



Rapport 2023/40 | For Oljedirektoratet



## Havbunnsmineraler

Lønnsomhetsvurdering av mineralvirksomhet på havbunnen

Åsmund Sunde Valseth, Dag Morten Dalen og Jonas Jønsberg Lie

# Dokumentdetaljer

Tittel	Havbunnsmineraler
Rapportnummer	2023/40
Forfattere	Åsmund Sunde Valseth, Dag Morten Dalen og Jonas Jønsberg Lie
ISBN	978-82-8126-651-3
Prosjektnummer	23-DMD-02
Prosjektleder	Åsmund Sunde Valseth
Kvalitetssikrer	Steinar Strøm
Oppdragsgiver	Oljedirektoratet
Dato for ferdigstilling	13. november 2023
Forsidefoto	Gjennomskåret sulfidprøve fra ODs tokt på Mohnsryggen i Norskehavet i 2020. Foto: Øystein Leiknes Nag, Oljedirektoratet.
Tilgjengelighet	Avventer
Nøkkelord	Kraft og energi, Klima og det grønne skiftet, Samfunnsøkonomisk analyse

## Om Vista Analyse

Vista Analyse AS er et samfunnsfaglig analyseselskap med hovedvekt på økonomisk utredning, evaluering, rådgivning og forskning. Vi utfører oppdrag med høy faglig kvalitet, uavhengighet og integritet. Våre sentrale temaområder er klima, energi, samferdsel, næringsutvikling, byutvikling og velferd. Vista Analyse er vinner av Evalueringsprisen 2018.

Våre medarbeidere har meget høy akademisk kompetanse og bred erfaring innenfor konsulentvirksomhet. Ved behov benytter vi et velutviklet nettverk med selskaper og ressurspersoner nasjonalt og internasjonalt. Selskapet er i sin helhet eiet av medarbeiderne.

# Forord

Vi har på oppdrag fra Oljedirektoratet analysert sentrale momenter i lønnsomhetsvurdering av mineralvirksomhet på havbunnen. Prosjektet har vært gjennomført i perioden juni-oktober 2023. Espen Andreas Hauge har vært oppdragsgivers kontaktperson. Vi takker for gode innspill og diskusjoner på fagseminar med oppdragsgiver. Prosjektet har vært gjennomført av Åsmund Sunde Valseth, Dag Morten Dalen og Jonas Jønsberg Lie. Steinar Strøm har vært kvalitetssikrer.

13. november 2023

**Åsmund Sunde Valseth**

Partner

Vista Analyse AS

# Innhold

Sammendrag og konklusjoner .....	4
<b>1 Innledning .....</b>	<b>7</b>
1.1 Utvinning av havbunnsmineraler i Norge	7
1.2 Mandat for arbeidet	8
1.3 Rapportens disposisjon	9
<b>2 Vurderinger ut fra vanlig rammeverk for samfunnsøkonomisk analyse .....</b>	<b>10</b>
2.1 Hver periode kan vurderes for seg dersom investeringskostnadene er ubetydelige	10
2.2 Hvis lønnsomheten i de første periodene er høy, er det ikke nødvendig å beregne nåverdi over levetiden	11
2.3 Hvis nåverdiberegning ikke er nødvendig, trenger en ikke kalkulasjonsrente og prisanslag langt fram i tid	12
2.4 Negative virkninger for natur og miljø kan gjøre nåverdiberegning nødvendig	12
2.5 Utvinning kan også ha positive virkninger gjennom teknologiutvikling, som bør hensyntas	13
<b>3 Vurderinger ut fra ressursøkonomi .....</b>	<b>15</b>
3.1 Utgangspunktet er at utvinningen må fordeles over tid slik at marginal nettoinntekt er den samme	15
3.2 I noen tilfeller vil det være optimalt å utvinne alt i én periode, selv med stigende marginalkostnad	16
3.3 Ved konstant marginalkostnad vil det være optimalt å utvinne alt i den perioden der nettoinntekten er størst	16
3.4 Læringseffekter	17
3.5 Dersom ressursen ikke er knapp, kan utvinning i hver periode vurderes for seg	17
<b>4 Realopsjoner .....</b>	<b>19</b>
4.1 Stilisert eksempel på hvordan realopsjoner bør hensyntas, når usikkerhet om miljøkonsekvenser reduseres over tid	19
4.2 I praksis innebærer realopsjoner ofte at det skal mer til for å tillate utvinning nå	20
<b>Referanser .....</b>	<b>22</b>
<b>Figurer</b>	
Figur 1.1      Kart som viser området som omfattes av åpningsprosessen .....	8
<b>Tekstbokser</b>	
Tekstboks 1.1    Hva er havbunnsmineraler?.....	7

# Sammendrag og konklusjoner

*På oppdrag fra Oljedirektoratet har Vista Analyse vurdert hvordan lønnsomheten av mineralvirksomhet på havbunnen bør vurderes. Vi peker på noen tilfeller der det ikke er nødvendig å gjøre en full nåverdiberegning over hele tiltakets levetid. Men i mange tilfeller må nåverdi beregnes og veies opp mot kostnader ved naturinngrep. Samtidig kan det også være positive eksterne virkninger, knyttet til teknologiutvikling og læring. Uansett taler ressursøkonomi for å vurdere priser og kostnader på ulike tidspunkt, slik at produksjonen kan fordeles over tid slik at verdien blir størst mulig. Realopsjoner bør hensyntas i lønnsomhetsvurderingen, for eksempel gjennom et utsettelsesalternativ. Blant annet vil det i en del tilfeller ha verdi å utsette beslutningen dersom usikkerhet reduseres over tid, for eksempel om kostnadene ved naturinngrep.*

Utvinning av havbunnsmineraler er en ny næring i Norge, som på den ene siden kan gi mineraler som er verdifulle for nullutslippsløsninger og på den andre siden kan innebære betydelige naturinngrep. Oljedirektoratet, som 1. januar 2024 bytter navn til Sokkeldirektoratet, har fått en viktig rolle i forvaltningen av denne næringen. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet er en viktig del av myndighetenes vurdering av hvorvidt det skal gis tillatelser eller ikke. Utgangspunktet for dette oppdraget er spørsmål om hvorvidt det er særegne forhold som gjør seg gjeldende ved lønnsomhetsvurderinger av mineralvirksomhet på havbunnen.

Vi har vurdert disse problemstillingene ut fra etablert praksis for samfunnsøkonomisk analyse, ressursøkonomi og realopsjonsteori.

## Naturinngrep gjør at nåverdi ofte må beregnes også i tilfeller der bedriftsøkonomisk lønnsomhet kan vurderes uten nåverdi

For investeringsprosjekter beregner man vanligvis en nåverdi av inntekter gjennom tiltakets levetid, som veies opp mot investeringskostnaden.

Med tanke på havbunnsmineraler kan det imidlertid være tilfeller der investeringskostnadene er små og har liten betydning for om drift er lønnsomt. For eksempel kan det være at produksjonsutstyret kan gjenbrukes andre steder og kanskje leies. Lønnsomheten kan da vurderes for hver periode seg, for eksempel for hvert år en vurderer å gi tillatelse for. I praksis står man da overfor en serie med driftsbeslutninger i stedet for en investeringsbeslutning.

Et annet tilfelle der det ikke er nødvendig å beregne nåverdi over hele levetiden, er dersom inntektene de første årene er tilstrekkelig høye til å dekke investeringskostnaden. Det er da ikke nødvendig å regne videre på inntekter i senere år. Dette kan for eksempel være tilfelle dersom det utvinnes et mineral som har svært høy verdi de aller nærmeste årene.

Det kan forenkles myndighetenes vurderinger dersom man ikke trenger å beregne nåverdi. For det første slipper man å vurdere hva som er riktig kalkulasjonsrente. Rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser er uklart på hvilken kalkulasjonsrente som skal brukes når staten regulerer private. Som en konsekvens av dette brukes i dag kalkulasjonsrenter på 7 og 6 pst. for henholdsvis petroleum og kraft, uten at dette har noe klart grunnlag i Finansdepartementets rundskriv om prinsipper for samfunnsøkonomiske analyser. For det andre slipper man å anslå priser og kostnader langt fram i tid.

Kostnadene ved naturinngrep kan imidlertid tale for at nåverdi må beregnes for å vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten, også i tilfellene beskrevet ovenfor. Dersom naturinngrepene skjer idet utvinning starter vil de i praksis innebære en slags samfunnsmessig investeringskostnad. Da må nåverdi over levetiden, eller i hvert fall et tilstrekkelig antall år, beregnes og veies opp mot kostnaden ved naturinngrepene.

Vi peker samtidig på at utvinning av havbunnsmineraler i noen tilfeller kan ha positive eksterne virkninger, gjennom teknologiutvikling og læring. I praksis vil disse positive virkningene bidra til å motvirke de negative virkningene gjennom naturinngrep.

## Ressursøkonomi tilsier uansett at en må vurdere priser og kostnader på ulike tidspunkt samt kalkulasjonsrenten

En grunnleggende innsikt fra ressursøkonomi er at utnyttelsen av en begrenset ressurs må fordeles over tid slik at ressursen på marginen har samme verdi på hvert tidspunkt. I mange tilfeller vil utvinningskostnaden stige dess mer enn forsøker å utvinne samtidig, for eksempel fordi det fysisk er vanskelig å komme til med mer produksjonsutstyr. Da vil utvinningskostnadene bli lavere og nettoverdien av utvinning høyere ved å fordele utvinningen mer over tid.

I noen tilfeller kan det likevel være optimalt å utvinne alt i løpet av noen få år. Slik vil det være hvis (marginal) nettoinntekt fra utvinning er størst i en bestemt periode selv når hele volumet utvinnes i denne perioden. Det vil da være en såkalt hjørneløsning. Med tanke på havbunnsmineraler kan et slikt tilfelle oppstå dersom det forventes å være bruk for bestemte mineraler til batteriproduksjon i en viss periode, før en deretter forventer at teknologiutviklingen gjør at en begynner å produsere batterier på andre måter.

Uansett innebærer innsikter fra ressursøkonomi at priser og kostnader gjennom levetiden må vurderes, og at det må tas stilling til kalkulasjonsrenten. Dette vil også gjelde i tilfellene beskrevet ovenfor, der investeringskostnaden er ubetydelig eller dekkes inn i løpet av de første driftsårene.

## Realopsjonen ved å vente tilsier at utvinning i en del tilfeller bør utsettes, blant annet ved usikkerhet om naturinngrep

Hvis man ikke gir tillatelse til utvinning av havbunnsmineraler nå, kan ressursene i stedet utvinnes på et senere tidspunkt. Muligheten for å utvinne ressursene senere utgjør en *realopsjon*. Denne opsjonen bortfaller hvis man utvinner ressursene nå. Forventet verdi av opsjonen bør derfor hensyntas i lønnsomhetsvurderingen, for eksempel gjennom et utsettelsesalternativ.

Vi skiller mellom to ulike forhold som har betydning for verdien av å vente med å tillate utvinning. For det første kan forventede priser og kostnader endre seg, slik at verdien av utvinning kan være både høyere og lavere i framtiden. Som beskrevet ovenfor ut fra innsikter fra ressursøkonomi må en ta hensyn til dette når en vurderer når utvinning skal skje. For det andre kan usikkerheten om sentrale størrelser, for eksempel kostnaden om naturinngrep, blir mindre.

Dersom usikkerheten om miljøkonsekvenser reduseres over tid, vil det ofte tale for å vente med å tillate utvinning. Slik vil det være i tilfeller der en ville valgt å ikke tillate utvinning dersom en visste at miljøkonsekvensene ville være tilstrekkelig mye høyere enn forventet. Ved å utsette

beslutningen kan man da la være å tillate utvinning dersom miljøkonsekvensene faktisk er så store, noe som har en samfunnsmessig verdi.

Noe av grunnen til at usikkerheten reduseres over tid kan være at det gjennomføres andre utvinningsprosjekter som gir ny kunnskap. Som omtalt ovenfor er dette et eksempel på at utvinning i noen tilfeller kan ha positive eksterne virkninger. Dersom myndighetene står overfor flere potensielle prosjekter med varierende grad av lønnsomhet, hensyntatt både forventede miljøkonsekvenser og eventuelle positive eksterne virkninger, vil hensynet til realopsjoner typisk innebære at de svakeste av disse prosjektene utsettes.

# 1 Innledning

På oppdrag fra Oljedirektoratet har Vista Analyse vurdert sentrale momenter i lønnsomhetsvurdering av mineralvirksomhet på havbunnen. Vi beskriver her i innledningen først kort bakgrunnen for at dette er et aktuelt spørsmål. Deretter redegjør vi for mandatet før vi til slutt beskriver hvordan rapporten er bygget opp.

## 1.1 Utvinning av havbunnsmineraler i Norge

Det forventes høyere etterspørsel etter metaller i lys av befolkningsvekst, velstandsøkning og økt utnyttelse av fornybare energikilder (International Energy Agency, 2021). Mineraler er en forutsetning for omstillingen fra et fossilt energisystem til et fornybart energisystem (Nærings- og fiskeridepartementet, 2023). Elektrifisering krever ulike metaller, mineraler og sjeldne jordarter som benyttes i blant annet elektronikk og batteriteknologi (Olje- og energidepartementet, 2022). Tilgangen til kritiske mineraler er avgjørende for å bygge ut fornybar kraft og industri, samtidig har tilgangen blitt mer krevende og kritiske mineraler er blitt strategisk viktigere sikkerhetspolitisk (Nærings- og fiskeridepartementet, 2023).

Havbunnsmineraler forvaltes etter havbunnsmineralloven og det kan ikke drives kommersiell mineralvirksomhet i områder som ikke er åpnet for slik aktivitet (Olje- og energidepartementet, 2022). I tillegg til tekniske utfordringer med store havdyp, står mange land overfor utfordringer med tanke på rettigheter i internasjonale havvann. Når det gjelder Norge ligger disse ressursene innenfor Norges kontinentalsokkel, som pr definisjon er havbunnsområdene som ligger under norsk råderett både innenfor og utenfor norsk økonomisk sone. I lys av Oljedirektoratets kartlegging vet vi at det finnes sulfidavsetninger og ferromanganskorper i de dypere delene av norsk kontinentalsokkel på spredningsryggen mellom Norge og Grønland (Olje- og energidepartementet, 2022).

Olje- og energidepartementet la i juni 2023 fram en stortingsmelding om åpning av et område for mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen. Denne ligger til behandling i Stortinget (per oktober 2023). Neste steg etter eventuell åpning av området er tildeling av undersøkelses- og/eller utvinningstillatelser.

### Tekstboks 1.1 Hva er havbunnsmineraler?

---

Det er som oftest tre typer mineralforekomster på havbunnen som er relevante for utvinning: polymetalliske sulfider, manganskorper og manganknoller (også kalt mangannoduler). Disse er dannet av konsentriske lag av jern og manganhydroksider rundt en kjerne. Polymetalliske sulfider inneholder flere metaller mens manganskorper og manganknoller inneholder flere mineraler som omtales som «batterivennlige». Sulfidforekomstene bygger seg opp skorsteinslignende strukturer som med ujevne mellomrom kollapser og danner kjeglelignende eller hauglignende avsetninger av mineral. Slike sulfidforekomster inneholder primært kobber, sink, kobolt og gull. Ferromanganskorpene blir dannet ved at oppløste metallsambindinger som finnes naturlig i sjøvann, bygger opp skorper direkte på undersjøiske fjellformasjoner. Dette er en langsom, naturlig prosess, og det tar om lag en million år å danne et centimetertjukt lag (skorper). Disse er rike på jern, mangan og kobolt. Manganknoller ligger på havbunns sedimentet og kan ofte plukkes direkte. Det er

---

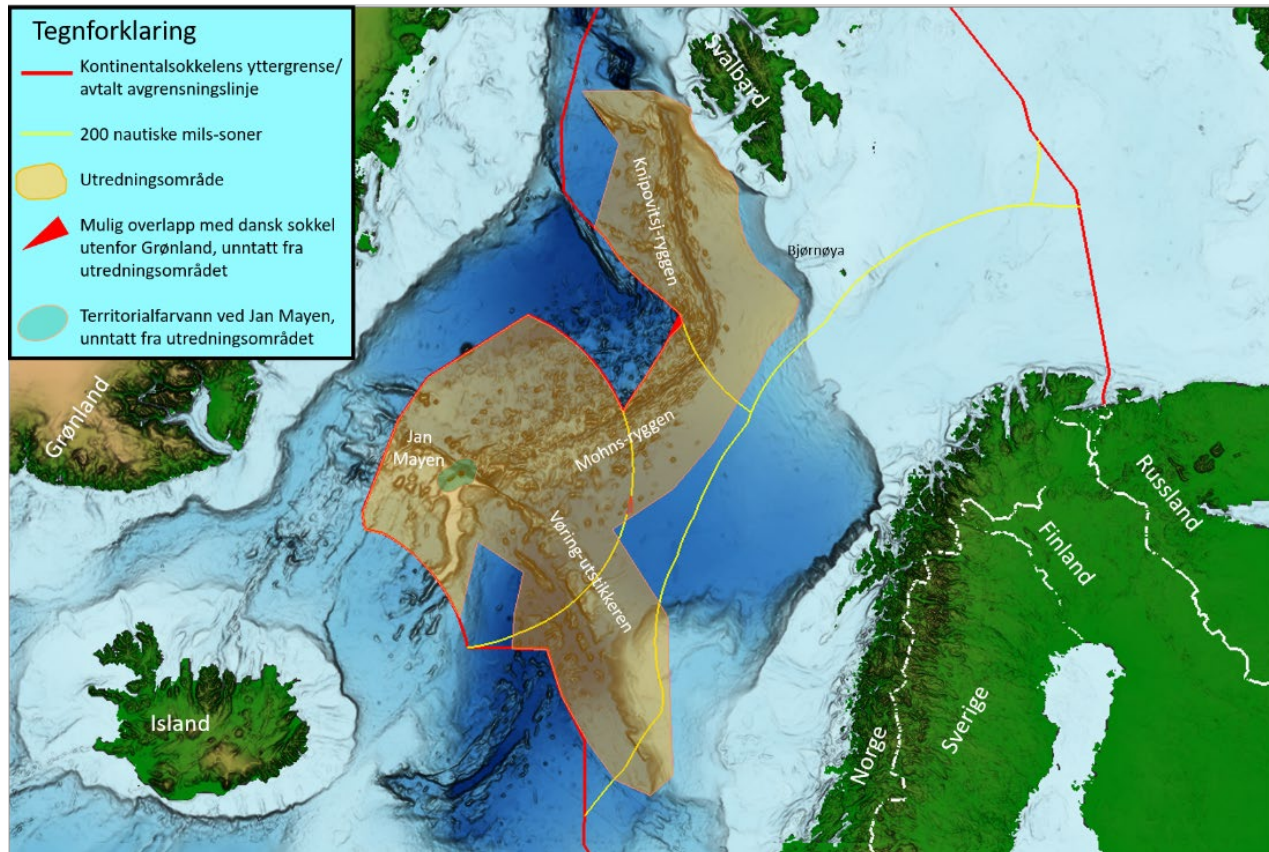


imidlertid ingen kjente forekomster av manganknoller i norske farvann. På norsk sokkel er det hovedsakelig sulfider og manganskorper som kan utvinnes.

*Kilder: Olje- og energidepartementet (2022) og Nærings- og fiskeridepartementet (2023).*

Figur 1.1 viser området der betingelsene ifølge Oljedirektoratet er til stede for forekomster av polymetalliske sulfider og manganskorper. Området er ca. 592 500 km<sup>2</sup> stort og omfatter områder med 100–4 000 meters havdyp. Det er generelt dypere enn 1 500 meter, men med enkelte grunnere områder rundt Jan Mayen. (Olje- og energidepartementet, 2022)

Figur 1.1 Kart som viser området som omfattes av åpningsprosessen



Kilde: Oljedirektoratet

## 1.2 Mandat for arbeidet

Oppdraget har hatt følgende mandat:

Den økonomiske verdien av et prosjekt kan anslås ved bruk av ulike lønnsomhetsmål, som igjen vurderes opp mot beslutningskriterier. Nåverdien av et prosjekt består av summen av alle fremtidige kontantstrømmer. Det samfunnsøkonomiske beslutningskriteriet er at nåverdien skal maksimeres. Maksimering av nåverdi er derfor det avgjørende kriteriet for alle ODs lønnsomhetsvurderinger.

Havbunnsmineraler er et nytt ansvarsområde for OD. Ved en åpning for mineralutvinning, kan OD bli eksponert for, og spurt om å vurdere, selskapers økonomiske perspektiver og planer for mineralvirksomhet. OD har begrenset kunnskap om mineralutvinning på land. Noen forskjeller fra petroleumsvirksomhet kan imidlertid være lavere økonomisk margin,

metallgehalt som varierer uten en tydelig trend, at prosesseringsleddet har større betydning og polymetallisk malm hvor enkeltmetaller både kan styrke og svekke lønnsomheten.

Enkelte selskap innen mineralutvinning har uttrykt at utvinning per tidsenhet er et viktigere investerings-/beslutningskriterium enn nåverdi. En forutsetning for dette resonnetet kan være at produksjonsutstyret kan gjenbrukes på andre forekomster, men dette er ikke helt avklart.

Andre, mer generiske argumenter for fokus på lønnsomhet per år fremfor samlet lønnsomhet kan bl.a. være høyt avkastningskrav, usikkerhet om fremtidig kontantstrøm eller høye driftskostnader og lave investeringskostnader relativt sett. For å istandsette OD til vurdering av mineralutvinning til havs, ønsker vi ekstern bistand til et prosjekt rundt to spørsmål:

- Hva er de viktigste lønnsomhetsmålene for mineralutvinning som kan ha relevans for selskapers vurdering av utforskning og utvinning av havbunnsmineraler?
- Hvilke forutsetninger kan medføre at maksimering av utvinning per tidsenhet blir samfunnsøkonomisk optimalt?

### 1.3 Rapportens disposisjon

Vi begynner i kapittel 2 med å vurdere om det er spesielle forhold ved lønnsomhetsvurderinger av mineralvirksomhet på havbunnen, ut fra et vanlig rammeverk for samfunnsøkonomisk analyse. I delkapittel 2.1 peker vi på at hver tidsperiode, for eksempel hvert driftsår, kan vurderes for seg hvis investeringskostnadene er ubetydelige. Videre peker vi i delkapittel 2.2 på at ved høy lønnsomhet i de første periodene kan det være tilstrekkelig å vurdere lønnsomheten i disse periodene.

I delkapittel 2.3 diskuterer vi hvilke fordeler det har for myndighetene å ikke trenge å beregne nåverdi, før vi i delkapittel 2.4 peker på at negative virkninger for natur og miljø kan gjøre at det likevel er nødvendig for myndighetene å beregne nåverdi i sin lønnsomhetsvurdering, selv om det ikke er nødvendig for de private aktørene å gjøre det. Til slutt peker vi i delkapittel 2.5 på at utvinning også kan ha positive (eksterne) virkninger gjennom teknologiutvikling o.l., som bør hensyntas i den samfunnsøkonomiske analysen.

I kapittel 3 går vi videre til å vurdere lønnsomhetsvurderinger av havbunnsmineraler ut fra grunnleggende ressursøkonomi. Vi begynner i delkapittel 3.1 med tilfellet der utvinningskostnaden stiger i utvunnet mengde i hver periode, og det ikke er såkalt hjørneløsning. Deretter ser vi i delkapittel 3.2 på tilfellet med hjørneløsning og i delkapittel 3.3 på tilfellet med konstant marginalkostnad. Til slutt beskriver vi i delkapittel 3.4 tilfellet der ressursene i praksis ikke er begrensede likevel.

Avslutningsvis ser vi i kapittel 4 på realopsjoner, gjennom et stilisert eksempel i delkapittel 4.1 før vi diskuterer hva dette innebærer i praksis i delkapittel 4.2.

## 2 Vurderinger ut fra vanlig rammeverk for samfunnsøkonomisk analyse

I dette kapitlet vurderer vi om det er særskilte forhold som gjør seg gjeldende når man skal vurdere lønnsomheten til utvinning av havbunnsmineraler, utenom problemstillinger knyttet til ressursøkonomi.<sup>1</sup>

Et hovedspørsmål er om lønnsomheten bør vurderes på andre måter enn ved å beregne nåverdien av et prosjekts kontantstrømmer.

I delkapittel 2.1 peker vi på at hver tidsperiode, for eksempel hvert driftsår, kan vurderes for seg hvis investeringskostnadene er ubetydelige. Videre peker vi i delkapittel 2.2 på at ved høy lønnsomhet i de første periodene kan det være tilstrekkelig å vurdere lønnsomheten i disse periodene. I delkapittel 2.3 diskuterer vi hvilke fordeler det har for myndighetene å ikke trenge å beregne nåverdi, før vi i delkapittel 2.4 peker på at negative virkninger for natur og miljø kan gjøre at det likevel er nødvendig for myndighetene å beregne nåverdi i sin lønnsomhetsvurdering, selv om det ikke er nødvendig for de private aktørene å gjøre det. Til slutt peker vi i delkapittel 2.5 på at utvinning også kan ha positive (eksterne) virkninger gjennom teknologiutvikling o.l., som bør hensyntas i den samfunnsøkonomiske analysen.

### 2.1 Hver periode kan vurderes for seg dersom investeringskostnadene er ubetydelige

I en samfunnsøkonomisk analyse av et investeringsprosjekt vurderes typisk netto nyttevirkinger gjennom levetiden opp mot en investeringskostnad.

For at et prosjekt skal være lønnsomt må nåverdien av netto inntekt være større enn (eller like stor som) investeringskostnaden. Det betyr at følgende betingelse må være oppfylt, der investeringskostnad er  $I$ , levetid  $T$ , kalkulasjonsrente  $r$  og netto inntekt i hver periode  $x_t$ :

$$(1 + r)^{-1}x_1 + \dots + (1 + r)^{-T}x_T \geq I$$

Anta som et eksempel at utvinning hvert år gir en bruttoinntekt på 50 mill. kroner, mens det koster 30 mill. kroner å drive utvinningen. Det betyr at nettoinntekten, eller dekningsbidraget, hvert år er 20 mill. kroner. Hvis utvinningen pågår i 10 år og kalkulasjonsrenten er 7 pst. blir nåverdien 140 mill. kroner. Dette må så vurderes opp mot investeringskostnaden. Hvis denne er 100 mill. kroner er prosjektet lønnsomt, mens det er ulønnsomt dersom investeringskostnaden er 200 mill. kroner. For at prosjektet skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt må det i tillegg være tilstrekkelig lønnsomt til å oppveie for naturinngrepene.

<sup>1</sup> Concept-rapport nr. 48 (2016) om investeringsprosjekter og miljøkonsekvenser gir en svært god oversikt over sentrale metoder og problemstillinger knyttet til samfunnsøkonomiske analyser og miljø.

Hvis investeringskostnaden derimot er null, er det ikke behov for å se periodene i sammenheng. I praksis består problemet nå av  $T$  lønnsomhetsvurderinger, der utvinning i periode  $t$  er lønnsomt hvis følgende betingelse er oppfylt:

$$x_t \geq 0$$

Med eksempelet overfor er spørsmålet i den samfunnsøkonomiske analysen om nettoinntekten på 20 mill. kroner er stor nok til å oppveie for naturinngrepene, for det eller de årene myndighetene vurderer å gi tillatelse for. Merk imidlertid at vi da implisitt har forutsatt at naturinngrepene følger driften løpende og i praksis arter seg som samfunnsmessige driftskostnader. Hvis naturinngrepene i stedet arter seg som en samfunnsmessig investeringskostnad stiller det seg annerledes, noe vi diskuterer nærmere i delkapittel 2.4 nedenfor.

Med tanke på utvinning av havbunnsmineraler kan det være tilfelle at investeringskostnaden er null eller ubetydelig dersom produksjonsutstyret også kan brukes andre steder. Selskapene kan da innrette seg på ulike måter. Hvis et selskap leier utstyret vil leieprisen gjenspeile kostnaden ved å bruke utstyret i det aktuelle prosjektet. Hvis selskapet eier utstyret vil alternativet være å bruke det i et annet prosjekt, eller å selge det. I begge tilfeller må det da beregnes en pris som gjenspeiler alternativkostnaden.

Merk også bruken av «større enn eller lik» i uttrykket ovenfor. Et prosjekt som går i null, er også et lønnsomt prosjekt. Avkastningen er da lik alternativavkastningen, gitt ved kalkulasjonsrenten.

## 2.2 Hvis lønnsomheten i de første periodene er høy, er det ikke nødvendig å beregne nåverdi over levetiden

Hvis lønnsomheten i den første eller de første periodene er tilstrekkelig høy til å dekke investeringskostnad, vil det heller ikke være nødvendig å beregne nåverdi over hele levetiden. Hvis første periode eller de første periodene er lønnsomme, kan de følgende periodene vurderes for seg som beskrevet i delkapittel 2.1.

Anta som et eksempel at et prosjekt har en investeringskostnad på 200 mill. kroner, men at man allerede etter fem år har netto inntekter på 300 mill. kroner i nåverdi. Det er da ikke nødvendig å beregne inntektene gjennom resten av levetiden for å vurdere om prosjektet er lønnsomt eller ikke. I den samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen må imidlertid inntektene være tilstrekkelig store til å også dekke kostnadene ved naturinngrepene, noe vi også berører i delkapittel 2.4.

For eksempel kan det være at man vet om mineralforekomster som man med stor sannsynlighet kan utvinne i de første periodene, mens det er langt mer usikkert hva man kan utvinne i senere perioder. Forventet inntekt i de senere periodene vil da være lav. Det vil hovedsakelig være den høye inntekten tidlig i levetiden som bidrar til prosjektets lønnsomhet, og hvis denne er tilstrekkelig til å dekke investeringene er det ikke nødvendig å ta beregne de mer usikre senere inntektene.

## 2.3 Hvis nåverdiberegning ikke er nødvendig, trenger en ikke kalkulasjonsrente og prisanslag langt fram i tid

Vi har i delkapitlene ovenfor pekt på noen tilfeller der det ikke er nødvendig å beregne nåverdi, i hvert fall ikke over hele levetiden. Vi peker her på hvordan det kan forenkle myndighetenes vurderinger dersom det ikke er nødvendig å beregne nåverdi:

- Myndighetene slipper å vurdere hvilken kalkulasjonsrente som skal benyttes. Finansdepartementets rundskriv om samfunnsøkonomiske analyser er det uklart hvilken kalkulasjonsrente som skal benyttes når staten regulerer private. For petroleum benyttes i dag en rente på 7 pst. og for kraftproduksjon 6 pst. Det ville trolig være rimelig å benytte en rente i samme størrelsesorden for utvinning av havbunnsmineraler, men dette er et spørsmål som vi ikke har vurdert nærmere i dette prosjektet.
- Myndighetene slipper anslå priser og andre elementer i lønnsomhetsberegningen langt fram i tid. Dersom investeringskostnadene er ubetydelige, som beskrevet i delkapittel 2.1, kan tillatelser gis for kort tid slik at lønnsomhetsvurderinger gjøres tett opp til den aktuelle driftsperioden. Dersom inntektene fra de første årene er høye og tilstrekkelige til å dekke investeringskostnader og kostnader ved naturinngrep, vil det ikke være nødvendig å vurdere lønnsomhet i senere år.

## 2.4 Negative virkninger for natur og miljø kan gjøre nåverdiberegning nødvendig

Selv om nåverdiberegning ikke skulle være nødvendig for å vurdere den *bedriftsøkonomiske* lønnsomheten, av grunner omtalt i delkapitlene over, kan det likevel være nødvendig å beregne nåverdier som en del av den samfunnsøkonomiske analysen. Vi har ovenfor i delkapitlene 2.1 og 2.2 nevnt muligheten for at utvinning innebærer naturinngrep som arter seg som en investeringskostnad.

Flere advarer mot naturinngrep knyttet til mineralvirksomhet på havbunnen. Blant annet skriver Miljødirektoratet i sin høringsuttalelse til forslag til program for konsekvensutredningen at mineralvirksomhet på havbunnen vil ha betydelige irreversible konsekvenser for det marine miljøet.

Hvis investeringskostnaden arter seg som en investeringskostnad, ved at skaden skjer idet utvinning begynner, kan dette innebære at lønnsomheten må vurderes over flere år og i en del tilfeller hele levetiden.

I tilfellet beskrevet i delkapittel 2.1, der investeringskostnaden er null eller ubetydelig, kan man nå likevel ikke vurdere lønnsomheten for ett eller et fåtall år for seg. I stedet må det beregnes en nåverdi av inntekter over levetiden, eller et tilstrekkelig antall år, som må veies opp mot kostnaden ved naturinngrep.

I tilfellet beskrevet i delkapittel 2.2, der inntektene fra de første årene er tilstrekkelig for å dekke investeringskostnaden, vil det alt annet likt være nødvendig å beregne inntektene for flere år for å være sikker på at det er tilstrekkelig lønnsomhet til å oppveie også for kostnaden ved naturinngrep.

Dette betyr altså at nåverdi i større grad må beregnes dersom kostnaden ved naturinngrep arter seg som en investeringskostnad ved å oppstå idet utvinning begynner.

Samtidig trekker de fleste høringsuttalelsene frem at det foreligger mangelfull informasjon om hvor store de negative miljøeffektene faktisk er, som også anerkjennes i departementets vurdering. Selv om de negative virkninger på miljøet kan være betydelig, kan dette hensyntas ved et såkalt føre-var-prinsipp. I praksis innebærer det en skrittvis tilnærming, både for å unngå eventuelle store irreversible konsekvenser og for å skaffe seg et bedre kunnskapsgrunnlag for senere beslutninger om opptrapping i nye områder.

Departementet konkluderer med at vi allerede nå har nok kunnskap til å konkludere med at det er hensiktsmessig å beskytte de aktive hydrotermale strukturene. Videre slås det fast at en utvinningsplan kun vil bli godkjent hvis det kan godtgjøres at utvinning kan gjennomføres slik at det ikke medfører vesentlige negative virkninger for naturmangfoldet knyttet til de aktive strukturene.

Hva som følger av et slik krav, avhenger kritisk av hva som ansees å være vesentlige negative virkninger. Her en to mulige tolkninger:

- Alt. I. Da vil den negative virkningen ansees som vesentlig (og stoppe utvinning) dersom det samfunnsøkonomiske overskuddet blir negativt dersom vi tar med en prissatt miljøkostnad.
- Alt. II. Den negative miljøvirkningen lar seg ikke tallfeste, men den vurderes skjønnsmessig å være (langt) større det direkte økonomiske overskuddet som forventes av utvinningen.
- Alt. III. Det stilles krav til ivaretagelse av økosystemet, og hvis disse ikke kan trygges, vil utvinning ikke tillates – uavhengig av det økonomiske tapet ved ikke å utvinne mineralene.

Som vi kommer tilbake til senere (realopsjoner) kan et slik skrittvis føre-var-prinsipp være samfunnsøkonomisk optimalt, selv om det skulle føre til at en lønnsom utvinning skyves ut i tid.

## 2.5 Utvinning kan også ha positive virkninger gjennom teknologiutvikling, som bør hensyntas

Til slutt vil vi nevne at mineralutvinning og så kan ha *positive* eksterne virkninger, for eksempel gjennom utvikling eller utprøving av ny teknologi. Vi har ikke vurdert nærmere om det vil være tilfelle, men det kan tenkes at utvikling og utprøving av nye produksjonsmetoder kan ha slike virkninger. I en del tilfeller vil en del av kunnskapen som opparbeides tilfalle andre aktører, som den som har søkt om tillatelse ikke tar hensyn til. Aktøren vil da ha for svake insentiver til å gjennomføre prosjektet.

I mange sammenhenger kan slike positive eksterne virkninger begrunne subsidier fra myndighetene. Dersom negative eksterne virkningene er større enn de positive, vil det imidlertid være tilstrekkelig å hensynta de positive eksterne virkningene ved å la de delvis motvirke de negative i den samfunnsøkonomiske analysen. Merk imidlertid at dersom aktøren mottar offentlig støtte til teknologiutvikling o.l. vil virkningen allerede være internalisert. Man må da unngå dobbelttelling.

I den samfunnsøkonomiske analysen må det vurderes hvor store de positive eksterne virkningene er. Det kan innebære å vurdere i hvilken grad det benyttes ny teknologi og i hvilken grad ny kunnskap vil tilfalle andre aktører. Det kan også være positive eksterne virkninger knyttet til å prøve å utvinne mineraler under andre forhold enn hva som er gjort tidligere, for eksempel på større dyp.

Myndighetene må i denne sammenhengen ta stilling til i hvilken grad man skal vektlegge positive eksterne virkninger for aktører i andre land. Vårt inntrykk er at slike virkninger i stor grad vektlegges når man utmåler støtte til teknologiutvikling.

## 3 Vurderinger ut fra ressursøkonomi

I dette kapittelet vurderer vi kort hvilken betydning det har for lønnsomhetsvurderingene at havbunnsmineraler er en begrenset ressurs.

Vi begynner i delkapittel 3.1 med tilfellet der utvinningskostnaden stiger i utvunnet mengde i hver periode, og det ikke er såkalt hjørneløsning. Deretter ser vi i delkapittel 3.2 på tilfellet med hjørneløsning og i delkapittel 3.3 på tilfellet med konstant marginalkostnad. Til slutt beskriver vi i delkapittel 3.4 tilfellet der ressursene i praksis ikke er begrensede likevel.

### 3.1 Utgangspunktet er at utvinningen må fordeles over tid slik at marginal nettoinntekt er den samme

En grunnleggende innsikt fra ressursøkonomi er at utnyttelsen av en begrenset ressurs må fordeles over tid slik at ressursen på marginen har samme verdi på hvert tidspunkt. Hvis det er mulig å øke verdien ved å flytte utnyttelsen fra et tidspunkt til et annet, er ikke ressursen optimalt utnyttet.

Dette kan vises stilisert gjennom en enkel modell der en ressurs  $X$  kan utvides i periode 1 eller periode 2, med henholdsvis  $x_1$  og  $x_2$  som utvunnet mengde i hver periode. Utvinningskostnaden i hver periode er gitt ved kostnadsfunksjonene  $c_1(x_1)$  og  $c_2(x_2)$ , og i hver periode er det stigende marginalkostnad. La videre prisene i hver periode være gitt ved  $p_1$  og  $p_2$ . Vi antar indre løsning, mens vi i senere delkapitler vurderer ulike tilfeller med hjørneløsning.

For å finne optimal utvinningsprofil må vi løse følgende problem:

$$\max_{x_1, x_2} p_1 x_1 - c_1(x_1) + (1+r)^{-1} [p_2 x_2 - c_2(x_2)] \quad \text{gitt } x_1 + x_2 = X$$

Løsning ved innsetting gir følgende optimumsbetingelse:

$$p_1 - c'_1(x_1) = (1+r)^{-1} [p_2 - c'_2(x_2)]$$

Det vil si at utvinningsprofilen skal være slik at marginal nettoinntekt er den samme i hver periode, hensyntatt diskontering.

Dette har betydning for hva slags lønnsomhetsanalyser som bør gjøres av mineralvirksomhet på havbunnen, ettersom implikasjonen er at verdi av utvinning i ulike perioder må vurderes opp mot hverandre. For at utvinning skal gi størst verdi er det ikke tilstrekkelig at utvinning i hver periode har positiv lønnsomhet, det må også være slik at lønnsomheten ikke kunne blitt enda bedre ved å flytte utvinningen i tid. Det vil ikke være optimalt å produsere helt til pris er lik marginalkostnad i hver periode, fordi man må ta hensyn til at produksjon i dag påvirker produksjon i morgen. Konsekvensen er at både priser og kostnader i ulike perioder må vurderes.

En alternativ framstilling av samme innsikt er å la utvinningskostnaden stige i totalt utvunnet mengde, i tillegg til å stige i utvunnet mengde i hver periode. Det vil da være utvinningskostnaden



som begrenser hvor mye av ressursen som det er mulig å utvinne, ikke det at selve ressursen er begrenset. I praksis blir imidlertid problemet ganske likt. I hver periode må det tas hensyn til at økt utvinning medfører økte utvinningskostnader også i andre perioder.

### 3.2 I noen tilfeller vil det være optimalt å utvinne alt i én periode, selv med stigende marginalkostnad

Det kan være tilfelle at marginal nettoinntekt er størst i en bestemt periode selv hvis hele volumet utvinnes i denne perioden. Da har vi en hjørneløsning, der det optimale er å utvinne alt i denne perioden. I vårt to-periodeeksempel vil følgende være tilfelle:

$$p_1 - c'_1(X) > (1 + r)^{-1}[p_2 - c'_2(0)]$$

Dersom nettoinntekten er klart større i en periode, eller i noen perioder, kan det altså være optimalt å produsere alt på dette tidspunktet. For å komme fram til denne konklusjonen trenger man imidlertid å vite noe om lønnsomheten i de andre periodene. I praksis vil man altså uansett måtte vurdere lønnsomheten i flere perioder.

Med tanke på havbunnsmineraler kan et slikt tilfelle oppstå dersom det forventes å være bruk for bestemte mineraler til batteriproduksjon i en viss periode, før en deretter forventer at teknologitviklingen gjør at en begynner å produsere batterier på andre måter. Men implisitt i denne vurderingen er det altså en vurdering av lønnsomhet også lenger fram i tid.

### 3.3 Ved konstant marginalkostnad vil det være optimalt å utvinne alt i den perioden der nettoinntekten er størst

Hvis marginal utvinningskostnad er konstant, gitt ved  $c'_1(x_1) = c'_2(x_2) = c'$ , vil også nettoinntekten fra hver utvunnet enhet (marginal nettoinntekt) være konstant, og det vil være optimalt å utvinne hele forekomsten i den perioden der marginal nettoinntekt er størst, f.eks. i periode 1 dersom:

$$p_1 - c' > (1 + r)^{-1}[p_2 - c']$$

Dette kan kanskje være tilfelle ved svært små forekomster. Men for større forekomster virker det mer rimelig at utvinningskostnaden på et eller annet tidspunkt begynner å stige. For eksempel at den er konstant inntil et visst volum, og så blir svært høyt – fordi det fysisk er vanskelig å bruke mer produksjonsutstyr samtidig.

Dersom produksjonskostnaden er konstant inntil et visst punkt i hver periode, og deretter svært høy, vil det være optimalt å «fylle opp» produksjonen i perioden der nettoinntekten er høyest først, deretter perioden der nettoinntekten er nest høyest, og så videre til hele ressursen er utnyttet.

En kan ikke da se på hver periode isolert, fordi en risikerer å utvinne ressursene på et tidspunkt der lønnsomheten er lavere enn den ville ha vært ved å utvinne på et annet tidspunkt. Selv om det ved ubetydelige investeringskostnader, som beskrevet i delkapittel 2.1, ikke er nødvendig å

beregne nåverdi av lønnsomheten over hele levetiden, vil det i praksis være nødvendig å beregne alle de nødvendige elementene i en nåverdiberegning, for å kunne vurdere verdien av utvinning i ulike perioder opp mot hverandre.

### 3.4 Læringseffekter

I den forenklede modellen er kostnadene i periode 1 og 2 eksogene i den forstand at sammenhengen mellom utvinningsnivå og kostnader ligger fast. Man kan imidlertid se for seg at teknologien utvikles gjennom utvinningsaktivitet. Selskapene som får utvinningstillatelse vil bruke erfaringer fra den første utvinningsfasen til å oppdatere teknologien, både for å realisere effektiviseringsmuligheter og redusere risikoen for miljøkostnader.

Dette kan påvirke optimal tidsprofil på utvinningen, mellom periode 1 og 2 i den enkle modellen. Hvordan slike læringseffekter påvirker tidsprofilen, avhenger imidlertid hva som utløser læringseffektene. En mulighet er at utvinnings skala i seg selv har en forventet positiv effektiviseringseffekt. Da avhenger ikke kostnadene i periode 2 bare av volumet i periode 2, men også av volumet i periode 1.

Vi kan illustrere dette enkelt med ved å anta at utvinning i periode 2 har en fast kostnad som er uavhengig av volumet i periode 2, men som gjennom læringseffekter er lavere desto høyere aktivitetsnivået i periode 1 var. Denne sammenhengen fanges opp av  $F(x_1)$ , der  $F'(x_1) < 0$ . Totale kostnader i periode 2 kan vi da uttrykke slik:

$$K_2 = F(x_1) + c_2(x_2),$$

der  $c_2(x_2)$  er variable kostnadene som før. Nå vil optimal utvinningsprofil bestemmes av følgende maksimeringsproblem

$$\max_{x_1, x_2} p_1 x_1 - c_1(x_1) + (1+r)^{-1} [p_2 x_2 - F(x_1) - c_2(x_2)] \text{ gitt } x_1 + x_2 = X$$

Da får vi en justert utvinningsprofil kjennetegnet ved

$$p_1 - c'_1(x_1) - (1+r)^{-1} F'(x_1) = (1+r)^{-1} [p_2 - c'_2(x_2)]$$

Siden  $F' < 0$ , ser vi at dette trekker opp det optimale utvinningsvolumet i periode 1.

Implikasjonene av dette for ressursforvaltningen er imidlertid ikke så entydige i praksis. Før-var-prinsippet taler tvert imot for en forsiktig start for å lære mer om miljøkostnadene før en eventuell oppskalering. Hvis miljøhensynet veier tungt, vil forsert utvinning for å høste kostnadsmessige læringsgevinster ikke være ønskelig. En slik konklusjon forsterkes av at kostnadsmessige læringseffekter er i seg selv usikre.

### 3.5 Dersom ressursen ikke er knapp, kan utvinning i hver periode vurderes for seg

Det kan finnes tilfeller der det finnes svært mye av den aktuelle ressursen, samtidig som det er begrenset hvor mye det er mulig eller lønnsomt å utvinne i hver tidsperiode. Da vil ikke ressursbetingelsen binde. I eksempelet vårt ovenfor vil  $x_1^* + x_2^* \leq X$ , der stjerne angir optimal utvunnet mengde i hver periode når de vurderes hver for seg. Hvor mye som utvinnes i den ene perioden

har da ikke betydning for hvor mye som kan utvinnes i den andre. I slike tilfeller gjelder ikke innsiktene fra ressursøkonomi beskrevet ovenfor. Hvorvidt det skal beregnes nåverdi eller ikke kan da vurderes ut fra momentene beskrevet i øvrige kapitler.

## 4 Realopsjoner

Hvis man ikke gir tillatelse til utvinning av havbunnsmineraler nå, kan ressursene i stedet utvinnes på et senere tidspunkt. Muligheten for å utvinne ressursene senere utgjør en *realopsjon*. Denne opsjonen bortfaller hvis man utvinner ressursene nå. Verdien av opsjonen bør derfor hensyntas i lønnsomhetsvurderingen, for eksempel gjennom et utsettelsesalternativ.

Vi kan skille mellom to ulike forhold som er relevante for å vurdere verdien av å vente med å tillate utvinning av havbunnsmineraler:

- Forventede priser og kostnader kan endre seg: Verdien av mineralene og kostnaden ved å utvinne dem kan endre seg, slik at nettoverdien av utvinning kan være både høyere og lavere i fremtiden. For de størrelsene som inngår i den bedriftsøkonomiske lønnsomheten er dette forhold som bedriften selv vil ta innover seg, såfremt tillatelsen gis for tilstrekkelig lang tid. Men også størrelser som bare inngår i det samfunnsøkonomiske regnestykket kan endres. For eksempel kan forventet kostnad ved naturinngrep være lavere i fremtiden, dersom man forventer at det utvikles mer skånsomme utvinningsmetoder.
- Usikkerheten om sentrale størrelser kan bli mindre: Beslutninger om å gi tillatelser og starte utvinning tas under usikkerhet. Både inntekter og kostnader, herunder kostnader ved naturinngrep, vil ofte kunne bli lavere eller høyere enn forventet. I noen tilfeller vil det være slik at en ikke ønsker å gjennomføre prosjektet, dersom inntektene blir tilstrekkelig lave eller kostnadene tilstrekkelig høye. Dersom usikkerheten reduseres over tid vil en ved å utsette beslutningen få avklart om inntektene/kostnadene blir lave/høye. Da kan en velge å ikke igangsette prosjektet i slike tilfeller, der det ikke er lønnsomt. Det har da en verdi å unngå tapet i slike situasjoner. På den annen side har det en kostnad at utvinningen blir utsatt, i scenarioet der det viser seg at inntekter og kostnader blir slik at utvinning er lønnsomt.

De vurderingene man må gjøre med tanke på det første forholdet, av hvordan inntekter og kostnader forventes å utvikle seg over tid, er de samme som man gjør i vurderinger ut fra ressursøkonomi. Vi viser derfor til kapittel 3 for en beskrivelse av hvordan denne verdien av utsette beslutningen hensyntas.

Videre viser vi i delkapittel 4.1 gjennom et stilisert eksempel hvordan det andre tilfellet, der usikkerheten reduseres over tid, bør hensyntas. Til slutt diskuterer vi i delkapittel 4.2 hva dette i praksis har å si for lønnsomhetsvurderinger av mineralvirksomhet på havbunnen.

### 4.1 Stilisert eksempel på hvordan realopsjoner bør hensyntas, når usikkerhet om miljøkonsekvenser reduseres over tid

Vi tar utgangspunkt i en situasjon der det er usikkerhet om miljøkonsekvensene av utvinning, og der denne usikkerheten blir mindre over tid. En mulig grunn til at usikkerheten blir mindre er at man gjør seg erfaringer gjennom andre prosjekter, i Norge og/eller andre land.

Anta at utvinning gir netto inntekter  $x$ , men samtidig medfører naturinngrep som har en lav kostnad,  $d_l$ , med sannsynlighet  $p$  og en høy kostnad,  $d_h$ , med sannsynlighet  $1 - p$ . Anta videre at prosjektet er lønnsomt gitt forventet kostnad ved naturinngrep, dvs. at  $x > pd_l + (1 - p)d_h$ .

Samtidig antar vi at prosjektet ikke ville vært lønnsomt hvis en visste sikkert at kostnaden ved naturinngrep var høy, dvs. at  $x < d_h$ .

Anta nå at utvinning kan skje enten i periode 1 eller i periode 2, og at en i periode 2 vet sikkert hva kostnaden ved naturinngrep er.

Verdien av utvinning i periode 1 er da gitt ved følgende:

$$v_1 = x - pd_l - (1 - p)d_h$$

Hvis prosjektet gjennomføres i periode 2 er verdien gitt ved følgende, fordi prosjektet ikke gjennomføres dersom skaden er høy:

$$v_2 = \beta p[x - d_l]$$

Her er  $\beta$  diskonteringsfaktoren, som tilsvarer  $(1 + r)^{-1}$ , der  $r$  er kalkulasjonsrenten.

For at det skal være lønnsomt å utvinne i periode 1 må verdien  $v_1$  være større enn verdien  $v_2$  av opsjonen som man mister. Det betyr at følgende må være positivt:

$$v_1 - v_2 = x - pd_l - (1 - p)d_h - \beta p[x - d_l]$$

Forventet verdi av utvinning i dag, hensyntatt en viss sannsynlighet for naturinngrep med høy kostnad, må altså være større enn verdien av å utsette beslutningen til neste periode, der man kun vil utvinne dersom kostnaden ved naturinngrep er lav.

Uttrykket kan også skrives slik:

$$v_1 - v_2 = p(1 - \beta)(x - d_l) - (1 - p)(d_h - x)$$

Med sannsynlighet  $p$  er kostnaden ved naturinngrep lav. Da er verdien av å utvinne i dag at man slipper utsette gevinsten til neste periode. Men med sannsynlighet  $1 - p$  er kostnaden ved naturinngrep høy. Da har utvinning i dag en kostnad, ettersom kostnaden ved naturinngrep er større enn inntekten fra utvinning.

## 4.2 I praksis innebærer realopsjoner ofte at det skal mer til for å tillate utvinning nå

I praksis innebærer opsjonsverdien ved utsettelse at det skal mer til for å tillate utvinning nå, i tilfeller der det er usikkerhet og en forventer at denne usikkerheten vil reduseres over tid. Det er imidlertid en forutsetning at det finnes verdier for for eksempel miljøkonsekvensene som er slik at man ikke vil gjennomføre prosjektet. Dersom prosjektet er lønnsomt for samfunnet og vil bli gjennomført også dersom miljøkonsekvensene blir så store som de kan bli, har det ikke noen verdi å vente – kun kostnader knyttet til utsatte inntekter.

Samtidig vil vi nevne her at noe av grunnen til at usikkerheten reduseres over tid, kan være at det gjennomføres andre utvinningsprosjekter som gir ny kunnskap. Som omtalt i delkapittel 2.5 er slike positive eksterne virkninger også noe som bør hensyntas i den samfunnsøkonomiske analysen.

Dersom myndighetene står overfor flere potensielle prosjekter med varierende grad av lønnsomhet, hensyntatt både forventede miljøkonsekvenser og eventuelle positive eksterne virkninger, vil hensynet til realopsjoner typisk innebære at de svakeste av disse prosjektene utsettes.

Ny informasjon om de usikre faktorene kan ha stor verdi, og ofte vil utvinningsaktivitet i seg selv være viktig for å kunne oppdatere usikkerhetsbildet. Det taler for en skrittvis tilnærming, med oppstart selv om realopsjonen har stor verdi. Ut-vinningstillatelsene på kort sikt bør da gjelde for små volum og innrettes slik at læringseffektene forventes å være gode.

# Referanser

- AkvaplanNIVA/IKM Acona. (2022). *Virkninger for naturforhold, miljø og annen næringsvirksomhet relatert til konsekvensutredning for åpning av norsk sokkel for havbunnsmineralvirksomhet.*
- Concept-NTNU Investeringssprosjekter og miljøkonsekvenser En antologi med bidrag fra 16 forskere. Kåre P. Hagen og Gro Holst Volden (red.). Rapport nr. 48
- International Energy Agency. (2021). *This World Energy Outlook special report on The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions.*
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2023). *Norges mineralstrategi.*
- Olje- og energidepartementet. (2022). *Konsekvensutredning etter havbunnsmineralloven. Høringsdokument.*
- Olje- og energidepartementet. (2023). *Mineralverksemd på norsk kontinentalsokkel – opning av areal og strategi for forvaltning av ressursane. Meld. St. 25 (2022–2023).*
- World Bank Group. (2020). *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition.*



Vista Analyse AS  
Meltzers gate 4  
0257 Oslo

[post@vista-analyse.no](mailto:post@vista-analyse.no)  
[vista-analyse.no](http://vista-analyse.no)