



Rapport 2022/47 | Oljedirektoratet



Teknologiutvikling for energiomstilling

Markedssvikt og offentlig virkemidler

Dag Morten Dalen og Steinar Strøm

Dokumentdetaljer

Tittel	Markedssvikt og teknologiutvikling i en energiomstilling
Rapportnummer	2022/47
Forfattere	Dag Morten Dalen og Steinar Strøm
ISBN	978-82-8126-605-6
Prosjektnummer	22-DMD-03 OD
Prosjektleder	Dag Morten Dalen
Kvalitetssikrer	Michael Hoel
Oppdragsgiver	Oljedirektoratet
Dato for ferdigstilling	1.november
Kilde forsidefoto	Pexels.com
Tilgjengelighet	Offentlig
Nøkkelord	Energi, olje- og gassutvinning, FoU

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 potensielle markedssvikt som påvirker teknologiutvikling for energiomstilling og drøftet hvilke implikasjoner dette kan ha for tiltak fra myndighetens side. Prosjektet har vært gjennom 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 Dag Morten Dalen og Steinar Strøm. Michael Hoel har vært kvalitetssikrer.

1.november 2022

Dag Morten Dalen

Partner

Vista Analyse AS

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	6
1 Innledning	7
2 Effektivitet og teknologiutvikling	8
2.1 Konkurransen og innovasjon	8
2.2 Kunnskapseksternatliteter	12
2.3 Imperfeksjoner i kapitalmarkeder	14
3 Virkemidler for å stimulere innovasjon og teknologiutvikling.....	15
4 Case: Low Salinity Waterinjection	19
4.1 Positive eksterne virkning av teknologiutvikling	21
4.2 Selskapsstyring	22
5 Statlig støttet teknologiutvikling?	23
5.1 Nettverkseffekter og CCS	23
5.2 Mission economy og den aktive stat	24
5.3 Anbefalte retningslinjer for statlig støtte	25
6 Referanser	26
Figurer	
Figur 2.1: Samfunnsøkonomisk verdi av en drastisk innovasjon	9
Figur 3.1: Avvik mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet	17
Figur 3.2: Høy Fou-støtte	18
Figur 3.3: Lav FoU-støtte	18
Figur 4.1: Fortjenesten av økt oljeutvinning.	20

Sammendrag og konklusjoner

I denne rapporten gjennomgår vi samfunnsøkonomisk forskning på markedssvikt knyttet til teknologiutvikling, innovasjoner og teknologispredning. Gjennomgangen følges opp med en diskusjon av myndighetenes rolle og virkemiddelbruk for å påvirke insentivene til å investere i FoU. Bedriftenes insentiver til å investere i ny kunnskap og innovere nye teknikker og produksjonsprosesser har lenge vært en sentral problemstilling i økonomifaget.

Arrow (1962) omtaler innovasjon som produksjon av kunnskap, og analyserer nærmere hvorvidt en markedsøkonomi gir bedriftene samfunnsøkonomisk optimale insentiver til å produsere kunnskap. I denne artikkelen var han særlig opptatt av hvordan markedsmakt påvirker effekt på innovasjonsinsentivene. En såkalt dominanseffekt tilsier at monopolister har sterkere insentiver enn potensielle konkurrenter siden de har mer å tape, mens Arrows «replacement»-effekt tilsier at monopolisten har svake insentiver.

Hvis teknologiutviklingen i en bedrift utvider kunnskapsgrunnlaget i andre bedrifter, og dermed øker mulighetene for at også disse kan lykkes med innovasjoner, har vi såkalte kunnskapseksternaliteter. Selv om slike eksternaliteter skaper avstand mellom bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet av FoU-prosjekter, kan det ikke utelukkes at optimale løsninger realiseres uten en aktiv politikk fra myndighetenes side. Teknologiutviklingen hos oljeselskaper og underleverandører kan være bransjespesifikk, og i slike situasjoner kan de ulike aktørene finne løsninger som deler den samlede avkastningen av nye løsninger og effektiviseringer. Hvis det potensielle nedslagsfeltet for anvendelse av ny kunnskap er stort, vil transaksjonskostnadene blir store og stå i veien for gode private løsninger. I slike situasjoner kan mer aktiv innovasjonspolitikke gi bedre løsninger.

Selv om markedssvikt kan begrunne offentlig virkemiddelbruk, inkludert økonomisk støtte og kapitaltilførsel, kan informasjonsproblemet være betydelig. Myndighetene risikerer å gi støtte både til prosjekter som er samfunnsøkonomisk ulønnsomme og til prosjekter som er både bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske lønnsomme. Sistnevnte prosjekter ville blitt realisert selv uten statlig støtte. Rapporten drøfter nærmere hvilke avveininger som må gjøres når myndighetene har mangelfull informasjon avkastningsrisiko og investeringskostnader.

I rapporten drøftes nærmere to konkrete teknologiutviklingsområdet: Teknologiprojekter for økt utvinning, såkalt Low Salinity Waterinjection og karbonfangst og -lagring (CCS). Vi diskuterer potensielle kilder til markedssvikt og myndighetenes avledede rolle.

1 Innledning

Teknologiutvikling og innovasjoner har vært viktig for olje- og gassutvinning på norsk sokkel og vil være viktig for utviklingen framover, ikke minst i den pågående globale energiomstillingen som også finner sted på norsk sokkel. Fra økonomisk teori er det kjent at industrien kan levere for lite teknologiutvikling og innovasjon i forhold til hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Det er flere typer markedssvikt som bidrar til dette, med kunnskapseksternaliteter som den mest omtalte.

Flere andre mekanismer spiller også inn. Ettersom innovasjoner gir en usikker avkastning, vil også de enkelte aktørenes holdning til risiko og grad av kortsiktighet ha betydning for innovasjonsinnsatsen. I tillegg kan imperfeksjoner i kapitalmarkedene ytterligere begrense investeringer i prosjekter med høy risiko. Utover dette vil også informasjonsasymmetri og nettverkseffekter kunne medføre at samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter ikke blir realisert.

Ut fra samfunnsøkonomisk teori er det følgelig sterke argument for at myndighetene bør vurdere tiltak for å realisere flere samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter på norsk sokkel. I denne rapporten gir vi en gjennomgang av økonomisk teori om markedssvikt knyttet til teknologiutvikling, innovasjoner og teknologispredning, og drøfter hva som er de mest effektive tiltakene. Vi anvender denne forståelsen i analyser av to eksempler: 1) teknologiprojekter for økt utvinning, Low Salinity Waterinjection og 2) etablere/videreutvikle et marked for karbonfangst og -lagring (CCS).

2 Effektivitet og teknologiutvikling

Med teknologiutvikling vil vi her forstå etablering av ny kunnskap som effektiviserer bedriftenes produksjonsprosesser av allerede kjente produkter og tjenester, såkalte prosessinnovasjoner. Ny kunnskap etablerer også helt nye produkter eller forbedrer eksisterende produkter. Skillet mellom prosess-, produkt- og kvalitetsinnovasjon er imidlertid ikke like åpentart som begrepene gir inntrykk av. Er dagens mobiltelefoner et annet produkt enn mobiltelefonene for 20 år siden, eller er det mer snakk om store kvalitetsforskjeller mellom to varianter av samme produkt? Da John Harrison tidlig på 1700-tallet utviklet et nytt urverk som skulle brukes for skipsnavigering etter solens posisjon, og som av den grunn måtte konstrueres for å tåle storm, temperatursvingninger og saltvann, var det et nytt produkt, en kvalitetsoppgradering av urverket eller en prosessinnovasjon som reduserte kostnadene og usikkerheten ved å navigere til havs?

De meste aktuelle formene for teknologiutvikling på norsk sokkel faller i kategorien prosessinnovasjoner som reduserer produksjonskostnaden for gitt produksjonsvolum, også fordi teknikker som øker mengden økonomisk utvinnbare olje- og gassreserver kan betraktes som kostnadsreduksjoner, eller skift i kostnadsfunksjonen.

2.1 Konkurransen og innovasjon

En sentral problemstilling i økonomifaget har lenge vært bedriftenes insentiver til å investere i ny kunnskap og innovere nye teknikker og produksjonsprosesser. Arrow (Arrow, 1962) omtaler innovasjon som produksjon av kunnskap, og analyserer nærmere hvorvidt en markedsøkonomi gir bedriftene samfunnsøkonomisk optimale insentiver til å produsere kunnskap. Arrows klassiske analyse tar utgangspunkt i to markedsituasjoner:

- **Et konkurranseutsatt marked.** Før innovasjonen realiseres selges et produkt til en pris lik en konstant marginalkostnad, c , som er antatt lik for alle produsentene. Like marginalkostnader betyr at de har alle har tilgang til den samme teknologien. Konkurransen sørger for at profitten er lik null, og konsumentoverskuddet faller samme med hele det samfunnsøkonomiske overskuddet. Produsentene kan utvikle en ny teknologi som reduserer kostnadene fra c til c' . Produsenten som lykkes med det, patenterer teknologien og står fritt til å lisensiere bruken av denne til andre produsenter markedet.
- **Monopol.** Før innovasjonen er det en monopolist som har enerett på produksjonen, til den konstante marginalkostnaden c . Monopolisten har altså et teknologiforsprang. Det er kun den aktive produsenten (monopolisten) som kan foreta en prosessinnovasjon som reduserer kostnadene til c' . Monopolisten som har innovert står også her fritt til å lisensiere teknologien til alle andre produsenter som måtte ønske seg inn.

Merk at konkurranseformen viser til markedsituasjonen før innovasjonen. Innovasjonen gir i begge tilfeller markedsrett som følge av eiermessig kontroll over den nye teknologien. I det første tilfellet bryter innovatøren ut av et konkurranseutsatt marked med hjelp av en bedre teknologi enn konkurrentene. I det andre tilfellet, vil innovasjonen kun endre den økonomiske verdien av monopolen – et monopol som bedriftene allerede har opparbeidet før innovasjonen.

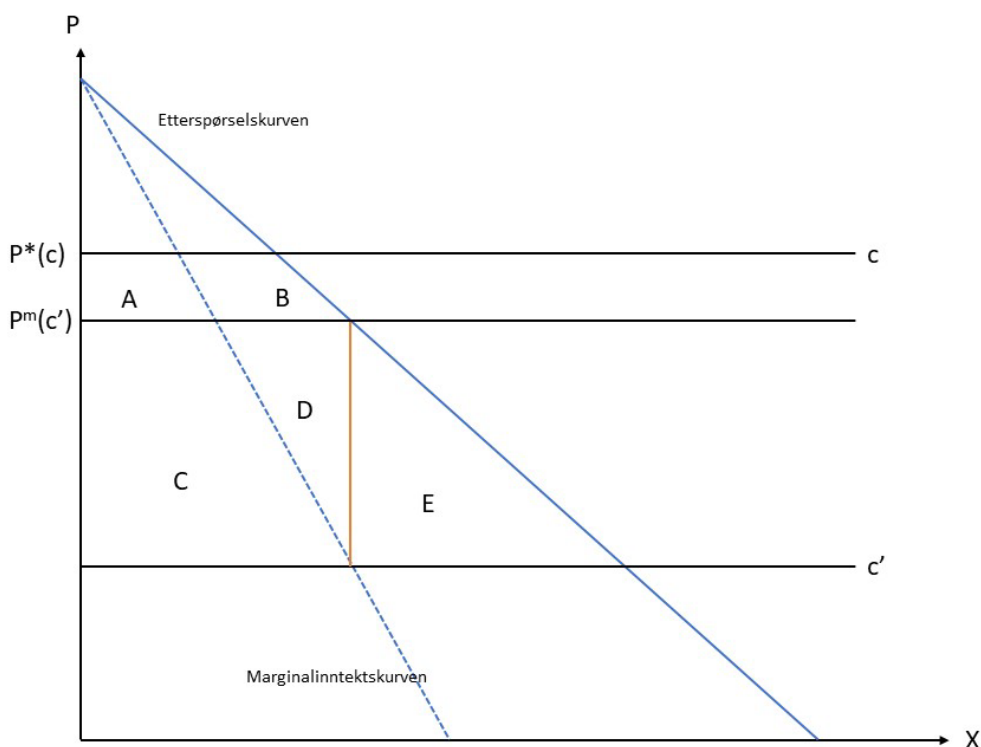
Profittøkningen av å utvikle ny teknologi er størst i et konkurranseutsatt marked. Uten innovasjon er profitten lik 0, mens den øker til $\pi^m(c')$ dersom innovasjonen er så drastisk at monopolprisen

til den nye kostnaden c' ligger under kostnaden ved standardteknologien, c . Profittøkningen er altså lik $\pi^m(c')$.¹

Dersom bedriften allerede har monopol, vil profitt før innovasjon være lik $\pi^m(c)$. Med en drastisk innovasjon, øker profitten til $\pi^m(c')$. Profittøkningen i dette tilfellet er altså lik $\pi^m(c') - \pi^m(c)$, som er lavere enn i det første tilfellet med et konkurranseutsatt marked.

Hva så med endringen i det samfunnsøkonomiske overskuddet? Argumentet så langt sier ingenting om hvordan belønningen til innovatører står i forhold til endringen i det samfunnsøkonomiske overskuddet.

En drastisk innovasjon øker konsumentoverskuddet i tillegg til å øke profitten. De privatøkonomiske insentivene for denne typen innovasjon er svakere enn det som sikrer samfunnsøkonomiske effektivitet. Figuren nedenfor illustrerer dette.



Figur 2.1: Samfunnsøkonomisk verdi av en drastisk innovasjon

Før innovasjonen er likevektsprisen lik marginalkostnaden med standardteknologien som er tilgjengelig for alle. Ny teknologi senker kostnaden til c' , og bedriften som står for innovasjonen kan ta en monopolpris $p^m(c')$, som altså er lavere enn c siden vi antok en drastisk innovasjon.

Med insentivstyrke kan vi her forstå hvor mye bedriftene er villige til å investere for å realisere en slik kostnadsreduksjon. Maksimal investeringsvilje er lik profittøkningen (korrigert for usikkerhet

¹ Ved mer moderate innovasjoner, kjennetegnet ved at kostnadsreduksjonen er mindre, vil den nye monopolisten ikke kunne sette prisen lik monopolprisen, der marginalinntekten er lik marginalkostnaden. Den vil bli for høy, slik at produsenter med den gamle teknologien kan underby og ta hele markedet.

og evt. risikoaversjon). Samfunnsøkonomisk effektivitet oppnås dersom alle innovasjoner som koster mindre enn økningen i det samfunnsøkonomiske overskuddet av en kostnadsreduksjon.

Hvorvidt bedriftenes insentiver til å utvikle nye teknologi er sammenfallende med det som sikrer samfunnsøkonomisk effektivitet avhenger derfor av hvor stor andel av samlet økning i det samfunnsøkonomiske overskuddet som tilfaller bedriften. Den andelen omtales ofte som **appropriabilitet**, men et langt enkle ord er profittandel. Jo lavere profittandel, desto svakere blir innovasjonsinsentivene sammenlignet med det som sikrer samfunnsøkonomisk effektivitet.

Med henvisning til figuren øker profitten i tilfellet med perfekt konkurranse med $\pi^m(c') = C + D$ og konsumentoverskuddet øker med $A + B$. Den faktiske økningen i det samfunnsøkonomiske overskuddet, $A + B + C + D$, er altså større enn profittøkningen. Det investeres dermed for lite teknologiutvikling som gir kostnadsreduksjoner.

I tillegg er det en potensiell økning i det samfunnsøkonomiske overskuddet som ikke realiseres siden kunnskapen blir privatisert av den nye monopolisten. Hvis ny teknologi ble tilgjengeliggjort gratis for alle selskapene, ville den nye likevektsprisen falt ned til c' , og det samfunnsøkonomiske overskuddet ville økt med $A + B + C + D + E$. Patenter som privatiserer kunnskap gir altså, alt annet gitt, et dødvecttap som følge av for liten utnyttelse av innovasjonene som realiseres. Det er prisen vi må betale for i det hele tatt å utløse innovasjon i bedriftene.

Generelt ser vi at profittandelen av en drastisk innovasjon avhenger av priselastisiteten på etterspørselssiden. Dersom prisfølsomheten er lav, blir den positive eksternaliteten for konsumentene lavere, og profittandelen høyere.

Ovenfor antok vi at innovasjonen var drastisk, slik at $p^m(c') < c$. Ved med moderate teknologispang, vil den nye monopolprisen ligge over marginalkostnaden ved bruk av den eldre teknologien. En slik monopolpris kan ikke realiseres siden denne blir utkonkurrert av bedriftene som fremdeles har bruke standardteknologien. Bedriften med monopol på ny teknologi kan bare sette prisen opp til c . Da endrer ikke ny teknologi omsatt volum i markedet, og dermed heller ikke konsumentoverskuddet. Profittøkningen til den som innoverer er lik kostnadsbesparelsen, dvs. $(c' - c)x^m$. Hele økningen i det samfunnsøkonomiske overskuddet av å lykkes med moderate prosessinnovasjoner tilfaller innovatøren selv når utgangspunktet er et konkurranseutsatt marked.

En viktig konklusjon fra den tidlige analysen til Arrow er at markedsrett (monopol) svekker innovasjonsinsentivene sammenlignet med konkurranseutsatte markeder.²

«The preinvention monopoly power acts as a strong disincentive to further innovation»

Årsaken ligger i en såkalt «replacement effect»: Profitten som realiseres på grunn av en ny innovasjon vil dels erstatte monopolprofitten som bedriften allerede kunne innkassere.

Begrenset konkurranse

Det er en streng forutsetning at en det kun er den etablerte monopolisten som er i posisjon til å innovere. Ofte skjer innovasjoner hos potensielle inntrengere i markeder, som kommer inn med

² Arrow, 1962, s. 620

en bedre teknologi. La oss derfor anta at monopolisten kan utfordres på en måte som bringer markedsstrukturen over fra monopol til duopol, og at det skjer dersom utfordreren lykkes med å innovere. I en slik situasjon vil den etablerte monopolisten ha sterkest insentiver til å innovere. Grunnen er at monopolisten har mer å forsvare. Hvis monopolisten lykkes, vil dette kunne stenge den potensielle nykommeren ute slik at monopolprofitten opprettholdes.

Det beste nykommeren kan håpe på, er derimot å lykkes med en innovasjon som bringer bedriften inn i en duopolkonkurranse, riktignok med en kostnadsfordel vis-a-vis den tidligere monopolisten. Belønningen for innovasjon for nykommeren er en duopolprofitt, mens belønningen for monopolisten er opprettholdelse av monopolprofitten fremfor å falle ned til en duopolprofitt med kostnadsulempe.

Siden det er mulig for monopolisten å bli værende i markedet selv med en kostnadsulempe sammenlignet med en innovativ nykommer, taper ikke monopolisten «alt». Differansen mellom monopolprofitten som den etablerte oppnår hvis den innoverer først og duopolprofitten som oppnås dersom det er utfordreren som lykkes bestemmer monopolisten insentiver til å innovere:

$$\text{Gevinst}^M = \pi^m(c') - \pi^d(c)$$

Utfordrerens insentiver bestemmes av duopolprofitten med kostnadsfortrinn. Utfordrerens gevinst er lik:

$$\text{Gevinst}^U = \pi^d(c')$$

Hvis

$$\pi^m(c') - \pi^d(c) > \pi^d(c')$$

Kan vi fastslå at monopolisten har sterkere innovasjonsinsentiver enn den potensielle nykommeren. Siden ulikheten kan omformuleres til

$$\pi^m(c') > \pi^d(c) + \pi^d(c')$$

ser vi at ulikheten må være gyldig. Samlet profitt i et marked er alltid størst dersom hele markedet dekkes av en monopolist. Med flere konkurrenter (oligopol) vil samlet produksjon øke og prisen falle ned under monopolprisen. Det må det åpenbart gjelde i det asymmetriske kostnadstilfellet her, der monopolisten har lavere kostnader enn den ene duopolisten. I den engelskspråklige litteraturen omtales dette som «Efficiency effect». Et mer dekkende norsk navn på denne effekten er «dominanseffekten» (Riis & Moen, 2022).

Kort oppsummert har vi vist at graden av konkurranse (perfekt konkurranse, oligopol og monopol) ikke har en entydig effekt på innovasjonsinsentivene. Dominanseffekten sier at monopolister har sterkere insentiver enn potensielle konkurrenter siden de har mer å tape, mens Arrows «replacement»-effekt tilsier at monopolisten har svake insentiver.

Analysen viser hva som er avgjørende for hvilke av disse to effektene som er sterkest. I markeder der monopolisten har fått en så sterk posisjon at det er vanskelig å se at skal kunne trues av inntrengere, vil monopolisten ha svake innovasjonsinsentiver. I andre markeder kan teknologiutviklingen skje mer gradvis og hyppigere. I en slik situasjon kan ikke monopolisten hvile på sine laurbær, slik replacement-effekten antar, men derimot hele tiden måtte forsvare posisjonen og holde inntrengere ute. I slike markeder gir dominanseffekten den etablert sterkere insentiver til innovasjon enn potensielle utfordrerne.

Ifølge Arrow (1962) kan en markedsøkonomi overlatt til seg selv gi for lite innovasjon og teknologiutvikling. I hvor stor grad dette faktisk er et problem er ikke lett å vurdere. I en nylig rapport (Jones & Summers, 2020) fremkommer det at de samfunnsøkonomiske gevinstene av innovasjoner i forhold til gevinstene i en markedsøkonomi overlatt til seg selv, utgjør «many multiples of the investment cost».

Vi skal senere drøfte betydningen markedsimperfeksjoner for teknologiutvikling på norske sokkel. Den direkte relevansen av disse resultatene for kostnadsutviklingen på norsk sokkel avhenger av hvordan innovasjonsaktivitetene er organisert. Hvis innovasjonsaktivitetene som reduserer kostnadene ved utvinning utføres eller styres av oljeselskapene selv, er markedet svært konkurranseutsatt. Prisen på olje vil være upåvirket av teknologiutviklingen til det enkelte selskap, og dermed er det heller ingen strategisk interaksjon mellom selskapene. Med utgangspunkt i forventet oljeprisutvikling og innovasjonskostnad kan det enkelte selskap vurdere forventet avkastning av teknologiutviklingsprosjektene, uten å bekymre seg over responsen til andre oljeselskaper i det globale markedet. Det tilsier at profittandelen av samlet samfunnsøkonomisk gevinst ved kostnadsreduksjoner er høy. Det er imidlertid før vi tar med at slike innovasjoner kan ha positive ekstensiteter mot andre selskaper.

2.2 Kunnskapseksternaliteter

Hvis teknologiutviklingen i en bedrift utvider kunnskapsgrunnlaget i andre bedrifter, og dermed øker mulighetene for at også disse kan lykkes med verdifulle innovasjoner har vi såkalte kunnskapseksternaliteter. Det medfører at den sosiale avkastningen av innovasjon overstiger den private økonomiske avkastningen. Hvorvidt det faktisk er tilfellet, eller i hvor stor grad dette reduserer profittandelen, avhenger av hvor stort nedslagsfeltet for ny kunnskap er. Hvis teknologiutviklingen er bransjespesifikk, f.eks. oljeselskaper som utvinner olje- og gass på norske sokkel, kan markedsaktørene finne løsninger som henter ut deler av den avkastningen som tilfaller andre enn innovatøren. Gjennom kontrakter mellom selskapene, ulike former for formalisert samarbeid, kostnadsdeling eller eierkoblinger, kan det etableres effektive insentiver for FoU investeringer. Siden det er i alle partenes interesse, kan mulighetene for å få til slik samarbeid være gode hvis antall partnere er begrenset.

Patenter

Hvis kunnskapen i den nye teknologien er verdifull for andre bedrifter (kunnskapseksternaliteter), har den innovative bedriften sterke interesser av å sikre seg eierrettighetene til teknologien. Det er flere grunner til det. Det kan være avgjørende for at konkurrentene ikke bruker den samme teknologien til å utkonkurrere bedriften som har tatt kostnaden ved innovasjonen. Patenter vil ikke nødvendigvis blokkere konkurrenter for tilgangen til ny teknologi, men i den grad det det gis tilgang, vil innovatøren kunne sikre seg en stor del av samlet gevinsten gjennom å kreve betaling. Patenter kan også åpne opp nye markeder for innovatøren, ved at teknologien lisensieres til bedrifter som opererer i andre markeder, som enten er helt uavhengige av innovatørens egne markeder eller som er komplementære.

Patenter gir ingen garanti mot kunnskapsspredning som kommer til anvendelse i andre bedrifter, uten at disse bedriftene forhandler frem avtaler med patentinnehaver. Patentering krever offentliggjøring av innovasjonen innhold, og dette kan inspirere andre bedrifter og forskere til nye prosjekter.

Hvis frykten for «ukontrollert» kunnskapsspredning til konkurrenter er stor, kan bedriften velge å holde innholdet i ny teknologi hemmelig. Bedriftshemmeligheter hinder spredning av kunnskap som allerede er utviklet, hvilket i seg i seg selv er et tap for samfunnet. Argumentasjonen ovenfor tilsier at bedriftene kun velger hemmelighold dersom det er vanskelig å kontrollere bruken av ny teknologi. Dette var sentrale problemstillinger i forskningen til Ronald Coase: Det er ikke eksterneffektene i seg selv som står i veien for samfunnsøkonomisk effektive løsninger, det er *transaksjonskostnadene*.

Stiavhengighet

En form for eksternalitet som har fått mye oppmerksomhet i nyere litteratur er såkalt stiavhengighet. En bedrift som innoverer en bestemt type teknologi, f.eks. knyttet til fornybar energi, øker sannsynligheten for at den samme bedriften eller andre aktører lykkes med innoverer og forbedre teknologier innenfor det samme teknologiområdet også i fremtiden.

Acemoglu med flere drøfter en problemstilling hvor et produkt (eller flere) kan produseres enten med innsatsfaktorer som har høye CO2 utslipp («olje og gass») eller med innsatsfaktorer som har lave eller ingen CO2 utslipp (Acemoglu, Bursztyn, & Hemous, 2012). I en økonomi overlatt til seg selv, dvs. uten offentlige tiltak, vil innsatsfaktoren med høye CO2 utslipp kunne dominere som følge av at produktiviteten av å bruke denne innsatsfaktoren er høyere og tilgjengelig i større volum enn ved å bruke den mer utslippsfrie innsatsfaktoren.

Hvis innsatsfaktoren som har høye CO2 utslipp er basert på utvinning av ikke fornybare naturressurser, vil kostnaden og dermed prisen på bruken av denne innsatsfaktoren øke etter hvert som tappingen av den ikke fornybare ressursen foregår. Det vil da kunne bli mindre bruk av denne innsatsfaktoren over tid og det vil gradvis bli sparket i gang en teknologiutvikling som leder til mer bruk av innsatsfaktorer med lave eller ingen CO2 utslipp. Markedet overlatt til seg selv vil da etter hvert kunne løse problemet med høye utslipp av CO2. Problemet er at den gradvise overgangen til lave eller ingen CO2 utslipp tar lang tid, og så lang tid at opphopningen av CO2 i atmosfæren er blitt svært høy og klimaendringene tilsvarende mer kostbare.

Eksternalitetene av innovasjon og utvikling kan også gi for sterke insentiver til teknologiutvikling, avhengig forholdet mellom positive kunnskapseksternaliteter og negative markedsseksternaliteter. Markedseffektene kan forstås som den direkte profitten den innoverende bedriften «stjeler» fra konkurrerende bedrifter – derav den engelske uttrykket «business stealing». Dels vil dette være gevinster for den innoverende bedriften som ikke har sitt motstykke i en samfunnsøkonomisk gevinst – det er i mer snakk om å flytte profitt fra en bedrift til en annen. Det er rett og slett snakk om en avansert og kostbar tilkarringsvirksomhet.

Et klassisk eksempel er utvikling av legemidler, hvor ett firma kan bruke milliarder av kroner på å utvikle et virkestoff som gir en moderat bedre behandling enn det som allerede produseres av et rivaliserende firma. Den moderate forbedringen i terapeutisk verdi som det nye legemidlet kan gi store bevegelser i markedsandeler.

2.3 Imperfeksjoner i kapitalmarkeder

I tillegg til eksternalitetene omtalt ovenfor kan svikt i kapitalmarkedene redusere mulighetene for å finansiere teknologiutviklingsprosjekter som bedriften selv mener gir god bedriftsøkonomisk avkastning.

Innovasjoner og teknologiutvikling utgjør immaterielle verdier i form av innsikt og kunnskap i utviklingsfasen. Det kan gjøre det vanskelig for bedrifter å skaffe lånefinansiering siden det ikke kan stilles sikkerhet til bankene. Egenkapital er derfor en bedre egnet finansieringskilde, men også denne møter utfordring. Før teknologiutviklingen har kommet så langt at de kan dokumentere at den blir vellykket, sitter forskerne på privat informasjon om hvor sannsynlig det er at resultatet faktisk blir bra.

Uten et allerede opparbeidet rennomme fra tidligere prosjekter om ærlighet i kommunikasjonen i prosjektenes tidlige fase, er det vanskelig for bedrifter å overbevise investorer med prosjektpresentasjoner. Det kan være fristende for bedriften å selge det inn som et mer lovende prospekt enn det forskerteamet på «bakrommet» kan gå god for, og det er vanskelig for eksterne investorer å vurdere om det er prosjektet overselges med ubalansert informasjon eller om det akkurat denne gangen virkelig er et svært lovende prosjekt.

Dette fenomenet kan forstås som et eksempel på George Akerlofs berømte «market for lemons». Avkastningskravet for langsiktige FoU-prosjekter vil være høyere enn for ordinære investeringer fordi investorer har vanskeligere for å skille gode prosjekter fra dårlige prosjekter. Prosjekter med lavere risiko eller prosjekter som begrunnes med lettere verifiserbar informasjon om risikofaktorene vil kunne tiltrekke seg kapital med lavere avkastningskrav. Empirisk forskning tyder på at asymmetrisk informasjon begrenser tilgang på kapital og dermed holder tilbake innovasjon (Hall og Lerner 2010).

En annen grunn til at potensielt lønnsomme FoU-prosjekter ikke realiseres, er styringsproblemer som oppstår som en konsekvens av (en nødvendig) separasjon mellom eierskap til (investorer) og ledelse av prosjektene. Et slikt organisatorisk skille skaper et prinsipal-agent problem dersom målfunksjonen til eier og ledelse/forskerteamet er forskjellige. Ledelsen og utviklingsteamet i teknologibedrifter kan legge vekt på hva som er teknologisk spennende og på det som kan gi prestisje i andre forsknings- og teknologimiljøer. For å stagge slike slik ambisjoner kan eiere se seg tjent med å redusere tilgangen til intern finansiering og frie midler i bedriften. Dermed tvinges bedriften til å hente eksterne midlene til å finansiere FoU, men da til en høyere kostnad. Det er prisen eierne må betale for å dempe faren for «overivrige» teknologimiljøer i bedriften.

3 Virkemidler for å stimulere innovasjon og teknologiutvikling

I kapittel 5 diskuterer vi nærmere hvordan markedssvikt kan hindre energiomstilling, og hva myndighetene bør bruke av virkemidler for å bidra til samfunnsøkonomisk effektiv omstilling. I dette kapitlet redegjør vi kort for aktuelle virkemidler innenfor nærings- og innovasjonspolitikken. De mest sentrale virkemidlene er bedriftsskatteordninger som reduserer bedriftenes FoU-kostnader, direkte tilskudd til FoU-prosjekter, finansiering av grunnforskning og kompetanseutvikling og målrettet næringsutvikling. Det siste har fått mye oppmerksomhet de senere årene, med den kontroversielle oppfordringen til staten om å finansiere store ambisiøse prosjekter innenfor utvalgte bransjer.

Skattesubsidier av FoU

Støtte til FoU gjennom bedriftsskattesystemet er en ordning som når bredt ut til bedrifter, uten direkte føring på hverken bransje eller innovasjonsområde. SkatteFUNN er en slik indirekte støtteordning, som gir bedriftene fradrag i skatt for kostnader knyttet til gjennomførte forsknings- og utviklingsaktiviteter. Støtten gis enten i form av et skattefradrag eller en utbetaling over skatteoppgjøret dersom bedriften ikke er i skatteposisjon.

Selv om innovasjonsretningen ikke styres i Skattefunn er det noen generelle krav til prosjekter som skal kvalifisere for støtte:³

- være målrettet og avgrenset, slik at det er mulig å skille prosjektet fra bedriftens normale virksomhet
- utvikle eller forbedre varer, tjenester eller produksjonsprosesser
- fremskaffe ny kunnskap eller nye ferdigheter, eller benytte eksisterende kunnskap eller ferdigheter på nye måter eller områder
- være til nytte for bedriften

Bloom med flere gir en kort oversikt over empirisk forskning på effekten av skattebasert støtteordning og FoU-innsatsen i bedrifter (Bloom, van Reenen, & Williams, 2019). Gjennomgående viser slike ordninger seg å være effektive. Forfatteren antyder at sammenhengen mellom den skattekorrigerte prisen på FoU-investeringer og FoU-nivået har elasticitet på minst 1, dvs. 10 pst. reduksjon i den skattejusterte prisen på FoU gir en langsiktig økning i investeringsnivået på minst 10 pst.

En potensiell utfordring med SkatteFunn-lignende ordninger er at bedrifter kan reklassifisere eksisterende utgifter som «forskning og utvikling» for å oppnå skattelettelse. En mer direkte vurdering av hvor godt ordningen treffer er derfor å se på hvordan patentering og produktivitet endres i bedrifter som mottar støtte. Forskere finner også her en positiv effekt av skatteordningene. Bøler, Moxnes og Ulltveit-Moe viser at ordningen i Norge ikke bare stimulerer FoU-nivået i bedriftene, men også påvirker produktiviteten til bedriftene (Bøler, Moxnes, & Ulltveit-Moe). En

³ Forskningsradet.no

omfattende evaluering utført av Samfunnsøkonomisk Analyse konkluderer med at Skattefunn både bidrar til å øke næringslivets investeringer i FoU og til å stimulere nyskaping og økt produktivitet i næringslivet (Evaluation of SkatteFUNN, 2018).

Direkte FoU-støtte

Fordelen med rettighetsbasert ordninger som SkatteFunn er at transaksjonskostnadene er lave. Ulempe er at ordningen ikke kan rette støtten inn mot FoU-prosjektene som har størst kunnskapseksternaliteter, og som dermed står mest i fare for å komme i skvis mellom det samfunnsøkonomiske lønnsomme og bedriftsøkonomisk ulønnsomme.

Et alternativ er å derfor rette FoU-støtten mot prosjekter som er kritisk avhengig av støtte for å bli realisert. Dagens sterke vektlegging av miljø- og energiomstillingsbehov i næringslivet øker relevansen av slike målrettede programmer. Problemet som da i langt større grad melder seg er kravet til informasjon. La oss se litt grundigere på informasjonsproblemet med slike støtteordninger.

En bedrift har et energiomstillingsprosjekt. Myndighetene vet at dersom bedriften lykkes, vil dette gi en samfunnsøkonomisk verdi lik v . Sannsynligheten for at prosjektet lykkes er p . Kostnadene ved å gjennomføre innovasjonsprosjektet er I . Som forklart ovenfor er profittandelen, a , avgjørende for avstanden mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet av prosjektet. Avhengig av verdiene på v, p, I og a , kan et innovasjonsprosjekt, uten støtte, være:

1. Både samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomt
2. Samfunnsøkonomisk lønnsomt, men bedriftsøkonomisk ulønnsomt
3. Både samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk ulønnsomt.
4. Samfunnsøkonomisk ulønnsomt, men bedriftsøkonomisk lønnsomt.

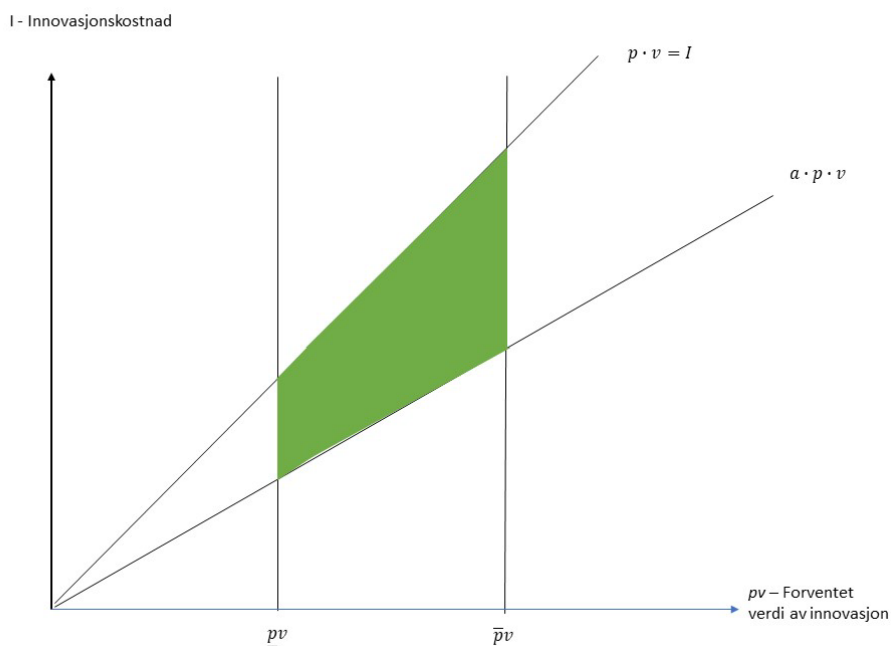
Hvis profittandelen er mindre enn 1, vil bare 1.-3. være aktuelle situasjoner. Med sterk «business-stealing» kan profittandelen være større enn 1, og det åpner opp for situasjon 4.

I figuren nedenfor antar vi at det er de positive eksternalitetene som dominerer, slik at profittandelen er mindre enn 1. Vi antar at bedriften har privat informasjon om sannsynligheten for å lykkes, kostnadene og profittandelen. Innovasjonsstøtten s kan derfor ikke kan betinges på disse. Vi antar at sannsynligheten for å lykkes ligger mellom \underline{p} og \bar{p} .

Det grønne arealet i figuren nedenfor viser alle mulige innovasjonsprosjekter som har en kombinasjon av kostnader og sannsynlighet for å lykkes som faller i kategori 2, dvs. kostnaden er for stor i forhold til forventet privatøkonomisk gevinst, men tilstrekkelig lav i forhold til den totale samfunnsøkonomiske gevinsten. Det samfunnsøkonomisk tapet ved å miste innovasjonsprosjekter som faller i dette området kan være stort, og begrunne en direkte FoU-støtte, s .

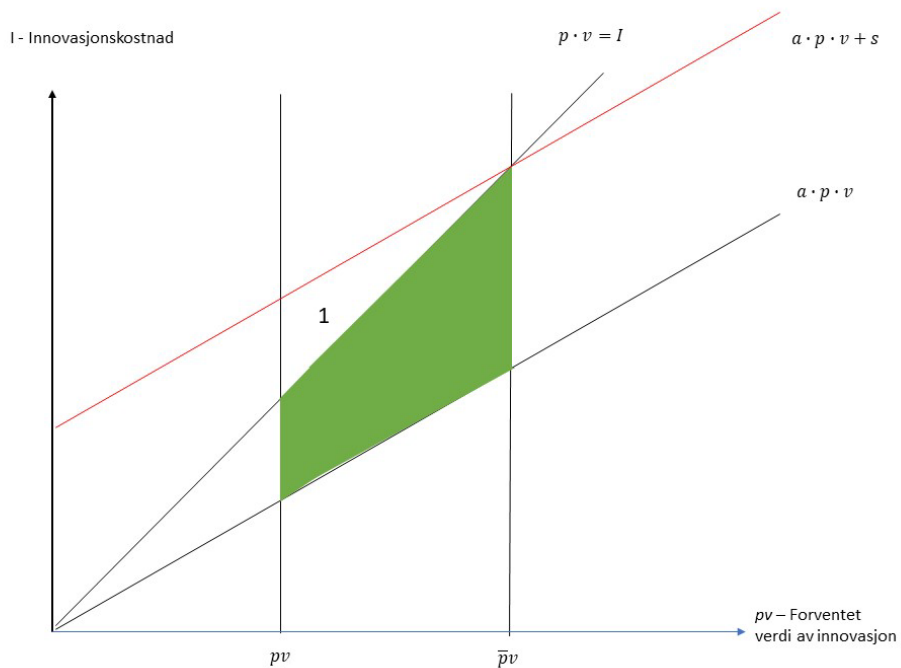
En innovasjonsstøtte endret investeringskravet for bedriften til:

$$pav + s > I$$



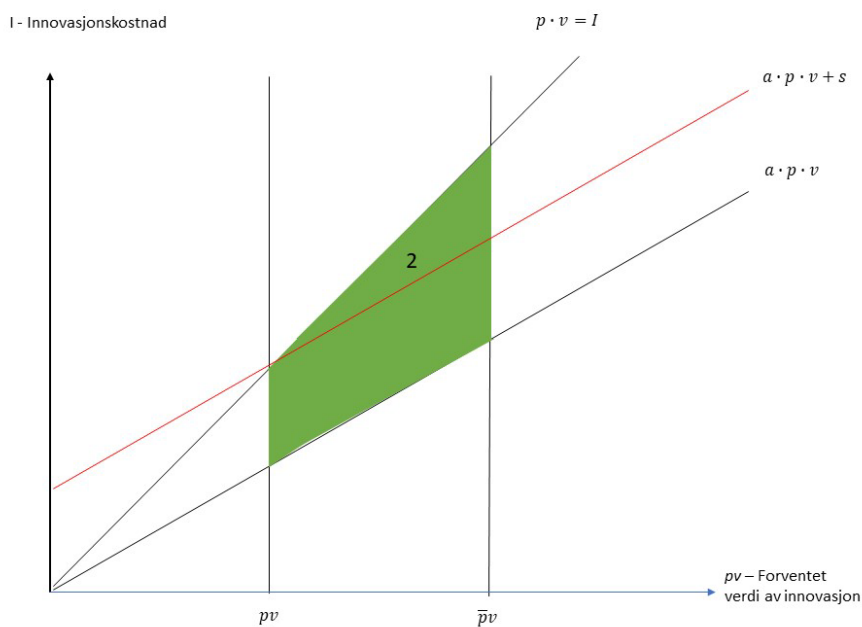
Figur 3.1: Avvik mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet

Figuren nedenfor viser hva som skjer dersom myndighetene velger en «raus» støtteordning. Da vil alle prosjektene realiseres, og dermed også dem som ikke burde vært realisert. De ligger i areal 1 i figuren. Manglende muligheter til å målrette støtten, innebærer at innovasjonsprosjekter som er for kostbare eller har for lav sannsynlighet for å lykkes blir realisert som følge av offentlig støtte.



Figur 3.2: Høy Fou-støtte

Dersom støttenivået settes for lavt, snus politikkfeilen til at samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter som er relativt kostbare, men som har høy sannsynlighet for å lykkes ikke blir realisert. Slik figur 3.3 nedenfor illustrerer.



Figur 3.3: Lav FoU-støtte

Alle prosjektene som nå ligger i areal 2 vil bedriften la ligge, selv om de altså ville vært samfunnsøkonomisk lønnsomme å realisere.

Fremfor direkte støtte til bedrifter gis det store statlige tilskudd til forskning og utvikling universitets- og forskningsmiljøer. Det er mange grunner til det, og en av dem er at det bidrar til kunnskapsutvikling av potensiell stor verdi for bedrifter i en rekke bransjer. I tillegg legger offentlig finansiert forskning til rette for kunnskapsspredning siden myndighetene kan stille krav til fri tilgang til kunnskap og innovasjoner finansiert med offentlige midler.

I og med at utslipp av CO₂ er et eksempel på en negativ indirekte virkning som aktørene ikke automatisk tar hensyn til, så er det behov for en offentlig inngripen. Merk at selv med riktig prising av CO₂-utslipp, gjennom avgifter eller kvotepriser, vil investeringsinsentivene for klimavennlig teknologi kunne være for svake. Den enkelte bedrift betaler riktignok kostnadene for sitt eget utslipp, og vil dermed få en økonomisk gevinst av å redusere utslippene med ny teknologi. Eventuelle gevinster en slik teknologi har for andre bedrifters muligheter til å utvikle klimavennlig teknologi vil imidlertid ikke tillegges vekt når bedriften skal vurdere prosjektet.

4 Case: Low Salinity Waterinjection

Utvinning av olje og gass krever trykk i reservoarene for at olje og gass skal strømme til brønnene. I utvinningsens tidlige fase utnyttes trykket som naturlig eksisterer i reservoaret, men for å opprettholde det nødvendige trykket benyttes teknikker for injisering av vann eller gass gjennom egne injeksjonsbrønner for å erstatte volumet av olje som utvinnes. De tradisjonelle teknikkene for injisering av vann og gass bevarer selve reservoarformasjonen, og gir dermed ikke tilgang til olje som er bundet i grunnmassene som former reservoaret.

Store olje- og gassvolumer kan være bundet opp i de faste grunnmassene, og nyere teknologier er utviklet for løse opp dette i en form som øker utvinnbare volumer. Disse bruker varme, gass og kjemikalier for å løse opp grunnmassene. Dette er både kostbare og miljøbelastende prosesser. Nye teknikker er utvikling for å redusere disse ulempene. En slik teknikk innebærer injisering av vann med redusert saltinnhold (Low Salinity Water Injection – LoSal). Sammenhengen mellom saltinnholdet i injisert vann og utvinningsgrad av olje i felt fikk oppmerksomhet av forskere på 1990-tallet, med oljeselskapet BP i en sentral rolle (Austad, RezaeiDoust, & Puntervold, 2010). BPs Clair Ridge-felt vest for Shetlandsøyene startet opp produksjonen i november 2018 og er det første feltet med fullskala vanninjeksjon med lavt saltholdighet. En masteroppgave ved Universitetet i Stavanger (Layti, 2017) gir en beskrivelse av LoSal-teknikken og analyserer lønnsomheten av denne på Clair Ridge-feltet.

BPs patenterte LoSal-teknologi er utviklet over en lang tidsperiode med testing i laboratorier og pilotering på et felt i Alaska. Layti (2017) beskriver en utviklingsperiode på flere tiår år i forkant av full implementering på feltet. Selskapet har dermed båret store utviklingskostnader før gevinstene ved økt utvinning kan materialisere seg over feltets resterende levetid mot 2050. Samlet tidshorison for prosjektet, fra FoU-fasen og gjennom utvinningsfasen strekker seg over om lag 40 år.

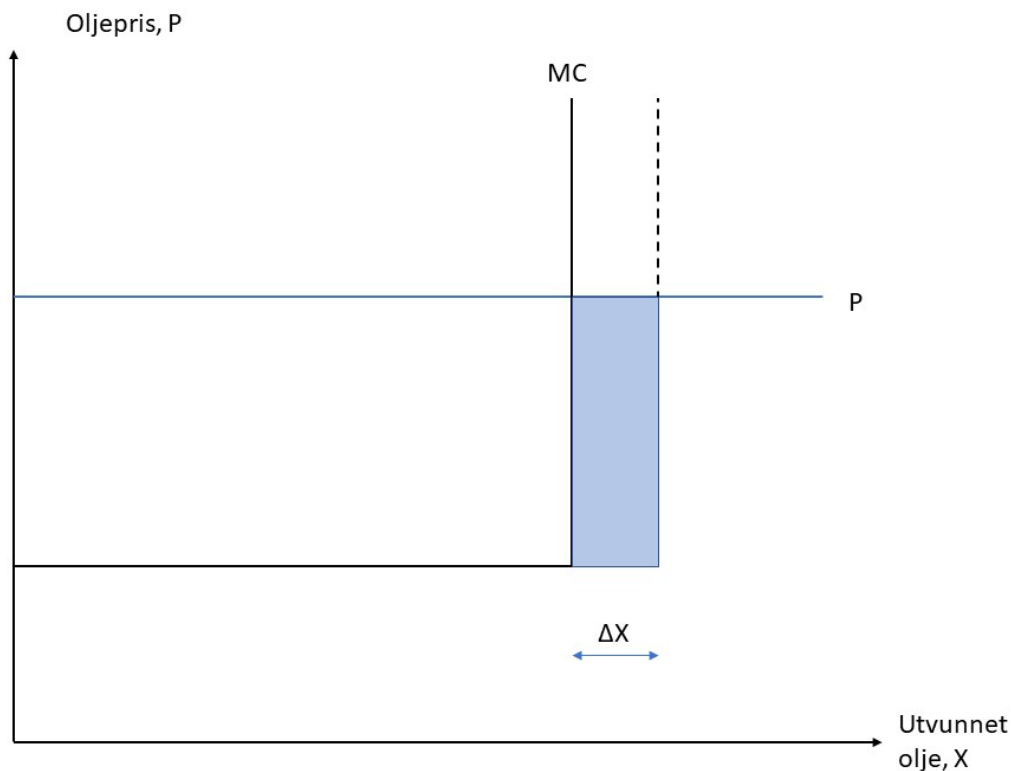
Clair Ridge-feltet har et estimert volum på 640 millioner fat olje, og LoSal-teknologien antas å tilføre 42 millioner fat ekstra med utvinnbar olje. Teknologien øker dermed mengde utvinnbar olje med 6,5 pst. Samlede investeringskostnader for implementering av LoSal er forutsatt å være 120 millioner USD (Layti, 2017). Dette er kostnader ved å bygge en egen installasjon for avsalting av sjøvann for injisering.

Selv om LoSal er en nyere teknologi for å øke utvinnbare volum i et felt, er de økonomiske avveiningene kjente. Som allerede nevnt ovenfor har flere injiseringsalternativer lenge vært benyttet for å øke utvinningen i et felt, både trykkregulerende injisering av vann og gass og såkalt Enhanced Oil Recovery der bl.a. varme og kjemikalier benyttes på en måte som endres reservoaregenskapene. Alle disse alternativene gir økte investerings- og driftskostnader, men er lønnsomme dersom forventet salgsverdi av de ekstra volumene er tilstrekkelig store.

De eldre teknikkene for økt oljeutvinning er naturlig nok mer kjente, og usikkerheten i kostnads- og oljevolumanslagene dermed mindre sammenlignet med nye teknologier. Nye teknikker utvikles fordi forskningsmiljøer kommer på sporet av løsninger med forbedringspotensialer, men som

tilfellet med LoSal-teknikken til BP viser, kreves det langsiktig investeringsvilje hos oljeselskapene dersom forskningen skal omsettes til fullskala løsninger på faktiske felt.

De privatøkonomiske insentivene til å engasjere seg i denne formen for teknologiutvikling er først og fremst knyttet til forventet salgsverdi av økt utvinningsvolum. Dette er illustrert i figuren nedenfor.



Figur 4.1: Fortjenesten av økt oljeutvinning.

Siden slike feltspesifikke teknologier for økt oljeutvinning ikke vil endre oljeprisen, vil hele gevinsten tilfalle oljeselskapet og staten, gjennom økt oljeskatt. Hvis investeringskostnadene for teknologiutviklingen belaster selskapets feltregnskap, vil gevinstdelingen med staten ikke påvirke investeringsinsentivene. Med overskuddsbeskatning, er selskapet uansett tjent med å gjennomføre investeringen dersom $(P-MC)\Delta X - I > 0$.

BPs LoSal-prosjekt viser imidlertid at investeringskostnadene ikke direkte kan tilbakeføres til det konkrete feltet den nye teknologien tas i bruk. Teknologiutvikling startet i et eget innovasjonsteam, for deretter å bli testet ut på felt i Alaska, før fullskala implementering på Clair Ridge-feltet. Gevinsten av denne teknologiutviklingen materialiserer seg ikke bare på Clair Ridge, men kan gi BP et konkurransefortrinn når nye felt i andre deler av verden skal tildeles:

«However, while BP has published some details of the basic research, it has also patented aspects of the LoSal technology and Cockin says the company views this as giving it a competitive edge when bidding for the rights to new resources.»

Hvis kostnadene for teknologiutvikling av denne typen ikke kommer til fradrag i feltregnskapet som danner utgangspunkt for beregning av skattegrunnlaget, vil insentivene bli for svake til å

sikre samfunnsøkonomisk lønnsomme teknologibeslutninger. La andelen α av investeringskostnaden belaste feltregnskapet. Da vil teknologiutviklingen være privatøkonomisk lønnsom dersom

$$(1-t)[(P-MC)\Delta X - \alpha I] - (1-\alpha)I > 0$$

Ulikheten kan alternativt skrives som

$$(1-t) > (1-\alpha)I / ((P-MC)\Delta X - \alpha I)$$

Hvis hele kostnaden bæres av feltet ($\alpha=1$), vil et samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt bli realisert for alle skattesatser mindre enn 1 (dvs. så lenge $1 - t > 0$). Hvis derimot hele utviklingskostnaden belaster selskapets «felteksterne» regnskap ($\alpha=0$), kreves det en tilstrekkelig lav skattesats dersom det samme prosjektet skal realiseres: $t < ((P-MC)\Delta X - I) / (P-MC)\Delta X$. Forholdet mellom netto- og bruttoresultatet må overstige skattesatsen dersom prosjektet skal være privatøkonomisk lønnsomt.

Selv uten en slik mulig skattevridning av selskapets beslutning kan insentivene til teknologiutvikling for økt utvinningsgrad være for svake. Basert på den generelle analysen i kapittel ?? er det særlig to kilder til ineffektivitet som kan være aktuelle; 1) positive eksterne virkninger av teknologiutviklingen og 2) ineffektiv selskapsstyring. Andre viktige kilder til ineffektivitet som er beskrevet i litteraturen, slik som «profit-shifting» og markedsbaserte eksternaliteter for konsumentene (via prisendringer), mener vi er lite aktuelle for denne typen teknologiutvikling. For den enkelte aktør på norsk sokkel vil tiltak som øker utvinningsgraden på et felt ikke påvirke oljeprisen i det globale markedet. Vellykkede teknologiutviklingsprosjekter påvirker ikke lønnsomheten til andre selskaper og dermed heller ikke statens skatteinntekter fra disse lisensene.

4.1 Positive eksterne virkning av teknologiutvikling

Selv om injisering av vann med redusert saltinnhold har fått mye interesse i både forskningsmiljøer og hos oljeselskapene, og har blitt tatt i bruk i faktiske felt som Clair Ridge, er kunnskapen om de kjemiske prosessene som kan gi økt utvinning fremdeles begrenset (Rendel m.fl., 2022). Selv om kunnskapsmangelen stimulerer uavhengig forskning, vil implementering av ny teknologi kreve investeringer fra oljeselskap med aktuelle feltlisenser. Det er grunn til å tro at BPs utvikling av LoSal-teknologien vil gi verdifull ny kunnskap om potensialet som ligger i slike injiseringsløsninger.

Hvis denne kunnskapen tilflyter andre selskaper og øker deres mulighet til for økt utvinningsgrad, representerer det en samfunnsøkonomisk gevinst som ikke tjener direkte det investerende selskapet. Dersom teknologien lar seg patentere kan deler av denne gevinsten likevel internaliseres og gjennom det forsterke investeringsinsentivene. Patenteier kan lisensiere teknologien til andre selskaper, som alle har en maksimal betalingsvilje lik forventet verdi av økt utvinning på sine respektive felt.

Beskrivelsen av BPs patenterte del av LoSal-teknologi viser at denne ikke beskytter bruk av avsaltingsanlegg og injisering av vann med lavt saltinnhold. Patentet er mer konkret avgrenset til en

utviklet injeksjonsvæske bestående av lite saltholdig vann tilsatt bestemte polymer som gir en gunstig viskositet.

Når operatørselskapet deler lisenseierskapet med flere selskaper, kan det være utfordrende å dele investeringskostnader og fremtidige gevinster av ny teknologi. Gevinstene ligger ikke bare mange år frem i tid, men de kan også materialisere seg i andre felt enn der teknologien først tas i bruk – og med andre lisensinnehavere.

4.2 Selskapsstyring

Oljeselskapene er store organisasjoner med flere tusen ansatte og ofte med aktivitet i en rekke land. Det krever delegering av både ansvar og oppgaver i en rekke organisasjonsenheter, både funksjonsbaserte og regionsbaserte. I tillegg er det være utstrakt bruk av prosjektorganisering for å ivare investerings- og utviklingsaktiviteter. Osmundsen diskuterer utfordringene dette skaper for selskapenes investeringsbeslutninger (Osmundsen, 2013). Overordnet består utfordringene som Osmundsen peker på av eksterne forhold mellom ulike interessenter i et stort selskap. Eksterne forholdene kan sies å gjøre seg gjeldende i «tid og rom».

På prosjektnivå tas det ikke hensyn til kostnader og gevinster som påløper i andre avdelinger eller på andre tidspunkt. På kort sikt vil investeringer i og pilotering av teknologi på et felt øke kostnadene og svekke økonomien i feltet. Gevinstene melder seg frem i tid som økte utvinningsvolum, ikke bare i prosjektets eget felt, men også i andre felt som selskapet opererer på. Det er grunn til å tro at nye kunnskapen ikke er 100 pst. feltspesifikk. Ny kunnskap utviklet i et teknologiprojekt er dermed overførbart til andre prosjekter i fremtiden. Bruk av styring- og målesystemer for å få prosjektet til å internalisere krevende å utforme siden den eventuelle gevinsten av investeringene kommer mange år frem i tid. Det får Osmundsen til å konkludere slik:

“ Underforsyning av teknologiske nyvinninger er med andre ord ikke bare et problem i samfunnsmålestokk (mellomulike bedrifter), men også internt i den enkelte bedrift, og relevansen er spesielt høy i store bedrifter. Det interne styrings- og belønningssystemet i bedriften vil kunne straffe enkeltavdelinger eller -prosjekter for alle påløpte kostnader til FoU, men ikke godskrive prosjektet med fordeler som andre avdelinger av prosjekter i bedriften har av nyvinningene. Dette kan føre til at man forsøker for lite. Ikke bare i samfunnsøkonomisk forstand, men også rent bedriftsøkonomisk.

En mulig innvendig mot en slik konklusjon er at dette er åpenbare insentivproblemer som selskapets sentrale ledelse er klar over, og tar hensyn i organisering av aktivitetene. Teknologiutviklingsprosjekter som forventes å gi gevinster utover det enkelte felt, kan legges til egne innovasjonsteam som også bærer (deler av) kostnadene. Dette skjedde dels i BPs utvikling av LoSal-teknologi. Samarbeid med forskningsmiljøer og andre teknologimiljøer kan inngå i utviklingsarbeidet. I tillegg kan det utvikles egne kriterier for start og stopp av utviklingsinitiativer, slik det gjøres på mange andre FoU-områder.

Et selskap har langt bedre forutsetning for å løse problemer med bedriftsinterne eksterne virkninger enn det myndighetene har for å løse problemer med samfunnsmessige eksterne virkninger av kunnskapsutvikling.

5 Statlig støttet teknologiutvikling?

Et klimatiltak som har fått mye oppmerksomhet er karbonfangst og -lagring (CCS). Selv om CCS anses å være blant de viktigste teknologiene for å oppnå drastiske utslippskutt i industri og energiproduksjon, er de fremdeles en lite brukt teknologi. Dette til tross for at myndighetene i mange land har bidratt med store FoU-beløp.

Det kan være flere årsaker til at investeringene i CCS holder seg lave. Den mest åpenbare grunnen er at landene ikke gjennomfører tilstrekkelig strenge tiltak for å sikre at Parisavtalens mål blir nådd. Skal de privatøkonomiske insentivene til å investere i og videreutvikle CCS-løsninger bli tilstrekkelig sterke, må aktørene ha tro på at karbonprisen vil øke betydelig.

5.1 Nettverkseffekter og CCS

Basert på diskusjonen ovenfor, kan effekten av den lave karbonprisen på CCS-løsninger forsterkes av stor usikkerhet i investeringskostnadene og høye kapitalkostnader. Kapasitetskranker i FoU-prosjekter kan også medføre at slike investeringer konkurrerer med olje- og gassutviklingsprosjekter. En ny studie av (Golombek, Greaker, Kverndokk, & Ma, 2021) bringer inn et annet forhold som kan dempe utbredelsen av CCS. De beskriver såkalte nettverkseffekter i verdikjeden for CCS, og viser at det kan gi for lave investeringer i CCS, selv i en situasjon der karbonprisen reflekterer den samfunnsøkonomiske kostnaden ved utslipp.

Nettverkseffekter beskriver en situasjon der verdien av et produkt eller tjeneste avhenger av hvor mange andre som kjøper eller tilbyr tjenestene. Verdien av et nettverk avhenger rett og slett av hvor stort nettverket er, og ved såkalte tosidige marker vil størrelsen på nettverket påvirke hvor lønnsomt det er å videreutvikle tjenestene i nettverket. Spillplattformer er et klassisk eksempel. Antall spillere på en plattform påvirker attraktiviteten av plattformen, sett fra spillernes ståsted. Jo flere spillere på plattformen, desto mer attraktivt er det for spillutviklerne å utvikle nye spill, hvilket igjen påvirker spillernes verdsetting av plattformen.

Det er slike effekter de gjenfinner i CCS-verdikjeden. Bedrifter med klimagassutslipp (den ene siden av markedet) må investere i fangstutstyr. Jo flere som gjør akkurat det, desto mer lønnsomt blir det å investere i mottaksterminaler og deponi (den andre siden av markedet). Disse to investeringsbeslutningene er gjensidig avhengige: Jo bedre mottaks- og lagringsmuligheter, desto mer lønnsomt blir det å investere i CO₂-fangst. De finner tre likevekter uten statlig støtte. En stabil likevekt uten investeringer i CCS, en ustabil likevekt med "lavt" investeringsnivå, og en stabil likevekt med "høy" investering i CCS.

Med flere mulige likevekter, der noen er «dårlige» og andre «gode», kan myndighetene spille en viktig koordinerende rolle for å sikre at den beste likevekten realiseres. Myndighetenes rolle i Northern Lights⁴ kan nettopp sees på som en slik koordineringsoppgave utført av myndighetene.⁵

⁴ <https://norlights.com/>

⁵ Beskrivelse hentet fra Golombek m.fl. (2021).

Prosjektet ble satt i gang i 2015 og dekker en terminal på Vestlandet, og et rør fra terminalen til en lagringsplass i Nordsjøen. Anleggene skal eies og drives av et konsortium bestående av Equinor, Shell og Total. Myndighetene gir betydelig økonomisk støtte til prosjektet, med begrunnelse at det skal bevise at CCS er teknisk gjennomførbart. Videre skal prosjektet internalisere lærings- og skaleringseffekter gjennom partnerskapet. I slike prosjekter anser vi det siste som særlig viktig. Teknologiutviklingen som skjer med statlige kapital, bør stimulere læringseffekter som kommer flere bedrifter til gode.

Informasjonsproblemene er krevende for myndighetene å håndtere, blant annet ved å gjøre dem sårbare for lobbyvirksomhet fra enkeltbedrifter. Problemet med påvirknings- eller såkalt «tilkarringsvirksomhet» forsvinner ikke selv om støtten gis til prosjekter som flere bedrifter står bak i et partnerskap, men bidrar likevel til at læringseffektene deles av flere. Dersom nettverkseffektene er sterke, er det i tillegg viktig at statlig støtte gis til nettverk av bedrifter, siden støtten nettopp har sin begrunnelse i å lette koordineringen mot den gode likevekten.

5.2 Mission economy og den aktive stat

En slik tilnærming står i kontrast til politikkbegrunnelsen og politikkkutformingen som økonomen Mariana Mazzucato har tatt til orde for, se f.eks. (Mazzucato, 2021). Hun legger stor vekt på myndighetenes rolle for løse store samfunnsutfordringer som global oppvarming og energiomstilling. Sammen med bl.a. næringslivet skal myndighetene utforme de store målene, utvikle nye markeder og bidra med nødvendig finansiering. Vi mener at hennes politikkbefalinger legger et altfor stort ansvar på myndighetene, med urealistiske krav til politikkenes informasjonsgrunnlag og evne til å treffe riktig.

Desentraliserte løsninger, som i større grad spiller på mangfold av ideer og prøving og feiling, er mindre sårbare for mangelfull informasjon og ikke minst lobbyvirksomhet. Den kjente britiske økonomen John Kay uttrykker sin skepsis slik i en bokanmeldelse i Financial Times:

“*Mazzucato has correctly emphasised the contribution of state funded basic research to Silicon Valley, but thank goodness the development was in the hands of Steve Jobs, Travis Kalanick and Elon Musk rather than a committee in the department of commerce.*

No one has, or could have, the knowledge of present or future required to create or implement successfully the strategies that Mazzucato recommends. Take her modern signature example — Germany's Energiewende, or energy transition to renewables. You will not learn from Mission Economy that this highly political, much publicised and wildly expensive project has brought about significantly smaller reductions in carbon emissions than Britain's quiet, economically and socially beneficial substitution of gas for coal

The failure of the Energiewende illustrates the dangers of moonshots and the mission economy. As talk of a "Green New Deal" becomes more frequent on both sides of the Atlantic, the prospect of more large, costly and ineffectual visionary projects grows.⁶

Selv om Mazzucato mener at det ikke skal plukkes vinnere, er det samtidig vanskelig å se at det ikke er nettopp det som anbefales. Det stiller svært store krav til sentralisert innsikt i hva som er de beste prosjektene.

⁶ Book review by John Kay. Financial Times. 13. January 2021.

5.3 Anbefalte retningslinjer for statlig støtte

I boken «Economics for the common good» oppstiller Jean Tirole flere råd til utforming av statlig støtte (Tirole, 2017):

1. Identifiser årsaken til markedssvikt. CCS-eksemplet som vi kort beskriver ovenfor viser viktigheten av å identifisere de konkrete markedssviktene som begrunner støtten, og utforme støtten som treffer de aktuelle markedssviktene best.
2. Bruk uavhengige eksperter til å velge prosjekter som skal støttes. Det betyr at politikerne må delegerere dette til uavhengige fagråd med et klart mandat for støtteprogrammene. Dette blir fremhevet som en viktig faktor bak suksessen med flere stor satsninger i USA. I små miljøer som i Norge kan dette være vanskelig, ikke minst fordi det blir sett på som viktig å ikke gi slike eksperter en dominerende rolle over lang tid. Ekspertene må skiftes ut og gi rom for nye ideer og vurderinger av hva som er gode prosjekter. Her ligger det også en anbefaling om regelmessig evaluering, som skal gi stoppsignaler eller grønt lys for videre finansiering. Slike underveisevalueringer fungerer beste dersom nye eksperter, uten behov for å forsvare tidligere igangsatte prosjekter, slipper til.
3. Gi støtten på en måte som i minst mulig grad favoriserer enkeltbedrifter. Konkurransen er viktig for innovasjon, og støtten bør ikke undergrave denne. Det betyr også at støtten ikke bør øke etableringsbarrierene for potensielle nykommere, noe som f.eks. utløser krav om deling av kunnskap og teknologi som offentlig støtte har bidratt til å utvikle.
4. Tilbudssiden i industrielle forskningsmiljøer er også viktig for innretting av støtten. Det er ikke bare behovet nye teknologi som avgjør. Behovet kan være stort, men dersom det ikke eksisterer gode miljøer som kan stimuleres, er sannsynligheten stor for at resultatene av FoU-innsatsen blir svake.
5. Private aktører må også gå inn med risikokapital. Uten vilje til å ta risiko, er det grunn til å tro (om enn ikke helt sikkert, gitt vår diskusjon av profittandelen ovenfor) at prosjektet har liten sannsynlighet for å lykkes. Ikke bare ved at de *ex ante* ikke tror på prosjektet, men fordi det påvirker anstrengelsen for å lykkes med prosjekter som igangsettes.

6 Referanser

- Acemoglu, D., Bursztyn, L., & Werning, I. (2012). The environment and directed technical change. *American Economic Review*.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of invention. I *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors* (ss. 609-626). Princeton University Press.
- Austad, T., RezaeiDoust, A., & Puntervold, T. (2010). Chemical Mechanism of Low Salinity Water Flooding in Sandstone Reservoirs. *IEA EOR Workshop & Symposium*. Aberdeen.
- Bloom, N., van Reenen, J., & Williams, H. (2019). A toolkit to promote innovation. *Journal of Economic Perspectives*.
- Bøler, E., Moxnes, A., & Ulltveit-Moe, K. (u.d.). R&D, international sourcing, and the joint impact on firm performance. *American Economic Journal*, 2015.
- (2018). *Evaluation of SkatteFUNN*. Samfunnsøkonomisk analyse.
- Golombek, R., Greiner, M., Kverndokk, S., & Ma, L. (2021). The transition to carbon capture and storage technologies. *Cesifo Working paper*.
- Jones, B., & Summers, L. (2020). A calculation of the social returns to innovation. *NBER*.
- Layti, F. (2017). *Profitability of Enhanced Oil Recovery. Economic Potential of LoSal EOR at the Clair Ridge Field, UK*. Masteroppgave UiS.
- Mazzucato, M. (2021). *Mission economy*. Allen Lane.
- Osmundsen, P. (2013). Økt oljeutvinning fra eksisterende felt. *Magma*.
- Riis, C., & Moen, E. (2022). *Moderne mikroøkonomi. 5. utgave*. Gyldendal.
- Tirole, J. (2017). *The economics for the common good*. Princeton university press.



Vista Analyse AS
Meltzers gate 4
0257 Oslo

post@vista-analyse.no
vista-analyse.no