålegrenser og miljøkrav til en eventuell bærekraftig havbunnsmineraldrift⁷. Dette må på plass før en eventuell åpning for utvinning. Det er også sannsynlig at det er behov for å utvikle ny teknologi for effektiv miljøovervåkning.

Miljøbelastningen ved havbunnsmineralutvinning vil sannsynligvis være ulik, avhengig av hvilke typer forekomster som utvinnes, og hvilken metode som det legges opp til å benytte.

Den omfattende kritikken mot utvinning av mineraler fra havbunnen har i hovedsak rettet seg mot utvinning etter dagbrudd-lignende metoder, der mineralene graves eller skrapes opp fra havbunnen, og der det virvles opp mye masse. Dette vil i utgangspunktet gi svært stor miljøpåvirkning. Det vil være krevende å finne løsninger som kan forsvares fra et bærekraftsperspektiv, og behovet for utvikling av ny teknologi og nye utvinningsmetoder er stort.

For mer konsentrerte, og dypere forekomster av massive sulfider, er det tenkelig at disse lar seg utvinne via borehull og delvis tilbakeføring av boremasse. Dette vil representere en videreutvikling av kjent teknologi fra oljeutvinning på norsk sokkel, kombinert med kunnskaper fra tunnelboring og gruvedrift på land. En slik løsning vil trolig gi langt mindre miljøpåvirkning enn alternativet skraping langs bunnen.

Uansett utvinningsmetode, vil grundige undersøkelser av miljøet og økosystemer, både i åpningsområdet og av forflytning av partikler med havstrømmer i vannsøylen, være avgjørende for å kunne estimere miljøeffekter.

Det må også undersøkes i hvilken grad forstyrrelser av havbunnen frigir klimagasser, i tillegg til klimafotavtrykket ved selve utvinningen og den øvrige verdikjeden for mineralene.

Disse undersøkelsene må gjøres med utgangspunkt i realistiske anslag for omfanget av aktivitetene, herunder hvor mye materiale som skal flyttes/ekstraheres, hvor lenge det skal foregå og omfanget av berørte områder. Disse anslagene vil, igjen være avhengig av valg av utvinningsmetode.

Kunnskapen om de bentiske (havbunns-) økosystemenes sammensetning og funksjon er svært begrenset. I høringsnotatene estimeres mulige virkninger av mineralutvinning basert på svært få tilgjengelige studier og/eller sammenlignbare studier på andre arter. Dette må styrkes med flere og mer relevante studier og grundige base-linje studier i de aktuelle områdene.

Det er også nødvendig å vurdere restitusjonstid for det lokale økosystemet etter at aktiviteten er avsluttet. Muligheten for restaurering av habitater og økosystem etter avsluttet aktivitet bør også inngå i vurderingen. Videre må kombinasjonen av stressfaktorer, f.eks. utslipp av fine partikler, metaller, samt påvirkning fra f.eks. støy, lys og eventuell ødeleggelse av habitat som følge av operasjoner vurderes.

Når det gjelder spredningen av suspenderte partikkelsøyler som oppstår under utvinning, foreslår høringsnotatet et berørt område på bare noen få kvadratkilometer. Vi anser usikkerheten i denne verdien for å være høy da den er basert på et lite antall studier som inneholder mange forutsetninger og ukjente parametere.⁸

Kunnskapsgrunnlaget som er tilgjengelig er etter SINTEFs syn for begrenset til at det er miljømessig forsvarlig å åpne for *utvinning* av mineraler fra havbunnen nå.

⁷ D.J. Amon et al (2022), Assessment of scientific gaps related to the effective environmental management of deep-seabed mining, Marine Policy 138

⁸ I motsetning til denne foreslåtte verdien, antyder feltobservasjoner fra utvinningsforsøk presentert av GEOMAR på konferansen Ocean Minerals 2022 i Bergen at en betydelig del av 5 til 10 prosent av de suspenderte sedimentene forblir suspendert og potensielt kan spres hundrevis av kilometer av havbunnsstrømmer.

På den annen side, antas konsekvensene til å være vesentlig mindre i letefasen.⁹ Dersom *leteaktiviteter* tillates, bør videre forskning på økosystemenes sammensetning, funksjon og robusthet samt effekter av mineralutvinning være en del av aktiviteten.

Forskningsrådet har gitt ut en rapport i 2019 kalt «Kunnskapsgrunnlag for forskning og teknologiutvikling på området mineralutvinning på havbunnen». SINTEF støtter Forskningsrådets anbefaling om at det er behov for en betydelig forsknings- og innovasjonsinnsats.

SINTEF anbefaler å utrede om det er mulig å utvikle metoder for utvinning av havbunnsmineraler på en miljømessig forsvarlig måte, ved bruk av teknologi som reduserer miljøbelastningen. Dette vil representere videreutvikling av kjent teknologi, og vil kreve en omfattende forsknings- utviklings og demonstrasjonsinnsats før det eventuelt lar seg industrialisere på en økonomisk og miljømessig forsvarlig måte. Høringsnotatet tar ikke opp behovet for utvikling av ny teknologi for miljøundersøkelser og -overvåking. Her ser SINTEF også et stort behov for tilpassning av eksisterende og utvikling av ny teknologi.

6 Hvilke krav må stilles til en verdikjede for havbunnsmineraler for at den skal være sosialt, miljømessig og økonomisk bærekraftig?

Tradisjonell gruvedrift er energiintensiv, og krever normalt omfattende arealer til deponering av overskuddsmasser, med tilhørende miljøbelastning. I deler av verden har denne næringen også vært beheftet med omfattende sosial utnyttelse og manglende transparens.

SINTEF har betydelig erfaring fra arbeid med energieffektivisering, utnyttelse av restråstoff og deponiløsninger fra gruvedrift både på land og på sjøbunnen, og vi understreker nødvendigheten av at hele verdikjeden for mineralutvinning og prosessering sees som en helhet.

Utvinning av mineraler fra havbunnen vil også kreve en helt ny tilnærming til prosessering og håndtering av masser. Det må gjøres antagelser om hvor mye av prosessen som kan foregå ombord på utvinningsfartøyet, hvor mye masse som må transporteres på skip til land for prosessering og hvilke løsninger som legges til grunn for masseutnyttelse og deponering, med tilhørende klimagassutslipp. Dette vil kreve en forsknings-, innovasjons- og utviklingsinnsats som berører hele verdikjeden.

For at en eventuell ny norsk havmineralnæring skal bidra til bærekraftsmålene, anbefaler vi derfor at det stilles tydelige krav til miljømessig og sosial bærekraft og transparens i hele verdikjeden. I tilfelle massene sendes til tredjeland for foredling, må uavhengig overvåking av implementeringen av disse standardene være på plass.

7 Anbefalinger

Kunnskapsgrunnlaget som er tilgjengelig er for begrenset til at det er miljømessig forsvarlig å åpne for *utvinning* av mineraler fra havbunnen nå.

Havbunnsmineraler *kan* imidlertid representere en av flere viktige løsninger for å øke Europas og Vestens forsyningsikkerhet for mineraler, som er avgjørende både for å lykkes med klimaomstillingen, og for øke egenforsyningsgraden som er viktig i den rådende geopolitiske sikkerhetssituasjonen. En sjablongmessig avvising av dette vil være uklokt uten mer kunnskap om teknologiske, økonomiske,

⁹ [Akvaplan-niva. Virkninger for naturforhold, miljø og annen næringsvirksomhet.pdf](#)

miljømessige og samfunnsmessige muligheter og konsekvenser. Her ligger det flere dilemma og i så måte er ikke Norge i en unik posisjon. Flere land vil gjøre lignende avveininger.

SINTEF anbefaler derfor å utrede om det er mulig å utvikle metoder for utvinning av havbunnsmineraler på en miljømessig forsvarlig måte, ved bruk av teknologi som reduserer miljøbelastningen. Dette vil i så fall representere videreutvikling av kjent teknologi og vil kreve en omfattende forsknings- utviklings og demonstrasjonsinnsats før det eventuelt lar seg industrialisere på en måte som er økonomisk og miljømessig forsvarlig.

SINTEF anser at de miljømessige konsekvensene i *letefasen* vil være vesentlig mindre enn ved utvinning, og at det derfor vil være forsvarlig å tillate *leteaktiviteter* på gitte betingelser. I så fall bør videre forskning på økosystemenes sammensetning, funksjon og robusthet samt effekter av mineralutvinning være en del av denne aktiviteten.

Havbunnsmineraler kan være en av flere viktige løsninger, men som det vil ta tid å realisere. Utfordringen med mineralforsyning er akutt og omfattende, og det er derfor viktig at norske myndigheter adresserer den med flere strategier

SINTEF har derfor følgende hovedanbefalinger:

1. SINTEF anbefaler betydelig økt innsats fra myndighetenes side for å fremme sirkulær økonomi og nye teknologier som reduserer behovet for mineraler
2. Det bør legges økt innsats i å styrke mulighetene for bærekraftig mineralutvinning på land i Norge.
3. Dagens kunnskapsnivå er ikke tilstrekkelig til å anbefale en åpning for *utvinning* av havbunnsmineraler på norsk sokkel nå. Vi må tette kunnskapsgapet. Virkemiddelapparatet må legge til rette for kunnskapsbygging gjennom ulike typer prosjekter, slik Forskningsrådet anbefaler. Dette vil være et langsiktig arbeid. Her vil det og være viktig å mobilisere til internasjonalt forskningssamarbeid for å få girings effekter i forståelse og forsknings- og innovasjonsvolum innen området.
4. Vi støtter en åpningsprosess for *leting*. Det må samtidig stilles krav til gjennomføring av forsvarlige miljøanalyser, inklusive kartlegging av økosystemer, av områder som åpnes for leting. Utvikling av ny teknologi for effektiv overvåkning og prediksjon (modellering) av påvirkning av dypvannsmiljøet, inklusive relevante økosystemer, må prioriteres like høyt som teknologiutvikling for leting og utvinning. Slik teknologi må være på plass før eventuell utvinning starter og også brukes for å måle base-linje tilstanden for aktuelle lokaliteter.
5. Teknologigrunnet fra offshore-næring og landbasert mineralindustri gir Norge et godt startpunkt i konkurransen om å finne løsninger for å lykkes med bærekraftig havbunnsmineralutvinning. Dersom dette lykkes, vil det kunne skape nye, eksportrettede forretningsmuligheter for store deler av norsk industri. Utvikling av ny teknologi tilpasset hele verdikjeden for den marine mineralnæringen vil imidlertid kreve et bredt spekter av TRL nivå-tilpassede virkemiddel fra blue-sky til demonstrasjon og verifisering. Virkemiddelapparatet må legge til rette for at industrien kan få risikoavlastningen gjennom blant annet



SINTEF

innovasjonsprosjekter, demonstrasjonsprosjekter og katapulter som er målrettet mot havbunnsmineraler.

6. Norge bør utvikle en nasjonal teknologistrategi for mineraler, på linje med de så kalte «21-prosessene». Teknologistrategien bør omfavne alle forsyningskilder for mineraler i det grønne skiftet (sirkulære modeller, landbasert, havbasert). Dette kan gjøres gjennom å samle aktører fra universitet, forskningsinstitutt, operatørindustri og leverandørindustri i et strategisk organ, og mandatet bør være å lage et veikart og en nasjonal teknologistrategi samt gi innspill til prioriterte tema for nye utlysninger innen temaet. Internasjonalt samarbeid og kunnskapsdeling må inkluderes i et slikt arbeide.

Med vennlig hilsen

SINTEF

A handwritten signature in blue ink, reading "Alexandra Bech Gjørsvik".

Alexandra Bech Gjørsvik

Konsernsjef