



# Rapport: Havbunnsmineraler - Testinfrastruktur

## Vedlegg B

### Behovskartlegging

# Spørreundersøkelse



Spørsmål	Tema
1-4	Kontaktinformasjon
5 a-f)	Behov (Ja/Nei + oppfølging hvis ja)
6-8	Behov (åpent svar)
9	Eksisterende infrastruktur
10-11	Planer for ny infrastruktur
12	Andre innspill

<https://www.gceocean.no/news/posts/2022/march/answer-our-survey-about-test-infrastructure-for-marine-minerals/>

# Spørsmål #5 – Behov: Ja/Nei



- a) AUV for dyphavskartlegging
- b) Skjerma/lukke område for kjerneprøveboring
- c) Område for uttesting av ny teknologi/metode for ressurs- og miljø-kartlegging av dyphavet
- d) Område for uttesting av ny teknologi for utvinning
- e) Data/programvarebasert infrastruktur
- f) Prosessering/foredling av mineraler

Alle med oppfølging: **Hvis ja**, vennligst beskriv hvilke type utstyr/område, for hvilke formål, når og hvordan:

# Spørsmål # 6-8 – Behov: Åpent svaralternativ



- Ser du eget behov for annen typer testområde/infrastruktur knyttet til marine mineraler?
- Ser du eget behov for annen typer testområde/infrastruktur knyttet til utforskning av dyphavet ?
- Ser du eget behov for noe nye testområder/infrastruktur knyttet til utvikling/uttesting av teknologi for havteknologi generelt sett?

# Spørsmål # 9 – Eksisterende infrastruktur



- Har dere eksisterende testinfrastruktur og fasiliteter som kan være tilgjengelig for andre/eksterne:
- Hvor stor del av tiden (%) er denne typisk ledig for andre?

# Spørsmål # 10-11 – Planer for ny infrastruktur



- Har dere planer/ideer om nye egne investeringer i testinfrastruktur knyttet til marine mineraler som kan være aktuelt å dele med eksterne?
- Har dere planer/tanker om nye egne investeringer i testinfrastruktur knyttet til havteknologi generelt sett som kan være aktuelt å dele med eksterne?



# Svar

# Respondents



## Industry

- Adepth Minerals
- Akastor
- AKOFS Offshore
- ARGUS Remote Systems
- Atlantic Geodrill
- CGG
- Deep Ocean
- Equinor
- Fugro
- Glencore Nikkelverk

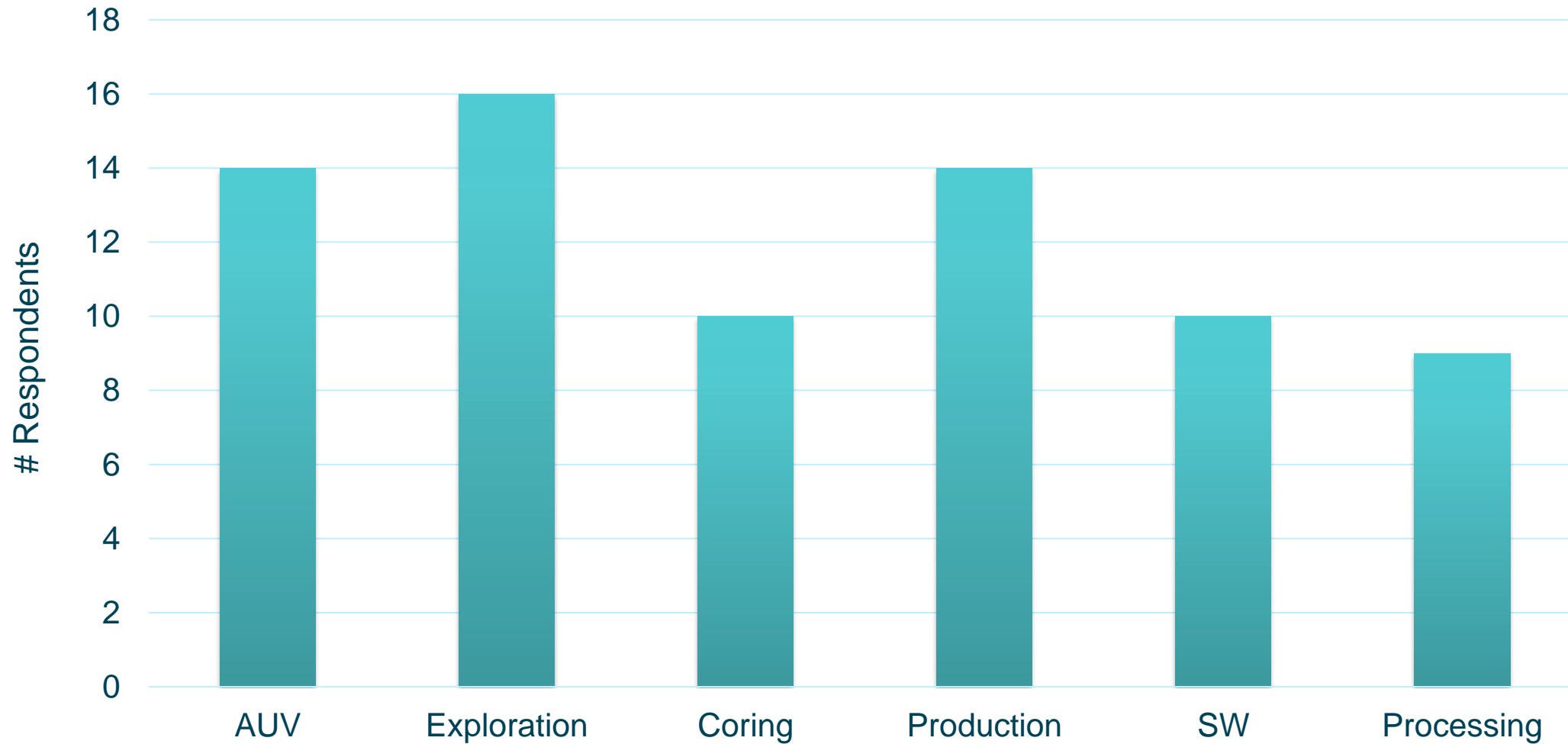
- Green Minerals
- HMM
- Kongsberg Maritime
- Loke
- Mandals
- NOV
- OneSubsea
- TechnipFMC
- TGS
- Transmark Subsea

## R&D & 3rd party

- DNV
- FFI
- NORCE
- NTNU
- NUI
- ReSiTec (del av Future Materials Catapult)
- SINTEF
- UiT The Arctic University of Norway
- University in Bergen



# Demand for different types of infrastructure



# Kommentar #5a) AUV



- Havbunnen er utforsket og det er store regionale og lokale usikkerheter knyttet til både geologi og biologi. En velutstyrt AUV vil fremover kunne bidra til å redusere denne usikkerheten.
- AUV (og ROV) kan begge være aktuelle med hensyn til å utvikle leteteknologi for marine mineraler og ikke minst for miljøkartlegging på havbunnen.
- Vi anser AUV som en god platform for å gjøre steds spesifikke geofysiske undersøkelser, på kjente DSM forekomster. SAS målinger kan være verdifulle som semi-regionale måleverktøy
  
- Ressurskarlegging
- Kartlegging av havbunnsmineraler
- Marinbiologisk kartlegging av havbunnen
  
- Utpøving av AUV-teknologi og datainnsamling for utvikling av avansert prosessering og automatisk dataanalyse
- Ett kalibreringsområde for AUV og sensorer vil være praktisk både for uttesting av ny teknologi og klargjøring for prosjekter, i tillegg til generell testing og oppløring
- Testing av AUV er svært krevende da område bør ha terreng som et mest mulig likt Mohnsryggen (kuppert)
- Styrke forskning på området
- Vi ønsker å utvikle og teste undervanns-docking stasjoner for AUV

# Kommentar #5b) Skjerma område



- Testing av utstyr under kontrollerte forhold, direkte sammenligning av teknologier
- For å teste utviklet utstyr i geologisk formasjoner mest mulig lik SMS eller skorpe
  
- Ja for vurdering av ressurspotensial
- Ja for kartlegging av utdødde system langs AMOR
- Utstyr for kjerneboring vil være viktig for 3D undersøkelse av forekomster
- Relevant for å teste drillingutstyr
- Boreteknologi vil ha behov for utprøving og testing
- Uttak av prøver er viktig med hensyn til kartlegging av ressurser, så ja dette er viktig for oss
- Spesifikk renlab for eDNA prøvtaking
  
- Det er utvilsomt arealer definert som Norsk sokkel som kan skjermes. Dette vil kreve geofysiske undersøkelser i forkant for god avgrensning.

# Kommentar #5c) Område for kartlegging



- Anbefaler å selektere ett mindre område som inneholder kjente aktive SMS, inaktive/utdødde SMS og mineralskorper som åpnes for uttesting av ny teknologi, prøvetaking og analyse av mineraler og biologisk aktivitet i detalj.
- Tilgang på havbunnsmineraler for å etablere generiske modeller for SMS avsetninger
- Teste ut kost-effektive geofysiske målemetoder, er et slikt definert testområde svært viktig.
  
- Tilgang til data for miljøkartlegging av dyphavet, testsite for å simulere påvirkning
- Miljøkartlegging ifm utvinning av havbunnsmineraler
- eDNA lab
- Miljøpåvirkning fra uttak av mineraler og eventuell retur av masser
- For å bygge kunnskap om marin biologi, havstrømmer, sesongmessige variasjoner
- Teste ulike dyphavsmiljøer: SMS, noder og skorper
- Multielement geokjemisk kartlegging av hoved sediment i havbunnsutforskning
  
- Testing/sammenligning av autonome farkoster
- Vi ønsker å bidra i teknologiutvikling innen dette feltet
- Vi arbeider med undervannsdroner som egner seg for miljømåling

# Kommentar #5d) Område for utvinning



- En sånt test område ville være nyttig for å unngå lang reiser mellom kysten og et dypt område. Sånt tester ville bli orientert imot maskinkontroll/våttest og vertikal transport systemer. Ideelt sagt burde område være dypt nok til å delvis representere aktuelle forhold på ryggen. Et sånt område ville gi noe nøytralitet på tester uten at motstandere kunne kalle det for aktuelle gruveaktiviteter.
- Dette er på et veldig tidlig stadie
- Her er det store spranget - industrien er milevis fra en løsning. Trenger mye utvikling og testing
- Test mining/ pilot projects
- Testing av teknologi for produksjon og vertikal transport av marine mineraler
- Flerfase vertikaltransport som kan håndtere både airlift og ulike pumpeteknologier (minst pilotskala)
- Testing av metoder for utvinning av skorper
  
- Miljøpåvirkning fra uttak av mineraler og eventuell retur av masser.
- Man må teste for å virkelig forstå konsekvens av eventuell fremtidig utvinning fra havbunnen.
  
- For dyphavs mineraler er det en fordel at metodene testes overlappende på samme ressurs for best vurdering av effektivitet.



# Kommentar #5e) Data/programvare

- Innsamling og lagring av data fra felt er viktig slik at disse er tilgjengelig for alle (gitt at dette er åpen informasjon). Videre ønsker vi softwareutvikling knyttet til leteteknologi blant annet.
- I et effektivt leteprogram må mange datatyper og enorme datamengder analyseres, her bør maskinlæring brukes og at all informasjon samles i ett nettverk/database.
- Støtte kartlegging av mineraler
- Utvikling av mission plan og SLAM teknologi
- Digital tvilling for utvinning av havbunnsmineraler
- Kan evt støtte laboratorium som leverandør av løsninger, f.eks. digitale skybasert infrastruktur tilpasset typiske undervannsdata fra miljø sensorer og batymetri, kamera, etc.
- Litt usikker på dette, men testing av kontroll systemer relatert til produksjon og vertikal transport av marine mineraler inkludert umbilicals kan være aktuelt
- Hva vil dette være? Prosesseringskapasitet? F.eks. regional potensialvurdering krever analyse av store regionale datasett. Dette vil kreve prosesseringskapasitet.

# Kommentar #5f) Prosessering



- Utvinning og prosesseringsteknologi for dyphavsmineraler er det viktigste delen av en potensiell ny industri. Teknologi som sikrer minimalt med utslipp til vann, cost-effektiv produksjon med minimalt fotavtrykk og drevet av dekarbonisert/grønn energi bør tilstrebes.
- Dette er veldig viktig - her må vi trekke på landsbasert industri kunnskap
- En industri for havbunnsmineraler er betinget det finnes avtak fasiliteter.
  
- Testfasiliteter for undersøkelser for å finne egnede behandlingsmetoder for mineraler med ambisjon om å lage mellomprodukter som egner seg som råstoff i vår produksjon.
- Utvikling av metoder for prosessering av havbunnsmineraler
- Forstå prosesseringspotensial. Man trenger da prøvemateriale. Slike fasiliteter finnes allerede.
  
- Oppredning og prosessering av mineraler både for mulig bruk offshore (på skip) og onshore.
- Fasiliteter for å test hvordan malmen oppfører seg når massen kommer til overflaten og hvordan det skal lagres og transporteres
  
- Aktuelt bare for subsea prosessering - som i seg selv er ikke uttrykt som hovedplan
- Utvikle en unik, miljømessig akseptable, metall utvinningsteknologi (f.eks. in-situ bioleaching)



# Andre behov

Merk: Noen av behovene listet her er flyttet til svar på spørsmål #5, da de typisk hører til i ulike kategorier der





# Svar Spørsmål #6: Andre behov - mineraler



- Fartøytid på stort forskningsskip
- Tilgjengelig skipstid for AUV operasjoner
  
- Miljø aspekter som lyd, lys og spredning av sedimenter
- Transport of mineraler i slurry form har mye oppløyd mark
  
- Testing av utstyr som skal brukes i dyphavet. Trykktesting etc.
- Land umbilical og dypvanns vinsj for å komme kommunisere med sensorer/verktøy
  
- Undervannsinstrumentering og undervannskommunikasjon, men har også egne test-fasiliteter
- Testområde som inneholder noduler
- Dette vil i hovedsak dreie seg om testing av del teknologi så som material valg, ventiler, etc. Disse finnes nok allerede i dag
- Tidlig fase, men om ikke sluttbruker har planlagte områder kan dette være relevant for å teste ut egen teknologi.
- Vi ønsker å videreutvikle og utvikle ny forskningsinfrastruktur (hardware og software) langs hele verdikjeden marine mineraler. Her har vi en del utstyr som med mindre tilpasninger lett kan anvendes, mens vi på andre områder må bygge ny.

# Svar Spørsmål #7: Andre behov - dyphav



- Bedre tilgang på forskningsfartøy
- Tilgjengelig skipstid for AUV operasjoner
- Glider med dyhavskapasitet
- ROV
  
- Testing av utforskningsutstyr som skal brukes i dyphavet. Trykktesting etc.
  
- For å øke kunnskapsnivået om biologisk aktivitet og å sikre at mineralutvinning kan skje på en miljømessig forsvarlig måte må det generelle kunnskapsnivået økes generelt. Bakgrunnsinformasjonen er vital for å relatere dette til mulig drivverdige utdødde sulfidkomplekser. mens vi på andre områder må bygge ny.
- Betydelig infrastruktur under utvikling i flere trinn (ref. Ocean Space Centre)

# Svar Spørsmål #8: Andre behov – havteknologi generelt



- Ny teknologi må verifiseres
- Vi kan nok i stor grad bruke eksisterende standarder og testprosedyrer for havteknologi.
- Testområder bør tilretteliggjes med ankomst fra kai, samt infrastruktur til nødvendig strøm og kommunikasjon.
  
- For vår aktivitet er det behov for infrastruktur for uttesting av ny teknologi for både kartlegging og inspeksjon
- Kartdata med høy oppløsning innenfor 12mils-sonen er gradert. Kystnære områder som er unntatt fra gradering er interessant.
- Pilotprosjekt for testing av in-situ bioleaching metoder
  
- Tidlig fase, men om ikke sluttbruker har planlagte områder kan dette være relevant for å teste ut egen teknologi.
  
- Autonomi
  
- Ny og eksisterende dyphavsteknologi må utprøves. Det blir behov for mange typer overvåking og støttefunksjoner for en mulig dyphavs mineral industri av stort omfang.



Tilgjengelig infrastruktur  
&  
Planer for ny infrastruktur

# Svar Spørsmål #9: Tilgjengelig infrastruktur



- <https://www.ntnu.no/igp/lab/oppredning>
- [www.ntnu.edu/aur-lab](http://www.ntnu.edu/aur-lab)
- [www.ntnu.edu/oceanlab](http://www.ntnu.edu/oceanlab)
  
- [www.oceanspacecentre.no](http://www.oceanspacecentre.no) (Typisk fra 0-80%)
- <https://www.sintef.no/laboratorier/flerfaselaboratoriet/>
  
- <https://www.nui.no/test-and-analysis/> (100% for eksterne kunder)
  
- <https://www.uib.no/en/geo/128115/%C3%A6gir6000-rov>
- <https://www.uib.no/node/112288/teknologiske-muligheter>
  
- FFI: AUV tilgjengelig for medlemmer i HUGIN-HUS konsortier og andre. (Tilgjengelighet usikker. Noe gammel/slitt og utdatert)
  
- <https://www.dnv.com/services/underwater-working-machines-1714> (teoretisk mye ledig)
- <https://www.dnv.com/oilgas/laboratories-test-sites/>
  
- <https://www.norceresearch.no/en/testsentre-og-laboratorier>
  
- <https://www.resitec.no/> <https://www.resitec.no/about-resitec/future-materials-as/> (50-100%)
- <https://www.futurematerials.no/>
  
- <https://www.gceocean.no/focus-areas/competence-and-infrastructure/rdi-infrastructure/>
  
- Bedrifter har også relevante fasiliteter, men primært for prosjekt hvor de deltar selv

# Svar Spørsmål #10: Planer - Mineraler



Svar fra industri:

- Core drilling, deepwater ROV
- Vi ønsker å bidra til at nye geofysiske metoder og resultater blir publisert

3-part:

- Vi planlegger investering på 2.5 - 5 mill NOK i år innen generisk prosessutstyr som i stor grad vil passe til prosessering av marine mineraler
- Vi har investert i utstyr som er tilgjengelig og oppgraderer dette basert på behov.

Svar fra FoU:

- Kontinuerlig utvikling innen fleste fagfelt knyttet blant annet til geoteknologi og økosystemet
- Ja, vi ønsker å bygge forskningsinfrastruktur som er aktuell å bruke langs hele verdikjeden. Fra leting til oppredning/deponering

# Svar Spørsmål #11: Planer - Dyphav



- USV for kartlegging, Autonome farkoster, gliders
- Vi har investert i utstyr som er tilgjengelig og oppgraderer dette basert på behov
- Pågår kontinuerlig investering og utvikling
- 
- [www.ntnu.edu/oceanlab](http://www.ntnu.edu/oceanlab)
- [www.oceanspacecentre.no](http://www.oceanspacecentre.no)

# Svar Spørsmål #12: Andre innspill



- Det er viktig å bygge på eksisterende kompetanse innen havteknologi, olje og gass, etc. Dette er områder vi er verdensledende på, og vi trenger ikke konkurrerende, beslektet, til dels offentlig finansierte, testsenter. Dette er investeringer som er tatt.
- OED ønsker å satse mer målrettet på FoU for marine mineraler. Her synes vi det også er viktig at en ny strategi/veikart også peker på behovet for forskningsinfrastruktur og at det blir øremerket midler for dette i INFRA programmet.
- Som man kunne ha sett - mest av testing ble fullført på åpent sjø. Stor spørsmålstegn om hva er behov for et testområde/infrastruktur.
- Norge investerer betydelige midler i utbygging av en integrert infrastruktur for eksperimentell forskning og testfasiliteter på land og i sjø gjennom investeringen i Ocean Space Center. NTNU og SINTEF ønsker at denne i størst og best mulig grad gjøres tilgjengelig for norsk industri, inklusive fremtidig forskning, testing og utvikling av teknologi rettet mot marin mineralutvinning
- Jeg setter pris på denne undersøkelsen med forslag om faste testområder for ny havbunnsmineral teknologi. Vi må teste og analysere all eksisterende og ny teknologi for å sikre en bærekraftig ny industri, gitt dette blir sanksjonert. Å kunne ha denne kunnskapen ved en eventuell åpning for utvinning vil spare mange år. Spart tid i forkant vil hjelpe det grønne skiftet som vil kreve mangedobling av mineralressursene vi har idag.
- Godt initiativ !