



Fremtidsmuligheter innen  
marine mineraler på  
norsk kontinentalsokkel

The EY logo consists of the letters 'EY' in a bold, white, sans-serif font. A yellow diagonal line is positioned behind the 'Y', extending from the bottom left towards the top right.

Building a better  
working world

# Forord

På oppdrag fra Oljedirektoratet har EY sett på virkninger og muligheter for verdiskapning som kan oppstå som en følge av utvinning av marine mineraler i norske havområder. Rapporten er en del av en pågående konsekvensutredning og trekker frem muligheter og barrierer som må overkommes for å lykkes i det som kan bli en ny næring.

I dag finnes det ingen aktivitet knyttet til utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel, og det er ikke tildelt tillatelser til leting eller utvinning. For å kunne si noe om mulighetene for næringsvirksomhet er det lagt til grunn to forutsetninger: 1) områdene åpnes for leting og utvinning og 2) vi finner drivverdige forekomster.

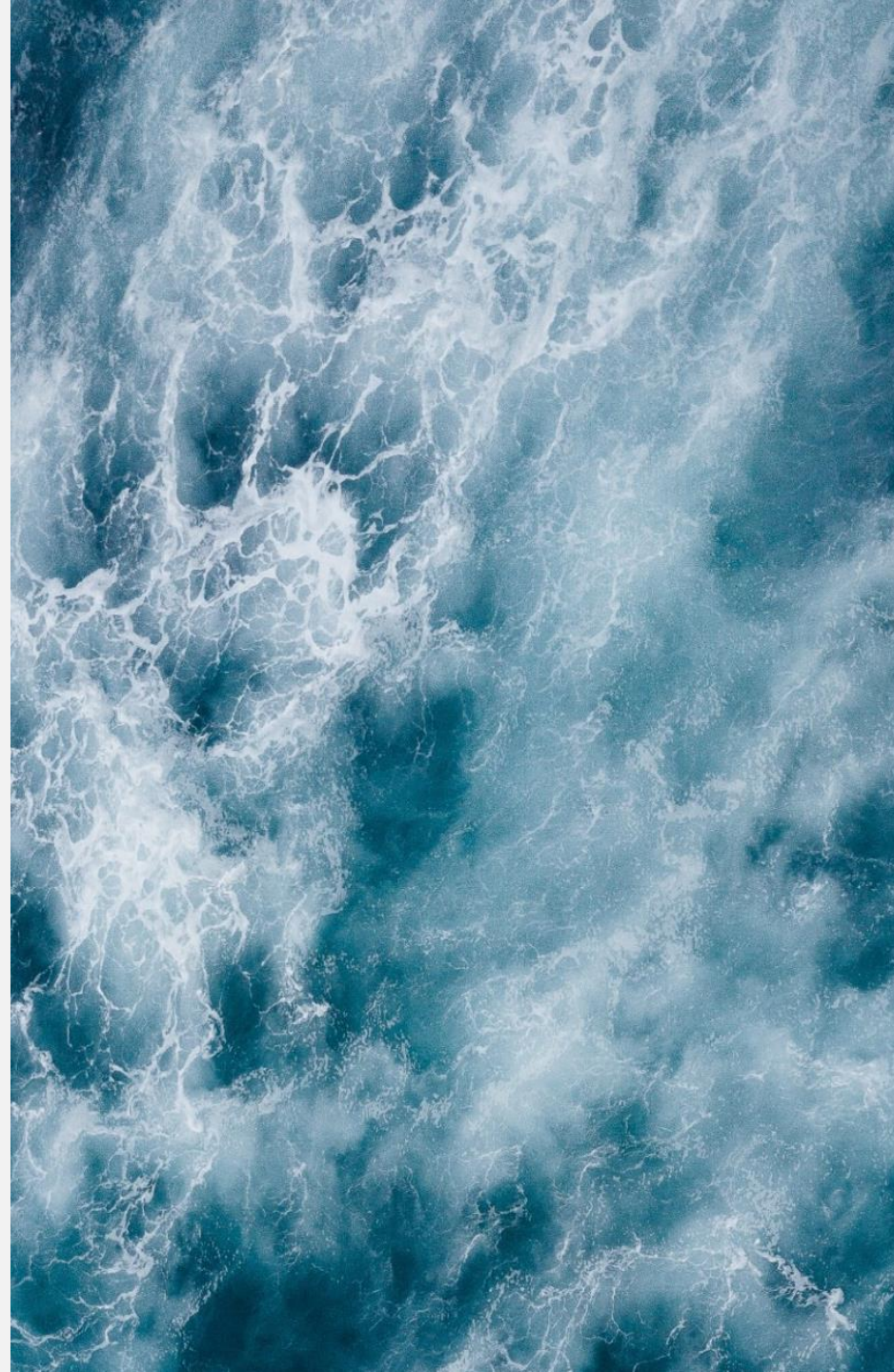
Rapporten har primært fokus på de havbaserte operasjonene og ser i mindre grad på effekter som skjer på fastlandet. Rapporten har i hovedsak en kvalitativ tilnærming og er særlig opptatt av å belyse mulighetene som havbunnsmineraler vil kunne få for norsk næringsliv og legger mindre vekt på grunnrenten som ressursene vil kunne gi opphav til. Eksempelvis belyser scenarioene i kapittel 4 mulighetene for at havbunnsmineraler vil kunne bli en lønnsom aktivitet for norsk næringsliv og sier ikke nødvendigvis noe om i hvilken grad grunnrente vil kunne oppstå. Grunnrente er i stor grad avhengig av priser på og kostnader knyttet til havbunnsmineraler, og vil i stor grad være uavhengig av om det er norske eller utenlandske aktører som står for utvinningen.

Vi vil takke Oljedirektoratet for et spennende oppdrag. Takk til alle som har bidratt inn mot rapporten med intervju, innspill og tilbakemeldinger.

---

Juni 2022

Vegard R. Sjursen  
Anders Bjerga  
Sebastian Nyvoll



1

## Introduksjon

Sammendrag

Bakgrunn

Oppdraget

Rapportens  
faktagrunnlag

2

## Bedrifter og næringer

Næringer og  
klynger

Kompetanse og  
omstillingsevne

Forretnings- og  
leveransemodeller

3

## Muligheter og barrierer

Internasjonal  
situasjon

Modenhetsanalyse

Unike  
konkurrans-  
fortrinn

Mulighetene

Barrierene

4

## Scenario- analyser

Tidslinje

Scenarier

5

## Vedlegg

Metode

Referanseliste



1

Introduksjon

Sammendrag

Bakgrunn

Oppdraget

Rapportens  
fakta grunnlag

 Tilbake til kapitteloversikt





# 1.1 - Sammendrag



# Sammendrag (1/2)

**Verden har et økende behov for mineraler. Norge har påviste mineralressurser på kontinentalsokkelen som kan legge grunnlaget for en ny næring**

**Norske selskaper har betydelige konkurransefortrinn innen teknologi og kompetanse**

**En industrialisering av havbunnsmineraler vil kreve en tydelig satsning og forutsigbare rammevilkår**

**I et foretrukket scenario vil utvinning av mineraler føre til betydelig verdiskapning**

Å nå målsetningene innen grønn omstilling vil kreve store investeringer i fornybar energi og elektrisk mobilitet. Fornybarsamfunnet krever metaller og mye peker mot at verdens mineralbehov vil øke i tiden fremover. Samtidig er det en økende global konkurranse om de ressursene som finnes. Med påviste mineralforekomster av sulfider og manganskorper på norsk kontinentalsokkel er det derfor gode grunner til å tro at marine mineraler kan bli en ny næring i Norge.

Norsk offshorenæring ligger i front av den teknologiske utviklingen og har en ledende posisjon i olje og gass og maritim. Vår analyse, som omhandler de havbaserte operasjonene, viser at denne kompetansen og teknologien vil være et stort konkurransefortrinn for utviklingen av ny havbunnsmineralnæring. Intervjuer og samtaler med næringslivet indikerer at utvinning vil kunne ta fart fra 2030, og derfor ligger lengre bak i løpet enn andre fremvoksende næringer som havvind og hydrogen. Utvinning av havbunnsmineraler vil innebære investeringer i nytt utstyr og teknologi som kan føre til en ny eksportmulighet for norsk leverandørindustri. Olje- og gassnæringen med tilhørende serviceselskaper kan med sin kompetanse brukes som et springbrett inn mot havbunnsmineralaktivitet.

Norge har i mange år vært klar over at det finnes mineralavsetninger på havbunnen, men har foreløpig ikke kommet i gang med utvinning av disse. Overgangen fra forskning til forretning har vist seg å ta lang tid blant annet grunnet umoden teknologi og store variasjoner i råvarepriser. Utvinning av havbunnsmineraler går over lange tidshorisonter og er kapitalintensivt. En industrialisering vil kreve forutsigbare rammevilkår som gjør det attraktivt å satse på en ny industri. Rammevilkår for finansiering kan påvirkes av blant annet hvorvidt utvinningen vil kunne regnes som bærekraftig i EUs taksonomi.

I tiden fremover er det flere veivalg som vil avgjøre utviklingen av næringen i Norge. Gjennom en analyse av mulige fremtider finner vi noen kritiske suksessfaktorer som blir avgjørende for om vi lykkes med etableringen og kommersialisering av havbunnsmineraler fra 2030. Dette tidsperspektivet er gitt dagens kunnskap og perspektiver, men radikale innovasjoner, ny teknologi og store etterspørselsvridninger kan føre til forskyvninger av tidslinjene. Samtidig viser analysen usikkerheter knyttet til den fremtidige utviklingen: Store variasjoner i råvarepriser, treg utforskning av nye avsetninger, effektiviteten av nøkkelteknologi, og mangelen på etablerte mottaksanlegg. Disse faktorene gjør at vi kan ende opp i en fremtid hvor våre konkurransefortrinn ikke utnyttes og utviklingen av ny næring stagnerer.

# Sammendrag (2/2)

En fremtid hvor vi utnytter konkurransefortrinnene våre

For å oppnå foretrukket fremtid med høyt potensiale for verdiskapning må en fra norsk side blant annet lykkes med:

- Regulering og langsiktig satsning
- Teknologi- og kompetanseoverføring fra nærliggende næringer
- Etablere og styrke en helhetlig verdikjede fra havbunnsmineral til ferdig produkt

Lykkes vi ned disse kritiske suksessfaktorene vil:

- Havbunnsmineraler kunne bli en ettertraktet næring som med dagens forutsetninger og teknologi kan komme i gang i starten av 2030
- Betydelige investeringer kunne gi ringvirkninger og arbeidsplasser langs den norske kysten
- Norge kunne bidra med kritiske metaller og produkter som bidrar til overgangen til lavutslippssamfunnet
- Norge ta en posisjon innen bærekraftig utvinning av lavkarbon-havbunnsmineraler
- Teknologien og «know-how» for utvinning bli eksporterressurser for norsk teknologi- og leverandørindustri

En fremtid hvor vi ikke utnytter mulighetene

Mulig utfordringer:

- Konkurransen fra andre fremvoksende markeder gjør det vanskelig å skaffe tilstrekkelig kompetanse og ressurser til å realisere forretningsmulighetene innen havbunnsmineraler
- Vi klarer ikke utvikle egen teknologi og kompetanse, og blir avhengig av tjenester fra utlandet
- Marine mineraler blir ikke regnet som bærekraftig innen EU taksonomien, som kan gjøre det utfordrende for bedrifter å sikre finansiering til prosjekter



## 1.2 - Bakgrunn





# Verden har et økende behov for metaller

## Viktige drivere for utvinning av marine mineraler



### Materialbehov

Befolkningsvekst og omstilling til lavutslipps-samfunnet vil påvirke behovet for metaller. I 2050 er vi forventet å være nesten 10 milliarder mennesker på planeten<sup>1</sup> og marine mineraler kan bli en kritisk bidragsyter i å dekke behovet.



### Sikker tilgang

Geopolitiske utviklingstrekk medfører at sikker tilgang på mineraler som er kritiske for samfunnet blir viktig.



### Miljøutfordringer på land vs. til havs

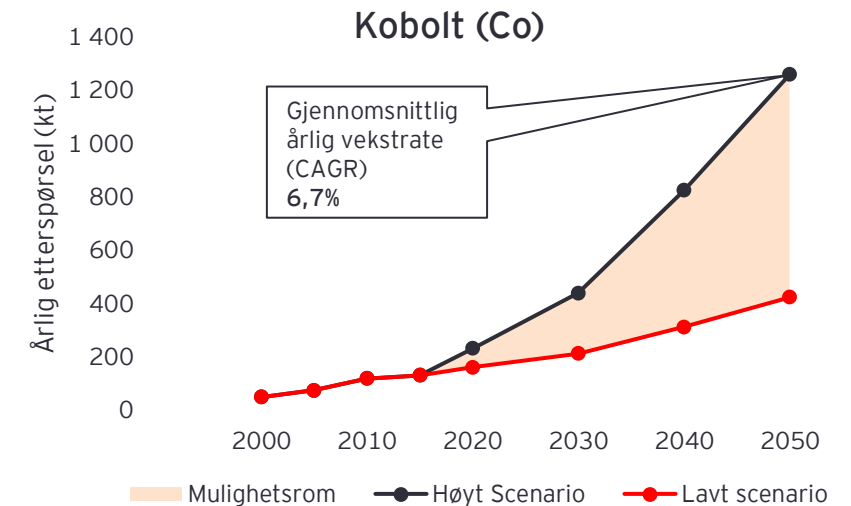
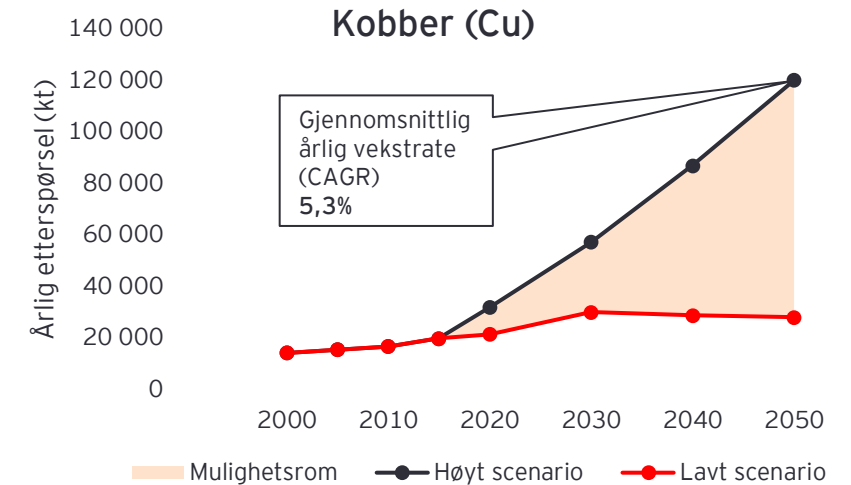
Utfordringer knyttet til miljø, sosiale- og forretningsetiske forhold blir sett på som den største utfordringen til å utvinne mer mineraler fra landbaserte anlegg i tiden fremover<sup>2,3</sup>.



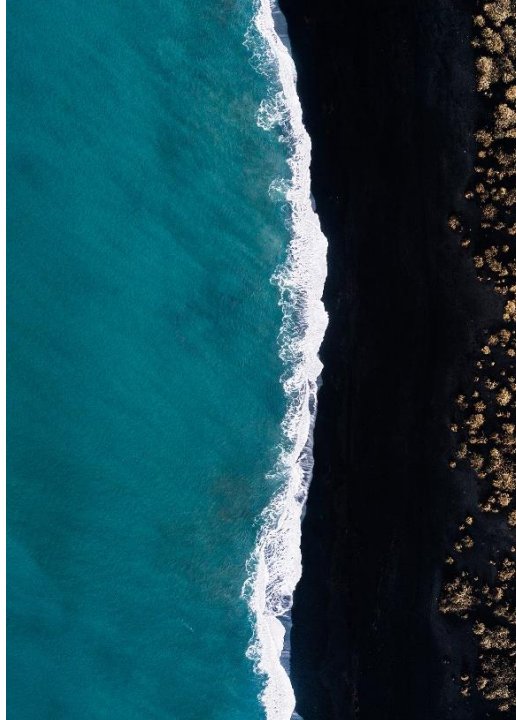
### Teknologi

Teknologien nærmer seg punktet hvor utvinning av havbunnsmineraler kan gå i gang.

## Mulig eksponentiell vekst i etterspørsel etter metaller<sup>4</sup>

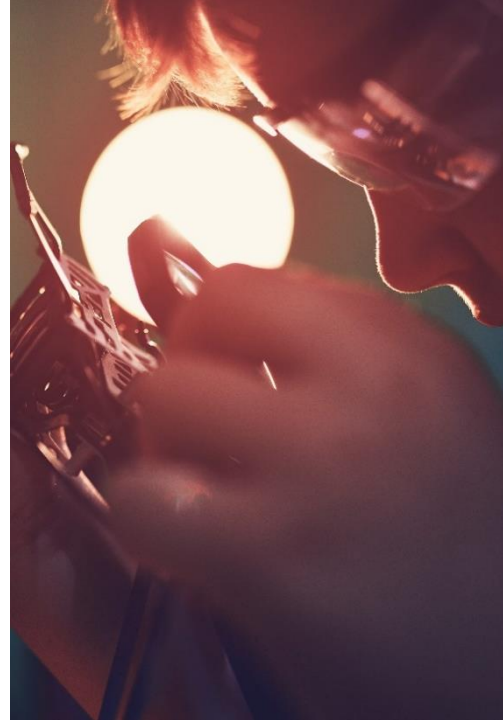


Marine mineraler inkluderer noder, ferromanganskorper, polymetalliske sulfider og leirer rik på sjeldne jordarter



Over 40 millioner km<sup>2</sup> av verdenshavene er aktuelt for utforskning av marine mineraler<sup>1</sup>

1.4 millioner km<sup>2</sup> er under utforskning<sup>2</sup>



54% av ferromanganskorper og 42% av polymetalliske sulfider antas å finnes i eksklusive økonomiske soner<sup>1</sup>

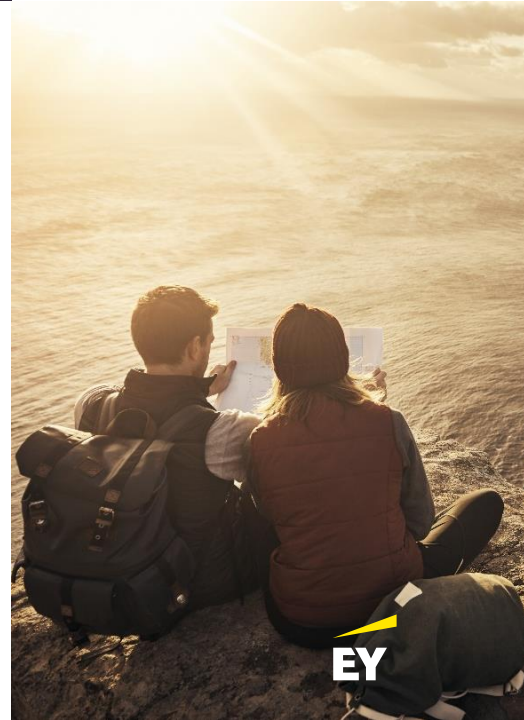


Internasjonale farvann dekker omtrent 50% av havoverflaten og disse er regulert av International Seabed Authority<sup>3</sup>

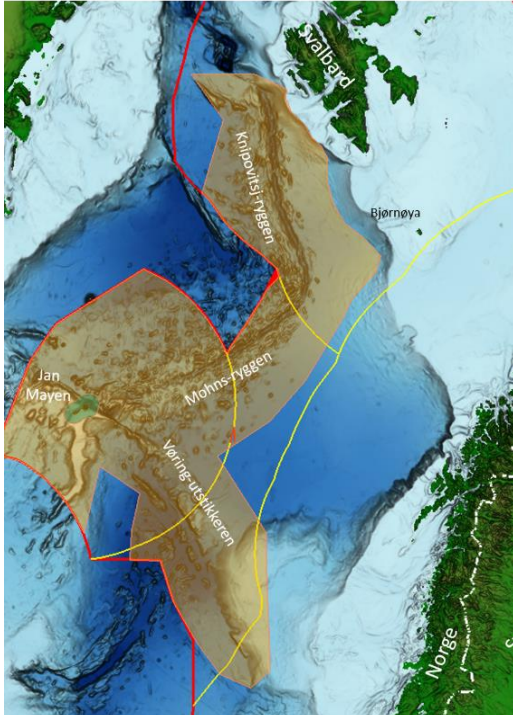


Det finnes i dag ingen kommersiell mineralutvinning i dyphavet

Mer en 30 internasjonale letetillatelser er tildelt



Den norske kontinentalsokkelen består av grunne havområder, slettelandskap, langstrakte fjellmassiver og sjøfjell<sup>1</sup>



Områder som omfattes av åpningsprosessen dekker 592 500 km<sup>2</sup>, nesten dobbelt så stort som hele Fastlands-Norge<sup>2</sup>



Instituto Oceanográfico (IO) da Universidade de São Paulo



Universitetet i Bergen

To typer mineralavsetninger antas å være aktuelle, skorper og sulfider



De fleste avsetningene finnes på dyp mellom 1000 og 4000 meter<sup>1</sup>

Til sammenlikning er det dypeste oljefeltet, Aasta Hansteen, på 1300 meters havdyp



Ressursene inneholder blant annet Cu og Co som er regnet som kritiske metaller<sup>3</sup>

Metaller regnes som kritiske dersom de har en stor økonomisk betydning, høy forsyningsrisiko og har egenskaper som er vanskelig å erstatte





## 1.3 - Oppdraget



# Kort om oppdraget

## Oppdraget

Rapporten er utført av EY på oppdrag fra Oljedirektoratet og inngår som en del av et større arbeid knyttet til konsekvensutredningen for havbunnsmineraler. Rapporten fokuserer på den havbaserte delen av verdikjeden og har en kvalitativ tilnærming.

## Rammene

Rapporten knytter sammen kunnskap fra næringslivet, særtrekk ved det som kan bli en ny næring, barrierer og muligheter, samt lokale og globale trender som vil kunne påvirke fremveksten av den nye næringen i Norge. Rapporten favner bredt men har et spesifikt fokus på næringslivet vi har i dag og hvordan norske bedrifter kan spille en rolle for utvinning av havbunnsmineraler fra norsk kontinentalsokkel.

## Scenarier

Gjennom å utforske scenarier beskriver vi mulighetsrommet for havbunnsmineraler som en næring i Norge. De to hovedscenariene er kategorisert slik: en fremtid hvor vi utnytter mulighetene og én hvor vi ikke gjør det. Utfallet mellom de to scenariene viser mulighetsrommet. Scenariene og tilbakemeldingene fra våre respondenter ligger til grunn når vi ser på hvilke muligheter vi må gripe og hvilke barrierer vi må forsere for å ta vare på mulighetene.

## Usikkerheter

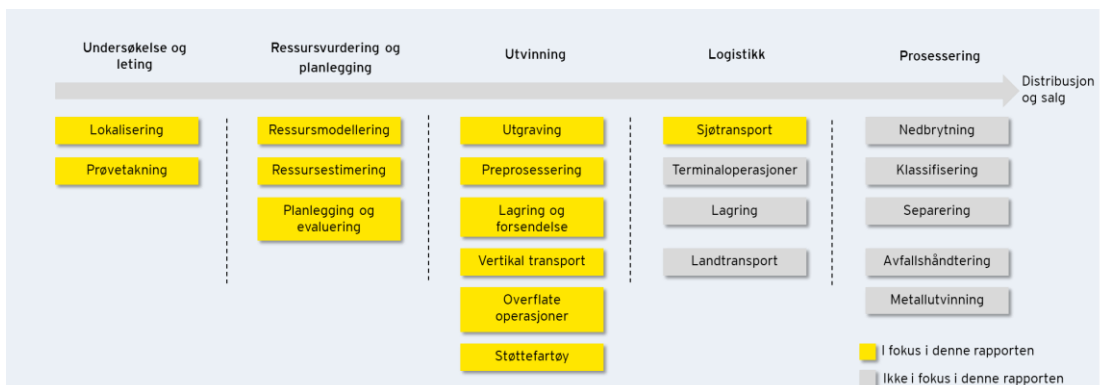
Utfallsrommet mellom de ulike scenariene er stort. Hensikten er å skape en forståelse av grep som må tas i dag for at havbunnsmineraler skal nå en foretrukket fremtid.

# Rapporten fokuserer på de havbaserte operasjonene i verdikjeden

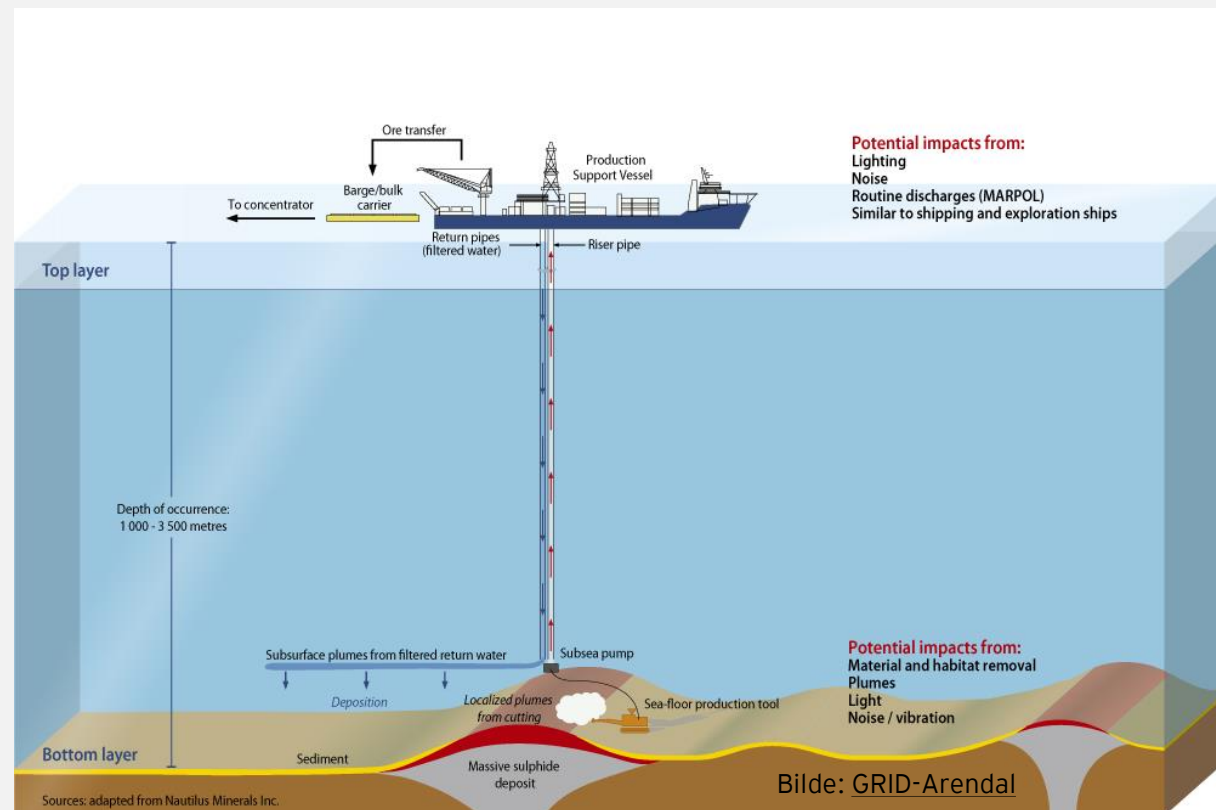
Verdikjeden beskriver de ulike prosessene som er involvert i utvinning av marine mineraler.

Rapporten fokuserer på de havbaserte operasjonene som inkluderer leting, ressursvurdering, utvinning og logistikk. Videre legger rapporten til grunn at marine mineraler blir drivverdige og at det kan gjøres på en bærekraftig og miljøvennlig måte.

## Verdikjeden for marine mineraler




## De havbaserte operasjonene i verdikjeden



De viktigste hovedutfordringene for utvinning av marine mineraler er<sup>1</sup>:

1. Utvinne metaller på havbunnen med lavt miljøavtrykk
2. Kostnadseffektive systemer for transport av metallene fra havbunnen til overflaten
3. Behandling av metallene på overflaten for transport til land



## 1.4 - Rapportens fakta grunnlag



# Rapporten er basert på innsikt og tilbakemeldinger fra næringslivet og en bred gjennomgang av relevante rapporter og analyser

SENTRALE LEVERANSER FRA PROSJEKTET

**1** **Analyse av næringer og klynger**

Med kompetanse og innovasjonsmiljøer spredd over hele landet

De beste klyngene er: «Høye virksomheter for å styrke norske klynger og legge til rette for kompetanseleding og innovasjon innen O&G fra havbunnsmineraler»

Med kompetanse og innovasjonsmiljøer spredd over hele landet

De beste klyngene er: «Høye virksomheter for å styrke norske klynger og legge til rette for kompetanseleding og innovasjon innen O&G fra havbunnsmineraler»

Med kompetanse og innovasjonsmiljøer spredd over hele landet

De beste klyngene er: «Høye virksomheter for å styrke norske klynger og legge til rette for kompetanseleding og innovasjon innen O&G fra havbunnsmineraler»

**2** **Viktigheten av kompetanseoverføring**

Overlappende kompetanse og erfaring fra olje og gass er en nøkkelfaktor for omstillingsevnen til norske selskaper

Overlappende kompetanse og erfaring fra olje og gass er en nøkkelfaktor for omstillingsevnen til norske selskaper

Overlappende kompetanse og erfaring fra olje og gass er en nøkkelfaktor for omstillingsevnen til norske selskaper

**3** **Verdikjedeanalyse**

En industrialisering av marine mineraler vil kreve en helhetlig verdikjede

En industrialisering av marine mineraler vil kreve en helhetlig verdikjede

En industrialisering av marine mineraler vil kreve en helhetlig verdikjede

**4** **Case studies**

Case 2 - Norsk selskap med fokus på hjemmemarkedet

Case 2 - Norsk selskap med fokus på hjemmemarkedet

Case 2 - Norsk selskap med fokus på hjemmemarkedet

**5** **Trendoversikt**

Store globale trender og ytre faktorer påvirker nye fremvoksende næringer som havbunnsmineraler

Store globale trender og ytre faktorer påvirker nye fremvoksende næringer som havbunnsmineraler

Store globale trender og ytre faktorer påvirker nye fremvoksende næringer som havbunnsmineraler

**6** **Internasjonal status**

Det er tildelt mange lettelser både i internasjonale og innen territoriale farvann

Det er tildelt mange lettelser både i internasjonale og innen territoriale farvann

Det er tildelt mange lettelser både i internasjonale og innen territoriale farvann

**7** **Modenhetsanalyse**

Marine mineraler er i dag ingen næring, for å forstå hvor langt vi er fra en kommersialisering har vi vurdert modenheten langs fem akser\*

Marine mineraler er i dag ingen næring, for å forstå hvor langt vi er fra en kommersialisering har vi vurdert modenheten langs fem akser\*

Marine mineraler er i dag ingen næring, for å forstå hvor langt vi er fra en kommersialisering har vi vurdert modenheten langs fem akser\*

**8** **Kartlegging av barrierer og muligheter**

Som med mange andre fremvoksende industrier er det også mange sentrale barrierer innen havbunnsmineraler

Som med mange andre fremvoksende industrier er det også mange sentrale barrierer innen havbunnsmineraler

Som med mange andre fremvoksende industrier er det også mange sentrale barrierer innen havbunnsmineraler

**9** **Scenarier**

Scenarier for havbunnsmineraler

Scenarier for havbunnsmineraler

Scenarier for havbunnsmineraler

Endelig rapport







2

Bedrifter og næringer

Næringer og klynger

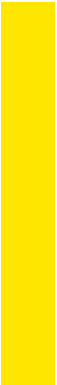
Kompetanse og omstillingsevne

Forretning- og leveransemodeller



Tilbake til kapitteloversikt





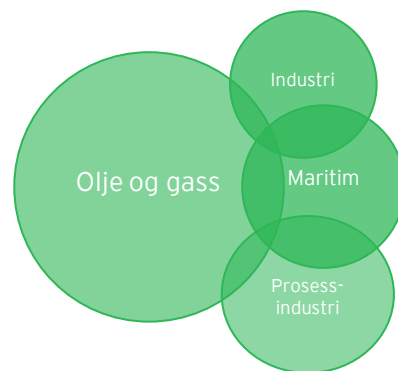
## 2.1 - Næringer og klynger



# Eksisterende næringer vil være avgjørende for etablering av havbunnsmineraler som ny næring

Etablerte industrier og næringer sitter på kompetanse og teknologi som er viktig for overgangen til nye fremvoksende markeder. Norge har en spisset og teknologiintensiv industri som vil være avgjørende for å utnytte ressursene som ligger på havbunnen. Det er derfor 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 primært fire eksisterende næringer som trekkes frem som essensielle byggeklosser om marine mineraler skal bli en betydningsfull ny næring: olje og gass, maritim, industri og prosessindustri.



« « Norge har lang erfaring og ledende kompetanse fra skipsfart, petroleumsindustri og relevant kompetanse en ny marine mineraler industri kan bygge på

- Norsk olje og gass - Høringsuttalelse (2021)<sup>1</sup>



Norske selskaper er kommet langt i utviklingen av ROVer og AUVer som kan utføre en rekke operasjoner på havbunnen. De vil kunne modifiseres slik at de kan brukes i forskjellige operasjoner tilknyttet utvinning av sulfider og manganskorper

- DNV - Teknologirapport havbunnsmineraler (2020)<sup>2</sup>



# Norsk næringsliv har en sterk posisjon innen hele den maritime verdikjeden

Fire hovednæringer ligger an til å spille en sentral rolle i utvinning av havbunnsmineraler



**Olje, gass og bergverk**

- Geologi/ geofysikk
- Ressursestimering
- Boring
- Utvinning



**Maritim**

- Seismikk
- Marine operasjoner
- Logistikk
- Frakt



**Industri**

- Bygg, tilpasning og vedlikehold av skip og utstyr



**Prosessindustri**

- Prosessering
- Produksjon av metaller

## Havnæringene i Norge



> 200 000 sysselsatte



En av de mest avanserte og komplette skipsfartsnasjonene

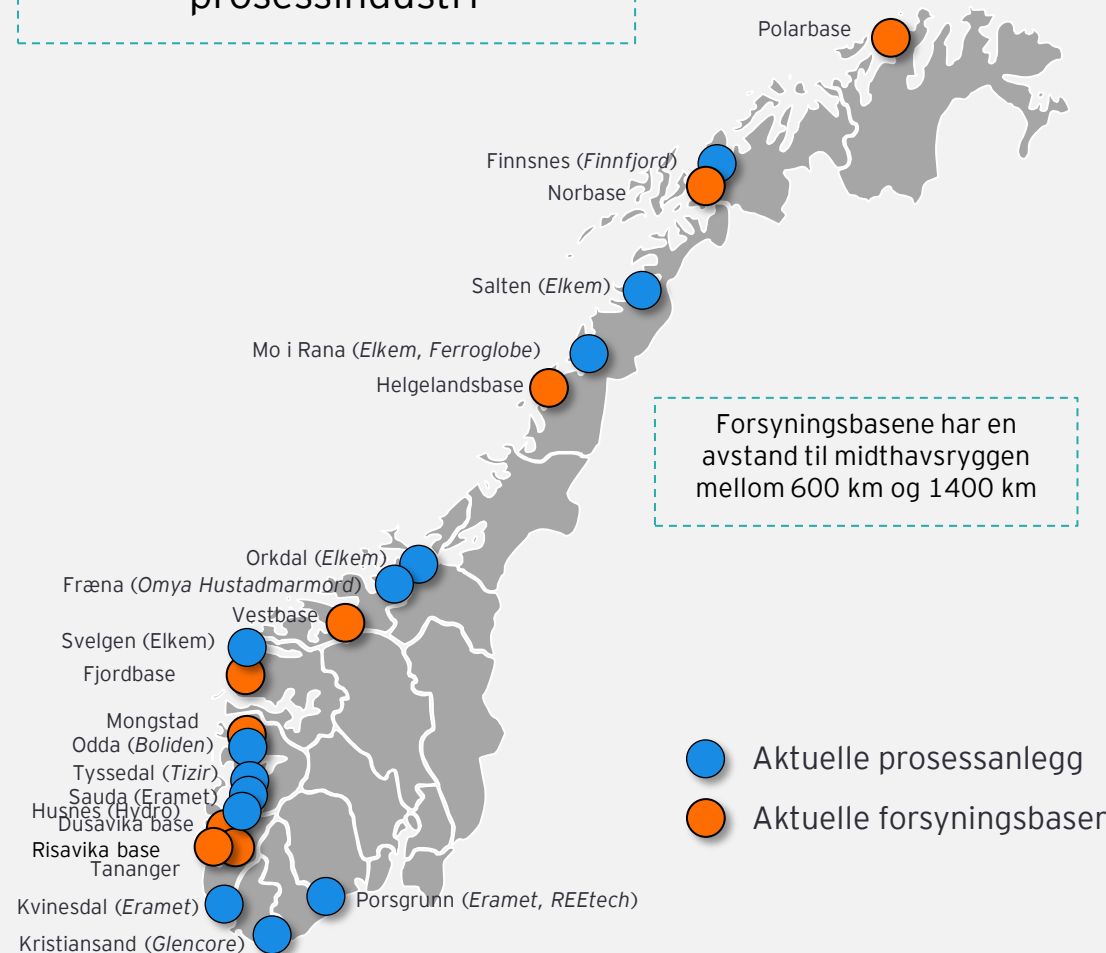


> 600 Mrd verdiskapning



Rederier, utstyrs- og tjenesteleverandører, og verft i verdensklasse

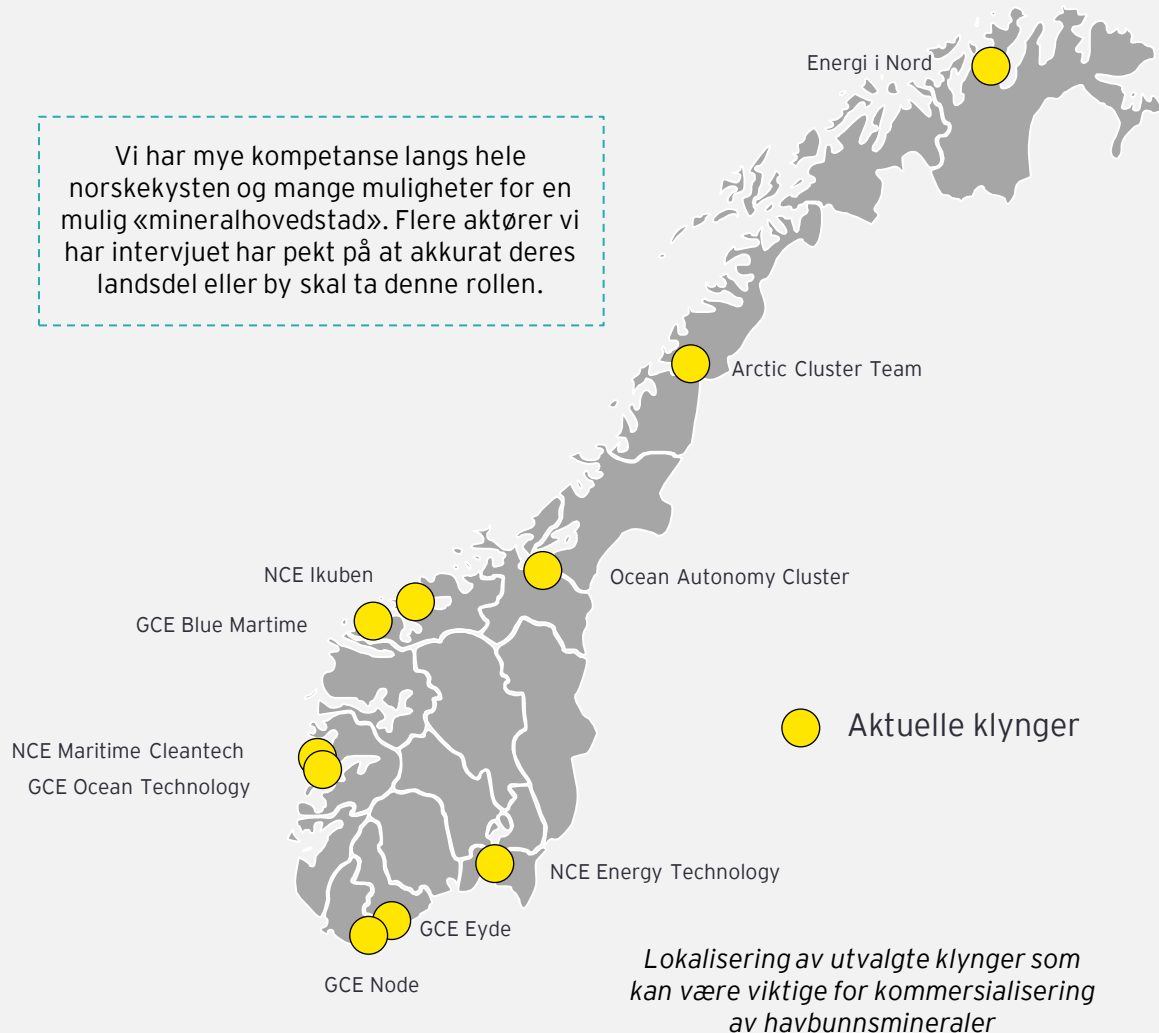
## Forsyningsbaser og prosessindustri



Lokalisering av utvalgte forsyningsbaser som kan fungere som mottakssenter for havbunnsmineraler

# Med kompetanse og innovasjonsmiljøer spredt over hele landet

Vi har mye kompetanse langs hele norskekysten og mange muligheter for en mulig «mineralhovedstad». Flere aktører vi har intervjuet har pekt på at akkurat deres landsdel eller by skal ta denne rollen.



De norske klyngene er viktige for å styrke norske satsninger og legger til rette for kompetansedeling og innovasjon innen de havbaserte næringene

Næringsklynger er en samling av bedrifter som går sammen for å øke innovasjon og kvalitet. De er viktige for kunnskapsdeling og samarbeid. Næringsklyngene som er knyttet til de havbaserte næringene er lokalisert over hele landet og er viktige for å støtte oppunder innovasjon og konkurransekraft til norske bedrifter. I tillegg spiller universitetene og forskningsinstitusjonene inn som viktige forsknings og kompetansepartnere.



## Sitat fra respondenter

“ Vestlandet  
«Olje og gass kompetansen på Vestlandet, spesielt innen boring, er en stor styrke»

“ Østlandet  
«Vi savner et industriprogram slik man gjorde innen leverandørindustrien for olje og gass.»

“ Trøndelag og Nord-Norge  
«Jeg tror mange av våre medlemmer ønsker å være leverandør til denne nye næringen»

“ Sørlandet  
«Fordelen med lokasjonen vår er at vi har tilgang på den kompetansen vi trenger»



## 2.2 - Kompetanse og omstillingsevne



# Norske selskaper har mange styrker som kan brukes inn mot havbunnsmineraler



## Teknologi og kompetanse

Norsk offshore kompetanse og teknologi er verdensledende. Det blir sett på som en mulig ny eksportnæring.



## «Best-in class» arbeidsmetodikk

Mange selskaper kan dra nytte av stordriftsfordeler ved å ta utgangspunkt i allerede eksisterende teknologi og tilpasse arbeidsmetodikk.



## Erfaring med komplekse prosjekter

De havbaserte næringene er vant med å håndtere komplekse operasjoner og prosjekter.



## Sterke miljøer innen forskning og utvikling

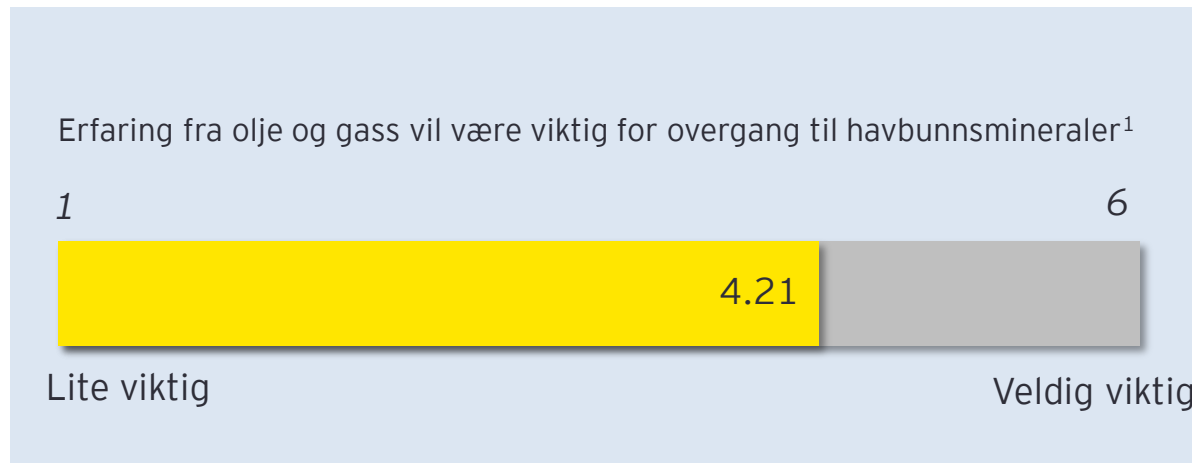
Norsk næringsliv har i mange år arbeidet med forskning og utvikling for å få frem radikale innovasjoner og løsninger på industrielle utfordringer.

Utvalgte selskaper med kompetanse og teknologi til å ta del i en marin mineralnæring\*



# Overlappende kompetanse og erfaring fra olje og gass er en nøkkelfaktor for omstillingsevnen til norske selskaper

I en spørreundersøkelse med 112 respondenter fra norske leverandørbedrifter innen olje og gass næringen ble det kartlagt hvor viktig erfaringen fra olje og gass vil være i ulike nye industrier. For havbunnsmineraler var det tydelig at dagens kompetanse fra olje- og gassnæringen vil bli viktig:



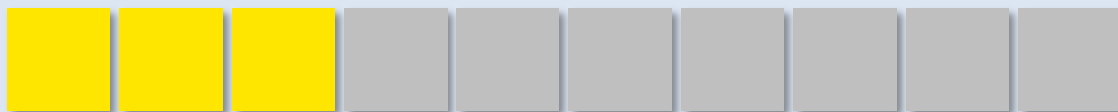


# Havbunnsmineraler er én av flere mulige diversifiseringsmuligheter for norske bedrifter

40 % av norske leverandørbedrifter innen olje og gass forventer økt omsetning innen havbunnsmineraler<sup>1</sup>



30 % av norske offshore-service rederier vurderer havbunnsmineraler som interessant de neste fem årene<sup>2</sup>



«Norge har kompetansen, spørsmålet er om vi klarer å utnytte det.»

Sitat fra en av våre respondenter

I dagens landskap er det mange næringer som konkurrerer om ressursene og kompetansen. Samtidig som mange bedrifter ser på havbunnsmineraler som en mulighet ser de også på andre konkurrerende satsningsområder:



Offshore vind



Karbonfangst og -lagring



Offshore sol



Fiskeri



Akvakultur



Olje og gass



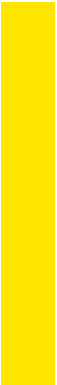
Maritim



Hydrogen



Marin infrastruktur



## 2.3 - Forretnings- og leveransemodeller



# En industrialisering av marine mineraler vil kreve en helhetlig verdikjede



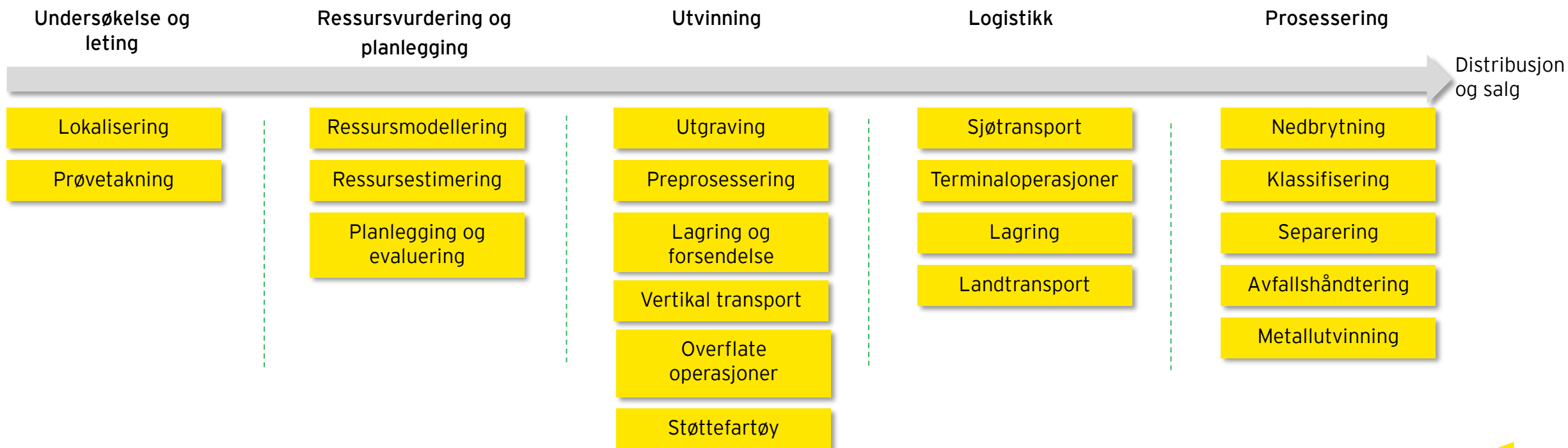
Etablering av nye næringer og verdikjeder blir viktig for å skape nye arbeidsplasser i fremtiden. Forretnings- og leveransemodellene for marine mineraler vil være sammenliknbare med olje og gass<sup>1</sup>.



Utvinning av marine mineraler må ansees som 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 parametere og konsepter som må vurderes fortløpende.



Kommersialisering av marine mineraler krever store investeringer, høy kompetanse, og innovasjon innen teknologiske løsninger. For å få en inngang til marine mineraler, kan det bli nødvendig for bedrifter å inngå samarbeid.



# Ved å utnytte kompetanse og teknologi fra allerede etablerte næringer som olje og gass kan norske selskaper skaffe seg betydelige konkurransefortrinn

Gjennom blant annet videreutvikling av utstyr og arbeidsmåter fra olje og gass kan norske selskaper:

1

Levere high-performing og kostnadseffektivt utstyr som fungerer under tøffe offshoreforhold

2

Utvikle og overføre kompetanse og ny teknologi som kan eksporteres.

3

Tilby en stabil og konkurransedyktig kilde for mineraler til det grønne skiftet samt finne nye måter å markedsføre mineraler på (f.eks. mining on demand)



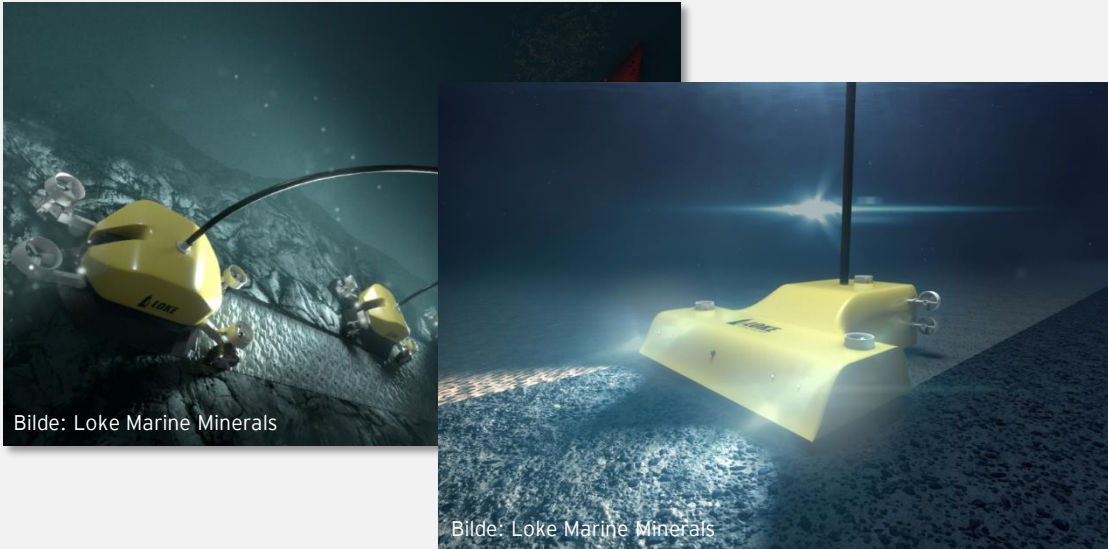
«Utvinning av havbunnsmineraler er en helt ny industri, ikke bare i Norge, men på verdensbasis og det finnes så langt ingen igangsatte fullskala utvinningsprosjekter.»

Fra: 2020 - DNV - Teknologirapport havbunnsmineraler



# Case 1 - Norsk selskap med internasjonale ambisjoner

Det er flere selskap som kunne vært valgt ut som case-eksempler. Selskapet fra denne casen er valgt ut fordi det er et norsk potensielt operatørselskap som utad har kommunisert ambisjoner også utenfor Norges landegrenser



## Partnere

Det har blitt etablert et konsortium med store aktører innen flere deler av verdikjeden.



## Kort om

Loke Marine Minerals er et norsk selskap med hovedkontor i Stavanger. Selskapet med utspring fra olje- og gassnæringen har per i dag ingen undersøkelsestillatelser men arbeider med konsept- og teknologiutvikling for utvinning av noder og skorper<sup>1</sup>.



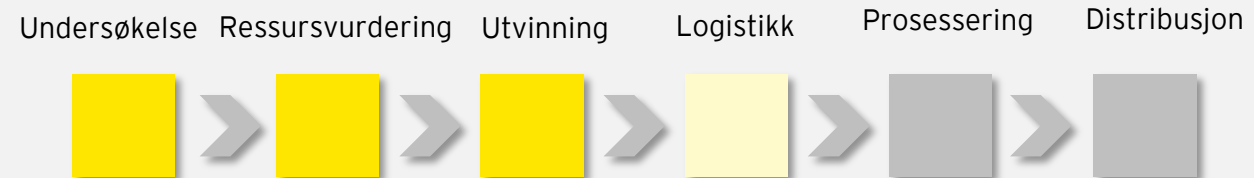
## Teknologi og kompetanse

Gjennom tidligere erfaring og partnerskapet med TechnipFMC sitter selskapet på kompetanse innen både subsea og robotikk. Selskapet har sendt inn en patentsøknad for et autonomt undervanns produksjonssystem som skal kunne utvinne metaller med minimal miljøpåvirkning. De ser for seg en maskin som kan suge til seg stein og støv fra havbunnen, blande disse med vann, og pumpe massen til overflaten.

2

Estimert TRL-nivå for utvinning<sup>2</sup>

## Posisjon i verdikjeden



# Case 2 - Norsk selskap med fokus på hjemmemarkedet

Det er flere selskap som kunne vært valgt ut som case-eksempler. Selskapet fra denne casen er valgt ut fordi det er et norsk selskap som har fått offentlig støtte til å utvikle kjerneprøvesystem rettet mot sulfidutvinning fra norsk farvann.



Bilde: Seabed Solutions og Adepth Minerals

## Partnere

Det har blitt etablert et konsortium med store aktører innen flere deler av verdikjeden.



## Kort om



ADEPTH minerals er et bergensbasert selskap med kompetanse og bakgrunn innen blant annet geovitenskap og subsea-operasjoner. Målsetningen er å finne og utvinne marine mineraler gjennom bærekraftige marine operasjoner.



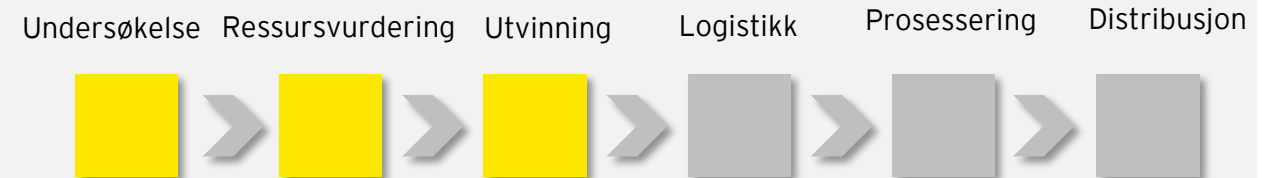
## Teknologi og kompetanse

Selskapet fikk i 2022 støtte fra Innovasjon Norge til å utvikle et system som heter Flexicore<sup>1</sup>. Det arbeides også med utvikling av en digital plattform for effektiv og sporbar håndtering av data knyttet til leting og utvinning av mineraler.

2

Estimert TRL-nivå for utvinning<sup>1</sup>

## Posisjon i verdikjeden





3

Muligheter og barrierer

Internasjonal situasjon

Modenhetsanalyse

Unike konkurransefortrinn

Mulighetene

Barrierene

 Tilbake til kapitteloversikt





## 3.1 - Internasjonal situasjon





# Store globale trender og ytre faktorer påvirker nye fremvoksende næringer som havbunnsmineraler



**Klimaendringer**

Klimaendringene skjer raskere enn man tidligere har antatt<sup>1</sup>, omstilling og dekarbonisering gir store muligheter.



**Energiovergang**

Energiovergangen innebærer en transformasjon fra brenselintensive til materialintensive systemer.



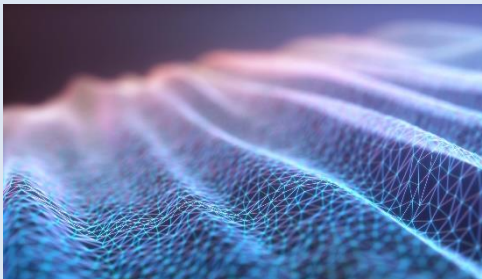
**Internasjonale konflikter**

Stormaktsrivalisering og internasjonale konflikter har vist hvor sårbare forsyningskjedene er.



**Uttømte gruver**

Redusert malmkvalitet i dagens gruver fører til kompleks utvinning, mer avfall, høyere kostnader og større miljøpåvirkning.



**Ny teknologi**

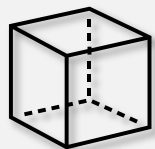
Ny teknologi som reduserer behovet for metallene som finnes i havbunnsmineraler.



**Økt press for selvforsyning**

Vedvarende usikker geopolitisk situasjon kan føre til et større insentiv for å sikre lokal tilgang til kritiske metaller.

# Det er tildelt mange letetillatelser både i internasjonale og innen territoriale farvann



## Utforskning

Mer enn 30 letetillatelser til 20 forskjellige land har blitt tildelt i internasjonale farvann. I tillegg har flere land som Japan og Cook Islands aktiv lete- og utforskningsaktivitet innen sine eksklusive økonomiske soner.



## Reguleringer

International Seabed Authority (ISA) regulerer de internasjonale havområdene som dekker halvparten av alle havområdene<sup>1</sup>. ISA tildeler utforskningskontrakter i disse farvannene. Utarbeidelse av regelverk for utvinning pågår.



«Flere aktører i vår klynge ser stort nasjonalt og internasjonalt potensiale knyttet til havbunnsmineraler som en fremvoksende global næring»

- GCE Ocean Technology - Høringsuttalelse (2021)

## Hva er status utenfor Norge?<sup>2</sup>

Internasjonale farvann		
<b>Polymetalliske noduler</b>	<b>Sulfider</b>	<b>Co-rike skorper</b>
19 letetillatelser	7 letetillatelser	5 letetillatelser
Nasjonale farvann		
Japan		Cook Islands
<b>Sulfider</b>	<b>Co-rike skorper</b>	<b>Polymetalliske noduler</b>
Utstyr for utvinning testet i 2017	Utstyr for utvinning testet i 2020	3 letetillatelser tildelt i 2022 <sup>3</sup>

# Marine mineraler er viktig for å bli klimanøytral - eksempel EU



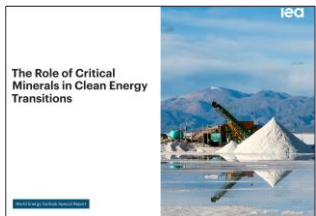
Green Deal er vekststrategien som legger grunnlaget for Europas omstilling til å bli klimanøytral innen 2050. EU skal beskytte menneskelig liv, dyr og planter ved å redusere utslipp. Green Deal skal også hjelpe selskap i EU til å bli verdensledende i rene produkter og teknologier.



I Europa er det 35 gigafabrikker for batterier under bygging eller planlegging<sup>1</sup>. Europas mål om å bli verdensledende innen bærekraftig batteriteknologi vil kreve store mengder råmaterialer.



Råvarer er avgjørende for Europas økonomi. De danner en sterk industriell base, og er nødvendig i et bredt spekter av varer og applikasjoner som brukes i moderne teknologi. Pålitelig og sikker tilgang til visse råvarer er blant EUs topp 10 strategiske mål<sup>2</sup>.



IEA lister flere myndighetstiltak for å diversifisere tilbudet av råmaterialer; Nasjonal geologisk kartlegging, strømlinje konsesjonsprosesser for kortere leveringstid, finansiell støtte for redusert prosjektrisiko, og øke offentlig kunnskap om bidragene prosjektene gir i omstillingen av energisektoren<sup>3</sup>.



# Case 3 - Utvinning og kommersialisering av noduler i Clarion Clipperton sonen



Bilde: The Metals Company

## Partnere

De har et sterkt partnerskap med aktører fra store deler av verdikjeden.



## Kort om

The Metals Company, tidligere DeepGreen Metals, er et kanadisk selskap som fokuserer på utvinning av polymetalliske noduler i Clarion Clipperton sonen. Selskapet anslår at deres utvinning vil ha 70-99 % lavere CO<sub>2</sub>-utslipp gjennom livssyklusen sammenliknet med landbaserte gruver<sup>1</sup> og være den nest billigste gruve for nikkel på planeten<sup>2</sup>.



## Investeringer og teknologi

De har investert mer en 70 millioner dollar i utvikling av et pilotsystem for innhenting av noduler. Systemet består av en innsamlingsrobot og et produksjonsskip med riser.

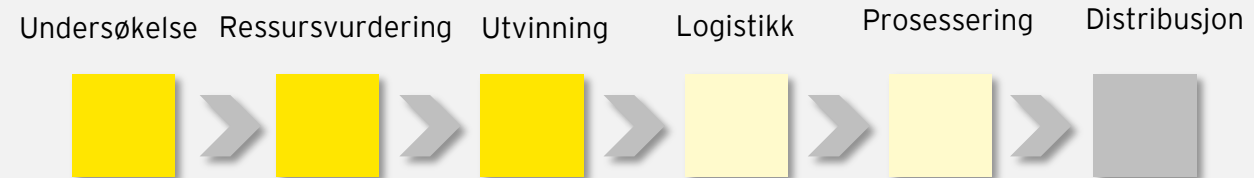


## Kommersialisering

De har to utforskningskontrakter for noduler fra ISA og en målsetning om å produsere 10 millioner tonn (våtvekt) årlig fra 2025. Har inngått avtale om verdens første nodul-prosesseringsanlegg i India<sup>3</sup> og har en off-take avtale med Glencore på 50 % av produsert Ni og Cu. Selskapet har hentet over 200 millioner dollar og er verdsatt til mer en 2,4 milliarder dollar.



## Posisjon i verdikjeden



# Case 4 - Utvinning av sjeldne jordarter fra dyphavsleire



Bilde: JAMSTEC, Chikyu

nature > nature geoscience > letters > article

Published: 03 July 2011

## Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements

Yasuhiro Kato, Koichiro Fujinaga, Ryuichi Toda, Takuya Nakashima &

Nature Geoscience 4, 535–539 (2011) | 6414 Accesses | 294 Citations

### Japan pioneers extracting rare-earth elements from the deep sea

Muds found at roughly 6,000 meters depth in the Pacific Ocean. Scientists have been contemplating the technical and environmental challenge this presents.

### The rich resources in Japan's deep-sea muds

Vital to many expanding technologies, rare-earth deposits were identified in Japan's deep-sea clays in 2013. Scientists have been contemplating the technical and environmental challenge this presents.



## Kort om

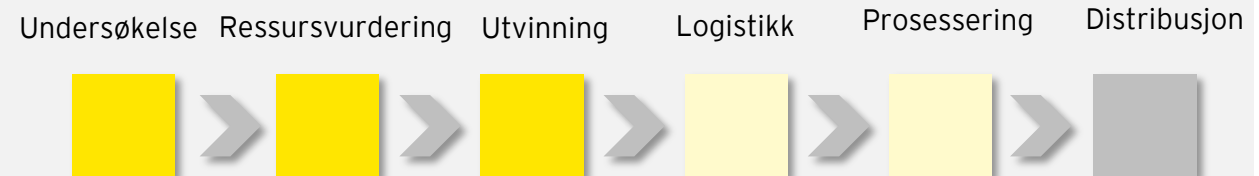
I 2011 fant japanske forskere store forekomster av sjeldne jordarter (REE) i leire på havdyp rundt 5000 meter i det nordlige Stillehavet. I et område på 105 km<sup>2</sup> ble det anslått en mengde på 1,2 millioner tonn med sjeldne jordarter, nok til å dekke ~50 år med den globale etterspørselen<sup>1,2</sup>.



## Investeringer og teknologi

Gjennom Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) gjennomfører japanske myndigheter et program for utvikling av teknologi for utvinning av havbunnsmineraler. Dette omfatter også leirer rike på sjeldne jordarter. JAMSTEC har sammen med Toyo Engineering Corporation (TOYO) og NuStar Technologies en målsetning om å ha et klart produksjonssystem for havbunnsleire i 2022<sup>3</sup>. Eksperimenter har vist at de sjeldne jordartene enkelt lar seg vaske ut under kjemisk prosessering.

## Posisjon i verdikjeden

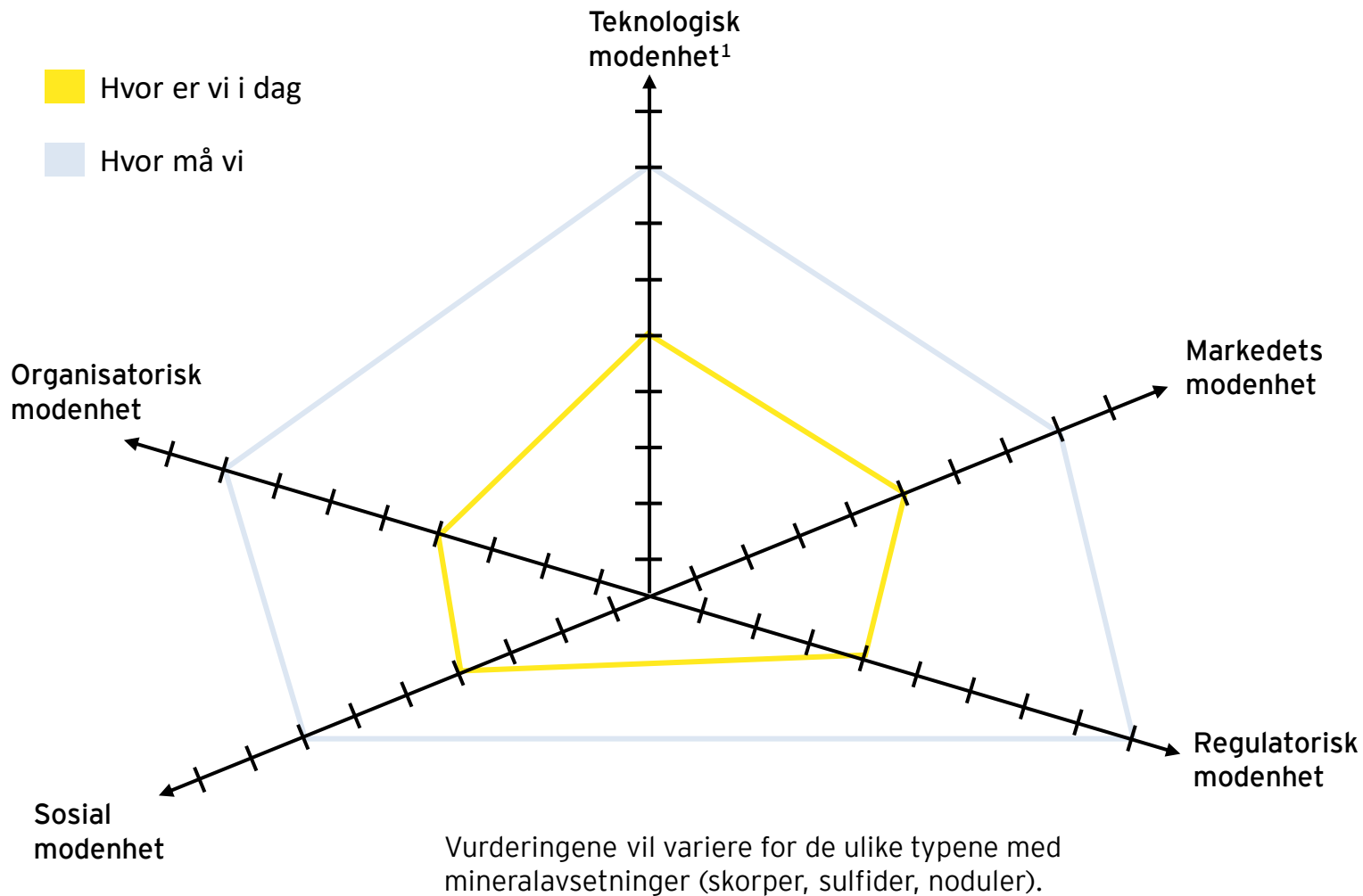




## 3.2 - Modenhetsanalyse



# Marine mineraler er i dag ingen næring, for å forstå hvor langt vi er fra en kommersialisering har vi vurdert modenheten langs fem akser\*



Nye næringer er komplekse og må vurderes ut fra flere dimensjoner. På et generelt og overordnet grunnlag, har vi vurdert modenheten til marine mineraler langs fem dimensjoner: teknologi, marked, regulatorisk, sosialt og organisatorisk.

Analysen viser at vi må ha en betydelig bevegelse langs alle aksene før vi kan forvente å oppnå en kommersialisering av næringen.

De ulike dimensjonene drives av ulike forhold og tidsskala. For eksempel kan vi oppnå rask teknologisk fremgang ved investering i forskning og utvikling. På den andre siden vil regulatoriske og sosiale aspekter være styrt av blant annet støtte hos politikere og befolkning, noe som kan endres ujevnt og være mer uforutsigbart.



## 3.3 - Unike konkurransefortrinn

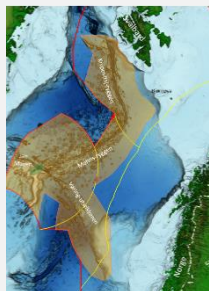




# Norge er i posisjon for å etablere nye verdikjeder basert på havbunnsmineraler

## Fordelaktige faktorer:

### 1. Eksklusiv rett til norsk kontinentalsokkel med påviste ressurser



På norsk kontinentalsokkel har vi sulfider og manganskorper, og de inneholder verdifulle metaller og mineraler som er viktige i teknologien som omgir oss i dag - som batteri, vindturbiner, PC og mobiltelefoner.

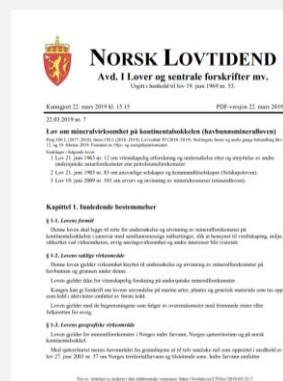
### 2. Norge har unike kompetansemiljø og verdensledende erfaring med røffe forhold



Norge har unik og verdensledende kompetanse med aktivitet på havbunnen og under vanskelige operative forhold. Leteteknologien er også ledende.

### 3. Et etablert lovverk

Havbunnsmineralloven fra 2019 er basert på regimet for olje- og gassvirksomheten. Dette vil sikre god ressursforvaltning, forutsigbarhet og åpenhet.

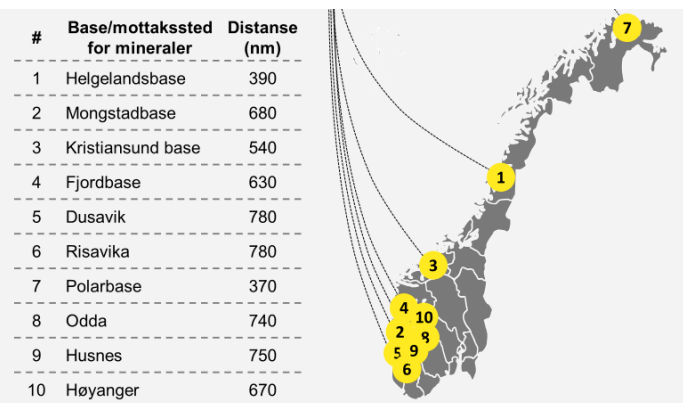


### 4. Bærekraftig tankesett hos norske selskap



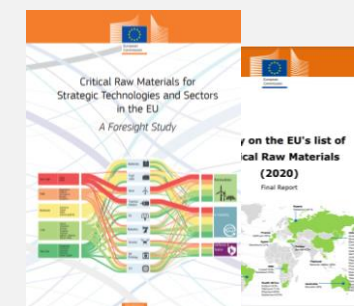
Norske olje- og gasselskaper er godt rustet til å utvinne havbunnsmineraler på en bærekraftig måte.

### 5. Et attraktivt nettverk av landbaser for forsyning og mottak



### 6. EUs målsetning om å bli mer selvforsynt med mineraler

Norge vil kunne være en nøkkelpartner dersom EU skal oppnå sitt mål om å bli mer selvforsynt av mineraler som er nødvendige for det grønne skiftet



# Vi har unike konkurransefortrinn som gjør oss egnet til å være en pådriver for ansvarlig og bærekraftig utvinning av ressursene



Høy kompetanse i overlappende næringer



Kystlinje og havnefasiliteter med strategisk beliggenhet



Teknologikonsepter og innovasjoner som kan brukes under krevende værforhold



Utdannings- og forskningsinstitusjoner som er verdensledende på havforskning og teknologi



Lang tradisjon med smelteverk som kan ta i mot malm



Klynger med erfaring innen fremvoksende markeder og teknologi



Kontinentsokkel med påviste mineralressurser



En teknologisk ledende leverandørindustri med kompetanse i hele verdikjeden



## 3.4 - Muligheter



# Det finnes mange forretningsmuligheter for norske selskaper innen havbunnsmineraler



## Høy verdiskaping

Den nye industrien vil ha potensial for grunnrente og dermed høyere verdiskaping enn gjennomsnittet for andre næringer i Norge.



## Nye eksportmuligheter

En industrialisering av havbunnsmineraler kan gi nye eksportmuligheter for marine næringer.



## Nye jobber

Samtidig vil høy etterspørsel innen flere markedssegmenter føre til muligheter for nye leverandører.



## Teknologi og kompetanse

Utvinning av havbunnsmineraler vil kreve investeringer i både teknologi og kompetanse.



## Eksempel på muligheter i verdikjeden

Undersøkelse



Ressursvurdering



Utvinning



Logistikk



Skipsbasert kartlegging  
Autonome  
undervannsfartøyer

Tolke geologiske data  
Modellere og estimere  
ressurspotensial

Utvikling av riser-  
teknologi  
Miljøovervåkning

Bygging av skip til  
frakt av metaller  
Frakt og transport

Sannsynligvis vil det også vokse frem muligheter innen tilbakeføring av områdene hvor man har drevet utvinning slik man i dag gjør på landbaserte gruver. Dersom det blir krav til utvinner om overvåkning i etterkant av driften, vil dette kreve teknologiske løsninger og utstyr.



# Utvinning av marine mineraler kjennetegnes ved store investeringer og norsk næringsliv har muligheter i hele verdikjeden

En rask overgang til mer fornybar energi vil kreve store mengder metaller fra sikre kilder, utvunnet med minimal miljøpåvirkning og lave CO<sub>2</sub>-avtrykk. Med utgangspunkt i dette finnes det mange områder hvor norske bedrifter kan ta viktige posisjoner:



Utvikle spesialtilpasset teknologi og kompetanse innen leting og utforskning, boring, operasjoner og shipping



Sørge for å bli verdensledende på teknologiske miljøløsninger og overvåking av hav



Bygge og samle datasett som legger grunnlaget for å forstå og bedre utnytte de havbaserte ressursene



Etablere mottaksanlegg for marine mineraler som kan prosesseres og foredles i regionene

# Case 5 - Norsk selskap med verdensledende havteknologi

Det er flere selskap som kunne vært valgt ut som case-eksempler. Selskapet fra denne casen er valgt ut fordi det er et norsk teknologiselskap som allerede eksporterer løsninger og produkter som brukes inn mot havbunnsmineraler i dag.



Bilde: Kongsberg Maritime

Kongsberg Maritime leverer instrumentering, kommunikasjonsteknologi og autonome undervannsfarkoster som brukes til kartlegging av havbunnen og marint liv i vannsøylen ned til 7000 m havdyp. HUGIN (avbildet) er allerede i bruk for kartlegging av marine mineraler. KONGSBERG har også løsninger for kartlegging fra overflatefartøy, og brukes av selskaper og forskningsmiljøer over hele verden. Selskapet har også ekkolodd som brukes til å kartlegge gassbobler som strømmer fra havbunnen<sup>1</sup>.



## Kort om

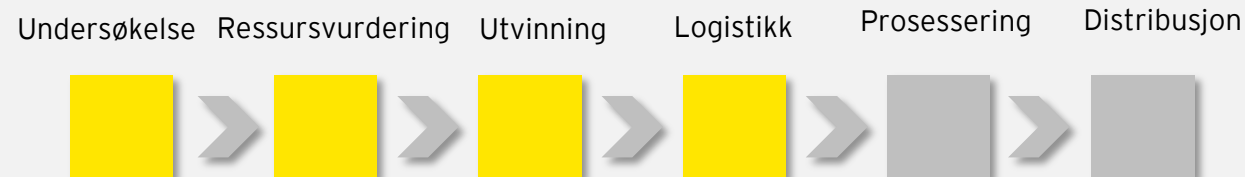
Kongsberg Maritime leverer teknologiske løsninger og utstyr til maritime næringer og formål. De eksporterer løsninger over hele verden og har bygget seg opp som en internasjonalt ledende aktør blant annet innen kartlegging og posisjonering.



## Teknologi og kompetanse

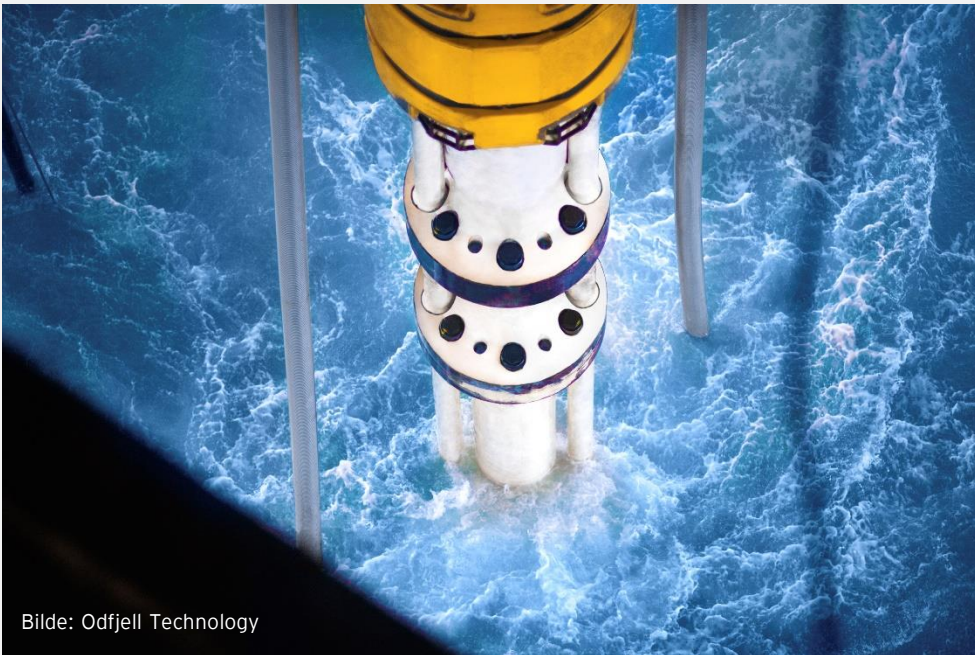
Selskapet leverer utstyr som er spesielt relevant innenfor havbunnsmineraler som posisjonering, skipsautomasjon, prosessautomatisering, riser-monitorering, undervannskommunikasjon, akustiske- og kartleggingssystemer, og sonar. Kongsberg Digital utvikler digitale løsninger for operasjonsstøtte i forbindelse med prøveproduksjon av marine mineraler i Stillehavet til The Metals Company<sup>2</sup>.

## Posisjon i verdikjeden



# Case 6 - Norsk selskap med kompetanse i tøffe værforhold

Det er flere selskap som kunne vært valgt ut som case-eksempler. Selskapet fra denne casen er valgt ut fordi det er et norsk teknologi- og kompetanseselskap med historikk innen olje og gass som ser på havbunnsmineraler som en mulig diversifiseringsmulighet.



Bilde: Odfjell Technology

Odfjell Technologies leverer i dag tjenester innen engineering, drilling og havbaserte operasjoner. De har erfaring med offshore arbeid under tøffe værforhold.



## Kort om

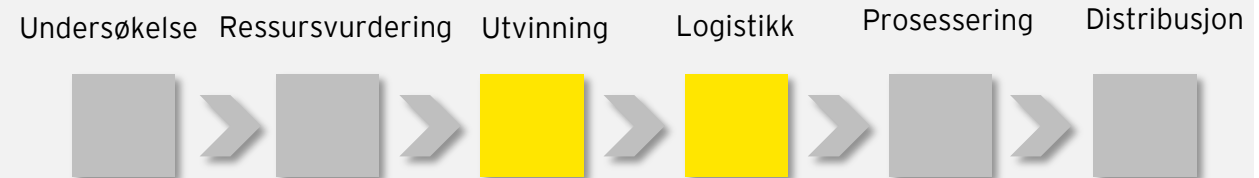
Odfjell Technologies ble skilt ut fra Odfjell i 2021 og har med seg mer en 50 års erfaring innen havbaserte operasjoner. Med sin tekniske kompetanse og teknologiske bakgrunn fra olje og gass ser de på mulighetene innen havbunnsmineraler.



## Teknologi og kompetanse

Selskapet har teknologi og kompetanse som er interessant innen flere områder. Spesielt interessant for havbunnsmineraler er mobile offshore drilling enheter som potensielt kan brukes til utvinning av sulfidavsetninger. Videre ser selskapet på å utvikle egne fartøy, samt utvikling av teknologi for havbunnsoperasjoner.

## Posisjon i verdikjeden





## 3.5 - Barrierer



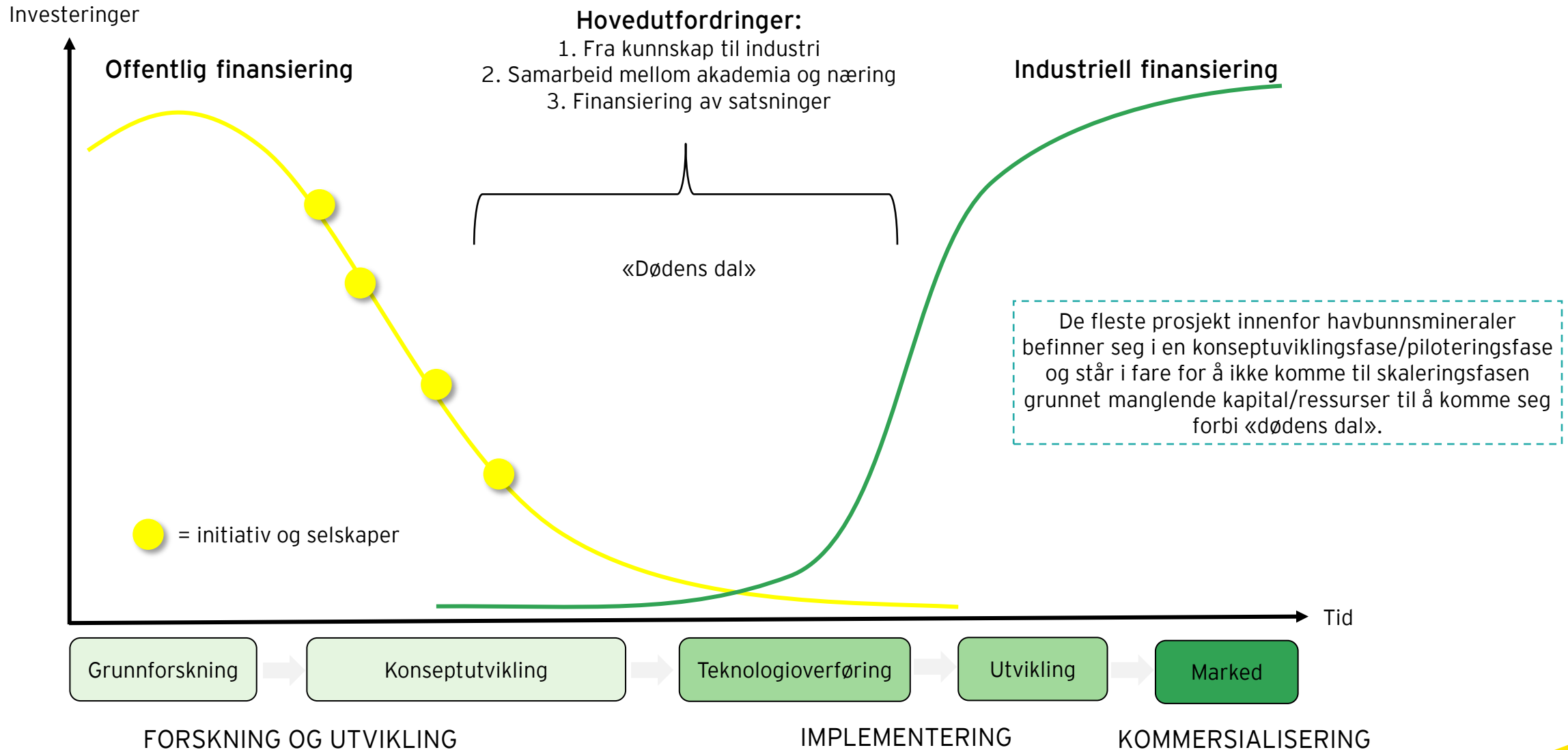


# Som for mange andre fremvoksende industrier er det sentrale barrierer innen havbunnsmineraler

Respondentene er tydelige på at vi har store muligheter innen havbunnsmineraler. For å skape en felles forståelse for hvilke grep som må tas fremover er det derfor viktig å trekke frem utfordringene slik næringen oppfatter det. Det er fem gjennomgående temaer som blir trukket frem.



# Faren ved å ikke samle initiativene og sikre riktig virkemiddelbruk er at vi ikke klarer å skalere - prosjektene ender i en evig piloteringsfase

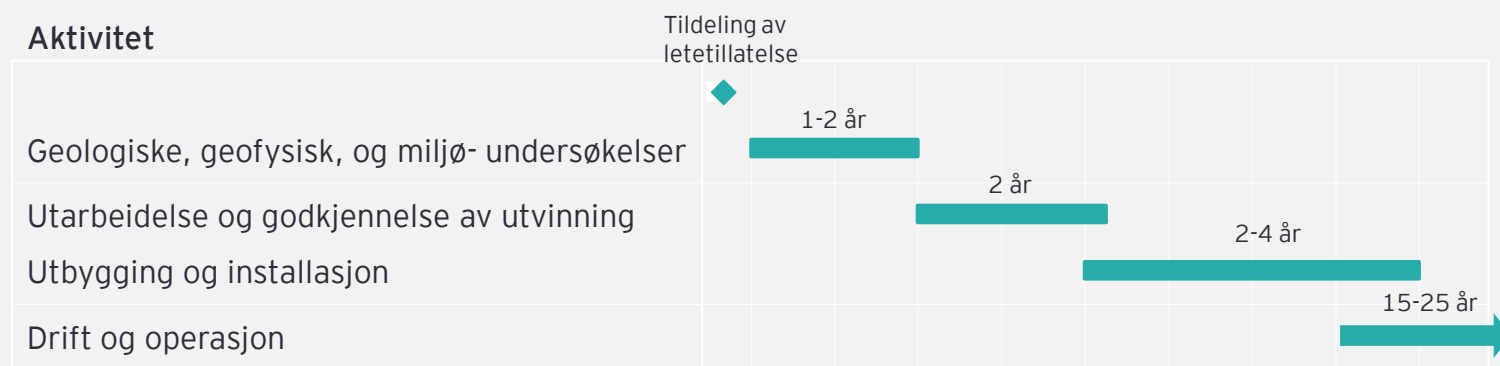


# For å ta vare på de største mulighetene må vi etablere «Sense of urgency»

I en usikker geopolitisk situasjonen og med et økende tempo i energiomstillingen, er kritiske og strategiske mineraler sett på som en sentral brikke.

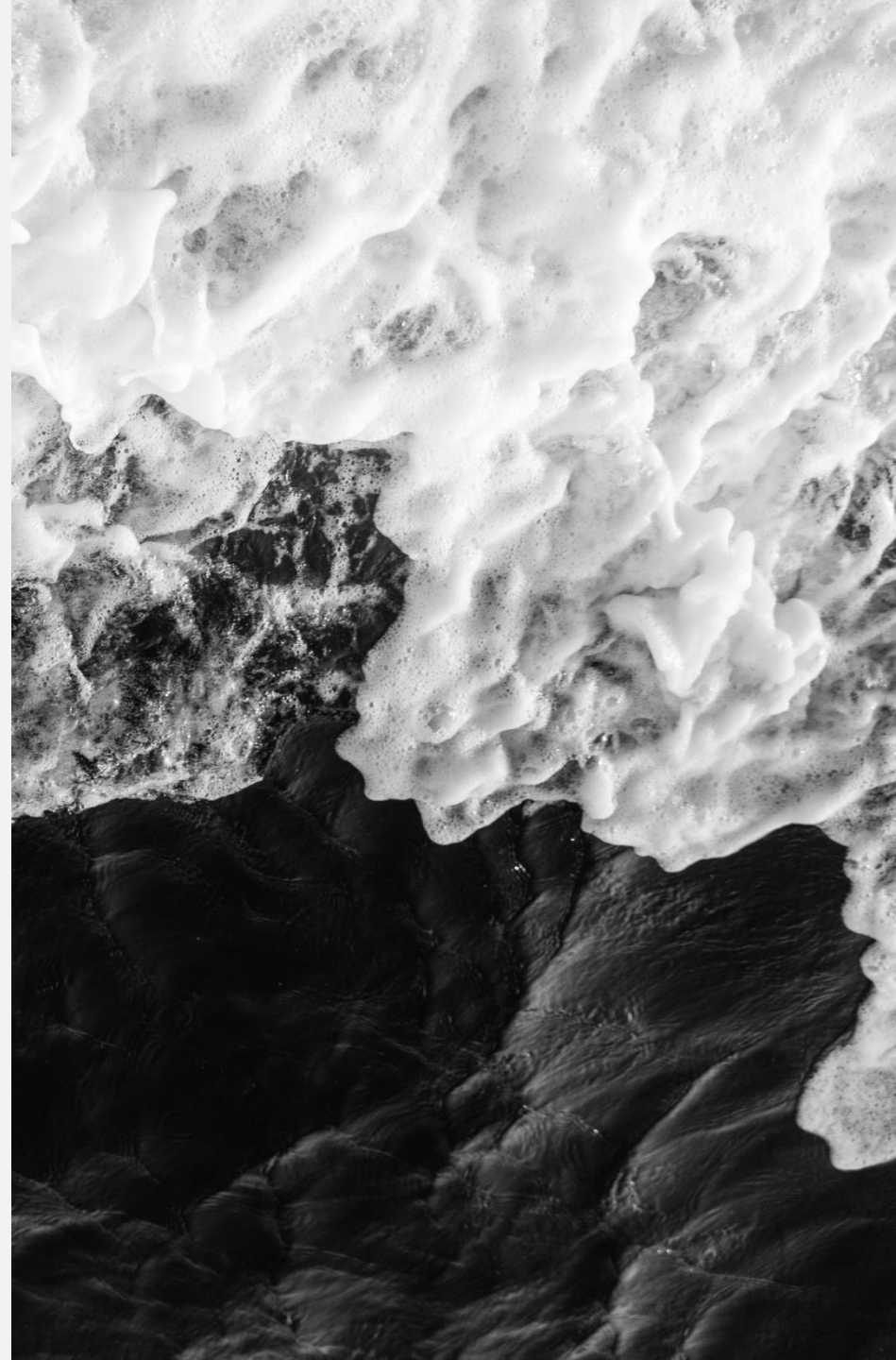
Det er ventet at investeringene i olje- og gassnæringen vil avta fra midten av 2020-tallet. Dette gir muligheter til å utnytte kompetansen inn mot nye markeder.

## Estimert tidslinje for utvinning av marine mineraler<sup>1</sup>



## Hvorfor er tidslinjen viktig?

Tidslinjen for utvinning av havbunnsmineraler viser at et typisk prosjekt vil kunne forvente opptil 6-8 år før man når driftsfasen. Våre respondenter har påpekt at norske teknologi- og leverandørselskaper har utviklet noen av sine viktigste løsninger for krevende norske selskaper og forhold. Å være tidlig ute med hjemmemarkedet kan gi mulighet for også å kunne etablere seg i det internasjonale markedet hvor flere aktører tar sikte på kommersialisering i 2025<sup>2</sup>.





4

Scenario-analyser

Tidslinje

Scenarier

 Tilbake til kapitteloversikt

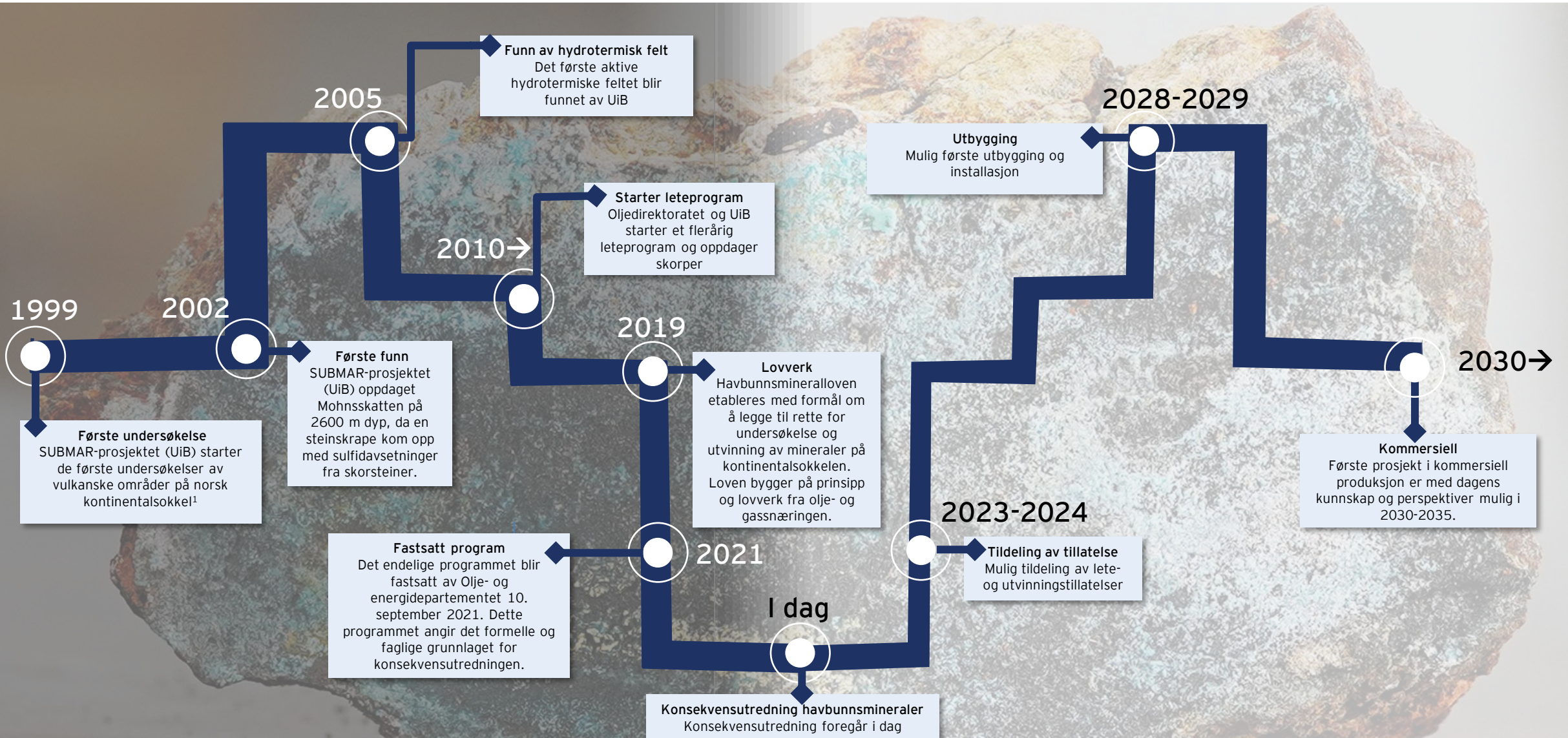




## 4.1 - Tidslinje



# Historisk og mulig fremtidig tidslinje for havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel





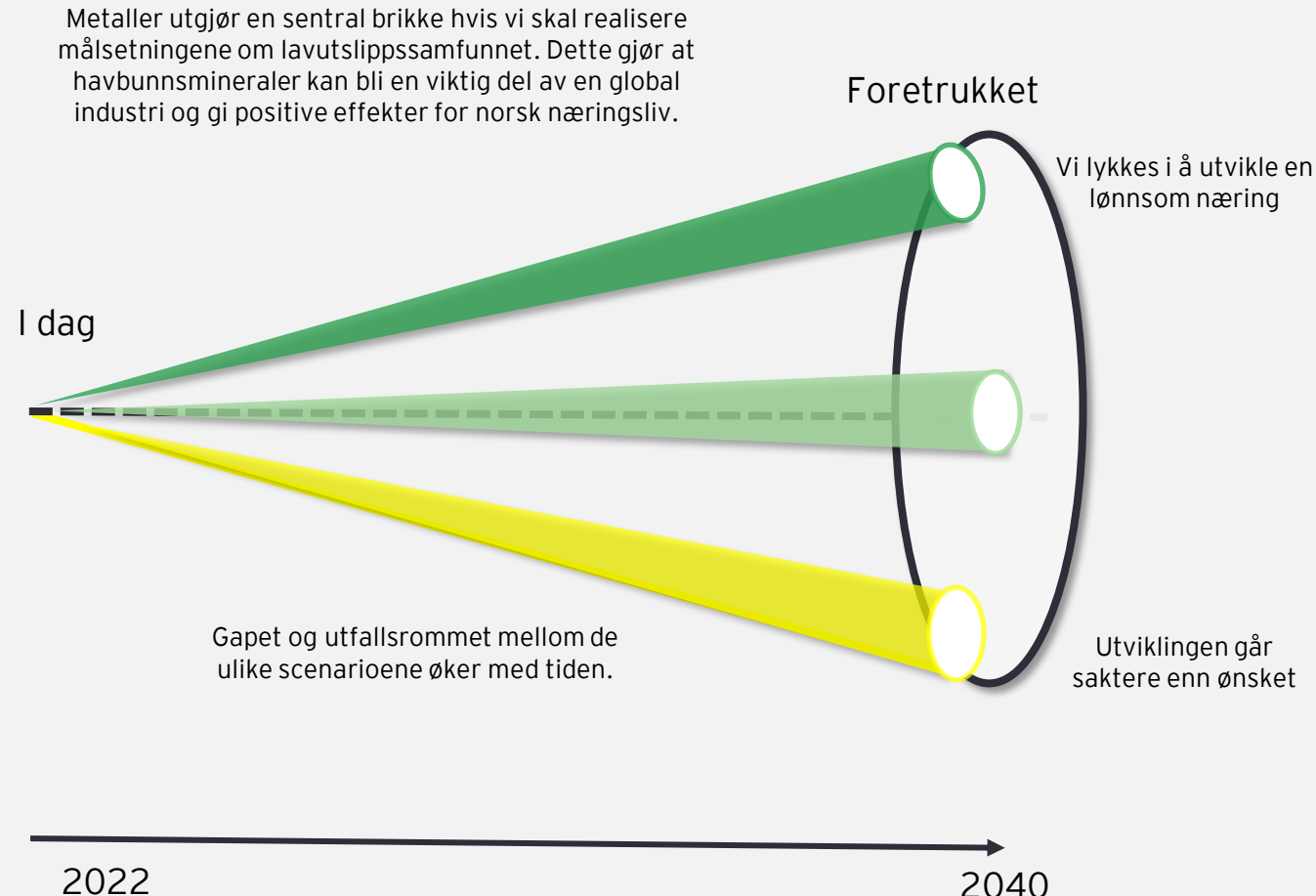
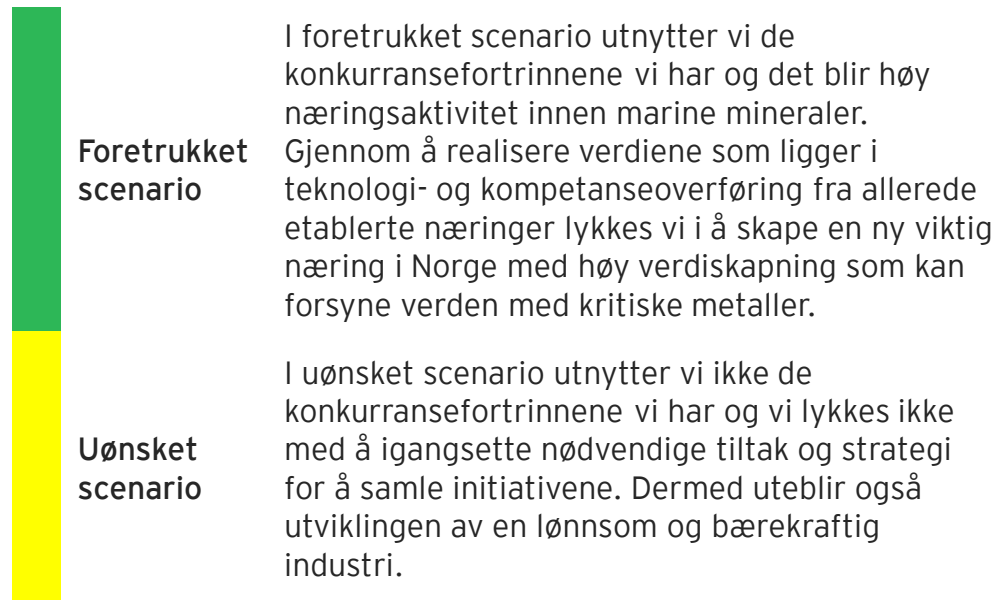
## 4.2 - Scenarioer



# Scenarier for havbunnsmineraler

I de tidligere kapitlene har vi presentert nærings- og forretningsmuligheter som kan føre til vekst samt et utvalg barrierer som kan forhindre veksten. Det finnes derimot ingen kommersiell utvinning av havbunnsmineraler og det er derfor lite erfaring knyttet til hva som er de direkte økonomiske effektene.

For å lage scenarier har vi brukt future-back metodikk. Kort fortalt baserer den seg på å forestille seg en tenkt framtidssituasjon og så jobbe seg tilbake for å finne ut hvilke grep vi må ta for å nå den ønskede fremtiden og hva vi må unngå å gjøre for å havne i en uønsket fremtid.



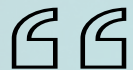


# Kritiske suksessfaktorer for å lykkes i etableringen av en ny stor industri

Skal vi klare å ta steget fra forskning til industrialisering innen havbunnsmineraler må vi få til omstilling og satsning på mange områder.

Som vi har sett tidligere i rapporten er havbunnsmineraler i sterk konkurranse med andre næringer. For å støtte oppunder ett nytt nærings- og diversifiseringssegment kan man utforske muligheter for langsiktige avtaler mellom utvinner, prosesseringsanlegg og for eksempel batteriprodusenter som vil redusere risiko og sikre vinn-vinn i alle ledd.

Videre vil treffsikre investeringsinsentiver, frigjøring av midler til forskning og utvikling, samt tydelige langsiktige visjoner øke sjansen til å lykkes med en industrialisering av havbunnsmineraler.



*«En av de større utfordringene er knyttet til rammevilkår særlig rundt det finansielle. Havbunnsmineraler er ikke avklart i EU-taksonomien og da er det en frykt for å gå inn før man kan være trygg på lånene man får er «grønne» og til gode betingelser.»*

Sitat fra en av våre respondenter



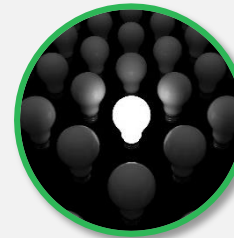
## 1. Rammevilkår

Det må settes tydelige og forutsigbare rammevilkår for norsk næringsliv som kan bidra til å utvikle en bærekraftig næring med høy verdiskapning.



## 2. Utvikle et felles veikart og handlingsplan

Etablere en nasjonal strategi og synliggjøre langsiktig satsning med målsetning om utvinning av lavkarbon metaller fra havbunnen.



## 3. Etablere investerings- og verdikjedeprogram

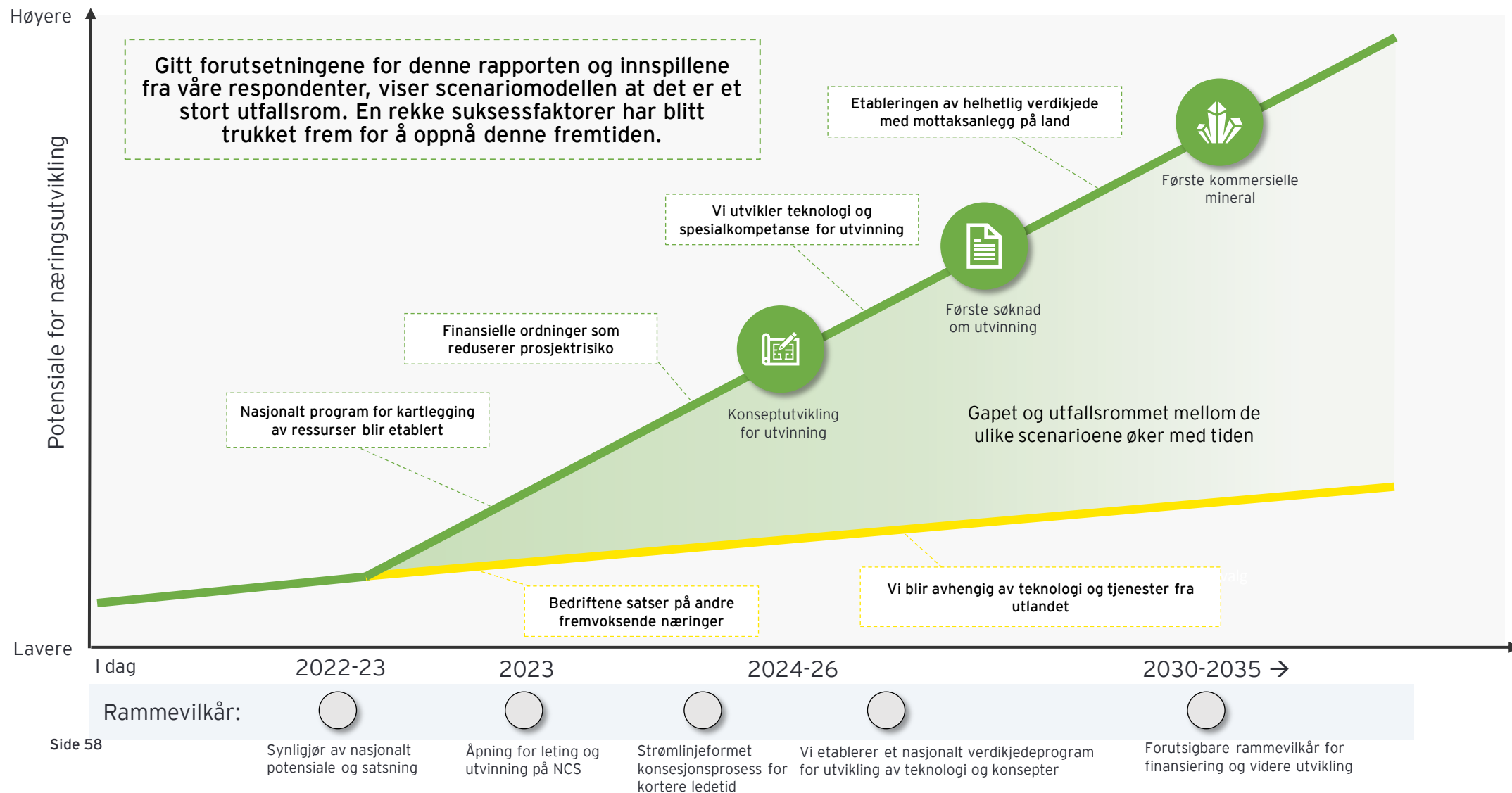
Industri- og kompetansemiljøene må samles for å skape teknologiske løsninger og en felles forståelse om mulige virkninger av mineralutvinning.



## 4. Etablere «sense of urgency»

Få opp «sense of urgency» for å være med i teknologiutviklingen. Et norsk hjemmemarked vil muliggjøre teknologiutvikling og åpne nye eksportmuligheter.

# Scenariomodellen viser et stort utfallsrom og måloppnåelse er avhengig av å lykkes med sentrale suksessfaktorer



# Case 7 - Teknologiprogram for utvikling, innovasjon og demonstrering



## Nøkkeltall for programmet<sup>1</sup>

<b>67%</b> Av prosjektene ledet til kostnadsreduksjon	<b>55%</b> Av prosjektene førte til inntektsøkning
<b>~80%</b> Av deltakerne forventet økt internasjonalt marked	<b>51%</b> Av deltakerne forventet økt sysselsetting

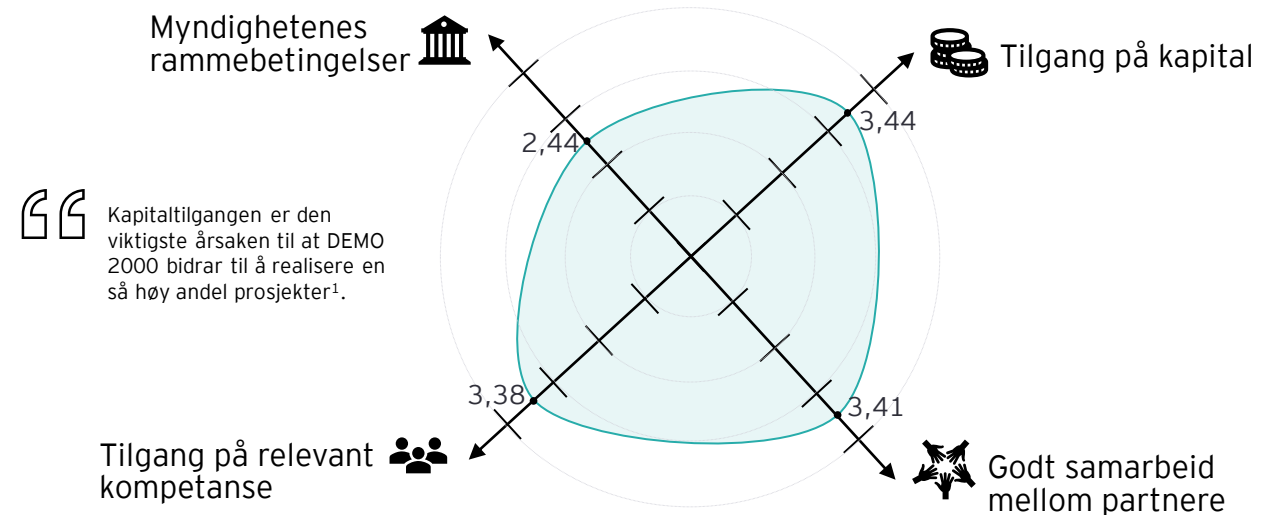
## Kort om



DEMO2000 er et program som ble opprettet i 1999 med hensikt å løfte og kommersialisere teknologier i leverandørbransjen. Ved å senke terskelen for piloter og demonstrasjoner av ny teknologi kunne man skape en mer økonomisk bærekraftig olje og gass industri.

## Avgjørende faktorer for teknologiutvikling<sup>1</sup>

Undersøkelse fra leverandører og oljeselskap med innvilget søknad. N = 113. På en skala fra 1 (ikke viktig) til 4 (svært viktig)



## Utløsende effekt<sup>1</sup>





5

Vedlegg

Metode

Referanseliste

 Tilbake til kapitteloversikt





## 5.1 - Methode



# Rammeverk for vurdering av modenheten langs fem akser

	Teknologi	Marked	Regulatorisk	Sosial aksept	Organisatorisk	Hvis ja, nivå
IMPLEMENTERING	Er teknologien ferdig utviklet og klar til å brukes?	Er produktet tilgjengelig i markedet gjennom en definert forretningsmodell?	Er utvinning av produktet uproblematisk regulatorisk?	Er utvinning sosialt akseptert på et generelt nivå?	Vil utvinningen gå sømløst inn i allerede eksisterende prosesser?	9
	Er teknologien testet og validert i en stor skala?	Er etterspørselen etter produktet stabilt eller økende?	Oppfyller utvinningen generelle krav?	Er utvinning sett på som tvilsom i marginale interesse grupper?	Kan utvinningen tilpasses til dagens arbeidsprosesser og teknologi?	8
	Er teknologien testet og validert i et naturlig miljø?	Har det vært en etterspørsel etter produktet i markedet?	Er nødvendige godkjenninger nær ved å gis?	Er utvinning sett på som tvilsom i deler av sektoren?	Trengs mindre organisatoriske forandringer for å starte utvinning?	7
UTVIKLING	Er en prototype testet og validert i et relevant miljø?	Har produktet vært solgt i små mengder?	Er nødvendige godkjenninger sannsynlige?	Er utvinning sett på som tvilsom blant noen aktører i sektoren?	Trengs store organisatoriske endringer for å starte utvinning?	6
	Er nøkkelkomponentene testet sammen og validert i laboratoriet/simulert miljø?	Er det en definert forretningsmodell?	Vil utvinning kreve lett tilgjengelige tillatelser?	Er utvinning sett på som tvilsom blant nøkkelaktører i sektoren?	Er det en plan for å integrere utvinning i dagens arbeidsprosesser og teknologiske løsninger?	5
	Er de viktigste komponentene testet og validert hver for seg?	Er etterspørselen bekreftet av kunder og markedsaktører?	Vil utvinning kreve krevende godkjenninger?	Er utvinning sett på som tvilsom i grupper av befolkningen?	Har det blitt beskrevet hvordan organisasjonen skal gå fra en næring til utvinning av mineraler?	4
FORSKNING	Er konseptet demonstrert og beskrevet?	Har etterspørselen blitt forklart?	Vil utvinning kreve regulatoriske endringer?	Er utvinning sett på som veldig tvilsom i grupper av befolkningen?	Har man en ide for hvordan man skal integrere utvinning i dagens organisatoriske rammeverk?	3
	Er ideen eksplisitt beskrevet?	Har en ide om etterspørselen og løsningen blitt formulert?	Vil utvinning kreve lovendringer?	Er utvinning kontroversiell i store deler av befolkningen?	Vil integrering av de nye arbeidsprosessene ved utvinning være problematisk eller uklare?	2
	Er en spesifikk teknologisk ide formulert?	Eksisterer det en ide om markedsbehovet?	Er de juridiske og regulatoriske aspektene uforutsigbar eller ukjent	Vil utvinning bli sett på som ulovlig eller uakseptabelt blant befolkningen?	Vil utvinning føre til en fundamental endring i dagens arbeidsprosesser?	1



## 5.2 - Referanseliste



# Referanseliste

Daina, Katona, Ilves & Ali

DNV

EY

IEA

Innovasjon Norge

International Seabed Authority

Jowitt, Mudd & Thompson

Loke

Miller, Thompson, Johnston & Santillo

Menon Economics

Menon Economics

Mining.com

Nature

Nature

Norges Rederiforbund

Norsk olje og gass

NPD (Oljedirektoratet)

Petersen, Krättschell, Augustin, Jamieson, Hein & Hannington

Petroleumstilsynet

Prosess21

RNZ

The Metals Company

UiB (Universitetet i Bergen)

UN

Upstreamonline

Watari, Nansai & Nakajima

World Economic Forum

[Life cycle climate change impacts of producing battery metals from land ores versus deep-sea polymetallic nodules](#)

[Teknologirapport havbunnsmineraler](#)

[Top 10 business risks and opportunities for mining and metals in 2022](#)

[The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#)

[Oversikt over klyngene](#)

[FAQ](#)

[Future Availability of Non-renewable Metal Resources and the Influence of Environmental, Social, and Governance Conflicts on Metal Production](#)

[Technology](#)

[An Overview of Seabed Mining Including the Current State of Development, Environmental Impacts, and Knowledge Gaps](#)

[Omstilling i petroleumssektoren](#)

[EVALUERING AV DEMO 2000](#)

[The Metals Company signs MoU for PFS on world's first deep-sea nodule processing plant](#)

[Climate change is hitting the planet faster than scientists originally thought](#)

[Japan pioneers extracting rare-earth elements from the deep sea](#)

[Konjunkturrapport 2019](#)

[Høringssvar fra Norsk olje og gass](#)

[Konsekvensutredning i forbindelse med åpningsprosessen for mineralvirksomhet](#)

[News from the seabed - Geological characteristics and resource potential of deep-sea mineral resources](#)

[Høringssvar fra Petroleumstilsynet](#)

[Prosess21 Hovedrapport](#)

[Seabed mineral exploration licences approved in the Cook Islands](#)

[Revolutionizing the Mineral Supply Chain for Fast Growing EV Demand](#)

[FAGUTREDNING MINERALRESSURSER I NORSKEHAVET LANDSKAPSTREKK, NATURTYPER OG BENTISKE ØKOSYSTEMER](#)

[Five key findings from the 2022 UN Population Prospects](#)

[Toyo enlists Singaporean offshore engineering player for 'world first' deep-sea mineral extraction system](#)

[Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements](#)

[Decision-Making on Deep-Sea Mineral Stewardship: A Supply Chain Perspective](#)



# Rapporten har fått innspill fra næringslivet, klynger og kompetansemiljø

## Selskaper/personer det er gjennomført dybdeintervju med

	Walter Sognnes	CEO
	Frank Ludvigsen	Global Business Development Director
	Jan Schoolmeesters & Bent Kjølhamar	Executive Vice President & Chief Geologist
	Eivind Gimming Stensland	Director, Technology and R&D Offshore Solutions Division
	Anette Broch Mathisen Tvedt	CEO
	Børre Andreas Sveen	Senior Advisor
	Per Buset & Johannes Sæstad	Department Manager & Operations & Project
	Gerard Barron	CEO & Chairman
	Berit Floor Lund	Director Research (Kongsberg Maritime)
	Ståle Monstad	CEO

## Klynger og kompetansemiljø som har bidratt

For spørsmål om rapporten, vennligst kontakt



Vegard Sjursen

E-post: [vegard.r.sjursen@no.ey.com](mailto:vegard.r.sjursen@no.ey.com)

Mobil: +47 997 66 782



Anders Bjerga

E-post: [anders.bjerga@no.ey.com](mailto:anders.bjerga@no.ey.com)

Mobil: +47 930 67 075



Sebastian Nyvoll

E-post: [sebastian.nyvoll@no.ey.com](mailto:sebastian.nyvoll@no.ey.com)

Mobil: +47 974 06 878



## EY | Assurance | Tax | Transactions | Consulting

### About EY

EY is a global leader in assurance, tax, transaction and advisory services. The insights and quality services we deliver help build trust and confidence in the capital markets and in economies the world over. We develop outstanding leaders who team to deliver on our promises to all of our stakeholders. In so doing, we play a critical role in building a better working world for our people, for our clients and for our communities.

EY refers to the global organization, and may refer to one or more, of the member firms of Ernst & Young Global Limited, each of which is a separate legal entity. Ernst & Young Global Limited, a UK company limited by guarantee, does not provide services to clients. For more information about our organization, please visit [ey.com](https://www.ey.com).

Ernst & Young LLP is a client-serving member firm of Ernst & Young Global Limited operating in the US.

© 2022 Ernst & Young LLP.  
All Rights Reserved.

The report has been constructed based on information current, as of 8th August 2022. Since this date, material events may have occurred since completion which are not reflected in the report. It must also be considered that within the project scope it is not possible to include all relevant measures or details in the study. We have taken reasonable care to verify the information. The report is only for general guidance and information purposes. It should under no circumstances be used for financial and investments decisions. We disclaim all responsibility to any other party for any loss or liability that the other party may suffer or incur arising from or relating to or in any way connected with the contents of our report, the provision of our report to the other party or the reliance upon our report by the other party. This report (or any part of it) may not be copied or otherwise reproduced except with the written consent of EY.

