

## MINERALUTVINNING I DYPHAVET:

# Potensiell næring som utfordrer rådgivningen

Dyphavet regnes blant mange som ”den siste villmark”. Mineralressurser på havbunnen vekker stadig mer industriell og politisk interesse verden over. Vi står overfor en ny næringsvirksomhet hvor bærekraftsvurderinger kan og bør legges til grunn for utviklingen, allerede fra starten.

ODD AKSEL BERGSTAD | odd.aksel.bergstad@imr.no, ROLF BIRGER PEDERSEN (Universitetet i Bergen), LENE BUHL-MORTENSEN og TINA KUTTI

Mineraler er kjemiske forbindelser av naturlig forekommende grunnstoffer. Blant havbunnsmineraler av potensiell kommersiell interesse kan nevnes flermetalliske sulfidforekomster og flermetalliske hydroksider som opptrer som noder og skorper.

## Bly, sink, barium, kobber, kobolt, gull og sølv

Flermetalliske sulfider utvikler seg rundt og under aktive undersjøiske hydro-

termiske kilder eller ”skorsteiner” (engelsk: hydrothermal vents), hvor det strømmer ut sjøvann som er varmet opp til inntil 400 °C i jordens indre. Slike prosesser skjer helst langs midthavsryggene hvor jordkorpens plater skilles og det dannes ny havbunn ved vulkansk aktivitet. En mengde ulike metaller og grunnstoffer felles ut i forbindelse med hydrotermisk aktivitet, for eksempel bly, sink, barium, kobber, kobolt, gull og sølv. Det oppdages stadig flere både aktive og utdødde hydro-

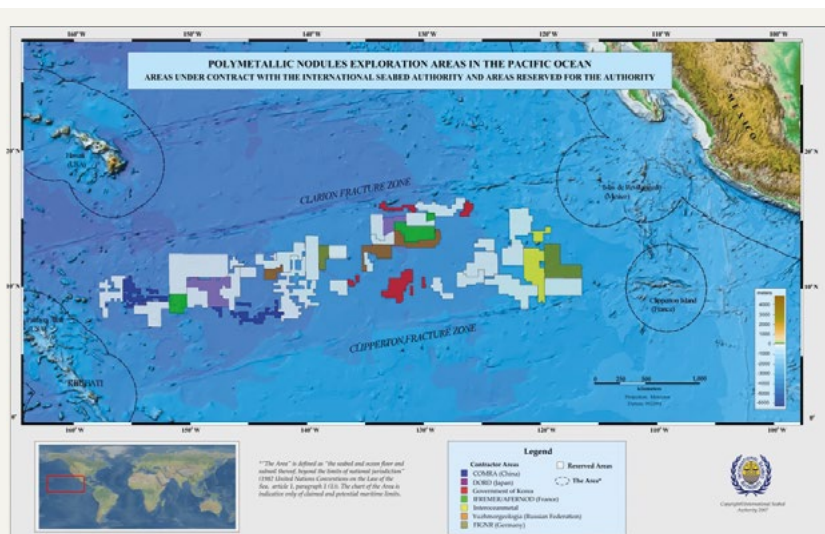
termiske kilder langs verdenshavens plategrenser. Dybden varierer fra nær overflaten til 5000 meters dyp.

## Vokser bare millimeter på millioner av år

Flermetalliske noder er mineralholdige klumper som typisk forekommer på de 4000 til 6000 meter dype dyphavsslettene hvor sedimenteringen, og dermed tildekkingen over tid, er lav. Det er særlig i det sentrale Stillehavet og Det indiske hav at slike forekomster er betydelige, og de har vært kjent siden slutten av 1800-tallet. Noder utvikles ved utfelling av mineraler fra sjøvannet, gjerne rundt en liten steinpartikkel, og nodulene vokser bare millimeter i løpet av flere millioner år. Det er flere ulike typer noder, men de manganholdige anses mest verdifulle i industrisammenheng, helst når de også inneholder andre verdifulle elementer som nikkel, kobber og kobolt.

## Svært sakte skorpedannelse

En tredje mineralforekomst er flermetalliske skorper med høyt innhold av mangan og jern. Disse forekommer gjerne på toppen og langs ytterkantene av undervannsfjell og rygger på mellom 400 og 4000 meter. Slike skorper dannes der metallhydroksider felles ut fra sjøvannet og fester seg til bart fjell. Dette skjer bare i områder hvor det er lite sedimentering, gjerne langt til havs, og i likhet med no-



Figur 1. Området i Stillehavet hvor det forekommer flermetalliske noder og hvor Havbunnsmyndigheten har tildelt leitelisenser og etablerer vernet referanseområder. Kilde: Havbunnsmyndigheten, ISA.

Subareas of the Pacific Ocean floor where the International Seabed Authority (ISA) has accepted exploratory claims and are establishing environmental protection zones.

duler skjer dannelsen av slike skorper svært sakte. I tillegg til mangan og jern, inneholder skorpene også små mengder andre meget etterspurte grunnstoffer.

### Utvikler regelverk for leitefasen

Forventningene til utvinningen av dyphavsmineraler har en lang historie, men teknologiske og økonomiske forhold har begrenset aktiviteten. I internasjonalt farvann er FN-organet Havbunnsmyndigheten (ISA) den mellomstatlige forvalteren av havbunnsressurser, og denne organisasjonen har nå et sterkt økende aktivitetsnivå. I Stillehavet er det knyttet størst interesse til flermetalliske noder innenfor området benevnt Clarion-Clipperton Fracture Zone mellom Sør-Amerika og Polynesia (figur 1). Her har en rekke aktører fått akseptert 15-årige leitetillatelser (claims). Havbunnsmyndigheten er kommet forholdsvis langt i utviklingen av retningslinjer og regelverk for leitefasen. Det er også utviklet og vedtatt miljøforvaltningsplaner som blant annet omfatter etablering av representative verneområder for å beskytte biologisk mangfold.

### En utvinningstillatelse så langt

I Atlanterhavet har Havbunnsmyndigheten tildelt leitetillatelser til Frankrike, Russland og Brasil for leitevirksomhet og eventuell utvinning av mineraler langs deler av Den midtatlantiske rygg og den søratlantiske ryggen Rio Grande Rise. På nasjonale kontinentalsokler er tilsvarende tillatelser tildelt av enkeltland, blant andre Portugal, for prospektering sør for Asorene.

Utvinningsstillatelser er det kun øystaten Papua Ny-Guinea øst for Australia som har utstedt. I partnerskap med et kommersielt selskap (Nautilus Minerals Ltd.) testes det nå nyutviklet teknologi. Forventningene om lønnsom drift er høye, men langt fra bevist.

### Mulige konsekvenser for havmiljø og marint liv

Mineralutvinning i havet vil bli en ny virksomhet i et miljø som allerede anses som sårbart. Hydrotermiske kilder er anerkjent som særlig sårbare økosystemer, av blant annet FN-organ, og må mellom annet beskyttes mot negative konsekvenser av fiskeri med bunnredskap. Slike økosystem vil trolig også være aktuelle som marine verneområder fordi de er spesielle og fåtallige. De undersjøiske termiske kildene har særegne organismesamfunn. Alle andre økosystem i dyphavet er avhengig av plantenes produksjon av organisk materiale i de solbelyste overflatelagene (fotosyntetisk produksjon). Livsgrunnlaget for samfunnene ved termiske kilder er



Figur 2. Norskehavet og Grønlandshavet, med området på Mohnsryggen hvor bl.a. Lokeslottet forekommer.

Kilde: Senter for geobiologi, UiB.

*The Norwegian and Greenland Seas and the Mohn's Ridge where the Loki's Castle occurs.*

energi som er generert i kjemiske prosesser. De første slike samfunnene ble beskrevet på 1970-tallet. Hydrotermale kilder er også leveområder for en rekke ekstreme livsformer og store mengder ukjente mikroorganismer. Nylig ble det beskrevet en ny form for mikroorganisme (Lokiarchaeota) fra Lokeslottet. Funnet gir oss ny og viktig kunnskap om hvordan det for milliarder år siden oppstod komplekse celler som i dag er byggesteiner i alle kjente planter og dyr.

### Den siste villmark

Dyphavet anses ofte som "den siste villmark". Internasjonalt er det derfor allerede stort fokus på mineralutvinning og annen menneskelig aktivitet, og mange forskere og miljøvernere uttrykker kraftig bekymring. Det er usikkert hvordan miljøbelastningen vil kunne bli i aktuelle mineralutvinningsprosjekt, både i prosjekterings- og driftsfasene. Fysisk vil fotavtrykket kunne bli betydelig lokalt hvor masse skal tas ut, knuses og heves til overflaten. Andre mer vidtrekkende konsekvenser er også sannsynlige, men ikke godt utredet. Også på norsk sokkel

vil det bli behov for krevende avveininger dersom mineralutvinning blir aktuelt.

### Havforskningsinstituttets strategi

En forutsetning for å kunne yte relevant rådgivning om miljø- og økosystemkonsekvenser av industriell mineralutvinning i dyphavet er kunnskap om naturverdiene. Vi trenger også kjennskap til prosesser og plankrav knyttet til utvinningen.

Havforskningsinstituttet skal møte behovet for uavhengig forskningsbasert rådgivning vedrørende miljøkonsekvenser av mineralutvinning til havs. En nylig etablert strategi uttrykker at konsolidering og heving av kompetanse samt utvikling av rådgivningskapasitet er nødvendig. Samarbeid med Universitetet i Bergen, Senter for dyphavsforskning og deltakelse i nasjonale og internasjonale nettverk og prosjekt blir viktig.

Instituttet skal bidra til strategiske planer og konsekvensutredninger, og kan eventuelt delta i Havbunnsmyndighetens arbeid. Videre skal det arbeides for at Det internasjonale råd for havforskning (ICES) styrker sin rolle som utreder og rådgiver.

### Increasing interest in seabed mineral deposits

The industrial interest in mining seabed mineral deposits in the deep ocean is increasing worldwide. Exploratory claims and licenses have been granted, and exploration of massive sulphides and polymetallic nodules may begin in a few places. Massive sulphide deposits in the Norwegian Sea may have mining potential. States and international management bodies regulating human

activity in the deep-sea are facing a challenge: Ensuring environmentally responsible practices from the start. IMR recently developed a strategy for enhancing its capability to provide scientific advice relevant to seabed mining and potential environmental concerns. The strategy includes active co-operation with other science partners, especially the deep-sea geobiologists at the University of Bergen.



## Aktuelt med mineralutvinning i norske farvann?

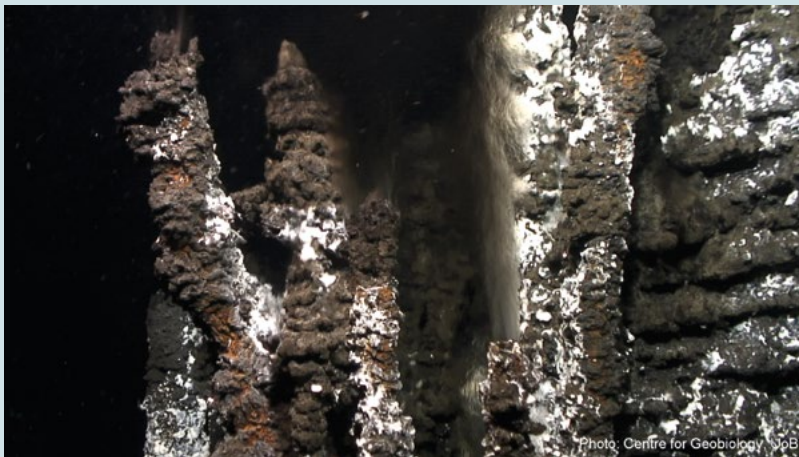
I farvann under norsk jurisdiksjon er det dokumentert forekomster av massive sulfider rundt aktive og utdødde hydrotermiske skorsteiner på Kolbeinseyruggen vest for Jan Mayen og på Mohnsryggen nordøst for Jan Mayen. De arktiske midthavsryggene som strekker seg fra Island via Jan Mayen til Svalbard og inn i Polhavet har vært

grundig undersøkt i 15 år, hovedsakelig av Senter for geobiologi ved Universitetet i Bergen og partnere. Til i dag er det funnet seks aktive hydrotermiske felt i farvann under norsk jurisdiksjon. Basert på nåværende kunnskap anslås det at det kan være et tilsvarende antall oppdagete aktive felt i norske farvann. Disse banebrytende og teknologisk

krevende studiene omfatter både geologi og biologi. En av de mest spektakulære, aktive formasjonene er døpt Lokeslottet (figur 2), og her forekommer massive sulfider og dessuten et særegent biologisk liv (figur 3 og 4). Lokeslottet er allerede anerkjent som en meget spesiell formasjon med et økosystem som trolig er helt særegent sammenliknet med andre bunnsamfunn i havområdet.

Lokeslottet er til nå den eneste formasjonen oppdaget på norsk sokkel med såpass høyt innhold av mineraler at det vekker industriell nysgjerrighet. Om det finnes flere tilsvarende lokaliteter er usikkert, men mulig. Det er derimot sannsynlig at det finnes mange forekomster der den hydrotermiske aktiviteten har opphørt. De hydrotermiske feltene er aktive i noen tusen år, deretter ligger de polymetalliske sulfidavsetningene tilbake som "utdødde felt". Det er betydelig flere utdødde enn aktive felt, men forholdstallet er ukjent. Derfor er det for tidlig å si om disse mineralforekomstene kan representere en vesentlig økonomisk ressurs. Forskningsmiljøet ved UiB, som har oppdaget de aktive og utdødde feltene i norske farvann, har som mål å klarlegge dette. Det skal skje i regi av et Senter for dyphavforskning. Oppgaven er ikke enkel, for forekomstene er små og midthavsryggene har svære dimensjoner.

Et nytt brukerstyrt prosjekt ønsker også å ta fatt på disse spørsmålene. Geologer ved NTNU publiserte i 2014 grove modellberegninger for potensialet for mineralutvinning på Den arktiske midthavsryggen. Selv om det er kjent at usikkerheten er stor, konkluderte de friskt med at råvaregrunnlaget kan skape grunnlag for en milliardindustri i Norge. Beregningene vekker naturlig nok oppsikt i industrien, blant politikere, forvaltere og i samfunnet for øvrig, og det forventes at de ulike fagmiljøene bidrar til å opplyse saken.



Figur 3. Hydrotermiske skorsteiner på Lokeslottet i Norskehavet.

Kilde: Senter for geobiologi, Univ. i Bergen.

*Hydrothermal vents at the Loki's Castle in the Norwegian Sea.*



Figur 4. Særegne organismsamfunn knyttet til hydrotermisk aktivitet på Lokeslottet. Kilde: Senter for geobiologi, Univ. i Bergen.

*Benthic communities at the Loki's Castle hydrothermal vent.*