



## Historisk lønnsomhet

# Dokumentdetaljer

Tittel	Historisk lønnsomhet
Rapportnummer	2022/45
Forfattere	Michael Hoel
ISBN	978-82-8126-603-2
Prosjektnummer	22-DMD-03 OD
Prosjektleder	Dag Morten Dalen
Kvalitetssikrer	Steinar Strøm
Oppdragsgiver	Oljedirektoratet
Dato for ferdigstilling	18.novemver 2022
Kilde forsidefoto	Pexels.com
Tilgjengelighet	Offentlig
Nøkkelord	Olje- og gassutvinning, Leteinvesteringer, Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

## 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 utredet prinsippene for beregning av historisk lønnsomhet. Prosjektet har vært gjennomført i perioden mai-oktober 2022.

Terje Sørenes har vært oppdragsgivers kontaktperson. Vi takker for gode innspill og diskusjoner på fagseminar med oppdragsgiver har gitt verdifulle innspill til arbeidet.

Prosjektet har vært gjennomført av Michael Hoel. Steinar Strøm har vært kvalitetssikrer.

1.november 2022

**Michael Hoel**  
Partner  
Vista Analyse AS



# Innhold

Sammendrag og konklusjoner .....	6
1 Innledning .....	7
2 Beregning av historisk lønnsomhet .....	8
3 Hva skal analyser av historisk lønnsomhet brukes til? .....	10
4 Letevirksomhet .....	11
5 Eksternaliteter.....	15
Referanser .....	18

# Sammendrag og konklusjoner

Problemstillingen i denne rapporten er generell, og ikke bare knyttet til leteinvesteringer på sokkelen. Vi starter derfor i avsnitt 2 med en generell betraktning om hvilken diskonteringsrente som skal brukes i analyser av historisk lønnsomhet. Vi konkluderer der med at det bør brukes en positiv diskonteringsrente, men at denne kan være lavere enn i ex ante analyser. Årsaken er mens det er usikkerhet om prosjektets inntekter og utgifter ex ante, er denne usikkerheten ikke til stede ex post.

Vi går nærmere inn på den generelle problemstillingen i avsnitt 3, hvor vi spør hva slike analyser skal brukes til. Vi viser spesielt at positiv ex post lønnsomhet ikke nødvendigvis betyr at det var en god beslutning ex ante å gjennomføre prosjektet. Og omvendt: Negativ ex post lønnsomhet betyr ikke nødvendigvis at det var en dårlig beslutning ex ante å gjennomføre prosjektet.

I avsnitt 4 ser vi spesielt på ODs vurderinger av leteinvesteringer. OD bruker tradisjonelt høyere diskonteringsrente enn vanlig i nytte-kostnadsanalyser (7% versus 4%). Vi diskuterer mulige årsaker til dette, og hvilken betydning det kan ha for forskjellen i kalkulasjonsrenten ex post og ex ante.

Avsnitt 5 drøfter ulike typer eksternaliteter av leteinvesteringer. Også ex post kan det være usikkert hva disse har vært. Men dette er en annen type usikkerhet enn hva vi har ex ante. Ex post er i prinsippet eventuelle eksterne virkninger sikre; usikkerheten ligger i at de er vanskelig å måle. Vi anbefaler derfor samme kalkulasjonsrente i ex post beregninger som for tilfelle uten eksternaliteter. Videre sammenlignes eksternaliteter i forskningsvirksomhet og leteaktivitet. Vi viser at informasjonen som følger fra en leteinvestering i ett område kan ha ex ante positiv effekt på forventet verdi av letevirksomheten i et annet område. Ex post kan vi imidlertid ikke utelukke at eksternaliteten blir negativ. Dette vi inntreffe hvis den endrede informasjonen ledet oss til å gjøre noe som i ettertid viser seg å være ulønnsomt.

# 1 Innledning

OD gjennomfører jevnlig analyser av hvorvidt letevirksomheten har vært lønnsom historisk, f.eks. siste 20 år, siste 10 år og siste fem år. Denne analysen reiser mange faglige problemstillinger knyttet til bl.a. hvilke effekter som skal være med i vurderingene, diskonteringsår, sammenligning av nåverdier for funn gjort på ulike tidspunkter og behandling av historiske letetekostnader i lønnsomhetsberegninger. Nedenfor skisseres forhold som ønskes vurdert:

1. OD diskonterer f.eks. historiske letetekostnader opp til analyseåret, noe som medfører at historiske kostnader blir svært høye og følgelig kan påvirke lønnsomheten negativt. Andre konsulentselskap, som også jevnlig analyserer lønnsomheten av letevirksomheten, diskonterer ikke historiske kostnader. De ser på letetekostnader som løpende utgifter, og ikke binding av kapital. Hva er korrekt måte å gjøre dette på mht diskontering av historiske kostnader og inntekter, hvilken rente skal eventuelt brukes på en slik diskontering (historisk rente eller avkastningskrav for oljeprosjekter), mm?
2. Letevirksomheten medfører også positive eksterne virkninger. Et eksempel er at informasjon fra en letebrønn i et umodent område vil kunne ha høy informasjonsverdi for omkringliggende utvinningstillatelser. Dette bidrar til å redusere både risiko og kostnader ved videre utforskning i et område og gir økonomisk gevinst. Slike gevinster er ikke direkte kvantifisert i lønnsomhetsanalysen av letevirksomheten. Her kan det kanskje være noe å hente fra innovasjonsstudier ettersom letevirksomhet har mange likhetstrekk med forskningsvirksomhet. Forskningsutgifter behandles også som løpende utgifter. Bør slike eksterne virkninger tas med i analysen og i tilfelle hvordan?

## 2 Beregning av historisk lønnsomhet

I en beregning av historisk (ex post) lønnsomhet av et investeringsprosjekt inngår følgende elementer

- Tallfeste alle kostnader for hvert år knyttet til investeringsprosjektet
- Tallfeste alle inntekter for hvert år knyttet til investeringsprosjektet
- Summere inntekter minus kostnader for alle år med en kalkulasjonsrente som diskonterer alt til et felles referanseår

Det meste av vår drøfting dreier seg om det tredje kulepunktet. De to første kulepunktene er imidlertid også viktige. Dersom investeringsaktiviteten er nært knyttet til et selskaps løpende virksomhet, kan det være vanskelig å fordele historiske kostnader mellom løpende drift og kostnader knyttet til en bestemt investering.

Når en har funnet kostnader og inntekter for hvert år, beregnes nettoinntekten. Dette skal disse nettoinntektene diskonteres til et felles år og deretter summeres. Verdien en da kommer frem til er da lønnsomheten av investeringen. Merk at størrelsen (men ikke fortegnet) av denne lønnsomheten avhenger av hvilket år en diskonterer til.

Det kan ikke være tvil om at en i analyser av historisk lønnsomhet skal diskontere nettoinntektene til et felles referanseår. Begrunnelsen er den vanlige: En «tidligere krone» er mer verd enn en «senere krone», siden den tidlige kronen kan investeres og gi mer enn en krone på det senere tidspunktet. Vi kommer tilbake til dette i avsnitt 4.

Selv om standard økonomisk teori innebærer at en skal diskontere nettoinntekter til et felles referanseår, er det ikke opplagt hvilken diskonteringsrente en skal bruke når en skal beregne historisk lønnsomhet av en tidligere gjennomført investering. Umiddelbart virker det rimelig at en i slike ex post analyser skal bruke samme kalkulasjonsrente som en bruker ex ante for å vurdere lønnsomheten av et investeringsprosjekt. Dette er imidlertid ikke opplagt. Finansdepartementet (2021) anbefaler 4% brukt som kalkulasjonsrente for offentlige nytte-kostnadsanalyser. Dette tallet er ifølge NOU (2012) sammensatt av en sikker realavkastning på 2,5% og et risikopåslag på 1,5%. Ex post er det ingen usikkerhet; alle tallene som inngår i analysen er gitt. En kan derfor argumentere for at en i diskonteringen bare skal bruke den sikre avkastningen som kalkulasjonsrente, dvs 2,5%.

Et alternativ til en stipulert sikker kalkulasjonsrente på 2,5% kunne være å bruke en faktisk observert historisk rente. Dette blir anbefalt i Econ (1997), der det foreslås å bruke faktiske renter på statsobligasjoner. En viktig innvending mot å bruke statsobligasjonsrente er at den er sterkt påvirket av pengepolitikken, og ikke videre er et godt mål på alternativkostnaden for kapitalbruk. En statsobligasjon er også mer likvid enn mange andre kapitalbeholdninger med samme grad av sikkerhet. Denne «likviditetstjenesten» som en statsobligasjon gir, kan dermed føre til at en investor har et lavere avkastningskrav til en slik obligasjon enn til andre investeringer med samme grad av sikkerhet. Merk også at ex ante er realrenten på statsobligasjoner usikker, selv om den nominelle avkastningen regnes som sikker.



I tillegg til statsobligasjoner, kan det tenkes andre kilder for å beregne historisk risikofri rente. I praksis vil dette imidlertid være en krevende oppgave, og gir neppe noe særlig viktig innsikt utover å bruke den stipulerte renten på 2,5% som anbefalt over.

En konsekvens av å bruke en lavere kalkulasjonsrente ex post enn ex ante på et prosjekt som er ex ante ulønnsomt (med 4% kalkulasjonsrente) kan være at prosjektet er ex post lønnsomt (med kalkulasjonsrente 2,5%) selv om alle kostnader og inntekter viser seg å bli nøyaktig like sine forventningsverdier som inngikk i ex ante analysen. Vi gir i neste avsnitt en nærmere drøfting av dette tilsynelatende paradoksale resultatet.

### 3 Hva skal analyser av historisk lønnsomhet brukes til?

Svaret på dette spørsmålet er ikke opplagt. Men det er i hvert fall to spørsmål en slik beregning kan gi svar på:

- Ga investeringen en samfunnsøkonomisk gevinst for Norge?
- Var investeringsbeslutningen en god beslutning?

Det er fullt mulig å svare ja det ene spørsmålet og nei på det andre. Se spesielt på en investering som var ex ante ulønnsom med 4% kalkulasjonsrente, men som likevel gjennomføres. Anta videre at alle kostnader og inntekter i ettertid er like med sine forventningsverdier på beslutningstidspunktet. Da kan det tenkes at prosjektet er ex post lønnsomt med en kalkulasjonsrente lik 2,5%. Svaret på det første spørsmålet er i så fall ja. Likevel er svaret på det andre spørsmålet nei. At prosjektet viser seg å være lønnsomt ex post har karakter av «lykken er bedre enn forstanden»: Et prosjekt som er forventningsmessig ulønnsomt kan likevel i ettertid være lønnsomt på grunn av et spesielt gunstig ex post utfall blant alle ex ante mulige utfall.

Selv om en bruker en lavere kalkulasjonsrente ex post enn ex ante, kan prosjektet vise seg å være ex post ulønnsomt, selv om det var ex ante lønnsomt. Dette vil inntreffe hvis de realiserte nettoinntektene blir tilstrekkelig mye lavere enn deres ex ante forventningsverdier. En slik ex post ulønnsomhet betyr ikke at investeringsbeslutningen var feil: Gitt sannsynlighetsfordelingen for nettoinntekten på beslutningstidspunktet var dette en god investering ex ante, selv om en i ettertid var uheldig med realiserte verdier. Uansett hvilke kalkulasjonsrenter en bruker er det altså fullt mulig at svaret på det første spørsmålet over er nei, men på det andre spørsmålet ja.

Det kan muligens virke kontraintuitivt at en skal bruke ulik kalkulasjonsrente ex ante og ex post. Risikopåslaget i en ex ante analyse er imidlertid ikke direkte relatert til tid, men er egentlig et uttrykk for at vi nedjusterer usikre fremtidige størrelser, og at usikkerheten antas å øke over tid. Det kan derfor være nyttig å se på et eksempel hvor tiden ikke inngår, men hvor vi har usikkerhet. Anta vi kan delta i et prosjekt som gir oss en forventet inntekt på 100, men med tre mulige og like sannsynlige utfall, nemlig 50, 100, og 150. Hvis vi er risikonøytrale, vil vi være villige til å investere opptil 100 for å delta i dette prosjektet. Har vi derimot risikoaversjon, må vi nedjustere forventningsverdien. Jo sterkere grad av risikoaversjon, jo større nedjustering. Anta at vi nedjusterer med en faktor på 0,8. Da er vi bare villig til å investere 80 for å delta i prosjektet. Anta videre at det koster 90 å delta, men at vi likevel av en eller annen grunn velger å delta. Sett at det realiserte utfallet blir 100. Hvordan skal vi vurdere lønnsomheten ex post? Skal vi nedjustere resultatet med faktoren 0,8, slik at vi kan si at dette var ex post ulønnsomt? Selvsagt ikke: Prosjektet ga oss ex post en gevinst lik 10. Det var likevel ikke en god beslutning ex ante å delta: Vi risikerte nemlig et tap lik 40 (=90-40), og med den antatte risikoaversjonen ble denne tapsmuligheten vektet så høyt at det var best å ikke investere.

Betraktningene over viser at det viktig å ha klart for seg hva en skal med en beregning av historisk lønnsomhet. Uansett hva resultatet er av en slik analyse, kan en ikke uten videre si noe om investeringsbeslutningen var god eller dårlig.

## 4 Letevirksomhet

Alt som er skrevet over er av generell karakter, og gjelder derfor også for letevirksomhet. I drøftingen over så vi på en typisk investeringsbeslutning. I prosjektbeskrivelsen står det at «enkelte konsultantselskaper ser på letekostnader som løpende utgifter, og ikke binding av kapital». Trolig er tanken at leteinvesteringer er nært beslektet med forskningsaktivitet i en bedrift: Denne aktiviteten kan være en løpende utgiftspost, og jo større denne aktiviteten og dermed utgiftsposten er, jo flere/oftere/bedre produktivetsfremmende innovasjoner vil inntreffe. Slik kan det også være med letevirksomhet: Dette kan være en aktivitet som pågår kontinuerlig, og jo større denne aktiviteten er, jo oftere vil en finne nye lønnsomme felter.

En enkel formalisert modell for slik forskningsaktivitet eller leteaktivitet er som følger: Bedriftens løpende overskudd er gitt ved

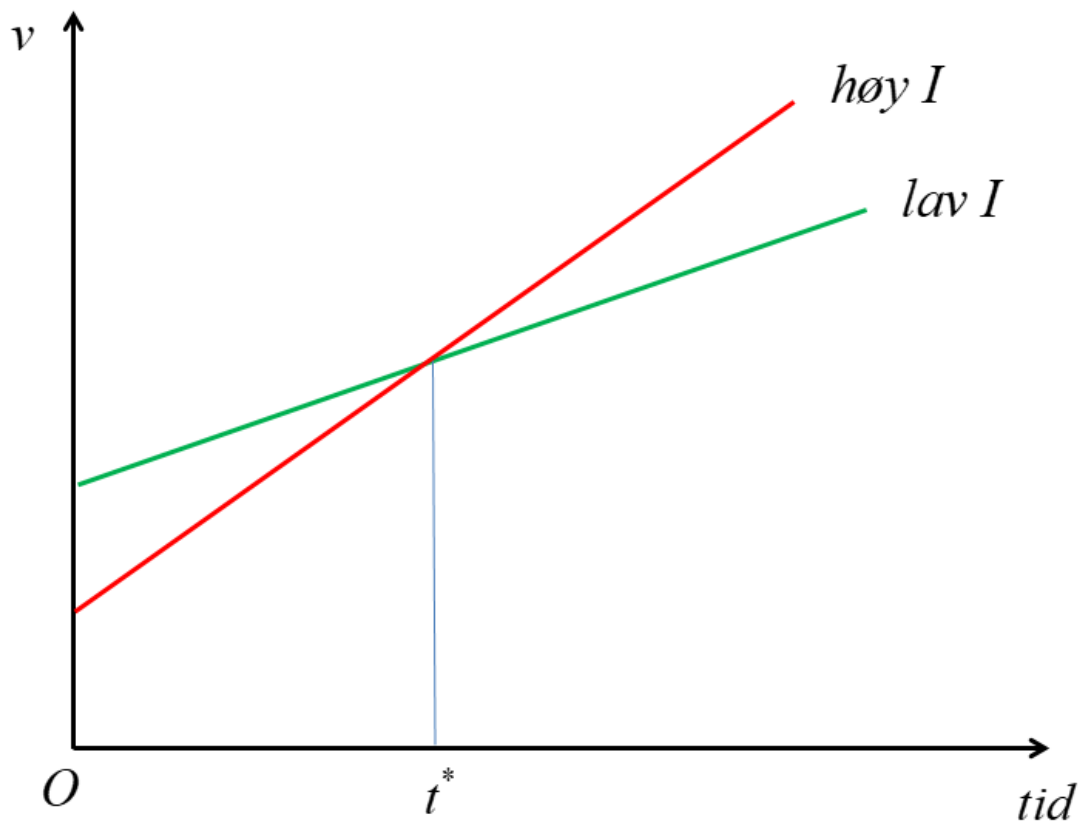
$$(1) \quad v = F(H) - I$$

hvor  $F$  er stigende i  $H$ . Hvis modellen er for forskningsaktivitet, er  $H$  et mål på omfanget av produktive innovasjoner som forskningen har gitt. Hvis modellen er for letevirksomhet er  $H$  et mål på antall lønnsomme felt som er blitt funnet. For begge tilfellene endrer  $H$  seg over tid (betegnet med prikk over) avhengig av omfanget av forsknings- eller leteaktiviteten, som vi betegner med  $I$ :

$$(2) \quad \dot{H} = G(H, I)$$

hvor  $G$  antas stigende i  $I$ . (Det er ikke opplagt hvordan  $G$  påvirkes av  $H$ , men det er heller ikke viktig for poengene under.)

Bedriftens optimaliseringsproblem er å finne den tidsbanen for  $I$  som maksimerer neddiskontert overskudd (dvs  $v$ ) for all fremtid. Et slikt problem kan løses dersom en kjenner funksjonene  $F$  og  $G$ . Vi skal ikke utlede betingelsene for optimum her; det viktige poenget er at den optimale tidsbanen for  $I$  avhenger av kalkulasjonsrenten: Jo høyere kalkulasjonsrente, jo lavere nivå på tidsbanen for  $I$ . Dette er illustrert i Figur 1 for det tilfellet hvor vi pålegger  $I$  å være konstant. Hvis vi på tidspunkt 0 øker  $I$  fra lav til høy ser vi fra (1) at vi får et umiddelbart fall i overskuddet  $v$  (siden  $H$  er gitt på tidspunkt 0). Samtidig følger det fra (2) at  $H$  vil øke raskere over tid med høy  $I$  enn med lav  $I$ . Etterhvert (etter tidspunkt  $t^*$  i figur 1) blir overskuddet  $v$  høyere med høy  $I$  enn med lav  $I$ . Hvilken av de to banene for  $v$  som er inntegnet i Figur 1 som er best avhenger av kalkulasjonsrenten: Med tilstrekkelig lav kalkulasjonsrente får den fjerne fremtid mest vekt, og «høy  $I$ » er best. Med tilstrekkelig høy kalkulasjonsrente får den umiddelbare fremtid mest vekt, og «lav  $I$ » er best.



Figur 1

En viktig konklusjonen fra modellen over er at standard bruk av en kalkulasjonsrente også er aktuelt innen en slik ramme: Innen den enkle modellen er konklusjonen altså at jo høyere kalkulasjonsrenten er, jo mindre forsknings- eller leteaktivitet bør en ha. I en ex post analyse av letevirk-somhetens omfang bør en av samme grunn diskontere alle inntekter og kostnader til samme år.

Leteinvesteringer har i likhet med andre investeringer en usikker avkastning, på samme måte som for andre investeringer. Når OD vurderer slike investeringer ex ante, brukes som hovedtilfelle en kalkulasjonsrente på 7%. Hvilken kalkulasjonsrente skal en bruke ex post, dvs når alle realiserte kostnader og inntekter er kjente og sikre? Svaret på dette avhenger av hvorfor en bruker en kalkulasjonsrente som er betydelig høyere enn hva som eller brukes i nytte-kostnadsanalyser. Her er fire mulige grunner:

Det er betydelig høyere systematisk risiko for petroleumsinvesteringer enn for andre investeringer.

Petroleumsselskapene bruker selv en kalkulasjonsrente langt over 4%.

Det er ulike typer skranke på totalomfanget av petroleumsinvesteringer, slik at en høy kalkulasjonsrente er en måte å holde samlet omfang av petroleumsinvesteringer innenfor denne skranken.

Hvis årsaken til 7% i stedet for 4% utelukkende er høyere antatt systematisk risiko, betyr dette at kalkulasjonsrenten på 7% kan dekomponeres i en sikker rente på 2,5%, og et risikopåslag på 4,5%. I så fall bør en ex post analyse bruke en kalkulasjonsrente på 2,5%. Merk at en i så fall vil finne svært mange investeringsprosjekter med positiv ex post lønnsomhet, også blant prosjekter som er blitt gjennomført til tross for negativ ex ante lønnsomhet.

Et risikopåslag på 4,5% virker umiddelbart temmelig høyt. For å sjekke hvor sterk den implisitte risikoaversjonen er ser vi på et enkelt eksempel på et prosjekt med svært stor systematisk risiko. Vi antar at det går 10 år fra en investering til avkastningen i sin helhet kommer. Prosjektet gir en brutto forventet nåverdi (dvs utenom investeringskostnader) regnet med sikker rente lik 1. Men det er usikkerhet: med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$  er verdien 0 og med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$  er verdien 2. Denne avkastningen antas hundre prosent korrelert med samlet inntekt for Norge: Denne antas å ha en forventningsverdi 100, men med usikkerhet: med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$  er verdien 90 og med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$  er verdien 110. Dette er en ganske betydelig usikkerhet ti år frem i tid; det svarer til en forskjell i årlig vekst på nesten 2% per mellom lav og høy vekst.

Dersom en ikke tok hensyn til risiko (dvs beslutningstager er risikonøytral) vil en være villig til å investere opp til 1 for dette prosjektet. En årlig risikodiskontering på 4,5% over ti år innebærer en risikojustering på  $(1,045)^{10} = 1,55$ . I så fall er en villig bare til å investere opp til  $1/1,55 = 0,64$  for dette prosjektet. For å se hva dette implisitt innebærer om risikoaversjon antar vi at beslutningstageren har en konkav nyttefunksjon  $u$  i samlet inntekt.<sup>1</sup> Uten noen investeringer er da forventet nytte lik

$$V^0 = \frac{1}{2}u(90) + \frac{1}{2}u(110)$$

Dersom prosjektet gjennomføres får vi en totalinntekt lik  $90+0=90$  med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$  og  $110+2=112$  med sannsynlighet  $\frac{1}{2}$ . Med en investering lik  $k$  i prosjektet blir derfor forventet nytte lik

$$V^1 = \frac{1}{2}u(90-k) + \frac{1}{2}u(110-k+2)$$

Vi betegner verdien av  $k$  som gir  $V^0 = V^1$  med  $k^*$ . For investeringskostnader opp til  $k^*$  er prosjektet lønnsomt. Hvis vi antar konstant relativ risikoaversjon  $s$  kan vi beregne  $k^*$  for ulike verdier av  $s$ . Vi finner at  $k^*=0,65$  hvis  $s=3,5$ . En risikojustering på 4,5% for dette prosjektet er altså ekvivalent med en relativ risikoaversjon på om lag 3,5. For mindre risikable prosjekter (eller mindre korrelasjon med økonomiens samlede risiko) vil en tilsvarende risikovurdering innebære en høyere verdi på  $s$ .

Anslag på parameteren  $s$  for relativ risikoaversjon spriker betydelig i litteraturen, se f. eks. Meyers og Meyers (2005). En relativ risikoaversjon på 3,5 eller høyere er ganske høyt, men ikke ekstremt høyt. Imidlertid er trolig den systematiske risikoen for typiske petroleumsinvesteringer (inkludert

<sup>1</sup> Wikipedia (2022) gir en god forklaring på begrepene risikoaversjon og relativ risikoaversjon.

leteinvesteringer) trolig vesentlig lavere enn i regneeksempelet over. Et risikopåslag på 4,5% virker derfor forholdsvis høyt.

Det er en kjensgjerning at petroleumsselskaper typisk bruker en kalkulasjonsrente betydelig over 4% for sine prosjekter. Det er imidlertid ikke opplagt at dette er en grunn for OD til å gjøre det samme. Det vil avhenge av hva årsaken er til at petroleumsselskaper bruker høy kalkulasjonsrente. Høy risiko er trolig en grunn. Men det kan også tenkes at det er begrensinger på selskapenes samlede investeringskapasitet, slik at en høy kalkulasjonsrente er en måte å holde samlet omfang av petroleumsinvesteringer innenfor denne skranken. I så fall kan dette være en grunn for OD å bruke samme praksis. Men hvis alternativet til et selskap som vurderer en investering på norsk sokkel er en investering i utlandet med avkastning på f.eks. 7%, er en kalkulasjonsrente på 7% ikke relevant sett med norske øyne. Ser vi bort fra risiko og andre forhold som tilsier en rente over 4% bør OD iså fall bruke 4% i sin vurdering.

Hvis ODs kalkulasjonsrente på 7% skyldes andre forhold enn høy risiko, er det rimelig at kalkulasjonsrenten inneholder et «vanlig» risikopåslag på 1,5%, dvs. at den risikofrie delen av kalkulasjonsrenten er 5,5%. Det er i så fall 5,5% kalkulasjonsrente som skal brukes i en vurdering av historisk lønnsomhet.

I praksis kan flere forhold være medvirkende til at OD bruker en kalkulasjonsrente på 7% i stedet for 4%. En pragmatisk tilnærming til ex post analyser kan i så fall være at en beregner lønnsomhet for to yttertilfeller av antagelser om risikopåslag: En beregner derfor historisk lønnsomhet både med en kalkulasjonsrente lik 2,5% og med 5,5%.

## 5 Eksternaliteter

I dette avsnittet drøfter vi ulike typer eksternaliteter av leteinvesteringer. Eksistensen av og omfanget av slike eksternaliteter kan være usikre (dvs vanskelig å måle) både ex ante og ex post. Ex post er i prinsippet eventuelle eksterne virkninger sikre; usikkerheten ligger i at de er vanskelig å måle. Men dette er type usikkerhet som kommer i tillegg til den systematiske usikkerheten som gjelder generelt for investeringsprosjekter. Vi anbefaler derfor samme kalkulasjonsrente i ex post beregninger som for tilfelle uten eksternaliteter, og drøfter derfor ikke kalkulasjonsrenten mer i dette avsnittet.

Som nevnt tidligere har leteinvesteringer en del trekk felles med forskningsaktivitet. Det er velkjent at for forskningsaktivitet kan det være ulike former for eksternaliteter. Noen av disse kan belyses med den enkle modellen (1)-(2) utvidet til flere bedrifter. Modellen modifiseres til

$$(3) \quad v_i = F_i(H_i) - I_i$$

$$(4) \quad \dot{H}_i = G_i(H_i, \mathbf{H}_{-i}, I_i, \mathbf{I}_{-i})$$

Her er ligning (3) samme som (1), bortsett fra indeksen  $i$  for bedrift  $i$ . I ligning (4) er  $\mathbf{H}_{-i}$  og  $\mathbf{I}_{-i}$  vektorer av alle  $H$ - og  $I$ -verdier for bedriftene utenom  $i$ . Det er her eksternalitetene ligger. Hvis selve forskningsaktiviteten til bedrift  $j$  har en positiv virkning på kunnskapsbeholdningen hos bedrift  $i$  ( $\partial G_i / \partial I_j > 0$ ) har vi en positiv eksternalitet fra  $j$  til  $i$ . Når det gjelder virkningen av kunnskapsbeholdningen  $H_j$  på endringen av kunnskapsbeholdningen  $H_i$  er det minst to mulige effekter som ofte trekkes frem i litteraturen om eksternaliteter knyttet til forskningsaktivitet. Den første virkningen betegnes ofte med «standing on shoulders», og innebærer at bedrift  $i$  kan bygge videre på kunnskap opparbeidet i bedrift  $j$  (Romer, 1990). I dette tilfelle er  $\partial G_i / \partial H_j > 0$ . Den andre virkningen betegnes ofte med «fishing out», som er en negativ eksternalitet (dvs  $\partial G_i / \partial H_j < 0$ ). Tanken her er at når bedrift  $j$  har drevet forskningsaktivitet som har økt  $H_j$ , er de lavhengende fruktene allerede funnet, og det blir vanskeligere for  $i$  å øke  $H_i$ .

Det er trolig særlig «standing on shoulders»-effekten som er relevant for letevirksomhet. Opparbeidet kunnskap i ett leteområde gjennom denne leteaktiviteten kan gi økt kunnskap også for omkringliggende områder. Merk at dette bare er en eksternalitet i økonomisk forstand hvis det er ulike aktører på de ulike områdene. Hvis det er samme selskap som opererer i alle de relevante områdene, er ikke dette en eksternalitet. Den positive informasjonsverdien fra ett område til et annet er i så fall internalisert i selskapet, og det er således ingen markedsimperfeksjon.

Vi skal i resten av notatet se på et enkelt eksempel på en informasjonseksternalitet, og spesielt se hvordan denne eksternaliteten kan se forskjellig ut ex ante og ex post.

Vi antar at vi har to potensielle leteinvesteringer, kalt A og B. Vi antar videre at A gjennomføres først. A har en investeringskostnad  $I^A$ , og med sannsynlighet  $p$  blir det et funn med verdi  $Y^A$ . Verdien av prosjekt A er altså (uten eksternalitet)

$$V^A = -I^A + pY^A$$

Prosjekt B har en investeringskostnad  $I^B$ , og et eventuelt funn har verdi  $Y^B$ . Uten noen informasjon fra prosjekt A antas sannsynligheten for funn lik  $q^0$ . Med denne sannsynligheten er verdien av prosjekt B lik

$$V^{B0} = -I^B + q^0 Y^B$$

Hvis prosjekt A gjennomføres, antar vi at det gir oss ny informasjon som gjør at vi endrer oppfatning om sannsynligheten for at prosjekt B blir vellykket hvis det gjennomføres. Spesielt antar vi at dersom A er vellykket, endres sannsynligheten for at B er vellykket fra  $q^0$  til  $q^H$ , hvor  $q^H > q^0$ . Og motsatt, hvis A er mislykket, endres sannsynligheten for at B er vellykket fra  $q^0$  til  $q^L$ , hvor  $q^L < q^0$ .

Ex ante er en informasjonseksternalitet av typen over nødvendigvis ikke-negativ: Vi kan nemlig velge å ignorere den nye informasjonen, slik at vår beslutning om B ikke blir påvirket. Videre er ex ante eksternaliteten positiv bare dersom den nye informasjonen kan gi en endret beslutning om B: Dersom B enten gjennomføres eller ikke gjennomføres uansett hvilke av de tre  $q$ -verdiene som legges til grunn, er den nye informasjonen uten verdi.

Vi skiller i det følgende mellom to tilfeller, nemlig (i) der  $V^{B0} > 0$  og (ii) der  $V^{B0} < 0$ .

*Tilfelle I:  $V^{B0} > 0$*

Dersom A er vellykket, påvirkes ikke beslutningen om B, siden  $V^{B0} > 0$  impliserer at  $V^{BH} = -I^B + q^H Y^B > 0$ . Er derimot A mislykket, antar vi at  $q^L$  er så lav at  $V^{BL} = -I^B + q^L Y^B < 0$ . I dette tilfelle vil altså gjennomføringen av A innebære at B ikke gjennomføres, mens B ville vært gjennomført dersom A ikke ble gjennomført.

Det er altså i dette tilfelle en sannsynlighet  $p$  for at prosjekt A ikke påvirker om B skal gjennomføres eller ikke, mens det er en sannsynlighet  $1-p$  for at gjennomføringen av A innebærer at B skrinlegges. Ved en slik skrinlegging unngår vi dermed et tap lik  $V^{BL}$ , dvs vi får en gevinst lik  $-V^{BL}$ . Den forventede verdien på ex ante eksternaliteten er altså for tilfelle I gitt ved

$$E = (1-p)(-V^{BL}) > 0$$

Ex post vet vi at hvis A var vellykket, ble ikke beslutningen om B påvirket. Var derimot A mislykket, har dette ført til at B ikke ble gjennomført til tross for at  $V^{B0} > 0$ . Om skrotingen av B var lønnsomt eller ikke vil vi aldri vite, siden vi ikke vet hva resultatet av denne leteinvesteringen ville vært.

*Tilfelle II:  $V^{B0} < 0$*

Dersom A er mislykket, påvirkes ikke beslutningen om B, siden  $V^{B0} < 0$  impliserer at  $V^{BL} = -I^B + q^L Y^B < 0$ . Er derimot A vellykket, antar vi at  $q^H$  er så høy at  $V^{BH} = -I^B + q^H Y^B > 0$ . I dette tilfelle vil altså gjennomføringen av A innebære at B blir gjennomført, mens B ikke ville vært gjennomført dersom A ikke ble gjennomført.

Det er altså i dette tilfelle en sannsynlighet  $1-p$  for at prosjekt A ikke påvirker om B skal gjennomføres eller ikke, mens det er en sannsynlighet  $p$  for at gjennomføringen av A innebærer at B gjennomføres. Ved at B nå gjennomføres får vi en forventet gevinst lik  $V^{BH}$  som følge av den nye informasjonen. Den forventede verdien på ex ante eksternaliteten er altså for tilfelle II gitt ved



$$E = pV^{BH} > 0$$

Ex post vet vi at hvis A var mislykket, ble ikke beslutningen om B påvirket. Var derimot A vellykket, har dette ført til at B ble gjennomført til tross for at  $V^{B0} < 0$ . Dersom B faktisk viser seg å være vellykket, har vi derfor en positiv ex post eksternalitet. Ble derimot B mislykket, var eksternaliteten ex post negativ: Vi ble «lokket» til å gjøre noe som ex post viste seg å være mislykket.

.

# Referanser

Econ (1997), Beregninger av lønnsomhet i leteaktivitet. Upublisert notat til Oljedirektoratet.

Finansdepartementet (2021), Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser, Rundskriv R-109/2021.

Meyer, D.J. and Meyer, J. (2005), Relative Risk Aversion: What Do We Know? The Journal of Risk and Uncertainty, 31:3; 243–262.

NOU (2012), Samfunnsøkonomiske analyser (NOU 2012:16)

Romer P.M. (1990): Endogenous Technological Change, Journal of Political Economy, 98(5): 71-102.

Wikipedia (2022), Risk aversion. [https://en.wikipedia.org/wiki/Risk\\_aversion#Relative\\_risk\\_aversion](https://en.wikipedia.org/wiki/Risk_aversion#Relative_risk_aversion)





Vista Analyse AS  
Meltzers gate 4  
0257 Oslo

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