

ARBEIDSRAPPORT M 1003

Arild Hervik og Lasse Bræin

**EN EMPIRISK TILNÆRMING TIL
KVANTIVISERING AV EKSTERNE
VIRKNINGVER FRA FoU-
INVESTETERINGER**

Arild Hervik og Lasse Bræin

En empirisk tilnærming til kvantifisering av eksterne
virkninger fra FoU-investeringer

Arbeidsrapport M 1002

ISSN: 0803-9259

Møreforsking Molde AS
Juli 2010

Tittel	En empirisk tilnærming til kvantifisering av eksterne virkninger fra FoU-investeringer.
Forfatter(e)	Arild Hervik og Lasse Bræin. Samarbeidsprosjekt mellom SSB og Møreforskning Molde AS
Arbeidsrapport nr	M 1002
Prosjektnr.	2230
Prosjektnavn:	Effektprosjektet i Innokunn
Prosjektleder	Arild Hervik
Finansieringskilde	Norges forskningsråd
Rapporten kan bestilles fra:	Høgskolen i Molde, biblioteket, Boks 2110, 6402 MOLDE: Tlf.: 71 21 41 61, Faks: 71 21 41 60, epost: biblioteket@himolde.no – www.himolde.no
Sider:	57
Pris:	Kr 100,-
ISSN	0803-9259

Sammendrag

Vi presenterer her tre metodiske tilnæringsmåter for å verdsette eksterne virkninger fra FoU investeringer.

Den første metoden knyttes til et prosjekt gjennomført for Vinnova med måling av langsiktige effekter av trafikksikkerhetsforskning i Sverige fra 1970 (Elvik mfl 2009). Arbeidet ble gjennomført av TØI og MFM. Et case herfra illustrerer forutsetningene som må være oppfylt for robust kvantifisering av eksterne virkninger og viser at nytten blir 8 ganger kostnadene ved tiltaket. Dette gjelder utvikling av seter som forebygger nakkeskader ved trafikkulykker. Det vises også til andre sikkerhetstiltak hvor nytten kan kvantifiseres.

Den andre tilnærmingen gjelder kjernereaktorene ved IFE. Arbeidet ble gjennomført av en internasjonal ekspertgruppe med tre norske økonomer og to svenske kjernefysikere med oppdrag å gi regjeringen råd om evt. nedleggning av de to kjernereaktorene for forskningsformål som utgjør en helt vital infrastruktur ved et av våre største forskningsmiljø. Gruppen kvantifiserte ikke nytten av de eksterne virkningene direkte, men beregnet de samfunnsøkonomiske nettokostnadene som nytten minst må være verdt for at forskningen skal være samfunnsøkonomisk lønnsom.

Det tredje eksemplet gjelder brukerstyrte prosjekter støttet av Forskningsrådet. Det er totalt 2200 intervju med bedriftene i perioden 1995-2008 fordelt på tre måletidspunkter; ved oppstart, ved avslutning (i Forskningsrådet) samt resultatmåling fire år etter avslutning. Dette er systematisert i 5 indikatorsett for effektmåling og drøftes i forhold til teori som kan begrunne offentlig støtte. Vi legger her mest vekt på indikatorsettene for eksterne virkninger og hvordan disse inngår i en samfunnsøkonomisk lønnsomhetsvurdering ut fra nytte/kost-metodikk.

Innhold

1.0	INNLEDNING	3
2.0	DET TEORETISKE GRUNNLAGET FOR FOU-STØTTE SAMT SELEKSJONSPROBLEMET	7
3.0	UTVIKLING AV INDIKATORSETT FOR SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMHET	11
3.1	INDIKATORSETT FOR SUKSESS I BEDRIFTEN	11
3.2	INDIKATORSETT FOR ADDISJONALITET	12
3.3	INDIKATORSETT FOR PRIVATØKONOMISK AVKASTNING	13
3.4	INDIKATORSETT FOR EKSTERNE EFFEKTER	16
3.5	INDIKATORSETT FOR SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMHET	22
3.6	SELEKSJONSPROBLEMET AV SAMFUNNSØKONOMISK GODE PROSJEKTER	22
4.0	EKSTERNE EFFEKTER BELYST MED 7 EKSEMPLER (DYBDEINTERVJU)	25
4.1	INTERVJU AXELLIA PHARMACEUTICALS	25
4.2	INTERVJU PCI BIOTECH	30
4.3	INTERVJU ROLLS ROYCE MARINE	34
4.4	INTERVJU BRUNVOLL AS	39
4.5	INTERVJU HEXAGON ASA	42
4.6	INTERVJU MED PLASTO AS	45
4.7	INTERVJU MED ECOXY	48
	REFERANSELISTE	53
	VEDLEGG – INTERVJUGUIDE FOR DYBDEINTERVJU EKSTERNE EFFEKTER	55

1.0 INNLEDNING

Det er en omfattende faglitteratur med casetilnærming for å måle samfunnsøkonomisk avkastning fra FoU-investeringer. Den går tilbake til slutten av 50- tallet med Mansfield som toneangivende økonom, og denne litteraturen viser store måleproblemer med å identifisere kvantitativt samfunnsøkonomiske effekter fra FoU. Spesielt oppstår problemene med å identifisere og måle på en robust måte eksterne effekter fra FoU-investeringer. I dette arbeidet har vi spesielt fokusert ulike tilnærminger til å kvantifisere eksterne virkninger som en viktig komponent i den samfunnsøkonomiske avkastning fra FoU-investeringer.

Erfaringene fra arbeidene til Mansfield er at verdien av eksterne effekter kan være høy og i mange tilfeller høyere enn den privatøkonomiske avkastningen som er internalisert i utførende FoU-bedrift. Noen case gir grunnlag for rimelig robust kvantifisering av slike eksterne effekter. I våre arbeider har vi nylig gjennomført en analyse for det svenske forskningsrådet Vinnova og som kan illustrere kvantifiseringsproblemet hvor vi kan gjøre en mer fullstendig nytte/kost analyse av FoU med tilsvarende konklusjon at avkastningen er høy. (Elvik m.fl. 2009). Vi estimerer her netto nytte av investeringer i forskning på trafiksikkerhet. Vi har valgt 5 case selektert etter grundig dokumentasjon fra vitenskapelig publisering på at denne svenske forskningen har betydd noe rent forskningsmessig. Som eksempel skal vi her se nærmere på to case som begge er innrettet mot vitenskapelig utvikling av utstyr for bedre nakkebeskyttelse ved kollisjoner. For begge disse to casene er det grundig vitenskapelig dokumentert effekt på redusert dødelighet og skadde årlig fra nytt utviklet utstyr på biler. I tillegg er det viktig at vi har dokumentasjon på det kontrafaktiske problem som krever at reduksjonen ikke ville kommet uten utstyret og at forskningen ga opphav til utvikling av utstyret.

Det ene caset startet som grunnforskning ved Chalmers i 1986 og ledet frem til kontraktsforskning ved Volvo/Saab i 1994. Utviklingen av en patentert utforming av seter ble installert i nye biler fra 1998. En stor database i Sverige som beskriver skadeomfang ved ulykker, ga grunnlag til vitenskapelig dokumentert effekt som viste at alvorlige skader ble redusert med 50 %. Dette var resultat av en metaanalyse fra 5 ulike studier av effekter fra denne typen seter installert i Volvo/Saab som standard-løsning samt i 5000 Toyotaer. Denne effektanalysen på reduksjon i dødelighet samt hardt skadde og lettere skadde, kan konverteres til samfunnsøkonomisk nytteverdi fordi det er en omfattende forskningslitteratur om verdien per redusert skade. Disse beregningene leder fram til neddiskontert fremtidig nytte med en faktor på over 7 ganger samlet kostnad.

Det andre caset var utvikling av sidebeskyttelse som kollisjonsputer. Dette startet som grunnforskning ved Chalmers og ble senere kontraktsforskning med Autoliv. Fra 2002 ble slikt utstyr installert i biler. Også her finner vi grundig vitenskapelig

dokumentasjon på sparte liv og skader, og vi kan konvertere denne effekten til samfunnsøkonomisk nytte ved etablerte nøkkeltall. Vi finner neddiskontert nytte med en faktor på nesten 4 ganger samlet kostnad. Begge disse to eksemplene viser eksterne effekter som følge av forskning og nytteverdien blir dokumentert å være høy og det gjelder også for de tre andre casene i denne analysen (Elvik m.fl. 2009).

Den andre metodiske tilnærmingen vi her skal belyse med case, er når det ikke er faglig forsvarlig å forsøke å kvantifisere de eksterne effektene. Den metodiske tilnærmingen er her, som i det omtalte eksemplet hvor vi har mer fullstendig kvantifisering av nytteeffektene, bruk av nytte/kostnadsanalyser. Dette eksemplet er hentet fra en internasjonal ekspertgruppe hvor Møreforskning Molde hadde lederansvar og sekretariat. Oppdraget kom fra regjeringen med Forskningsrådet som bestiller og var en mer klassisk nytte/kost analyse hvor FoU-investeringene virker gjennom infrastruktur som her er to forskningsreaktorer som grunnlag for forskning ved et av landets største forskningsmiljø, IFE. Utfordringen var beregning av samfunnsøkonomisk nettonytte til hjelp for beslutningstaker som skulle bestemme videreføring eller nedleggelse av de to forskningsreaktorene (Forskningsrådet, 2008).

I nytte/kostnadsanalysen sammenholder vi nullalternativ – nedleggelse - mot videre drift ved hver av alternativene IFE Halden og IFE Kjeller. Kostnadene er knyttet til risiko for reaktorulykker og lagringsproblemet samt offentlig støtte. Nyten er betalingsvillighet fra brukerne av forskningen og forebygging av reaktorulykker i norske nærområder samt som globalt, kollektivt gode. I tillegg kommer den pekuniære eksterne virkningen i atomkraftindustrien med økt økonomisk effektivitet som følge av reaktorforskning og den rene kunnskapseksternaliteten gjennom det internasjonale forskningsnettverket som IFE deltar i som gir grunnlag for å kunne høste også i Norge fra den internasjonale kunnskapsallmenningen. I prosjektet beregnes kvantitativt betalingsvillighet fra brukerne som i stor grad er internasjonale bedrifter som betaler for forskningen gjennom sitt felles OECD-forskningsprogram, og dette gir betydelige eksportinntekter for IFE. Ulykkesrisiko og lagring er anslått å gi svært lave kostnader fordi dette er to små reaktorer med lav ulykkesrisiko, og småskader ved risiko og ekstra lagringskostnader utover de man allerede har for lagring av akkumulerte avfallsmengder, er små. For hver av reaktorene finner vi netto samfunnsøkonomisk kostnad på videre drift å være rundt 15 mill kroner årlig vurdert mot alternativet nedlegging. Dette er da den nettokostnaden som må dekkes opp fra alle de positive eksterne virkningene som det innebærer å drive internasjonal forskning av høy kvalitet med rundt 250 FoU-årsverk på hvert sted. En rimelig hovedkonklusjon her er at den positive verdien av de eksterne effektene overstiger den samfunnsøkonomiske nettokostnad på 15 millioner kroner pr år. Regjeringen valgte også å ta rådet fra den internasjonale ekspertgruppen og videreføre forskningen ved IFE og gi ny konsesjon for de to forskningsreaktorene.

Disse to metodiske tilnærmingene fra bruk av nytte/kostnadsanalyser som viser ytterpunktene med alternative full kvantifisering av eksterne effekter og alternativt å overlate til beslutningstaker å avgjøre om den samfunnsøkonomiske kostnaden, kan forsvare den mer subjektive vurdering av eksterne effekter. I det arbeidet som presenteres nedenfor skal vi dokumentere nærmere eksempler som gir rom for robust kvantifisering, andre hvor vi ikke kan kvantifisere og endelig eksempler som faller i en mellomstilling når det gjelder kvantifisering. Arbeidet bygger på flere år

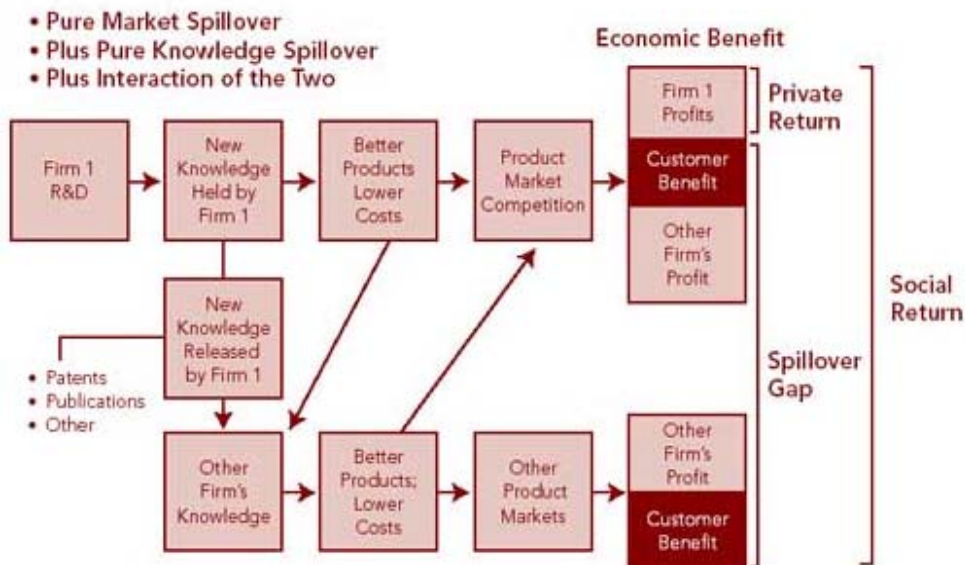
med empiriske undersøkelser av BIP-prosjekter rundt 300 prosjekter som intervjues pr år over en periode på 15 år. Det er lagt vekt på å sette sammen ulike indikatorsett som bygger opp under vurderingene av samfunnsøkonomisk lønnsomhet fra brukerstyrt forskning. Indikatorene benyttes til å belyse det kontrafaktiske problem (addisjonalitet), privatøkonomisk avkastning og eksterne virkninger med fokus på "wider impacts" som skaper økonomiske gevinster utenfor de støttede bedriftene. Fortsatt er hovedtilnærmingen nytte/kostnadsanalyse, men nå med vekt på å utvikle indikatorsett som illustrerer måleproblemet og hvor vi ikke finner svaret som ett tall, men ved hjelp av indikatorsett bygger opp en konklusjon som uttrykker indikasjoner på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Dette kan vi se på som en tredje tilnærming i forhold til de to omtalte metodene foran. De tre metodiske tilnærmingene kan supplere hverandre for å forstå mer av lønnsomhet ved FoU-investeringer og spesielt måleproblemene med eksterne virkninger.

Finansiering av Brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP) er ett av virkemidlene i Forskningsrådets støtteordninger. Virkemidlet inngår i en helhetlig virkemiddelpakke hvor et sentralt mål er å øke forskningsbasert verdiskaping. Over statsbudsjettet er brorparten av den årlige FoU-bevilgningen, som i 2010 er ca 23 milliarder kroner, finansiering av FoU i universitets- og høyskolesystemet hvor det meste av grunnforskningen finner sted. I tillegg har vi i Norge en betydelig instituttsektor som utfører kontraktforskning for næringslivet. Brukerstyrt forskning inngår i denne helheten som et incentivsystem for at bedriftene kan høste mer fra FoU-institusjonene for å generere økt verdiskaping på bedriftenes premisser. En viktig faglig begrunnelse for FoU-investeringene både ved universiteter og høyskoler, instituttsektoren og brukerstyrt FoU, er markedsimperfeksjoner med fokus på eksterne virkninger. Indikatorsettet som her presenteres belyser også graden av eksterne virkninger i de brukerstyrte prosjektene, men virkemiddelet vil i tillegg ha den effekt at det øker graden av eksterne virkninger i de mer grunnforskningsorienterte systemene. For utforming av et effektivt helhetlig virkemiddelapparat er det viktig å se samspillet mellom virkemidlene slik dette ble drøftet i NOU 2000:7 "Ny giv for nyskaping."

En hovedkonklusjon fra den empiriske gjennomgangen av indikatorsettet i arbeidet som følger, er at korrigert for addisjonalitet (det kontrafaktiske problem) er den langsiktige privatøkonomiske avkastningen beregnet til netto nåverdi på mellom 4 og 6,9 milliarder kroner. De eksterne virkningene gjennom markedseffekter og kunnskapsoverføring lar seg derimot ikke tallfeste i kroner. Basert på de empiriske undersøkelsene, og justert for addisjonalitet, vil det være et betydelig potensial for eksterne virkninger i rundt 20 % av prosjektene. Den akkumulerte effekten målt på lang sikt indikerer at det her er mange gode prosjekter privatøkonomisk med god effekt på kunnskapsutvikling i bedriftene, samt mange med store eksterne virkninger, at samlet synes den samfunnsøkonomiske avkastning å være god.

2.0 DET TEORETISKE GRUNNLAGET FOR FOU-STØTTE SAMT SELEKSJONSPROBLEMET

Figur 1 illustrerer hvordan privat- og samfunnsøkonomisk avkastning fra FoU-aktivitet oppstår gjennom markedseffekter, kunnskapsoverføring og samspillet mellom de to. Den FoU-utførende bedriften (bedrift 1) genererer ny kunnskap som brukes til å forbedre egne produkter eller oppnå kostnadsbesparelser. Markedskonkurranse fører til at noe av verdien fra bedriftens forbedringer kommer kundene til gode i form av lavere priser eller høyere kvalitet (økt konsumentoverskudd). Kunnskapen utviklet i bedrift 1 kan flyte over til andre bedrifter gjennom publisering og patenter, i tillegg til at kunnskap spres gjennom forskningsresultater innebygget i nye kommersielle produkter og prosesser. Noen av bedriftene som drar nytte av den overførte kunnskapen er konkurrenter til bedrift 1, og kan gjennom introduksjon av billigere eller bedre produkter skape ytterligere nytteverdi for kundene. Andre bedrifter kan benytte den opprinnelige kunnskapen til å skape forbedrede produkter eller kostnadsbesparelser i egne markeder som igjen bidrar til profitt og konsumentoverskudd. Figuren gir en samlet oversikt over alle effekter som skal med i en samfunnsøkonomisk lønnsomhetsvurdering.

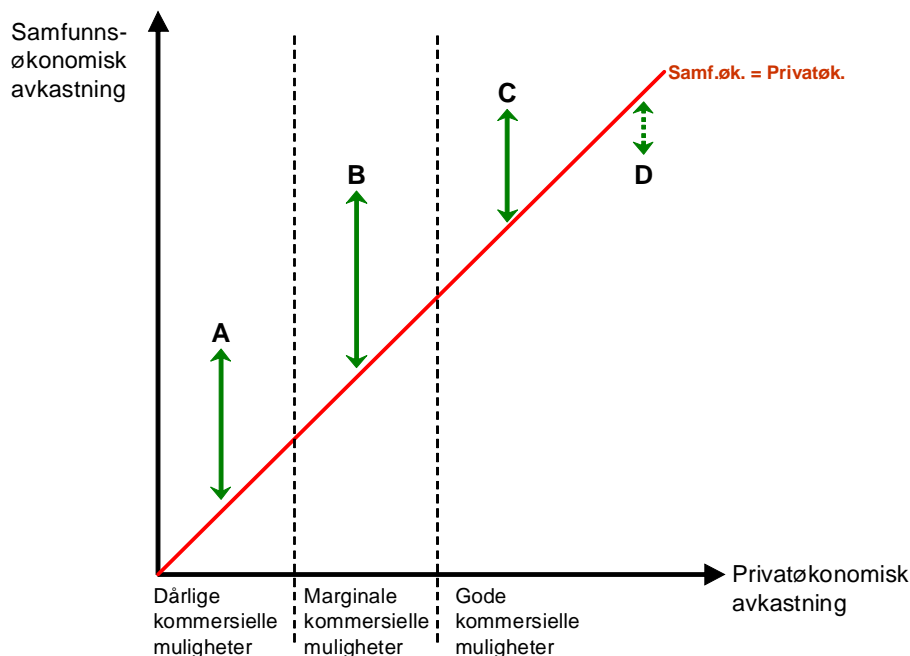


Figur 1 Illustrasjon av privat- og samfunnsøkonomisk avkastning gjennom markedseffekter og kunnskapsoverføringer. Kilde: NIST GCR 03-8571.

¹ Illustrasjonen er hentet fra: Rosalie Ruegg (Ed.), 2003. A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment, NIST GCR 03-857, p. 93. (<http://www.atp.nist.gov/eao/gcr03-857/contents.htm>). Illustrasjonen er basert på Jaffe, Economic Analysis of Research Spillovers, 1996.

Forskningsrådets støtte til brukerstyrt forskning er et selektivt virkemiddel, og argumentet for en selektiv støtteordning er at det offentlige kan innrette støtten mot prosjekter som forventes å ha store positive eksterne virkninger.

Et teoretisk utgangspunkt for prosjektseleksjon finner vi hos Jaffe (1998) hvor vurdering av potensialet for positive eksterne virkninger ("spillover"), privatøkonomisk avkastning og addisjonalt legges til grunn. Figur 2 viser sammenhengen mellom forventet samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk avkastning for et sett av hypotetiske FoU-prosjekter. 45°-linjen fra origo representerer prosjekter hvor den samfunnsøkonomiske avkastningen er lik den privatøkonomiske (den privatøkonomiske avkastningen inngår som ett element i den samfunnsøkonomiske avkastningen). Alle prosjekter over denne linjen (her representert ved prosjektene A, B og C) har positive eksterne virkninger hvor de vertikale pilene angir størrelsen på dette såkalte "spillover-gapet" (som utgjør det andre elementet i den samfunnsøkonomiske avkastningen).



Figur 2 Modell for prosjektseleksjon. Kilde: Jaffe (1998).

Dersom kriteriet for prosjektseleksjon er størst mulig samfunnsøkonomisk avkastning ville prosjekt C være det foretrukne alternativet, men siden dette prosjektet også har høy bedriftsøkonomisk avkastning vil private aktører ha incentiver til å finansiere prosjektet på egen hånd. Dersom prosjektene rangeres etter størrelsen på "spillover-gapet" ville prosjektene A og B være foretrukket fremfor C. Selv om et prosjekt som A har store eksterne virkninger vil det være stor usikkerhet omkring prosjektets evne til å lykkes kommersielt og dermed realisere de eksterne virkningene. Prosjekt B, med betydelige eksterne virkninger, har større sannsynlighet for å lykkes kommersielt og er dermed en mer støtteverdig kandidat. Prosjekt D i figuren har både høy samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk avkastning, men med negative eksterne effekter. Et slikt prosjekt kan være utvikling av en teknologi som er et nært substitutt

til eksisterende teknologi og hvor gevinsten i prosjektet går på bekostning av produsentoverskuddet hos andre aktører.

Gjennom å velge prosjekter med størst mulig forventede spillover-effekter og hvor utsiktene til privatøkonomisk avkastning i bedriftene er marginale, vil det bidra til at den offentlige støtten i mindre grad fører til fortregning av private FoU-investeringer, dvs. høyere innsatsaddisjonalitet.

3.0 UTVIKLING AV INDIKATORSETT FOR SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMHET

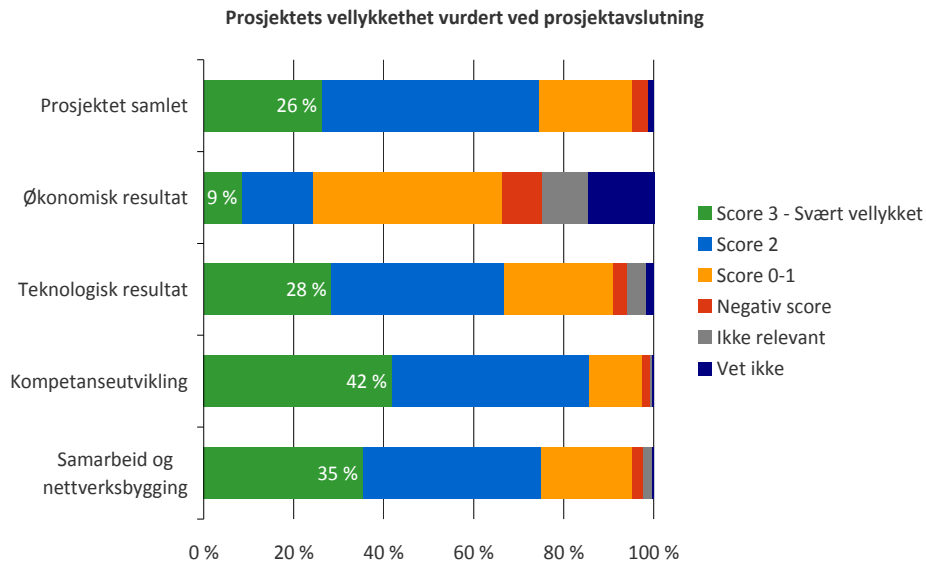
Vi starter presentasjonen her med ulike indikatorer som viser hva som betyr mest internt i bedriftene som utfører forskningsprosjektet. Dernest trekker vi frem indikatorer for addisjonalitet for å belyse det kontrafaktiske problem, hva ville skjedd i fraværet av FoU-støtte fra Forskningsrådet. Det tredje indikatorsettet belyser privatøkonomisk avkastning hvor vi har hentet data på prosjektnivå fra oppstart via prosjektavslutning til langsiktig måling fire år etter for økonomiske resultater i bedriftene. Det fjerde indikatorsettet belyser eksterne virkninger med fokus på "wider impacts" som skaper økonomiske gevinster utenfor de støttede bedriftene. Til slutt setter vi disse indikatorsettene inn i en samlet oversikt for å belyse samfunnsøkonomisk avkastning fra prosjektene. Det er ikke mulig å fastsette den samfunnsøkonomiske avkastning med ett tall og vi velger derfor å bygge opp vurderingen rundt de fire indikatorsettene.

De ulike indikatorsettene bygger på omfattende empiriske undersøkelser gjennomført over flere år hvor kontraktspartnerne (bedriftene) intervjues i forbindelse med oppstart og avslutning av prosjektene, samt langsiktig resultatmåling fire år etter avslutning. Hvert år gjennomføres det 250-300 intervjuer med bedriftene, og samlet har vi i dag 2 200 observasjoner fordelt på de tre måletidspunktene. I denne prosjekt-sammenhengen har vi utviklet empirisk intervju spørsmål for å kartlegge eksterne virkninger slik bedriftene selv subjektivt vurderer disse. De spørsmålene vi utformer overfor prosjekteierne 7-8 år etter oppstart i det vi omtaler som langsiktig resultatmåling, følger den teoretiske plattformen og vi finner også tilsvarende spørsmål fra analyser i ATP. Vedlegget viser det skjema vi har lagt til grunn og det er gjennomført 54 telefonintervju med prosjekteierne. I tillegg har vi gjennomført 7 dybdeintervju med utvalgte prosjekteiere som er oppsøkt direkte. Alle intervjuene er grundig dokumentert i dette arbeidet til slutt i teksten med fokus på å kartlegge og kvantifisere eksterne effekter fra disse intervjuene.

3.1 Indikatorsett for suksess i bedriften

Ved prosjektavslutning oppgir 74 % av bedriftene for alle avsluttede prosjekter i perioden 2000-08 at prosjektet samlet sett er vellykket. Bare 24 % har høy score for økonomisk resultat, mens 86 % oppgir høy score for kompetanseutvikling og 75 % mener samarbeid og nettverksbygging har vært vellykket, se figur 3 som illustrerer dette.

Ved prosjektavslutning mener 37 % at prosjektet samlet sett har vært meget viktig for bedriftens utvikling. Om lag 20 % oppgir at prosjektets økonomiske resultat har hatt meget stor betydning for bedriftens utvikling. Også for denne indikatoren er det kompetanseutvikling i bedriften som skårer høyest der 46 % oppgir at prosjektet har vært meget viktig for bedriftens utvikling.



Figur 3 Vurdering av prosjektets vellykkethet ved avslutning, avsluttede BIP-prosjekter 2008-08.

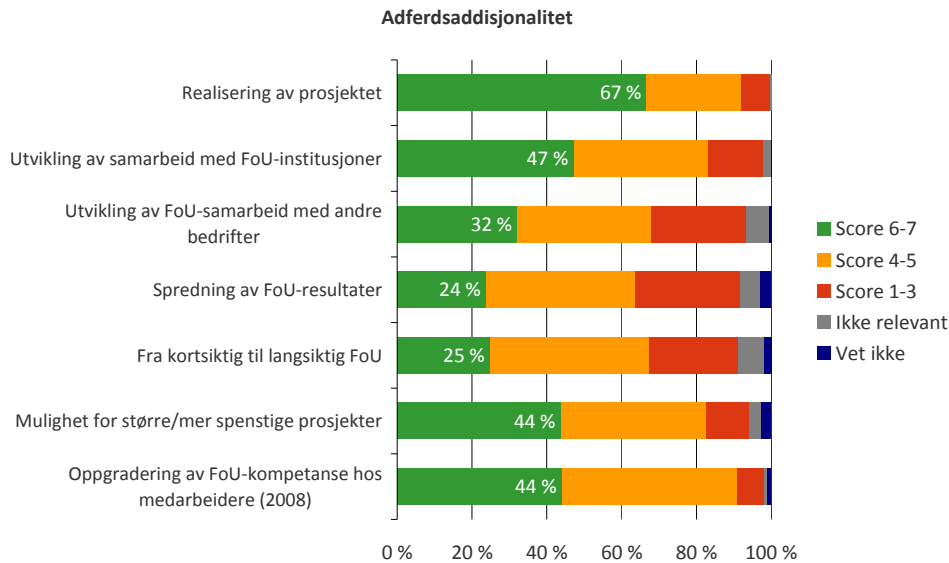
I de langsiktige resultatmålingene vurderer bedriftene at 67 % av prosjektene til å ha stor betydning for utvikling av egen kompetanse, 47 % anser prosjektet for å ha stor betydning for utvikling av nye teknologi og 45 % har stor betydning for utvikling av samarbeid med FoU-institusjoner. For bedriftsøkonomiske indikatorer er betydningen størst for utvikling av konkurransevne på lang sikt og i mindre grad for vekst, overlevelse og produktivetsforbedringer hvor rundt 20 % av bedriftene indikerer stor betydning.

Konklusjon: Indikatorene viser at prosjektene oppleves som vellykket i bedriftene. Det er først og fremst kompetanseutvikling og kunnskapsbygging som tillegges vekt og i mindre grad økonomiske resultater på dette tidspunkt da prosjektet nettopp er avsluttet. Hovedkonklusjonen underbygges også av andre indikatorer.

3.2 Indikatorsett for addisjonalitet

Det kontrafaktiske problem er av stor betydning for å vurdere støttens treffsikkerhet. Subjektive indikatorer for addisjonalitet (innsats- og adferdsaddisjonalitet) synes ut fra våre erfaringer mer robuste enn ofte antatt. Måling av innsatsaddisjonalitet indikerer at støtten er fullt utløsende for 48 % av nye prosjekter i perioden 2000-08.

Når vi undersøker hvordan Forskningsrådets støtte påvirker bedriftenes FoU-arbeid, mener 2/3 at støtten i meget stor grad bidrar til realisering av prosjektet, 47 % mener støtten i meget stor grad påvirker samarbeidet med FoU-institusjoner, mens 32 % legger stor vekt på betydningen for FoU-samarbeid med andre bedrifter, se figur 4 som illustrerer dette.



Figur 4 Adferdsaddisjonalitet vurdert av bedriftene ved oppstart, nye BIP-prosjekter 200-08.

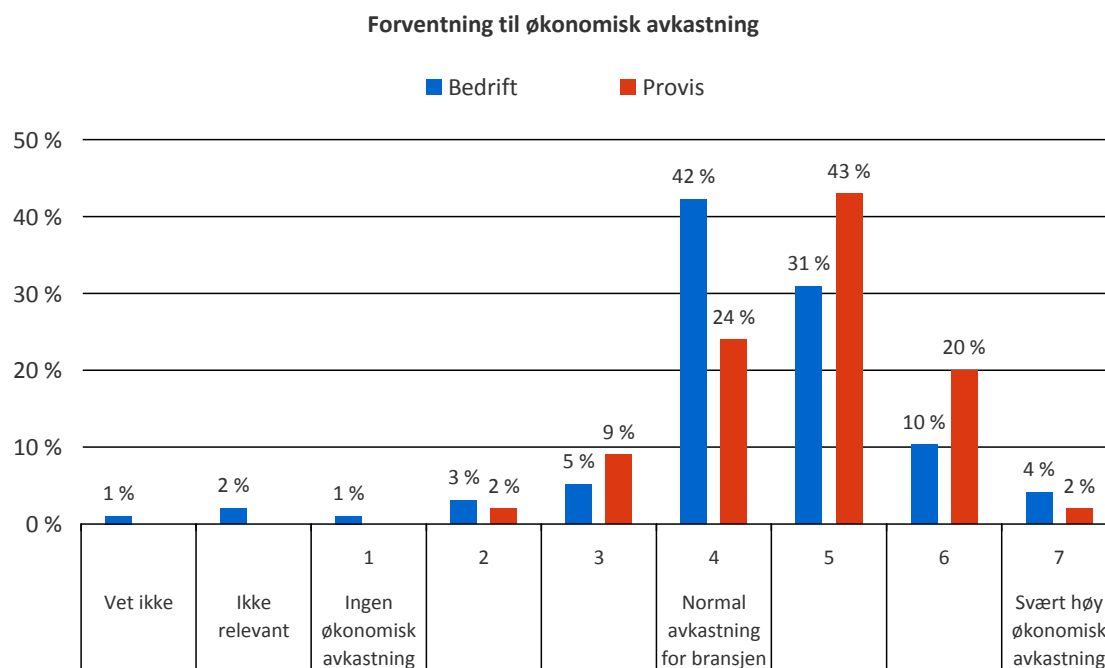
Konklusjon: Støtten er utløsende for over halvparten av prosjektene og påvirker positivt bedriftenes FoU-arbeid med utvikling av nettverk og samarbeid foruten prosjektenes langsiktighet og størrelse.

3.3 Indikatorsett for privatøkonomisk avkastning

Bedriftene blir utfordret til å kvantifisere økonomisk avkastning både ved oppstart og avslutning i Forskningsrådet samt fire år senere (langsiktig måling). Analysene av bedriftenes økonomiske anslag viser at optimisme ved oppstart for mange nedjusteres kraftig i den langsiktige målingen. Vi har fulgt 709 prosjekter med avslutning i perioden 1996-2005 gjennom alle fasene og finner at samlet forventet avkastning ved oppstart kan estimeres til netto nåverdi (NNV) på 20 milliarder kroner (226 bedrifter oppgir økonomiske data). For denne gruppen nedjusteres avkastningen til NNV 8,4 milliarder kroner i den langsiktige målingen. De øvrige 483 bedriftsprosjektene har ikke forventninger om økonomisk avkastning ved oppstart, mens de i den langsiktige målingen likevel oppgir økonomiske resultater beregnet til NNV 4,3 milliarder kroner.

Samlet har de 709 prosjektene en avkastning på 12,7 milliarder kroner (NNV) som gir en svært god avkastning på forskningsinnsatsen som utgjør 6,9 milliarder kroner. Størstedelen av avkastningen er knyttet til forventet fremtidig inntjening og av dette er drøyt 80 % knyttet til kun 19 prosjekter (dvs. 12 % av de 165 prosjektene med økonomiske anslag fire år etter prosjektavslutning).

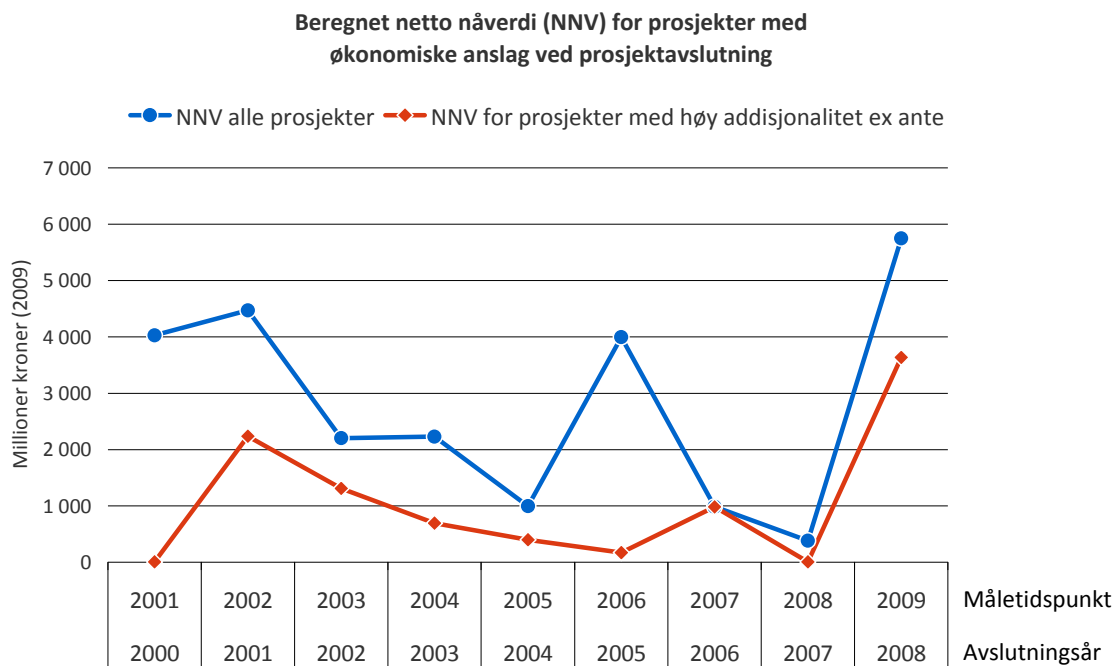
Figur 5 viser bedriftenes forventning til økonomisk avkastning fra FoU-prosjektet ved oppstart for prosjekter påbegynt i 2008, samt vurderingen som er foretatt av ekspertpanel i prosjektseleksjonen (Provis). Bedriftenes forventninger er at 42 % av prosjektene vil gi en normal avkastning tilsvarende den bransjen de opererer i (gitt kommersiell suksess), mens det var 24 % av prosjektene som hadde denne vurderingen i prosjektseleksjonen. For omtrent 45 % av prosjektene forventes en avkastning høyere enn normalavkastningen, mens 65 % av prosjektene hadde tilsvarende vurdering i Provis.



Figur 5 Forventning til økonomisk avkastning fra prosjekt vurdert av bedriftene ved oppstart og i Provis, nye BIP-prosjekter 2008.

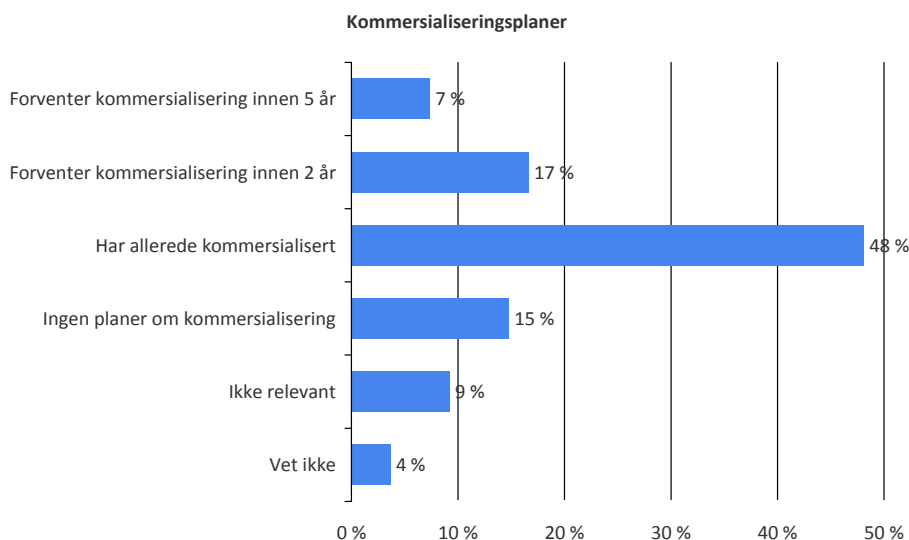
Figur 6 viser beregnet netto nåverdi (NNV) for avsluttede BIP-prosjekter i perioden 2000-08 basert på bedriftenes anslag for oppnådde og videre forventninger til økonomiske resultater ved prosjektavslutning. Samlet NNV for 201 prosjekter i hele perioden er på 25 milliarder kroner, men med store variasjoner mellom årgangene. For prosjekter avsluttet i 2008 er NNV beregnet til 5,7 milliarder kroner basert på forventede anslag, men med en spredning fra 1,4 milliarder (lavt anslag) til 9,4 milliarder (høyt anslag). Justert for innsatsaddisjonalitet rapportert av bedriftene ved oppstart vil total NNV på 25 milliarder kroner reduseres til 9,5 milliarder.

Intervjuene som ble gjennomført i 2008 var før finanskrisen, men ved inngangen til forventet konjunkturedgang og for 2008 var avkastningen lav. Intervjuene i 2009 var gjennomført tidlig høst og til tross for finanskrisen og stor usikkerhet om videre konjunkturforløp ser vi at økonomisk avkastning er på sitt høyeste i hele måleperioden. Vi merker og spesielt for 2009 at nedjusteringen for full addisjonalitet (bare avkastningen med full innsatsaddisjonalitet er med) er liten. At svingningene er så store fra år til år vil avspeile særtrekk ved denne typen prosjekter eller bedrifter som finner sin parallell i REC (Renewable Energy Corporation) som i verdi på børsen har variert fra topp med 147 milliarder og til i dag rundt 20 milliarder kroner.



Figur 6 Beregnet netto nåverdi (NNV) basert på økonomiske anslag fra bedriftene ved prosjektavslutning, avsluttede BIP-prosjekter 2000-08.

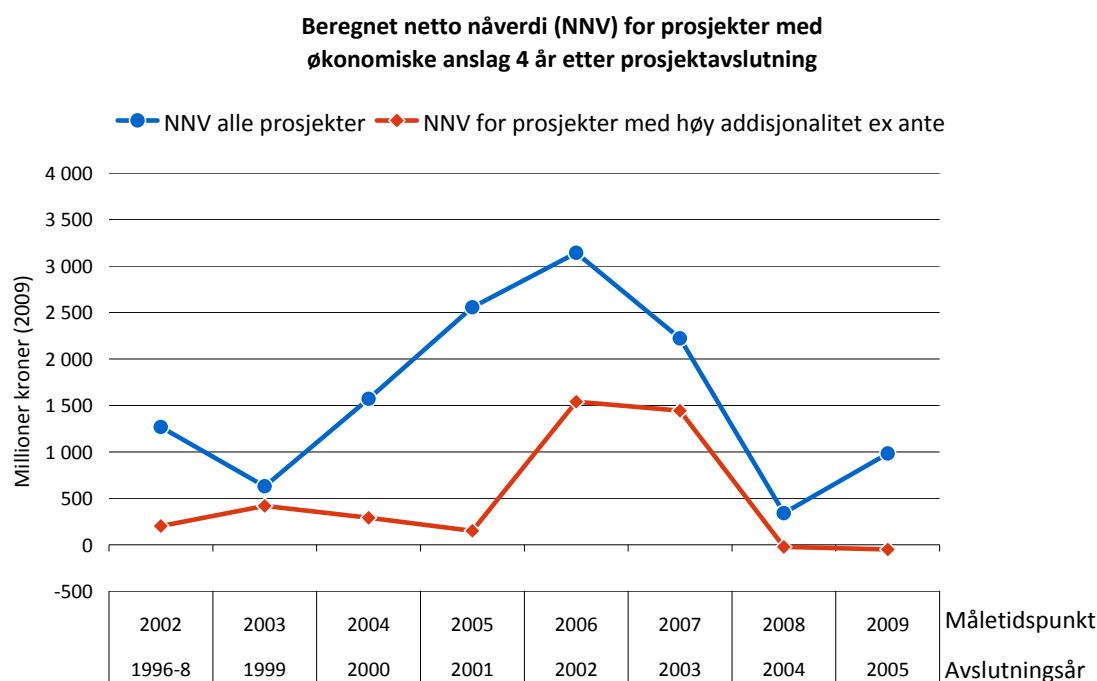
Undersøkelsen i 2009 av prosjekter som ble avsluttet i 2005 viser at 48 % av prosjektresultatene var kommersialisert eller tatt i bruk, mens ytterligere 24 % av prosjektene forventes å føre til kommersialisering innen to til fem år, se figur 7. Selv fire år etter prosjektavslutning er det en stor andel av bedriftene som ennå ikke har fått tatt ut det kommersielle potensialet i prosjektet.



Figur 7 Status for kommersialisering av resultater fra FoU-prosjektet fire år etter prosjektavslutning, avsluttede BIP-prosjekter 2005.

Beregnet NNV for prosjekter som ble avsluttet i perioden 1996-2005 basert på anslag fire år etter avslutning er vist i figur 8. Samlet langsiktig avkastning for alle prosjektene i denne perioden er på 12,7 milliarder kroner, men med store variasjoner

over tid og hvor målingene for de siste to årgangene kan synes å ha fanget opp den generelle økonomiske utviklingen og NNV er svært lav. Justert for innsatsaddisjonalitet rapportert ved oppstart reduseres anslaget fra 12,7 milliarder til ca 4 milliarder kroner samlet sett.

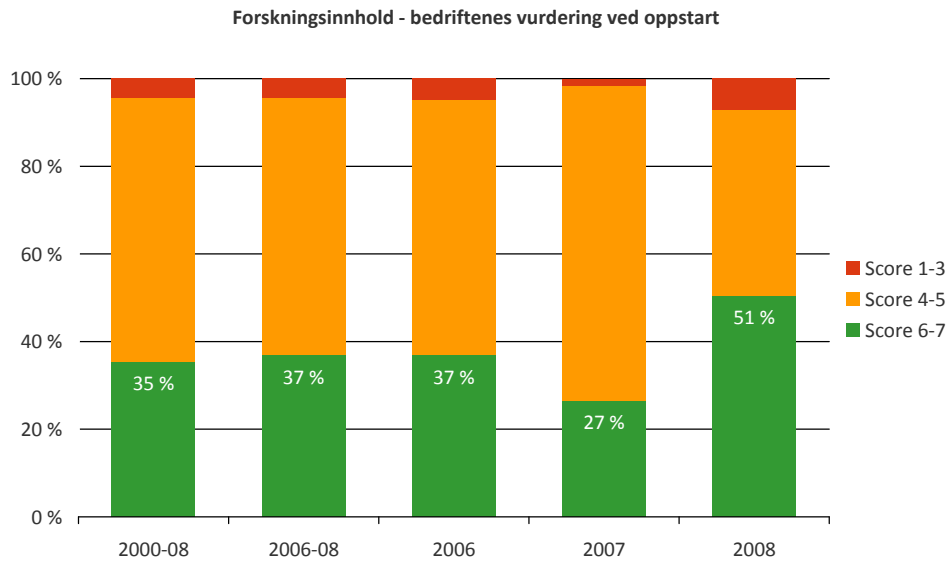


Figur 8 Beregnet netto nåverdi (NNV) basert på økonomiske anslag fra bedriftene fire år etter prosjekt-avslutning, avsluttede BIP-prosjekter 1996-2005.

3.4 Indikatorsett for eksterne effekter

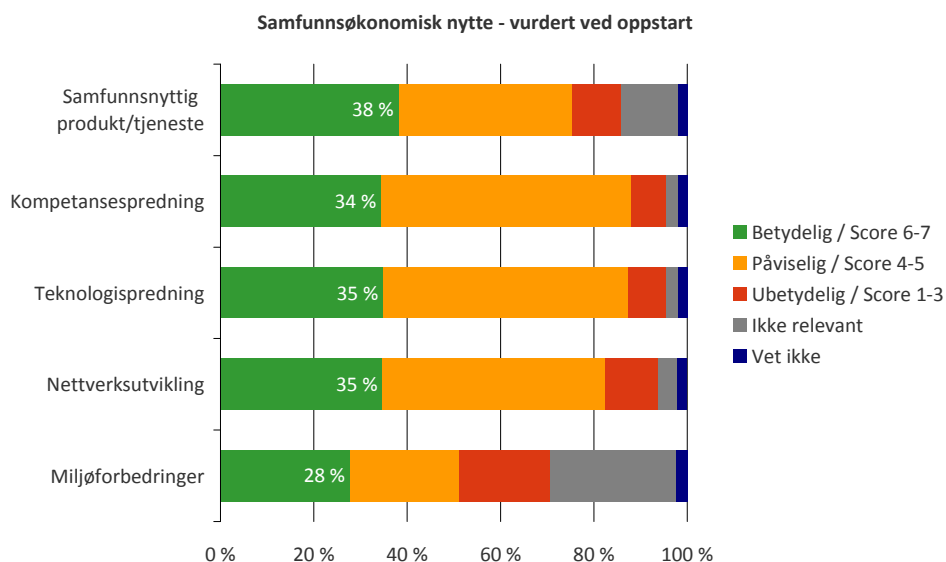
Spredning av teknologieresultater fra FoU-prosjektene er eksempler på viktige indikatorer for eksterne effekter, og vi finner at rundt 30 % mener det oppnås slike effekter fra prosjektene. Vel 20 % mener det oppnås samfunnsnyttige produkter og tjenester fra prosjektene, og hele 40 % mener at det oppstår eksterne effekter i form av kompetansebygging. Viktige indikatorer for å følge kunnskapsutvikling/-spredning fra prosjektene, er også antall doktorgrader, publisering i vitenskapelige tidsskrifter, omfang av innovasjoner, nye produkter/tjenester, samt nye samarbeidsnettverk i FoU-systemet. Alle indikatorene peker mot at det skapes potensial for eksterne virkninger.

FoU-innhold i prosjektene er også en indikator som sier noe om potensialet for eksterne virkninger og figur 9 viser bedriftenes egen vurdering av forskningsinnholdet i prosjektene ved oppstart. For perioden 2000-08 er 35 % av prosjektene rapportert å være i forskningsfronten (score 6-7), mens 60 % anses for å være anvendt forskning (score 4-5). For prosjekter med oppstart i 2008 er andelen med svært høyt forskningsinnhold oppe i 51 %, mens tilsvarende vurdering i prosjektseleksjonen (Provis) tilsier at 34 % av prosjektene har et så høyt forskningsinnhold.



Figur 9 Forskningsinnhold i prosjektet vurdert av bedriftene ved oppstart, nye BIP-prosjekter 2000-08.

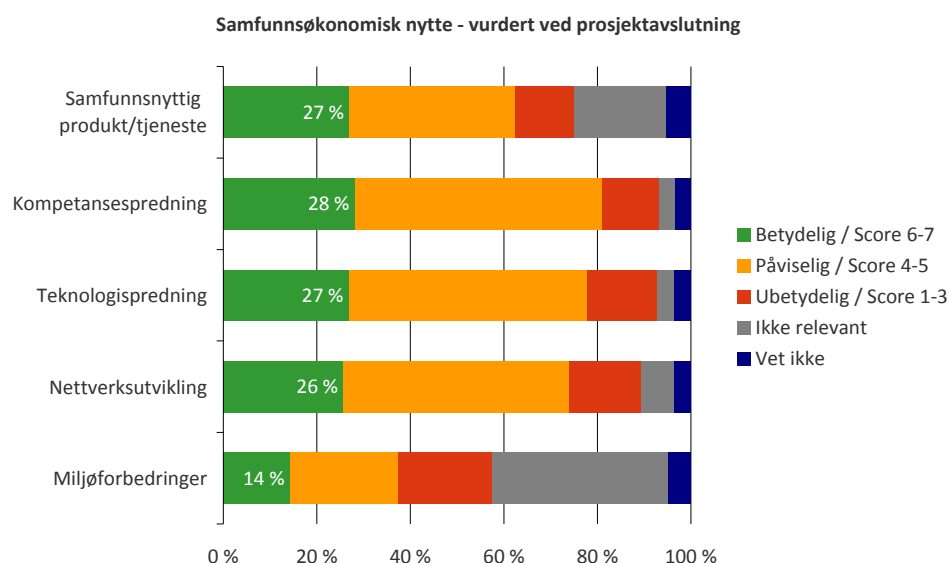
I forbindelse med oppstart bes bedriftene om å vurdere den samfunnsøkonomiske nytten av prosjektene for ulike indikatorer, se figur 10. For de årgangene som er undersøkt (2002-08) mente bedriftene at 38 % av prosjektene ville bidra til betydelige effekter i form av samfunnsnyttige produkter eller tjenester. I tillegg ble det forventet betydelige effekter i 1 av 3 prosjekter i form av kompetanse- og teknologispredning og nettverksutvikling. Betydelige effekter knyttet til miljøforbedringer var forventet i 28 % av prosjektene.



Figur 10 Samfunnsøkonomisk nytte vurdert av bedriftene ved oppstart, nye BIP-prosjekter 2002-08.

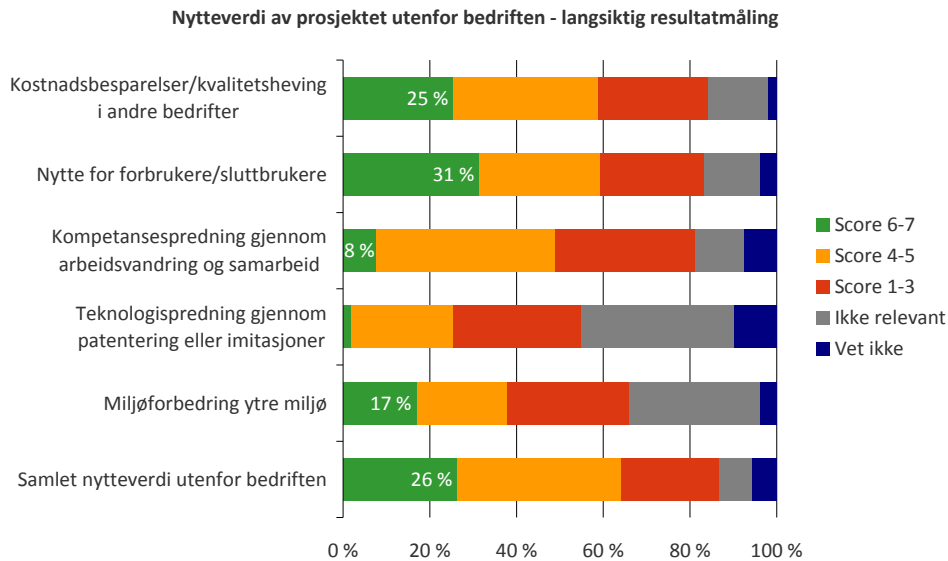
Den samme vurderingen av samfunnsøkonomisk nytte er også tatt opp igjen ved prosjektens avslutning og her er andelen med betydelige effekter for de ulike indikatorene noe redusert i forhold til vurderingene ved oppstart. Figur 11 viser at ved avslutning anses 26-28 % av prosjektene å bidra til betydelige effekter målt ved

de ulike indikatorene med unntak av miljøforbedringer hvor 14 % av prosjektene har et betydelig potensial.



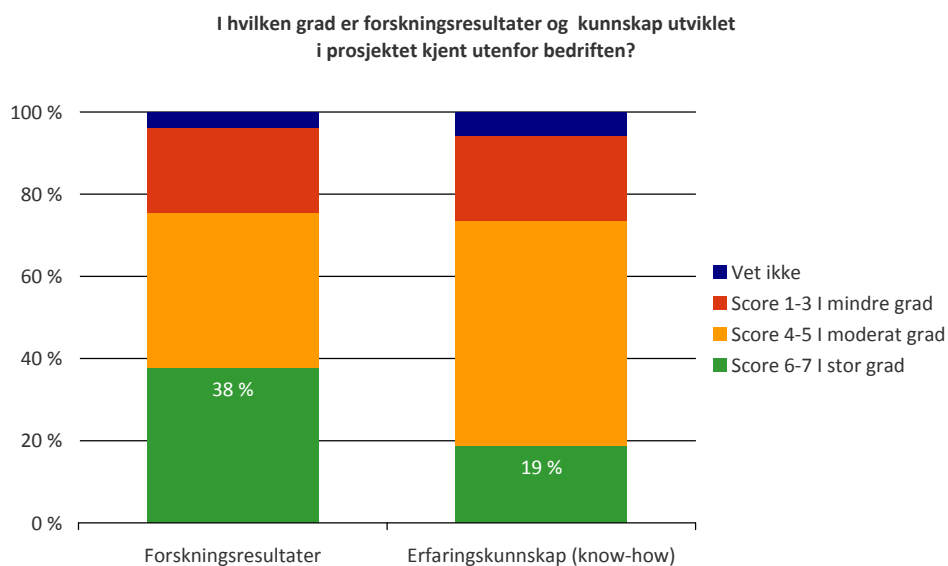
Figur 11 Samfunnsøkonomisk nytte vurdert av bedriftene ved avslutning, avsluttede BIP-prosjekter 2000-08.

I forbindelse med undersøkelsen gjennomført i 2009 av avsluttede prosjekter i 2005 ble bedriftene bedt om å vurdere ulike eksterne virkninger fra prosjektresultatene. Figur 12 viser at 31 % av prosjektene bidrar til svært stor nytte (score 6-7) for sluttbrukere. I tillegg har 25 % av prosjektene i stor grad bidratt til kostnadsbesparelser eller kvalitetsheving hos kundebedrifter, mens 17 % i stor grad bidrar til forbedringer av ytre miljø. Effekter knyttet til kompetanse- og teknologispredning har betydelig lavere andeler med høy score, men for score 4-7 er det likevel ca halvparten av prosjektene som har effekter gjennom kompetansespredning og 25 % gjennom teknologispredning. Bedriftene vurderer at samlet nytteverdi utenfor den utførende bedrift/konsortium er svært stor for 26 % av prosjektene. Dette gir en indikasjon på, sett fra FoU-utførende bedrifter, at det er betydelige nytteeffekter utenfor bedriftene og at disse først og fremst kommer sluttbrukere til gode eller som kostnadsbesparelser og kvalitetsheving i andre bedrifter (i stor grad profittheving i kundebedrifter).



Figur 12 Nytteverdi av prosjektet utenfor bedriften vurdert fire år etter prosjektavslutning, avsluttede BIP-prosjekter 2005.

Bedriftene ble også bedt om å vurdere i hvor stor grad forskningsresultater og erfaringsbasert kunnskap utviklet i prosjektene er kjent utenfor bedriften/konsortiet. Figur 13 viser at formaliserte forskningsresultater i svært stor grad er kjent utenfor bedriften/konsortiet i 38 % av prosjektene, og 19 % at den kunnskap eller "know-how" som er utviklet gjennom erfaring og praksis i FoU-arbeidet er godt kjent for andre. Indikatorene fra figur 13 er mer innrettet mot den typen eksterne virkninger som ofte omtales som "ekte" eksterne virkninger, mens det vi forsøker å fange opp i figur 12 er det som omtales som pekuniære eksterne virkninger (ved at de virker gjennom markedsmekanismen). Bedriftene synes å ha større kunnskap om disse siste effektene.



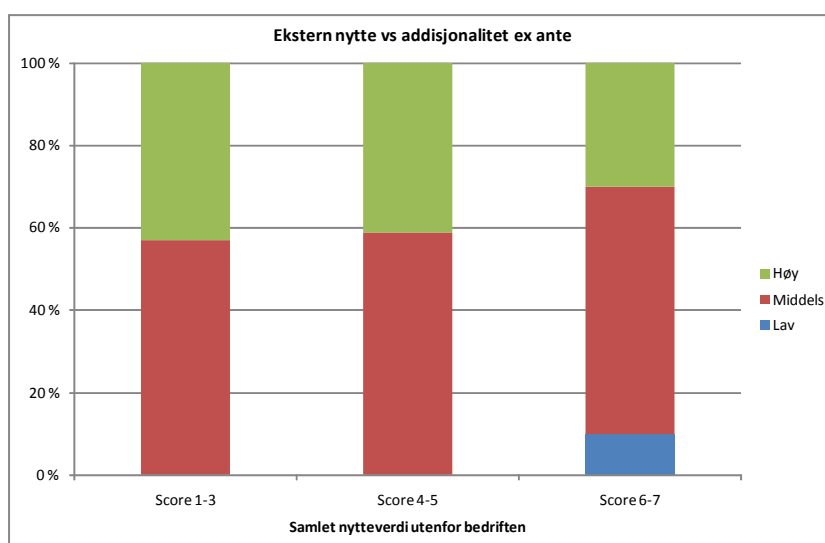
Figur 13 Spredning av forskningsresultater og kunnskap fra FoU-prosjektene, avsluttede BIP-prosjekter 2005.

I de 54 prosjektene avsluttet 2005, og som deltok i undersøkelsen i 2009, var det avlagt 15 doktorgrader og publisert 105 artikler i vitenskapelige tidsskrift med referee.

Ut fra noen enkle indikatorer som har sammenheng med eksterne virkninger, kan vi konkludere med at rundt 20-30 % av prosjektene har potensial til å generere slike effekter.

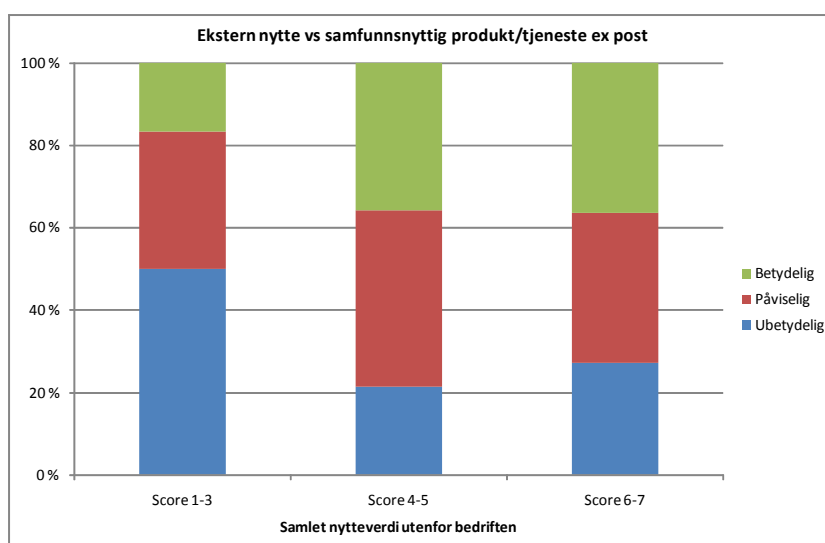
I figurene som følger ser vi nærmere på det spørsmålet fra figur 12 og den sammenheng vi finner fra bruken av dette på 54 intervjuer longterm og andre indikatorer som har sammenheng med eksterne virkninger.

Figur 14 viser en tilbøyelighet til at prosjekter med samlet høy nytteverdi utenfor bedriften har noe lavere andel høy addisjonalitet enn prosjekter med lav nytteverdi.



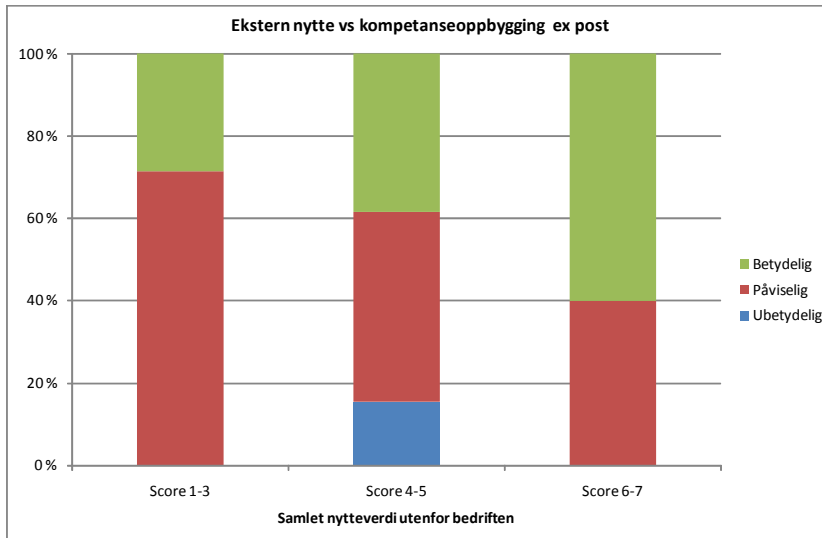
Figur 14 Ekstern nytte versus addisjonalitet ex ante, prosjekter avsluttet i 2005.

Figur 15 viser en positiv sammenheng mellom høy score for eksterne virkninger på lang sikt og den score de tilsvarende prosjektene hadde i ex post analysen med indikatoren samfunnsnyttig produkt/tjeneste.



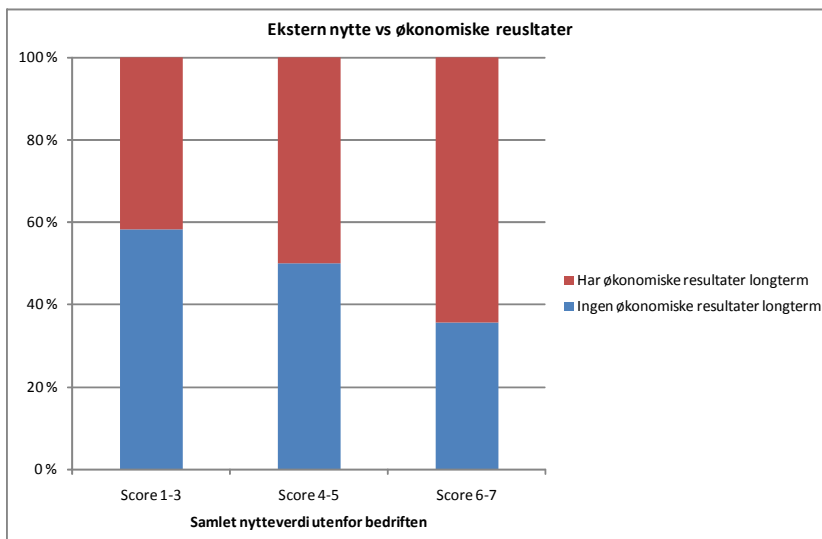
Figur 15 Ekstern nytte versus samfunnsnyttig produkt/tjeneste ex post, prosjekter avsluttet i 2005.

Figur 16 viser tilsvarende at høy score på eksterne virkninger på lang sikt har høy korrelasjon med den score tilsvarende prosjekter får i ex postanalysen for indikatoren kompetansebygging utenfor bedriften.



Figur 16 Ekstern nytte versus kompetanseoppbygging ex post, prosjekter avsluttet i 2005.

Figur 17 viser en positiv sammenheng mellom prosjekter med høy score eksterne virkninger lang sikt og i hvilken grad prosjektene lykkes rent økonomisk på lang sikt.



Figur 17 Ekstern nytte versus økonomiske resultater, prosjekter avsluttet i 2005.

3.5 Indikatorsett for samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Figur 18 illustrerer hovedperspektivet på effekter som begrunner hvorfor Forskningsrådet skal støtte brukerstyrt forskning. Samlet ressursinnsats for 709 prosjekter avsluttet i perioden 1996-2005 var på 6,9 milliarder kroner hvor støtten fra Forskningsrådet var på 2,1 milliarder. Den privatøkonomiske avkastningen målt fire år etter prosjektavslutning er beregnet til en netto nåverdi på 12,7 milliarder kroner. To addisjonalitetsindikatorer for å korrigere den privatøkonomiske avkastningen gir en netto nåverdi på mellom 4 og 6,9 milliarder kroner. De eksterne virkningene gjennom markedeffekter (pekuniære) og de "ekte" effektene gjennom kunnskapsoverføring lar seg ikke tallfeste i kroner. Basert på de empiriske undersøkelsene vil 1 av 4 prosjekter gi betydelige effekter av pekuniær art, mens det er betydelige effekter gjennom kunnskapsoverføring for nesten 40 % av prosjektene. Justert for innsatsaddisjonalitet vil det være et betydelig potensial for eksterne virkninger i rundt 20 % av prosjektene.

Den akkumulerte effekten av disse 709 prosjektene målt på lang sikt indikerer at det her er mange gode prosjekter privatøkonomisk med god effekt på kunnskapsutvikling i bedriftene, samt mange med store eksterne virkninger, at samlet synes den samfunnsøkonomiske avkastning å være god. Dette er også i tråd med en stor fagtradisjon som starter med arbeider fra Mansfield (1977).

Forskningsinnsats	Samfunnsøkonomisk avkastning	Samf.øk. avkastning korrigert for addisjonalitet
Forskningsrådets støtte 2,1 mrd kr	Privatøkonomisk avkastning: Forventet 12,7 mrd kr	Høy innsatsaddisjonalitet: 4,0 mrd kr
6,9 mrd kr		Støtten har stor betydning for realisering: 6,9 mrd kr
Bedriftenes innsats 4,8 mrd kr	Eksterne virkninger	Indikatorer for eksterne virkninger, korrigert for addisjonalitet, med potensial i rundt 20 % av prosjektene
	Markeds-effekter (26 %)	
	Kunnskaps-overføring (38 %)	

Figur 18 Hovedperspektiv for måling av samfunnsøkonomisk avkastning, samlet ressursinnsats og effekter i 709 prosjekter avsluttet i perioden 1996-2005 (alle beløp i 2009-kroner).

3.6 Seleksjonsproblemet av samfunnsøkonomisk gode prosjekter

Siden 1999 har seleksjonsmodellen Provis vært benyttet for å bestemme hvilke prosjekter som skulle få støtte, og modellen har nå vært benyttet på over 2 200 BIP-prosjekter som er samlet i en database. For brukerstyrte prosjekter (BIP) har systemet 11 aspekter (indikatorer) som legges til grunn i vurderingen. Analyser viser at aspektet Prosjektkvalitet tillegges størst og økende vekt over tid når totalkarakteren for prosjektet fastsettes. Også aspektet Forskningsinnhold har stor og økende vekt og er, sammen med Programrelevans, viktigst for fastsetting av totalkarakter.

Totalkarakteren sammen med de omtalte aspektene har alle signifikant forklaringskraft på om bedriften får støtte, og det dokumenteres at modellen aktivt brukes for seleksjon av hvem som får støtte.

En mer omfattende analyse av hvordan man vektlegger bedriftsøkonomisk avkastning, eksterne virkninger, risiko og addisjonalitet indikerer at seleksjonsmodellen i rimelig grad styrer støtten til prosjekter som oppfyller den teoretiske begrunnelsen for støtte. Flere indikatorer i seleksjonsmodellen bør nå likevel drøftes med sikte på revisjon. Et teoretisk grunnlag for prosjektseleksjon finner vi hos Jaffe (1998), som fokuserer på eksterne virkninger og privatøkonomisk avkastning i seleksjonsprosessen. I seleksjonsverktøyet Provis finner vi vurdering på prosjektnivå for Bedriftsøkonomisk verdi (A5) som angir forventning til privatøkonomisk avkastning og Samfunnsøkonomisk nytteverdi (A6) som angir forventning til omfang av eksterne virkninger. Figur 19 sammenstiller disse to aspektene for prosjekter som fikk avslag og tilsagn om støtte i årene 2006-08. Tabellen viser at 64 % av tilsagnene hadde forventning om en privatøkonomisk normalavkastning (score 4-5 for bedriftsøkonomisk verdi) og noen eller betydelige eksterne virkninger (score 4-7 for samfunnsøkonomisk nytte). Disse prosjektene i "grønn sone" er ut i fra det teoretiske grunnlaget de mest aktuelle kandidatene for støtte. Vi ser også at en stor andel av avslagene (54 %) har samme vurdering i Provis.

Blant tilsagnene finner vi at 23 % har et stort økonomisk gevinstpotensial for bedriftene (score 6-7), samt noe/betydelige eksterne virkninger. Disse prosjektene i "gul sone" vil ut fra det teoretiske perspektivet ha en forventet privatøkonomisk avkastning som gjør at de sannsynligvis også ville blitt gjennomført uten støtte. Men siden aspektet for Bedriftsøkonomisk verdi (A5) ikke gjenspeiler risiko, men er en forventning basert på vellykket kommersialisering, så kan likevel en risikjustering tilsi at prosjektene er relevante kandidater for støtte.

Blant avslagene finner vi 40 % med ubetydelige forventninger (score 1-3) til både private og samfunnsøkonomiske gevinster. Disse prosjektene i "rød sone" er ut fra det teoretiske perspektivet lite attraktive kandidater for støtte, og det er dermed positivt av vi finner så mange prosjekter blant avslagene i denne gruppen og få som her har fått tilsagn om støtte. Et annet positiv trekk er at vi finner en større andel av tilsagnene med forventning om betydelige eksterne virkninger enn vi finner blant avslagene.

Nærmere analyser viser også at de som fikk tilsagn om støtte scorer vesentlig høyere på andre aspekter som forskningsinnhold, innovasjonsgrad og prosjektkvalitet enn avslagene. Vi finner også at tilsagnene i større grad har en høyere teknologisk risiko enn avslagene. En grundigere analyse av dette seleksjonsproblemet og bruken av Provis finner vi i Bjørn Bergem (2010) som inngår i dette arbeidet.

		AVSLAG (480 prosjekter)			TILSAGN (585 prosjekter)		
		Score 1-3	Score 4-5	Score 6-7	Score 1-3	Score 4-5	Score 6-7
A6 Samfunns- økonomisk nytteverdi	Score 6-7		4 %	3 %		14 %	12 %
	Score 4-5	10 %	50 %	3 %	6 %	50 %	11 %
	Score 1-3	16 %	14 %		2 %	5 %	
		Score 1-3	Score 4-5	Score 6-7	Score 1-3	Score 4-5	Score 6-7
		A5 Bedriftsøkonomisk verdi			A5 Bedriftsøkonomisk verdi		

Figur 19 Sammenhengen mellom bedriftsøkonomisk verdi og samfunnsøkonomisk nytte vurdert i Provis for BIP-søknader 2006-08.

Foreløpige analyser av sammenheng mellom høy score i Provis og høy langsiktig effekt tilsier at det så langt synes som forskningsinnhold har størst effekt på langsiktig suksess. Denne typen analyser av sammenhengen mellom indikatorer i seleksjonsmodellen og indikatorer for langsiktig suksess, er et viktig fokusområde i videre arbeid.

4.0 EKSTERNE EFFEKTER BELYST MED 7 EKSEMPLER (DYBDEINTERVJU)

4.1 Intervju Axellia Pharmaceuticals

Prosjektsøknaden: Antibiotika som gir lav resistensutvikling

Prosjektnr.: 32770

Program: PROSBIO

Start: 01.01.1996

Støtte NFR: 36,4 MNOK

Slutt: 30.04.2003

Egeninnsats: 101,8 MNOK

Idet det i økende omfang utvikles resistens mot tilgjengelige antibiotika er det viktig å få tilgang på nye antimikrobielle agens som er forbundet med lav resistensutvikling. Dette har avgjørende betydning for vår evne til å behandle en rekke alvorlige infeksjonssykdommer som det i dag finnes få eller ingen effektive virkemidler mot. Innen utløpet av år 2000 skal det som resultat av prosjektet være utviklet en ny gruppe peptidantibiotika som virker mot bakterier og/eller gjærsopp og som er forbundet med lav resistensutvikling og høy brukertoleranse. Det skal også være utviklet produksjonsprosesser for tre kjente antibiotika med de forannevnte egenskaper, som er konkurransedyktige som følge av høy renhet og omfattende dokumentasjon som åpner nye bruksområder. Prosjektet innebærer at Alpharma (nå Axellia) tar skrittet fra å være produsent av kjente antibiotika til selv å utvikle nye aktivsubstanser. I denne forbindelse tar bedriften i bruk organisk syntese som ny produksjonsteknologi i tillegg til biosyntese, og legger dermed et grunnlag for fremstilling av nye syntetiske og semi-syntetiske produkter. Dette er en nødvendighet for fremtidig konkurransevne på dette markedet. Samtidig tar bedriften i bruk rasjonelt legemiddeldesign, hvor kunnskap om struktur/funksjon kombinert med molekyl- modellering gir muligheter for raskere og mer presis utvikling av nye aktivstoffer. Prosjektet omfatter valg og design av aktivstoffer, prosess- og analyseutvikling, produksjon i pilotskala, samt produktdokumentasjon. Det skal tas i bruk nye, effektive og miljøvennlige produksjons- og rensemetoder for antibiotika som i tillegg til å gi høyrensede produkter fremstilt til lavest mulig kostnad også representerer fremtidsrettet, bærekraftig teknologi. Prosjektet vil kunne utløse eksportinntekter for A.L. i størrelsesorden 100-200 mill. NOK/år i år 2005 og 400-800 mill. NOK/år i år 2010. Forutsatt at Alpharma velger å utvikle og dokumentere ferdigprodukter basert på de nye aktivsubstanser, vil eksportinntektene kunne økes betraktelig.

Om bedriften og forskningsprosjektet

Prosjektet startet i bedriften Alpharma. Alpharma er en videreføring av farmasiselskapet Apothekenes Laboratorium for Specialpræparater, senere forkortet til Apothekernes Laboratorium (A.L.) som ble etablert i 1903. Selskapet ble notert på New York børsen i 1989, og skiftet navn til Alpharma tidlig på 90-tallet. I selskapet lå det kompetanse og produkter som tidlig ble et viktig utgangspunkt for utvikling av det bioteknologiske miljøet i Norge, herunder antibiotika til bekjempelse av infeksjonssykdommer. Ett av disse produktene, bacitracin, hadde vært i porteføljen fra 50-tallet og ga etter hvert grunnlag for betydelig inntjening med salg world-wide.

Produktet lå blant annet til grunn for selskapets etablering i USA i 1975, for bygging av produksjonsanlegg for antibiotika nær Chicago i 1982, og for diverse senere bedriftsoppkjøp i USA og Europa. Sammen med selskapets generiske, farmasøytiske virksomhet og dyrehelseforretningen, ga antibiotikavirksomheten grunnlag for en global omsetning på over 10 mrd. kr i perioden da Alpharma var på sitt største (2000-2005). I 2008 ble selskapets antibiotikaforretning solgt til det engelske ventureselskapet 3i og skiftet i den forbindelse navn til Axellia Pharmaceuticals. Dette selskapet, som har en totalomsetning i størrelsesordenen 1 - 1.5 mrd. kr, representerer den gjenværende del av Alpharmas virksomhet i Norge.

Alpharma var på mange måter tiltenkt rollen som lokomotiv for utviklingen av det bioteknologiske miljøet i Norge, som på 90-tallet var et strategisk viktig satsingsområde for forskningsbasert verdiskapning. Eksempler på Alpharmas lokomotiv-rolle var f.eks. etableringen av Dynal (50:50 joint venture mellom Alpharma og Dyno Industrier), som i ettertid er ansett som en av de mest suksessrike forskningsbaserte biotek-etableringer i Norge. Det bioteknologiske miljøet ved Alpharma var også sentralt i utviklingen av vaksiner til bruk innen oppdrettsnæringen, og selskapet hadde en direkte rolle i bekjempelsen av Hitra-syken og senere furunkulose. Det ble på 80- og 90-tallet utviklet effektive vaksiner som fortsatt produseres i Norge. Fiskevaksinevirksomheten ble utskilt som eget selskap (Pharmaq) i 2004.

Det må derfor også sees som en strategisk beslutning da Forskningsrådet i 1996 gikk inn i dette store forskningsprosjektet for utvikling av antibiotika, med Alpharma som industripartner. Prosjektet hadde tre konkrete resultatmål: Første mål var å utvikle et nytt antimikrobielt agens, (antibiotikum) som var assosiert med lav resistensutvikling og som kunne bidra til å bekjempe alvorlige infeksjonssykdommer på områder hvor det i dag er få eller ingen effektive hjelpemidler. Det andre målet var knyttet til selve produksjonsprosessen; å utvikle ny teknologi som var mer konkurransedyktig, både kostnadmessig, miljømessig og med henblikk på å oppnå høy renhet og brukertoleranse. Nye produksjonsprosesser kombinert med omfattende produkt-dokumentasjon skulle åpne nye bruksområder for allerede eksisterende antibiotika og dermed øke selskapets omsetning. Det tredje målet var knyttet til utvikling av rasjonell legemiddeldesign, hvor kunnskap om struktur og funksjon kombinert med molekylmodellering skulle forbedre bedriftens produktutviklingskompetanse til raskere og mer effektivt å kunne utvikle nye aktivstoffer, herunder nye antibiotika med lav resistens og til bruk for nye anvendelsesområder.

Dette var tre viktige mål, hvor forskningsprosjektet skulle bidra til å løfte norske Alpharma til å bli ennå mer konkurransedyktig globalt.

Gevinster fra FoU-prosjektet

Vi skal nå i ettertid oppsummere hva som har vært de langsiktige gevinstene av dette prosjektet og ser først på det som er direkte målbart innenfor bedriften og som ligger igjen som nye produkter/prosesser med økonomisk resultat, og dernest å identifisere det vi kan kalle eksterne virkninger fra prosjektet, både av typen pekuniære eksterne virkninger som virker gjennom markedet, ekte eksterne virkninger som er kunnskaps-eksternaliteter og det tredje området som kan uttrykkes som nettverks-eksternaliteter.

Kommersielle resultater

Ser vi først på det som nå ligger igjen i bedriften, så har dette forskningsprosjektet konkret bidratt til at man på grunn av en utvidet teknologibase har kunnet utvikle og framstille produkter som har økt omsetningen. I dag anslås økt omsetning (konservativt) til å være årlig i størrelsesorden 40-50 mill.kr og med start rundt 2005 og forventet levetid fram til 2030. I tillegg er produksjonskostnadene redusert, estimert til en besparelse på rundt 10 mill.kr. pr. år. Regner vi netto nåverdi for bedriften ut fra det som kan spores igjen i bedriftens regnskaper, kan den anslås til rundt 300 mill.kr med det dekningsbidraget de opererer med i dag og fremover, og fratrukket samlede kostnader (ca 110 mill.kr). Bidraget til økt omsetning har virket gjennom å videreutvikle høy renhet, brukertoleranse og nye anvendelsesområder for eksisterende antibiotika. I tillegg har man lyktes med å ta i bruk nye produksjonsprosesser med positive økonomiske effekter. Innen det tredje området har man sammen med eksterne universitetspartnere lyktes med å utvikle legemiddeldesign med rasjonelle teknikker for produktutvikling, og man har oppnådd en betydelig kompetanseheving i den staben man har i Norge. Det er samlet ca 150 ansatte i den norske delen av selskapet, hvorav ca 50 forskere. Selskapet har sin tyngste FoU-base i Norge, mens produksjonen av antibiotika også skjer i andre land hvor det kan produseres mye billigere enn i Norge. I tillegg til produksjon av bacitracin som fremdeles skjer i Oslo, har selskapet etablert produksjonsanlegg i Taizhou/Kina, Budapest/Ungarn og København/Danmark. Selskapet (Axellia) er i dag en global aktør som utvikler, produserer og selger farmasøytiske aktivsubstanser (inkludert antibiotika) samt enkelte ferdigformulerte legemidler til 700-800 farmasøytiske selskaper i det internasjonale marked.

Eksterne effekter

Vi har hatt spesielt fokus på eksterne effekter som vi kan identifisere fra prosjektet ut over det rent internt kommersielle i bedriften. Den første effekten kan vi si tilhører forbrukerne, idet brukerne av medisiner får en gevinst gjennom at det utvikles medisiner som er rimeligere og i noen tilfeller mer treffsikre. Vi kan identifisere salget av nye antibiotika og for det høster de en helseeffekt som er den typen pekuniær ekstern virkning som brukerne direkte nyter godt av som et konsumentoverskudd. Dette er ikke da bare knyttet opp til norske brukere, men har anvendelse globalt i et internasjonalt brukersystem av medisiner.

Den andre formen for eksternalitet som her kan ha vært viktig, er det feltet som kanskje var det viktigste i dette FoU-prosjektet, nemlig å utvikle en ny type antibiotika med lav resistensutvikling - og som bedriften har karakterisert som et vellykket forskningsprosjekt. Det har bl.a. ledet fram til helt nye virkestoffer som er basert på et kroppseget protein, lactoferrin, hvor et peptidfragment (lactoferricin) og sub-strukturer av dette peptidet er vist å ha anti-mikrobielle og anti-cancer egenskaper. Før denne typen nye produkter kan introduseres i markedet som en helt ny medisin, vil det være en lang veg å gå med klinisk utprøving, dokumentasjon av bivirkninger og hele prosessen med å få godkjenning som legemiddel. Denne prosessen er så omfattende og kostbar at de bedriftene som starter et slikt løp vil måtte ha tilgang på betydelig risikokapital. Dersom man lykkes med å komme gjennom dokumentasjons-

godkjenningprosessen, er oppsiden for nye legemidler svært høy. I prosjektskissen til Alpharma var forventningen at hvis man lyktes med å markedsintrodusere et helt nytt antibiotikum, så kunne omsetningen for dette innen år 2010 komme opp i størrelsesorden 1 mrd.kr. Med solid patentbeskyttelse kan man utnytte markedsinntekt og prise produktet slik at man oppnår god inntjening, og dette ville da gi en høy gevinst for Alpharma. På det tidspunkt da produkter fra dette prosjektet skulle gjøres til gjenstand for klinisk dokumentasjon, fant ikke ledelsen å kunne stille tilstrekkelig risikokapital til disposisjon. Risikoen for ikke å nå helt fram til prosjektets kliniske mål, i forhold til bedriftens økonomiske evne og prosjektets forskningsmessige modenhet ble vurdert å være for stor.

Dette medførte at de produkter som hadde blitt utviklet og de patenter som var blitt søkt i Alpharmas navn, ble tilbakeført til Universitetet i Tromsø hvor hovedparten av produktutviklingen hadde foregått, og hvor involverte forskere dannet en ny bedrift – Lytix. Innenfor denne bedriften og i samspill med universitetssykehuset har lactoferrin/lactoferricin-baserte antibiotika blitt utviklet videre. Foreløpig arbeider Lytix med klinisk dokumentasjon av produktene, og er ennå ikke i en fase hvor selskapet har fått inntjening. Som utviklingsbedrift må Lytix ventelig inngå i et partnerskap med et stort internasjonalt legemiddelfirma som må ta den økonomiske belastning og risiko forbundet med de senere kliniske utviklingsfaser. Dersom man lykkes, kan Lytix ventelig oppnå betydelige lisensinntekter fra dette partnerskapet. Bedrifter i Norge har generelt sett ikke nok muskler til å kunne ta den finansielle belastningen knyttet til full dokumentasjon og godkjenning av nye legemidler. Man er avhengig av å modne produktet forskningsmessig så langt som mulig (dvs. fortrinnsvis ha brakt det inn i de innledende kliniske faser og vist at det fungerer på pasienter), slik at man har gode nok forhandlingskort når det skal forhandles med de store legemiddelfirmaene.

Markedet for legemidler er dominert av store internasjonale konsern. Inntjeningen finner sted i et marked hvor sterk patentbeskyttelse gir såpass stor inntjening at man får dekket utviklingskostnadene. Selskapene sitter dermed igjen med et visst overskudd. Straks patentbeskyttelsen opphører, er markedet preget av en konkurranse som er svært hard. Internasjonale, generiske legemiddelfirma vil kopiere produktene og umiddelbart er prisnivået nede på det som er konkurransemarkedets prising ned mot marginalkost, og derved tjener man ikke penger, spesielt ikke med produksjon i Norge med sitt relativt høye kostnadsnivå. Antibiotika har en betydelig produksjonskostnad og blir derved ofte lagt til lavkostland. Den perioden hvor norske bioteknologiske utviklingsbedrifter vil kunne ha muligheter for inntjening er i den perioden de sitter med en patentrettighet. Straks patent utløper, vil produksjonen som regel måtte legges til lavkostland fordi markedet driver prisene ned, overskuddet forsvinner og det er ikke lønnsomt å fortsette i Norge.

Det tredje perspektivet på eksterne virkninger vil vi kunne finne igjen med den stimulansen som prosjektet har gitt – ikke bare i Tromsø, men også ved NTNU i Trondheim og ved universitetet i Oslo hvor det er utviklet og etablert spin off virksomheter (Biosergen, C10 Pharma, etc.) fra antibiotikaforskningen og hvor relasjonen til Axellia er videre utviklet inn i universitetsverdenen. Det er derfor klart demonstrert at forskningsnettverk som etableres mellom bedrifter og forskningsmiljøer, bl.a. som følge av denne type prosjekter vil ha et potensial for å

kunne komme opp med nye produkter og ideer til prosesser som igjen kan gi grunnlag til å utvikle FoU-produkter i Norge.

Oppsummering

De kommersielle effektene for Axellia kan kvantifiseres og tilsier med en rimelig robust margin at det har gitt en avkastning som overstiger utviklingskostnadene. De eksterne virkningene er til stede både gjennom pekuniære eksterne virkninger og kunnskapseksternaliteter ut i nye bedrifter og i forskersystemet. Det er imidlertid vanskelig å kvantifisere effektene av disse eksternalitetene. Dersom man skulle lykkes i Lytix med å utvikle og dokumentere nye antibiotika til et nivå hvor det er mulig å igangsette klinisk uttesting med en større partner, så kan dette gi betydelige kommersielle gevinster på sikt. Men nå i 2010 og 7 år etter avslutning av dette prosjektet, så vil det ikke være mulig å kvantifisere denne effekten og si noe konkret om at dette kan generere ny langsiktig forskningsbasert verdiskaping i Norge.

På grunnlag forskning gjennom disse 14 årene er det bygget kompetanse og gjennomført produktutvikling og prosessutvikling som har gitt forskermiljøene i Norge et nettverk som danner grunnlag for fremtidig FoU-aktivitet knyttet til antibiotika. Det er også grunn til å tro at miljøet på sikt kan gi opphav til nye forskningsbaserte utviklingsbedrifter i Norge med basis i bioteknologisk FoU og produksjon.

4.2 Intervju PCI Biotech

Prosjektsøknad: Utvikling av fotokjemisk internalisering (PCI) for områdespesifikk levering av legemidler

Prosjektnr.: 156680

Program: PROSBIO

Start: 01.01.2003

Støtte NFR: 3,3 MNOK

Slutt: 31.12.2004

Egeninnsats: 5,8 MNOK

Bruk av makromolekyler som terapeutika har et gigantisk økonomisk potensial. Kliniske studier har imidlertid vist at store tekniske utfordringer må løses før dette potensialet kan realiseres, en av de viktigste utfordringene er å utvikle teknologier for effektiv og spesifikk levering av makromolekylene til målcellene/målorganet. Generelt er makromolekyler ikke i stand til å slippe gjennom cellemembranen slik at de kan nå sine terapeutiske mål inne i målcellen. Makromolekyler kan imidlertid bli tatt inn i cellen ved endocytose, men de vil da vanligvis bli degradert i lysosomer før de kan utøve en biologisk funksjon. Vi har utviklet en ny teknologi, fotokjemisk internalisering (PCI) som baserer seg på bruk av fotosensitiserende forbindelser som ved en lysindusert prosess hjelper makromolekyler å slippe ut fra endocytiske vesikler. De kan da nå frem til sine mål inne i målcellen og ha en terapeutisk effekt. PCI kan således brukes til å oppnå en økning i effektiviteten av legemidler bare i syke områder i kroppen, slik at bivirkninger i stor grad kan unngås. I dette prosjektet ønsker vi å fremskaffe nødvendig dokumentasjonen for å gjøre kliniske forsøk med PCI og for å kunne inngå kommersielle samarbeidsprosjekter med andre firmaer om utvikling av PCI-baserte terapeutiske produkter, særlig innenfor gen- og proteinterapi.

Om bedriften og forskningsprosjektet

Prosjektet er knyttet opp til et bioteknologisk firma PCI Biotech dannet i 2001 som et datterselskap av det større og mer etablerte firmaet PhotoCure som fremdeles er den største eieren i PCI Biotech. Selve ideen bak firmaet har sin opprinnelse fra en forsker ved Radiumhospitalet som kom opp med ideen at fotosensitive forbindelser kan brukes til å forbedre virkningen av legemidler til kreftterapi. Det ble så dokumentert via forskning hvordan legemidler brukes med denne typen teknologi (PCI) som ved en lysindusert prosess hjelper legemidlene å slippe ut fra det som omgir legemidlene slik at selve legemidlet treffer målet som er inni de syke cellene.

Ideen er gjennom dette fotokjemiske stoffet å kunne bruke legemidlet mer treffsikkert, noe som gjør at legemiddelet bare får effekt i kreftcellene og bare i liten grad gir effekter i friske celler. Ved hjelp av den treffsikkerheten blir bivirkningene mye mindre. Det kan i tillegg til mindre bivirkninger også ha en økt kurativ effekt ved at den dosen som blir gitt kan utnyttes mer effektivt. Overfor pasienten kan en oppnå mer direkte å redusere belastningen av store svulster som det kirurgisk kan være vanskelig å operere. Det kan derved bidra til høyere livskvalitet og kan også bidra til å forlenge levetiden. Det gjør også kreftkuren billigere og mer treffsikker. Potensialet for denne typen ny teknologi er også økonomisk svært stor. Prosjektet har vært drevet fram med stadig ny finansiering, midler fra Forskningsrådet, Skattefunn og EU-prosjekter har sikret FoU-finansiering i dette prosjektet sammen med utvidelser av selskapets egenkapital.

Selskapet drives av 5 ansatte, og det er ca. 15 forskere som arbeider med forskning på dette feltet på Radiumhospitalet, noen av disse er finansiert av PCI Biotech. Bedriften bruker ca 20 mill.kr pr år i forskningsaktivitet. Man har oppnådd å lede prosjektene fram til det nivået på dokumentasjon at bedriften har blitt børsnotert. Ved børsnoteringen i 2008 hadde man en emisjon hvor man fikk inn 60 mill.kr i egenkapital, og man gjennomfører for øyeblikket en ny emisjon hvor vil få inn 90 mill.kr i frisk kapital. Tilførselen av risikokapital gir grunnlag for å gå inn i den utfordrende fasen med klinisk uttesting. Prosessen med å bli godkjent som legemiddel, er svært kostnadskreven, og man har i første fase valgt å gjøre en klinisk uttesting på en smal nisje for anvendelse for denne typen kurativ prosess. Uttestingen finner sted i England og er innrettet mot svulster i hals og munnhule, pasienter hvor man er i en tilstand med dødelig utgang og hvor disse svulstene som gir lav livskvalitet og er vanskelige å ta med kirurgiske inngrep. Da går man inn med denne typen medikamenter som mer treffsikkert klarer å drepe cellene i svulstene og i liten grad dreper øvrige celler og dermed gir mindre bivirkninger. Ved å drepe disse ubehagelige svulstene oppnår man høyere livskvalitet for gjenværende levetid, man kan oppnå forlenget levetid og man slipper å gjøre kirurgiske inngrep. En av grunnene til at man har valgt dette anvendelsesområdet er at når det ikke finnes alternativer og tilstanden tilsier dødelig utgang, er det lettere å vinne gjennom etter klinisk uttesting og med grundig dokumentasjon. Godkjenning er derfor lettere for denne typen preparat.

Resultater fra prosjektet

Ved å gå denne veien og etter å ha kommet så vidt langt i forskningen i Norge med bistand fra Forskningsrådet, kan man få et bedre grunnlag til å kjempe prosjektet gjennom med klinisk uttesting på andre felter. Det er grunn til å si at å få godkjent denne typen preparater i den medisinske verden er svært kostbart og svært krevende uten å ha en stor samarbeidspartner. De aktuelle partnerne er et 20-talls store legemiddelfirma som sitter med mye av markedsmakten, men også mindre selskaper kan være aktuelle som partnere. For å vinne gjennom til bredere anvendelse med gode nok forhandlingskort til å få gode nok lisensavtaler med de store, er det nødvendig å ha ført forskningen langt frem. Det vil derfor være en stor fordel å ha vært gjennom en godkjenning på ett anvendelsesområde før man starter prosessen med de store legemiddelfirmaene for å vinne gjennom på nye områder.

Kommersielle resultater

Dersom man lykkes med å få godkjent det første anvendelsesområdet, og siktemålet er godkjenning i 2014, vil det gi den første inntektsstrømmen fra salg av preparater eller lisensrettigheter. Det første anvendelsesområdet kan være så smalt at inntektsgrunnlaget ikke vil være veldig stort, men i neste omgang – med de store legemiddelfirmaene som partner – kan inntektsgrunnlaget være formidabelt på dette feltet som er mer treffsikker kreftterapi.

Bedriften har pr i dag patenter som utløper i 2015, 2 patenter som utløper i 2022 og senere 3 patenter med litt lengre varighet. Dette markedet er slik at for å høste gevinst, så er det i den perioden man har patentrettighet man kan prise så høyt at

man har en så stor inntjening av man kan betale utviklingskostnadene. Med en gang et patent utløper er dette et konkurransemarked hvor legemiddelfirmaene imiterer svært fort, og da ender prisen i denne typen konkurransemarked ned mot det som er marginalkostnad, og man er ikke i stand til å høste noen økonomisk gevinst utenom dekning av kostnadene med produksjon. Det er derfor viktig for denne typen firma å ha en patentstrategi og være forberedt på at det å forsvare patentrettigheter på dette feltet kan være kostbart og vanskelig. En liten bedrift i et land med små aktører i legemiddelbransjen opplever store problemer å konkurrere i det globale markedet dominert av noen få store aktører.

I forhold til den kommersielle utviklingen av dette forskningsprosjektet er det derfor grunn til å si at utviklingen har tatt lengre tid enn det som var forventet fra starten. Dette er ikke uvanlig og det viktige nå er å arbeide for å lykkes i 2014. Får man til salg/lisensiering og kan videreføre forskningen så man kommer i posisjon til å forhandle godt med de store aktørene, kan det forventes store økonomiske gevinster!

Eksterne effekter

Det er i dag et 20-talls forskere som jobber innenfor dette området samlet ved Radiumhospitalet og i denne bedriften. Forskermiljøet lykkes også akademisk innenfor konkurransen i EU-program og er sterkt deltakende på internasjonale konferanser og med publikasjoner. Dette gjør at man utvikler et internasjonalt forskernettverk og kan trekke veksler på den internasjonale kunnskapsalmenningen på dette feltet innen bioteknologisk forskning. Absorpsjonsevne dvs. evne til å hente internasjonal forskningskunnskap hjem til Norge, blir sett på som en viktig del av forskningsstrategien for denne typen prioriterte forskningsområder som bioteknologi vil være. Her er det økonomiske potensial i verden så enormt og forskningsaktiviteten er internasjonalt et av de mest prioriterte områdene, spesielt pga av den høye økonomiske verdien når man først lykkes.

De 20-talls forskere som arbeider med dette problemområdet, er både internasjonale aktører og er også med på å danne det bioteknologiske miljøet i Norge med nettverk inn i det bioteknologiske miljøet i de bedriftene vi har i Norge (ca 20 bedrifter). De aller fleste er lokalisert i Oslo og det har tatt relativt lang tid å bygge opp forskningsmiljøene og lykkes med å få frem kommersielle bedrifter basert på bioteknologisk forskning. Her er Norge en liten nasjon på dette feltet uten noen store norske lokomotiver og blir dermed avhengig av store internasjonale firma for å lykkes. Det er derfor all mulig grunn til å si at alle de forskningsmiljøene som lykkes i Norge med det å utvikle kvalifisert forskning og være aktører i et relativt lite bioteknologisk miljø i Norge, har en viktig oppgave i å kunne utvikle forskningsplattformen på et så viktig felt som bioteknologisk forskning i Norge.

De eksterne effektene på brukersiden er åpenbare i det at om man lykkes vil det være pasienter over hele verden som vil nyte godt ut av mer treffsikker kreftbehandling med mindre bivirkninger og større kurativ effekt og som generelt vil være billigere. En tilleggseffekt rent økonomisk og som kan sees på som en pekuniær ekstern virkning, vil være de eierne som, om man lykkes, også vil bli delaktige i den verdiøkningen som kan gi grunnlag for langt mer bioteknologisk forskning på andre felter i Norge.

Oppsummering

Vi vil her kunne se eksterne virkninger både som rene kunnskapsoverføringer gjennom det å utvikle en plattform i et internasjonalt forskermiljø, som ett viktig felt, og nettverket mot det norske bioteknologiske forskningsmiljøet og at gruppa vil være stor nok til at dette vil bli et kvalifisert forskningsmiljø. Denne typen kunnskapseksternaliteter vil kunne gi seg til kjenne med en rekke spin offs som vil kunne avstedkomme nye ideer og nye muligheter innenfor bioteknologisk forskning. I tillegg kommer eksternaliteter hos brukerne og den pekuniære eksterne effekten hos andre bedrifter i Norge fra en potensiell suksess. Så langt vil forskningen kunne drives fra ulike norske finansieringskilder, men for at dette skal kunne bli en viktig byggekloss på lang sikt, er man avhengig av å lykkes i kommersialiseringsprosessen. Den store gevinsten vil være at det blir så store inntekter at de gir grunnlag for å tilsette flere forskere og at man unngår dagens problem med at det er vanskelig for kandidater med doktorgrad å få fast jobb. Pengene som går inn i den bioteknologiske forskningen kommer i hovedsak fra kortsiktige programmer som bare gir grunnlag for engasjementer. Det vil være vanskelig å rekruttere god bioteknologisk kompetanse til forskning i Norge dersom man ikke kan tilby fast jobb etter en fullført doktorgrad.

4.3 Intervju Rolls Royce Marine

Prosjektsøknaden: Dynamiske belastninger på skip

Prosjektnr.: 31705

Program: MARITIM 3

Start: 01.01.1995

Støtte NFR: 7,0 MNOK

Slutt: 31.12.1999

Egeninnsats: 25,9 MNOK

Prosjektet er et 5-års internasjonalt samarbeidsprogram mellom Sjøforsvaret Forsyningskommando og US Naval Sea System Command i USA med deltakelse fra norsk og amerikansk industri, forskningsinstitusjoner og høyskoler. Programmet har et totalbudsjett på ca. 60 MNOK fordelt på 30 MNOK i hvert land. I Norge er programmet finansiert av Forsvarsdepartementet, SFK, Norges forskningsråd, norsk industri, forskningsinstitutter og NTH. Målet er å utvikle metoder, prosedyrer og systemer for bestemmelse av sjøbelastninger for mer optimal dimensjon av skipsskrog samt fastsettelse av operasjonelle begrensninger for skip. Framtidens regelverk for bygging og drift av skip vil bli basert på funksjonskrav. Internasjonale standarder, kriterier og felles grunnlag for dimensjonering og operasjon av skip vil bli utviklet slik som innen luftfart. Programmet vil gi et godt grunnlag for å imøtekomme en slik utvikling. Bedre utnyttelse av materialer og økende bruk av nye, lette materialer i skipsbygging krever langt bedre kunnskaper om sjøbelastninger samt verifiserte metoder for dimensjonering. Resultater, metoder og erfaringer fra programmet vil gi industrien og operatørene de nødvendige verktøy for å realisere betydelige økninger av nyttelast og økt sikkerhet. Det vil i programmet bli lagt mest vekt på større hurtiggående enkeltskrogfartøy av høyfast stål og aluminium samt toskrogsfartøy av aluminium og nye materialer. Resultatene vil generelt være anvendelig for alle typer fartøy. De viktigste FoU-utfordringene som bearbeides i programmet er: - Lokale og globale sjøbelastninger, i ekstreme situasjoner og ved vanlig operasjon. Teoretiske metoder, verifikasjonsforsøk i laboratorier samt omfattende målinger på skip er viktige elementer. - Strukturell respons, ekstrembelastninger og utmatning. - Avansert instrumentering for tilstandskontroll av skrog og operasjonelle begrensninger. - Bruk av aktuelle vær og bølgedata. - Operasjonelle begrensninger, dvs. dynamisk stabilitet i sjø, hardtværskader, vann på dekk, etc. Kriterier, prosedyrer og basis for beslutningssystemer skal utvikles.

Om bedriften og forskningsprosjektet

Rolls Royce Marine er en del av det globale Rolls Royce med flere tunge virksomhetsområder (eksempelvis flymotorer). RR Marine har hovedsete i Norge og har design og produksjon av et bredt spekter av utstyr til bl.a. offshore skip. De er en viktig aktør i den norske maritime klyngen ikke minst i Møre og Romsdal.

Sentralt i prosjektet er det å utvikle beregningsmetoder for dynamiske belastninger, utvikle metoder, prosedyrer, systemer for mer optimal dimensjonering av skipsskrog, samt fastsettelse av operasjonelle begrensninger for skip. En viktig del er å øke sikkerheten og sikre en utvikling mot mer bruk av lettere materialer og som det heter i prosjektsøknaden: "Framtidens regelverk for bygging og drift av skip vil bli basert på funksjonskrav. Internasjonale standarder, kriterier og felles grunnlag for dimensjonering og operasjon av skip vil bli utviklet slik som innen luftfart."

Utvikling av beregningsmodeller for dokumentasjon av konstruksjoner og funksjonalitet vil derfor bli et viktig virkemiddel for framtidig salg av skip og utstyr til kravstore kunder, som rederier og andre brukere som krever grundig dokumentasjon

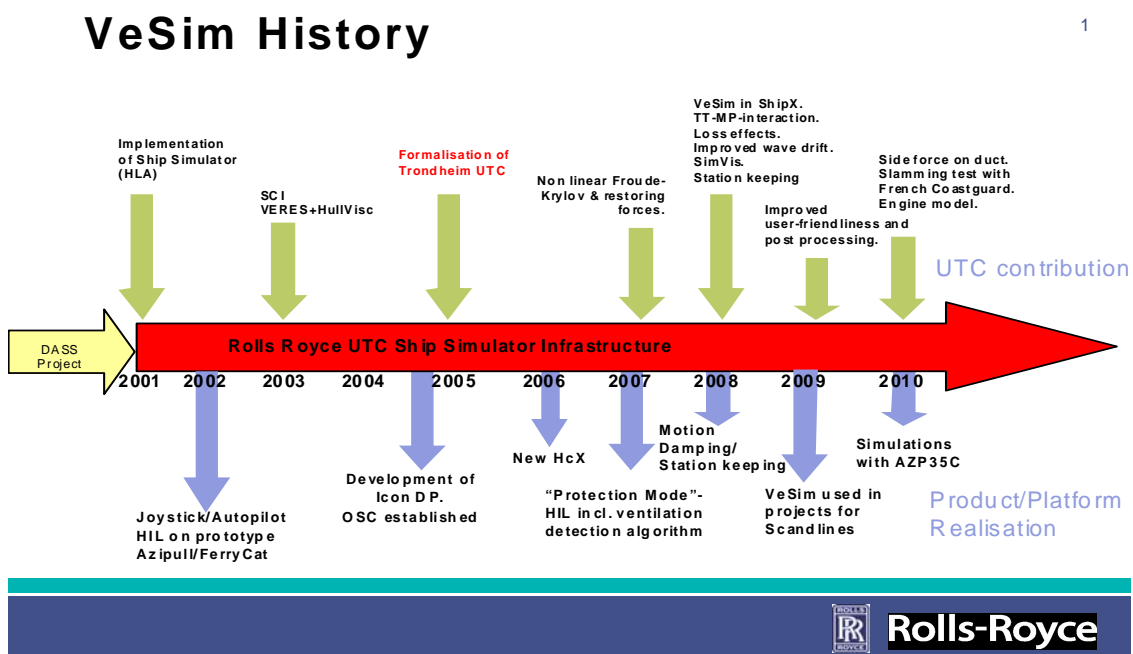
på alle belastninger av hensyn til sikkerhet (oljebransjen). Med avanserte regnemodeller mer utviklet enn konkurrentenes kan dette være nødvendig redskap for å oppnå salg til krevende kunder.

Resultater fra prosjektet

Det opprinnelige prosjektet førte til at nytt regneverktøy som en skipssimulator ble implementert rundt 2001. Dette fikk effekter på markedsføring/salg og ble dessuten et viktig redskap for videre forskning og utvikling av nye innovasjoner innen Rolls-Royce, både på utviklingen av skrog og analyser av sammenhenger mellom skrog, sjø og sjøbelastninger, framdriftssystemer, styringssystemer med thrustere og ror foruten utfordringen å optimalisere drivstoffbruk og manøvreringsdyktighet. Også arbeidsmiljø med reduksjon av støy og vibrasjoner er trukket inn for å skape mer miljøvennlige skip.

Beregningsmetodikken/simulatoren gir dokumentasjon, om nødvendig i kombinasjon med verifikasjon ved uttesting i modellforsøk ved skipsmodelltanken (Marintek).

I figuren VeSim History er det illustrert hvordan prosjektet (DASS Project) ble input til en omfattende utvikling av RR UTC Ship Simulator Infrastructure.



Kommersielle resultater

Simulatoren ble etablert som et FoU-prosjekt ved NTNU og ble vesentlig styrket ved etableringen av UTC i 2005 som et 10 års program (som har likhet med en SFI, senter for forskningsdrevet innovasjon) finansiert av RR og Forskningsrådet (50/50) med et årlig budsjett på 12 mill kr. Forskningen (UTC) utføres ved NTNU/Marintek (og i RR) med utdanning av master- og doktorgrader i prosjekter i UTC som i universitetssystemet for øvrig. Figuren illustrerer også kommersialiseringer/innovasjoner som utvikles som en følge av kontinuerlig forskning, utvikling av infrastrukturen med simulatoren og konkrete produkter som skjer i bedriften, jfr. innovasjoner langs

tidsaksen som Joystick/Autopilot og senere dynamisk posisjonering hvor Kongsberg hadde vært en ledende aktør og hvor Rolls-Royce utviklet et mer avansert produkt. Rolls-Royce valgte å bygge opp en enhet som en direkte spin-off fra denne utviklingen og som i dag har 50 ansatte.

Fra UTC har Roll-Royce fem konkrete resultater som er nye produkter og som har gitt kommersielle resultater. Disse kan gi et godt økonomisk resultat for Rolls-Royce hvor produktene inngår som en del av merkevaren som gjennom salg av pakkelsninger gir grunnlag for god inntjening.

Eksterne effekter

I UTC-programmet er det slik at Rolls-Royce har en eksklusiv rettighet i tre år for kommersialiserbare resultater. De har dermed mulighet til å utnytte markedsrett og ta renprofitt en kortere periode mens de også har rett til å kontrollere spredningen av informasjon. Når de tre årene har gått, har NTNU og forskersystemet rettighetene til resultatene. Vi ser dermed den klare effekten, som en kunnskapseksternalitet, at prosjektet gir konkrete produkter og prosessforbedringer som kommersialiseres av bedriften (RR), men at kunnskapen og forskningsinnholdet blir liggende i NTNU og at en kunnskapsspredning med noe forsinkelse vil skje på vanlig måte gjennom publisering i tidsskrifter og konferanser. På samme måte vil simulatorverktøyet bli tilgjengelig for den øvrige delen av den maritime klyngen i Norge.

Dynamisk posisjonering har hatt stor nytteverdi også for oljeselskapene som får tilgang til avanserte skip som kan utføre sikrere operasjoner og manøvrere i vanskelige farvann og under dårlige værforhold med større sikkerhet. Dette verktøyet er blitt et viktig element i utviklingen av det som kalles intervensjonsfartøy, en type offshore fartøyene som er større og mer avanserte. Intervensjonsfartøyene brukes i subsea operasjoner hvor oljeselskapene alternativt måtte hente inn en kostbar plattform, eller borefartøy. Intervensjonsfartøyene kan utføre operasjonene med langt lavere dagrater enn riggene. Dette er et eksempel på markedseksternaliteter hvor gevinstene, den eksterne effekten, vil ligge i oljeselskapene som får en betydelig kostnadsbesparelse ved at det er utviklet fartøy som beskrevet. Selskapet som har utviklet teknologien til å bygge denne typen intervensjonsfartøy får i liten grad gevinsten fordi konkurransen hindrer en betydelig renprofitt for denne typen innovasjoner. Dermed er det altså oljeselskapene som høster gevinsten.

For Rolls-Royce er det ønskelig å bli synliggjort med merkenavnet Rolls-Royce, både overfor akademia og forskersystemet gjennom publiseringer og konferanser, og også overfor myndighetene. Den norske UTC organiseringen inngår i et globalt forsker-nettverk etablert av Rolls-Royce som har lignende organiseringer med forsknings-institusjoner i andre land hvor Rolls-Royce har tilstedeværelse. Forskningsnettverket har faste møteplasser som gir grunnlag for å dele FoU-kunnskap på tvers innen RRs kjerneområder som fly- og bilmotorer, maritim utstyrsproduksjon mv. Dette internasjonale forskningsnettverket gir også det norske forskersystemet tilgang til et nettverk hvor de kan høste fra dette globale industridrevne forskernetttverk. Tunge forskningsinstitusjoner deltar i nettverket og dette gjør det derfor attraktivt for NTNU å delta i denne UTC'en der det ikke bare er norske kommersielle interesser som driver

frem prosjekter, man får også et stort internasjonalt forskernettverk som kan gi nye innfallsvinkler til kunnskapsbasen ved NTNU.

Det norske engineering og skipskonsulentmiljøet vil i stor grad vil kunne nyte godt av simulatorkompetansen ved NTNU. De kan høste fordeler og bli enda mer markedsorientert og innovative i utviklingen av nye avanserte designverktøy globalt.

Design av avanserte offshore fartøy er et felt hvor Norge har en betydelig internasjonal posisjon. Hele 60-70 % av de mest avanserte båtene er designet av det norske skipsdesignmiljøet, og det har vokst de siste årene til å bli et omfattende engineering miljø. I 2010 så er det nær 900 personer direkte involvert i denne bransjen. Det norske designmiljøet bidrar i stor grad til at det er norsk utstyr også i offshore fartøy som bygges i utlandet. Den maritime klyngen som er direkte relatert til offshore service fartøy er en av de mest vellykkede globale høyteknologiske næringer. Norge har 30 offshore rederier som disponerer rundt 500 skip, 15 verft driver nybygging av slike skip og det er en stor leverandørsektor. Næringen kan sies å selge en merkevare (norske avanserte offshore fartøy, eksempelvis merkevaren UT-design), den er godt befestet globalt og utgjør nesten 40 000 årsverk, hvorav det aller fleste er innenfor utstyrssektoren. Leverandørnæringen eksporterer vel halvparten av volumene de produserer, mens den andre halvparten leveres til norsk verft.

RR UTC Ship Simulator Infrastructure bygger opp under kjernekompetansen i denne delen av den maritime næringen som er engineering i det skipstekniske miljø. Her gjennomføres forskningsprosjekter som har preg av ikke bare å være Rolls-Royce prosjekter, men prosjekter som gjennom kunnskapseksternaliteter blir tilgjengelig for alle aktørene i den maritime næringen. I sum kan næringen dermed videreutvikles og ligge i front av den internasjonale konkurransen og gjennom produktifferensiering/merkevarebygging opprettholde en markedsposisjon slik at det fortsatt vil bli bygget avanserte fartøy i Norge. Dette til tross for at det her er et mye høyere lønnsnivå enn de landene det konkurreres med. Utvikling av offshore fartøy med høy kvalitet har gjort og kan fortsatt bidra til at næringen kan ta ut en merverdi og videreutvikle konkurransekraften i Norge.

For Rolls-Royce Marine som leverandør utgjør skipssimulatoren et konkurransefortrinn med særlig høy kvalitet på dokumentasjon og beregningsmaterieil, noe som gir trygghet hos en krevende kunde. Det er også grunn til å si at for Rolls-Royce Marine som må konkurrere om FoU-midler innad i konsernet, så er det vesentlig for utfallet av spillet om slike ressurser at det i Norge finnes virkemidler til samfinansiering av infrastrukturbygging som UTC'en i nettverk mot NTNU. Uten høy prioritering av den maritime satsingen i Norge ville det være vanskeligere å utvikle forskningsnettverk som i RR-systemet og derigjennom videreutvikle forskningsbasen i Norge.

Den norske prioriteringen av UTC- og skipssimulatoren gir RR kommersielle fortrinn, mens eksternaliteten, dvs. at det utvikles en simulator infrastruktur til nytte for hele den maritime næringen, gir hovedbegrunnelsen for at det riktig av Forskningsrådet å delta i finansieringen av slike prosjekter som ellers ikke ville vært realisert i Norge. Dette er eksempel på en satsing som gir høye eksterne virkninger, spillover til hele den maritime næringen som blir mer konkurransedyktige og som går hånd i hanske med vellykkede kommersialiseringer innad i Rolls-Royce systemet. Det er også grunn

til å understreke at selv nå i denne perioden med finanskriser og ordretørke for nykontraheringer, kommer Rolls-Royce i 2009 ut med en sterk vekst og svært gode økonomiske resultat, og det synes også å gå rimelig godt i 2010. Selskapets størrelse, robusthet og merkevare gir en posisjon i usikre tider som gjør at kundene søker Rolls-Royce for å ha sikkerhet for at de er en leverandør som ikke svikter på grunn av finansieringsproblemer og dårlig økonomi.

Oppsummering

Det opprinnelige prosjektet fra 1995 har bidratt til å utvikle det som har blitt UTC Ship Simulator Infrastructure ved NTNU. For Rolls Royce har prosjektene bidratt til en rekke innovasjoner som har hatt kommersielt positive effekter for selskapet uten at det er mulig å bestemme hvor stor denne økonomiske effekten har vært. Et godt mål kan likevel være at RR internasjonalt har prioritert utviklingen av UTC og forskningen ved NTNU over en årrekke. En forutsetning for dette har vært at det norske virkemiddelsystemet gjennom Forskningsrådet har deltatt i utviklingen med halvparten av finansieringen på årlig 12 mill.kr.

Det kan slås fast at det er betydelige eksterne virkninger fra satsingen både via kunnskapseksternaliteter og markedseksternaliteter inn i den maritime klyngen i Norge. Ikke minst gjennom utvikling av beregnings- og dokumentasjonsverktøy som gjøres tilgjengelig for hele design/engineering-miljøet av avanserte offshore fartøy i Norge. NTNU sin rolle i forhold til hele utviklingen av den maritime næringen kan gi grunn til å slå fast at treffsikkerheten av støtten er rimelig god og forsvares av betydelige eksterne virkninger på et område i Norge som ikke ville vært på samme nivået uten støtten fra Forskningsrådet.

Støtten fra Forskningsrådet sikrer tilsynelatende både at Rolls-Royce Marine vinner gjennom internt i konsernet og at man får koblet NTNU inn i prosjektsamarbeid med det store internasjonale bedriftsstyrte forskningssamarbeidet. Dermed lager man, i forhold til den kontrafaktiske vurderingen, en merverdi i Norge som ellers ikke ville kommet og hvor kunnskapsoverføringen i stor grad finner sted slik at hele den norske maritime klyngen nyter godt av denne forskningsutviklingen.

4.4 Intervju Brunvoll AS

Prosjektsøknaden: Propulsjon og styring - Utvikling av design- og analyseverktøy for fremdrifts- og manøvreringspropeller

Prosjektnr.: 163326

Program: MAROFF

Start: 01.01.2004

Støtte NFR: 3,3 MNOK

Slutt: 01.07.2007

Egeninnsats: 45,0 MNOK

Bransjen møter stadig strengere krav fra markedet mht dokumentasjon av systemenes egenskaper, effektivitet og pålitelighet. Samtidig etterspørres nye typer propulsjons- og styresystemer fra azimuth-thrustere med og uten dyse, kontraroterende propeller og integrerte propell/ror-systemer. Det er derfor et stort behov for å utvikle kunnskaper og metoder for å kunne designe og analysere ukonvensjonelle propulsjonssystemer, thrustere og ror. Videre mangler det mer fundamentale kunnskaper og innsikt knyttet til design og operasjon av slike anlegg ved varierende pådrag, eksterne belastninger og ved feilhendelser i systemene. Kompetanse innenfor dette området er svært viktig for sikkerhet til sjøs. Feil på slike anlegg i kystnære farvann kan lett føre til totalhavari. Effektive propulsjons- og styresystemer er nødvendig for å utføre raske og sikre redningsoperasjoner. NTNU og MARINTEK har gjennom flere studier, prosjekter, diplomer/mastergrads-arbeider samt FoU-prosjekter, en solid basis for å bidra til å øke industriens konkurransevne og til å bli ledende internasjonalt.

Om bedriften og forskningsprosjektet

Brunvoll AS, en bedrift som i dag produserer thrustere, med en omsetning på rundt 700 millioner kroner, resultat 45 millioner, ca 235 ansatte (2008), er karakterisert som en robust bedrift innenfor den maritime næringsklyngen med sterk internasjonal markedsposisjon.

I prosjektet utvikles dataverktøy til simuleringer og dokumentasjon av systemers egenskaper, effektivitet og pålitelighet. Markedet stiller stadig strengere krav til dokumentasjon og beregningsverktøy som er i stand til å tilfredsstille markedets krav om dokumentasjon.

Prosjektet har Marintek og NTNU som forskningsparter. Brunvoll som prosjekteier er del av et konsortium av 10 leverandørbedrifter. I tillegg er det et samarbeid med Universitetet i St. Petersburg, samt China Scientific Ship Research Centre i Shanghai.

Resultater fra prosjektet

Hovedmål i prosjektet er å videreutvikle og etablere nye beregningsverktøy for å styrke konkurransevnen til de deltagende bedrifter. Dette er beregningsverktøy som bidrar til å styrke merkevaren til Brunvoll. Det legges vekt på forhold som både høy virkningsgrad og reduksjon av støy og vibrasjoner i fartøy. Dette er viktige elementer både konkurransekraft og sikkerhet. Arbeidsmiljøet er viktig og det blir fremhevet at avanserte fartøy med mye støy og vibrasjoner kan påvirke søvn hos mannskapene. Betydningen av tilstrekkelig dyp søvn er svært viktig fordi de aller fleste ulykkene skyldes personlige feil, og mangel på søvn kan være mye av årsaken. Ved siden av det velvære man får med mindre støy og vibrasjoner, så er sikkerhet noe av det man kan

høste med økt kunnskap og innovasjoner når det gjelder design av styrings- og framdriftssystemer og operasjoner under krevende forhold.

Det er strategisk viktig å utvikle systemløsninger med dokumentasjon for å kunne optimalisere løsningene ved hjelp av beregningsverktøy, simuleringsverktøy. Ved siden av målet om reduksjon av støy og vibrasjoner, er siktemålet å redusere energiforbruket. En reduksjon med rundt 8 % gjennom optimalisering og høyere virkningsgrad er et realistisk potensial i svært mange prosjekt. I et levetidsperspektiv så vil en neddiskontert drivstoffbesparelse på 8 % årlig gi en signifikant økonomisk effekt som rederne vil høste i form av det som kan omtales som en markedseksternalitet. Konkurransen i markedet vil være så hard at den kvalitetsforbedringen som man kan oppnå for drivstoffreduksjon i liten grad kan tas ut av Brunvoll som økt pris. Rederiet, kunden, vil imidlertid kunne ta ut kvalitetshevingen gjennom reduserte drivstoffkostnader i tillegg til at man i dette prosjektet skal kunne oppnå lavere levetidskostnader gjennom mer robusthet i systemløsningene.

De viktigste eksternalitetene finne sted i form av markedseksternaliteter som virker gjennom større virkningsgrad, lavere levetidskostnader og en dokumentasjon på robusthet og effektivitet gjennom design og operasjoner av styringssystemer, framdriftssystemer og skrogutforming. I tillegg er det et fokus på arbeidsmiljø og behovet for mindre støy og vibrasjoner, noe som gir en eksternalitet gjennom reduserte miljøbelastninger på mannskaper som oppholder seg lenge om bord og de positive effektene dette kan ha for sikkerheten. For Brunvoll rent kommersielt så er det viktigste effekten her å sikre sin posisjon overfor marked og salg med grundigere dokumentasjon gjennom avanserte beregningsverktøy. De styrker markedsposisjonen ved utvikling og samarbeid om større systemløsninger. Dette kan øke den kommersielle verdien hvis prosjektet blir vellykket og man når fram i markedet.

Forskningsmiljøet ved NTNU i samarbeid med Marintek bistår Brunvoll (og konsortiet) med å utvikle og dokumentere nye løsninger for design og operasjoner drevet fram av kommersielle hensyn fra leverandøren Brunvoll som her samarbeider med flere verft og skipskonsulenter som har egen designkompetanse. Brunvoll har også i en videreføring av prosjektet etablert FOU-samarbeid med STX som vil kunne gjøre direkte bruk av prosjektresultater i kommende fartøyledesign. De deltagende bedrifter har vurdert prosjektet som så viktig at en videreføring i en Fase 2 ble etablert direkte etter avslutningen av dette prosjektet (Fase 1).

Miljøet som videreutvikles ved Marintek og NTNU vil bygge opp kunnskap og videreutvikle beregningsmodellene, og ha en slags infrastrukturkompetanse som hele den maritime næringen kan nyte godt av. Utviklingen ved Marintek og NTNU gjennom doktorgrads- og masterutdanning og oppgaveløsning bidrar til å spre kunnskapen til den øvrige maritime næringen som direkte kunnskapsoverføring gjennom arbeidsvandring.

Oppsummering

Det er grunn til å konkludere med at dette også er et prosjekt hvor det er et tydelig innslag av ulike typer eksternaliteter som høstes av kunden med øket

konkurranseskraft og av arbeidsstokken gjennom bedre arbeidsmiljø. Bedriften kan utvikle den kommersielle plattformen ved å tilby en større pakke og videreutvikle Brunvoll sin merkevare som her vil være å levere thrustere som er optimalisert med hensyn til styrings-, framdriftssystemer og skrog, reduksjon av vibrasjoner og støy foruten økt virkningsgrad og lavere levetidskostnader. Brunvoll estimerer en klar meromsetning og et nødvendig dekningsbidrag som kan bidra til å skape et overskudd i bedriften som en direkte følge av prosjektet. FoU-prosjektet skal føre til dokumentasjon og beregninger som er avgjørende for salg til krevende kunder.

Det er grunn til å si at verdien av prosjektet ikke blir kjent før det har gått en del år. Neddiskontert er det vurdert å ha en god avkastning ut fra de forventningene Brunvoll har til prosjektet og de kostnadene man har hatt ved utviklingen av FoU-prosjektet. Så langt vurderes FoU-prosjektet som svært vellykket og usikkerheten ligger først og fremst i om man har nok intern kapasitet og evne til å kunne utvikle prosjektet frem til et produkt i 2013.

Forskningsrådet bygger med støtte til prosjektet videre på en maritim simulatorinfrastruktur som hele den maritime næringen vil kunne nyte godt av gjennom kunnskapseksternaliteter hvor alle nyvinninger i simulatoren også vil spres til de andre aktørene. En klar verdsetting av hvor mye videreutvikling i simulatoren betyr, verdien av bedret arbeidsmiljø og verdien er av økt virkningsgrad og lavere levetidskostnader, gjenstår å se. Det er all mulig grunn til å konkludere med at dette er et prosjekt med betydelig potensial til eksterne virkninger slik at den samfunnsøkonomiske avkastningen fra prosjektet på lang sikt vil kunne være rimelig god.

4.5 Intervju Hexagon ASA

Prosjektsøknad: Dimensjoneringsgrunnlag for lastbærende konstruksjoner i kompositter

Prosjektnr.: 118269

Program: VARP

Start: 01.04.1997

Støtte NFR: 1,3. MNOK

Slutt: 30.06.1999

Egeninnsats: 2,2 MNOK

Om bedriften og forskningsprosjektet

Hexagon Composites ASA er et selskap med tre produktområder. Selskapet har som sin kjernekompetanse å drive utviklingsarbeid rundt kompositter, lette materialer, og det er tre anvendelsesområder som er plassert i datterselskaper av Hexagon ASA.

Den ene gjelder kompositter til bruk spesielt innenfor vindkraft og kledning av rotorbladene. Devold AMT har ansvaret for denne typen produkter og har vært i dette markedet siden tidlig 90-tall. Hovedproduktet er lette materialer og utfordringen er å kunne utvikle løsninger til stadig større konstruksjoner, noe som krever sterkere armering.

Det andre anvendelsesområdet er innenfor lav- og høytrykksbeholdere for gass. Det er Ragasco AS som har ansvaret for dette området. Lette lavtrykksbeholdere med anvendelsesområder innen husholdningene (gassgrill mv.) er et viktig markedsområde og selskapet har en markedsandel på dette produktet på 75 % i Europa. Drift av biler/busser med gass gir et voksende marked for selskapets produkter med høytrykksbeholdere for gass. Selskapets produkter utvikles nå mot VW og Fiat, et potensielt stort marked hvor man også er i posisjon til å produsere for markedene i USA.

Hexagon og datterselskapene har hatt flere forskningsrådsfinansierte prosjekter de siste 10 – 15 årene rettet mot kompositter og lastberegninger samt mot høytrykksbeholdere for gass og ventilløsninger.

Prosjektene resultater

Vindkraftmarkedet og bruk av armerte kompositter er et område hvor Devold AMT har drevet FoU-prosjektene sine som brukerstyrt forskning tilbake til sent 90-tall. Flere prosjekter er innenfor brukerstyrt forskning, og siktemålet med disse prosjektene har alltid vært å kunne utvikle større og stadig sterkere materialer som har større bæreevne, men som skal være lette. I dag er noe av forskningsutfordringene rundt carbon fiber produksjon, det som også kalles hybrid-armering, hvor en kombinerer carbon og glassfiber, for å finne fremtidens løsning for store vindmøller som krever lette materialer som er så bærekraftige at de tåler vindstyrken uten å bøye av på stor flater. Devold AMT har 10-15 % av markedet for rotor for vindkraftanlegg. Dette markedet er dominert av meget sterk konkurranse. Devold har nå flyttet produksjonen til Litauen fordi marginene for produksjon har vært relativt lave og man konkurrerer i et marked som har karakter av å være et frikonkurransemarked hvor teknologien har vist seg å bli relativt lett tilgjengelig for den typen glassfiberproduksjon. Derved presses man på produksjonskostnader, har

hatt relativt dårlig økonomi på den typen produksjon de siste årene, og man har valgt å forflytte dette til Litauen for derved på bli mer kostnadseffektiv. En av grunnene til at det er vanskelig å lage innovasjoner som kan utvikles som merkevare som kan høste en merverdi i markedet, er at innovasjonene når det gjelder veving av fiberduk, finner sted hos maskinleverandørene. Dette er i praksis to produsenter i Tyskland og all ny strikketeknologi som utvikles, utvikles rundt disse to produsentene. Ny teknologi vil, når den først er innbakt i de nye maskinene, stilles til rådighet for alle de som kjøper duken. Driveren på innovasjon er her leverandøren av fiberduk. Så lenge det er mange konkurrerende bedrifter som ønsker å levere til vindkraftindustrien og som kjøper samme type fiberduk, så skvises også Devold AMT på dette som blir et relativt homogent produkt hvor det er vanskelig å skille seg ut fra konkurrentene.

Devold AMT har nå konsentrert alt forsknings- og utviklingsarbeid i Norge til Langevåg der man også har et eget testlaboratorium. Man har nå fokus på å kunne utvikle den nye typen hybrid armeringer for å vinne fram i vindkraftindustrien som ønsker å gå over til stadig større turbiner og rotorblader. På dette feltet kan Devold AMT utvikle et fortrinn teknologisk gjennom innovasjon og FoU-arbeid i Norge. Også det å forbedre produksjonsprosessene ledes fra Norge, Langevåg, slik at det hjemme i stadig større grad blir en ren forsknings- og utviklingsavdeling.

Det kommersielle perspektivet for den typen kompositter er at produksjonen flyttes ut, og man evner i liten grad å hente ut noen kommersiell merverdi. Fortsatt er dette et strategisk område for Devold AMT selv om produksjonen er flyttet ut.

FoU-aktiviteten kan evt. bidra til å utvikle nye anvendelsesområder, som hurtiggående fartøy og innenfor byggeindustrien. Fortsatt vil miljøet på dette feltet i Norge kunne være en node som deltar internasjonalt i FoU-prosjekter. Med FoU-avdeling i Norge og gjennom å bygge opp denne kunnskapen, kan man med kort veg til den maritime klyngen ha et potensial til å finne frem til nye anvendelsesområder. Dette kan bli et felt hvor man kan se eksterne virkninger eller spillover til andre anvendelsesområder.

I et tidligere FoU-prosjekt med støtte fra Forskningsrådet ble anvendelsesområdet mot fly utprøvd, Airbus, men her var det ikke volumer nok og heller ikke tilstrekkelig økonomi til å gå videre inn i dette markedet. Innenfor den marine nisjen kan man også utvikle bedre markedsrelasjoner gjennom spredning av kunnskap inn mot en tung norsk industrisektor. Det kan gi grunnlag for ny anvendelse gjennom utvikling av nye produkter med denne typen komposittarmering (fordelaktig lokalisering).

FoU-systemet vil åpenbart også her ha en rolle i å bidra til utvikling av forskning som kan gi anvendelse på flere felter. Bedriften har positive erfaringer både med Skattefunn i ulike prosjekter og Brukerstyrte forskningsprogram som kan passe godt for bedriften innenfor vindkraftindustrien. Potensialet som oppstår når vindkraftindustrien går offshore, trekker til seg mange aktører, og offshore vindparker får meget stor oppmerksomhet. Devold AMT er en av aktørene i Norge med sterkt nettverk inn i den globale vindkraftindustrien. De er i posisjon både i Europa, i Asia og i USA, og markedskontakten mot næringen vil kunne bidra til den læringsprosessen som kan gi spin off/ spillover til andre bedrifter på veg inn i vindkraftmarkedet.

Det andre produktet fra Hexagon konsernet, er lavtryksbeholdere for gass til bruk i husholdningen og her har man har greid å høste gevinster. Ragasco hadde et godt år i

2009 med et resultat på 866 mill.kr og et resultat på 10 %, og det skyldes nok at man har 75 % av dette markedet og klarer å hente ut merverdi i markedet. Bedriften har hatt utviklingsprosjekter i Forskningsrådet innen materialteknologi. Det som gjør at man klarer å beskytte teknologien, er et komplekst leverandørnett med tette relasjoner, og kompleksiteten gjør sitt til at det er vanskelig å kopiere denne typen beholdere som produseres på Raufoss i Ragasco AS. En viktig årsak til at bedriften beholder markedet, er store volumer som gir stordriftsfordeler og lave nok priser. Den siste produksjonslinja som er utviklet, produserer 2 millioner slike beholdere. Det er også produksjon i USA, og så lenge markedet ikke er større evner man gjennom stordriftsfordeler å holde lav nok pris gjennom en leverandørstruktur som beskytter mot inntrengere. Konkurrenten er stålbeholdere som fortrenses fordi plastbeholderne blir stadig sikrere, og dette oppleves nå som en svært god markedsnisje. Selskapet er nå på vei inn i Asia med denne typen produkter. Det store markedet som kan åpne seg er hvis produktet utvikles for bruk av gass til oppvarming mv i Asia. Hvis det skjer, vil markedet vokse seg så stort og bli så omfattende at nye aktører vil vokse fram. Noen kan her se sin interesse i å utvikle konkurrerende produkter, forsøke å imitere Ragascos beholdere, med den konsekvens at de også vil bli sterke markedskonkurrenter både i USA og Europa.

Det tredje produktet er markedet for høytrykksbeholdere for hydrogengass til bil og buss. Dette er under sterk utvikling. Bedriften har hatt et FoU-prosjekt på ventilløsninger og man har også hatt et prosjekt på bruk av titan som material til beholderne. På denne nisjen kan fort markedet vokse og også her vil FoU-aktiviteten finne sted i Norge. Bli det et stort marked vil konkurrentene vokse fram, men klarer man å utvikle beholdere med stor sikkerhet, og som også er lette produkter, kan det være muligheter for at bedriften er i markedet også i fremtiden.

Oppsummering

Morselskapet Hexagon har datterbedrifter med tre markedsnisjer som alle er spennende nisjer med store utfordringer. Bedriften har så langt i sum vist stor evne til å høste kommersielle gevinster, økonomisk suksess, og evner å omstille bedriften etter de utfordringer den møter. Den kan også karakteriseres som en FoU-bedrift med utfordringen å utvikle produkter med stort økonomisk potensial. Dersom man lykkes på noen av nisjene, og selv om produksjonen skjer i andre land, vil suksessen styrke inntjeningen som kan gi grunnlag til å utvikle FoU-virksomheten i Norge. Dette kan dermed også bli en utfordring for det norske virkemiddelapparatet.

4.6 Intervju med Plasto AS

Prosjektsøknaden: Autovernstolper med retningsbestemte egenskaper

Prosjektnr.: 176739

Program: BIA

Start: 01.07.2006

Støtte NFR: 9,0 MNOK

Slutt: 30.11.2010

Egeninnsats: 15,7 MNOK

Dagens autovern har en stolpe av impregnert trevirke og er kun godkjent på grunn av manglende alternativer. Plasto har teknologi basert på miljøvennlige, resirkulerbare termoplaste. Ved å videreutvikle denne kompetansen har vi som mål å utvikle miljøvennlige løsninger som har bedre ytelse. Konsortiet dekker hele verdikjeden fra råstoff til produkt og marked. Det er sterkt fokus på miljø og det vil derfor forskes på muligheten for gjenbruk. Bare i Norge anvendes 150 000 stolper per år. Videre er målsetting en å kunne etablere et kretsløp av anvendte materialer. Materialmodeller for denne type materialer finnes ikke tilgjengelig i kommersielle programmer. Forskningsinnholdet er helt i front nasjonalt og vil støtte seg på de ledende miljøene internasjonalt innen modellering og simulering av kollisjon. Med plast i stolpen beholdes bøyestivhet på tvers av veibanen og stivhet og styrke i fartsretningen reduseres. Med en industrialisert montasje og forenklet sammenføyning integrert i stolpen kan tid og kostnad for montasje reduseres. Livsløpet til de ulike materialene som inngår kartlegges og eventuelle uheldige effekter som kan oppstå gjennom livsløpet evalueres. En miljødatabase vil være til nytte for fremtidig utvikling av nye produkter innen samme kategori. Miljøegenskapene til det nye produktet vil bli dokumentert i henhold til gjeldende internasjonale standarder og metoder. En må forske og finne nye materialer med ekstrem seighet ved raske deformasjoner. Pilotproduksjon av plaststolper vil kreve en del utstyr og verktøy som må lages spesielt for dette formålet. Plasto styrer prosjektet målrettet med fokus på resultater, fremdrift, kostnader og tid. Alle deltagere må levere det beste for at prosjektet skal nå sine ambisiøse mål. Bedriften vil i sine konsortieavtaler fokusere på effektiv bruk av FOU-midlene i prosjektet. Konsortiemedlemmer som ikke yter eller ut fra prosjektets utvikling og ikke lenger er relevante skal erstattes med medlemmer med riktig kompetanse.

Om bedriften og forskningsprosjektet

Plasto er en liten innovativ bedrift etablert i 1955 og som gjennom tidene har utviklet en stor variasjonsbredde i utnyttelsen av plast i ulike næringer. Teknologien er sprøyttestøping av termoplast som er resirkulerbar og dermed gir bedriften en viktig miljøprofil. Bedriften hadde i 2007 en omsetning på 70 mill.kr og et resultat på 10 mill.kr med 55 ansatte. De ble i noen grad rammet av finanskrisen og har nedskalert virksomheten noe, men bedriften har overlevelsessevne og må forventes å få ny vekstkraft når næringslivet igjen får mer trykk på innovasjonsaktiviteten. Bedriftens infrastruktur/ produksjonsapparat består i 20 maskiner som er automatisert med høy kvalitet. Plastproduktene er gjerne i konkurranse med metallprodukter og gevinsten ligger i å produsere store volumer. Produksjonskostnadene er lave i en kontinuerlig og automatisert produksjon som krever få ansatte. Bedriften har også et verksted for å finjustere former som er produsert i Kina. Plasto har etablert samarbeid med produsenter i Kina som etter anvisninger kan produsere former langt rimeligere enn i Norge.

Plasto arbeider proaktivt mot andre bedrifter for å se om plast kan erstatte (stål)elementer på en kostnadseffektiv måte. Derved inngår bedriften i en

innovasjonsprosess mot andre bedrifter i å videreutvikle produkter og produksjonsprosesser. Et eksempel er et prosjekt gjennomført mot Ekornes og som førte til at krakken i Stressless-stolen har fått et plastelement som erstatning for et tidligere stålelement. Dette har gjort at krakken er blitt lettere og kan produseres billigere. Utviklingsarbeidet mellom Plasto og Ekornes førte fram til en form som Plasto har sørget for å få produsert i Kina. Ekornes dekker kostnadene ved utvikling av støpeformen (engineeringarbeidet) og produksjonen i Kina og har dermed også eierrettigheten til formen. Når Plasto så produserer elementene med disse formene, er markedsstrukturen for plastproduksjon i Norge slik at prisen presses ned mot marginalkostnad ved produksjon. Det er tilbøyelighet til overkapasitet i bransjen. Effektiv masseproduksjon gir Plasto nødvendig inntjening, mens bedriften nå også må få dekningsbidrag fra engineering, innovasjon og utviklingsarbeidet i samarbeid med kunder.

Den som i samspill med Plasto høster gevinsten vil i stor grad være kunden som har en forbedring av sitt produkt, og den merverdien de henter ut vises i deres regnskaper, mens Plasto i mindre grad vil få store gevinster, men får tilstrekkelig til å fortsette innovasjonsutvikling mot andre bedrifter.

Det er også eksempler på slike innovasjoner mot bedrifter som Glamox, Kongsberg (bilindustrien), og mot offshore industrien i oppdriftsbøyer som fylles med kuler produsert ved Plasto og som tåler trykk ned til 1500 m dybde. Også i disse eksemplene hentes gevinsten i de andre bedriftene. Det pågår utviklingsprosjekter mot andre deler av offshorenæringene og mot oppdrettsnæringen hvor de allerede benytter plastprodukter i stor grad.

Innovasjonsbedrifter som Plasto er avhengig av virkemidler som Forskningsrådets støtte til brukerstyrte innovasjonsprosjekter. Et eksempel på et prosjekt som nå har finansiering fra Forskningsrådet er Poly-crash (Autovernstolper med retningsbestemte egenskaper) som er et prosjekt hvor man forsøker å utvikle plaststolper til bruk i autovern langs vegene. Hensikten er å erstatte stolper i impregnert treverk eller stål. Det kan være flere fordeler med bruk av plast i dette tilfellet både funksjonelt ved at støtabsorpsjon skal kunne fungere bedre med en spesial plaststolpe. Impregnerte trestolper produseres i dag på dispensasjon og skal utgå pga giftstoffer. Plaststolpene kan dermed få et betydelig marked dersom man lykkes i utviklingsarbeidet. En gevinst man her har med seg er at varigheten er omtrent lik med trestolpen, men miljøgevinsten er slik at plaststolpen kan resirkuleres. Prosjektet skjer i et samarbeid med Sintef og man venter å være i mål med en prototyp i løpet av 2010 og kan ha et prosjekt der engineeringmiljøet utvikles og et potensial for framtidig masseproduksjon som kan gi et inntektsgrunnlag for å kunne opprettholde innovasjonskraften. Det er et særtrekk at Plasto har utviklet innovasjonsprosessene spesielt i regionen med konkurransutsatte næringer som Ekornes, Glamox, maritime næringer, offshoresektoren, marin næring og denne typen innovasjonsbedrifter har et viktig formål med den nærhetsfaktoren til en sterkt konkurranseutsatt sektor. Man bidrar dermed til å utvikle konkurranseevnen i et internasjonalt rettet næringsliv med denne typen innovasjonsprosjekter.

Skattefunn er et virkemiddel som passer godt til Plasto i prosjekter der innovasjonsgraden er noe mindre, men når det er store prosjekter med høyere innovasjonsnivå som Poly-crash, vil brukerstyrte programmer være mer treffsikkert. Det er grunn til å

si at det som opprettholder bedriften er evnen til innovasjon mot konkurranseutsatt næringsliv. Den verdien som skapes i bedriften synliggjør bare den interne inntjeningen hvor det er vanskelig å høste noen merverdi pga konkurransen, mens det er de eksterne virkningene fra innovasjonen som høstes i konkurranseutsatte bedrifter som utgjør de største gevinstene. Dette er pekuniære eksterne virkninger og hovedbegrunnelsen for FoU-støtten i denne typen innovasjonsbedrifter. Det er ikke lett å anslå verdien av denne typen eksterne virkninger fra støtten bedriften har mottatt fra Forskningsrådet og Skattefunn. Den viktigste effekten synes å være bedriftens bidrag til at konkurranseutsatte næringer styrker sin konkurransevne i globale markeder. Det er grunn til å si at man her anvender virkemidler som bidrar effektivt til at innovative småbedrifter styrker konkurransevnen til internasjonalt rettede bedrifter.

Oppsummering

Plasto deltar i et brukerstyrt innovasjonsprogram forankret i bransjen sammen med Sintef. Målet er her å synliggjøre og øke innovasjonskraften i hele bransjen. I det første trinnet som er engineering-delen inngår i betydelig grad modeller for beregninger og simulering av utforming, styrke osv. Dette er viktig for å kunne dokumentere leveransen og optimalisere komponenter og effektiv produksjon. Bedriften må ha denne typen kompetanse for å konkurrere og utøve rollen som en innovasjonsbedrift. Bedriftens overlevelseskraft vil ligge i den proaktive rollen inn mot vareproduksjon og utvikle plast til erstatning mot andre materialer, særlig stål.

4.7 Intervju med Ecoxy

Prosjektsøknad: Reduksjon og overvåkning av NOX-utslipp fra gassturbiner

Prosjektnr.: 149896

Program: EMBA-3

Start: 01.01.2002

Støtte fra NFR: 1,2 MNOK

Slutt: 31.12.2003

Egeninnsats: 1,4 MNOK

SNCR-teknologi (injeksjon av et reduksjonsmiddel) er en kjent metode for å redusere NOx-utslipp fra forbrenning. Metoden er kjent og i bruk i kjeler, men er ikke tidligere benyttet i gassturbiner. Årsaken er at man hittil har vært opptatt av å injisere reduksjonsmiddelet direkte der forbrenningen skjer - i brennkammeret. Der er temperaturforholdene ugunstige for effektiv bruk av denne metoden. Hvis derimot injeksjonen gjøres i et passende trinn i turbindelen på gassturbiner er det ved beregninger utført ved NTNU vist at en NOx-reduksjon på 50 - 70 % kan være mulig. Dette prosjektet skal vise at dette nye konseptet ikke bare teoretisk, men også i praksis gir en effektiv NOx-reduksjon. Oversikten over utslipp fra installasjonene i norsk offshore sektor er usikre. Hvis Norge skal oppfylle sine internasjonale forpliktelser om utslippsreduksjon, må også datagrunnlaget forbedres. En løsning som vurderes er å innføre krav til kontinuerlige utslippsmålinger på plattformene (CEMS). Denne metoden er imidlertid beheftet med en rekke unøyaktigheter og problemer samt store kostnader. Ved å utvikle en matematisk bergningsmodell for hvordan utslippet varierer med gassturbinens driftsforhold (PEMS), vil man få et effektivt verktøy for utslippsregistrering. PEMS er anerkjent av EPA i USA og en rekke land i Europa for landanlegg når modellen er verifisert med målinger. Utfordringen ligger i å utvikle en robust matematisk modell som kan tilpasses ulike gassturbin typer og lastvariasjoner. I prosjektet planlegges det å utvikle et system for overføring av data fra oljeinstallasjonene til en landstasjon. Ved fjernovervåkning kan systemet gi en meget effektiv og nøyaktig vidererapportering av NOx-utslipp.

Prosjektsøknad: Samtidig reduksjon av CO2 og NOx ved avansert dampinjeksjon

Prosjektnr.: 156690

Program: EMBA-3

Start: 01.01.2003

Støtte fra NFR: 0,9 MNOK

Slutt: 31.12.2003

Egeninnsats: 0,9 MNOK

Norge har økt sine utslipp av både CO2 og NOx jevnt siden 1990, selv om inngåtte internasjonale avtaler forplikter å gjennomføre en reduksjon. Offshoresektoren står for et betydelig bidrag til utslippene av begge gassene. Prosjektet skal gjennomføre en forstudie av potensial og tekniske muligheter for å anvende et avansert og patentert system for samtidig reduksjon av CO2 og NOx på anlegg som bruker naturgassfyrte gassturbiner. Det er allerede innført en avgift på CO2 utslipp og avgift eller kvotesystem for NOx er foreslått implementert fra 01.01.05. Dette vil gjøre systemer som reduserer begge utslippskategoriene betydelig mer økonomisk interessant. Metoden har vært implementert på flere industrielle kraftstasjoner i USA og over 2 mill. driftstimer er akkumulert. Det er dokumentert en økt virkningsgrad på opp til 25 % for disse anleggene med tilsvarende reduksjon i CO2. Videre er det dokumentert en reduksjon av NOx utslipp på mer enn 90 %. Metoden har vært anvendt og dokumentert på industrielle gassturbiner, men aldri på aero-derivative maskiner som i hovedsak brukes offshore i Norge. Dette prosjektet vil se på mulighetene og potensial i Norge på i hovedsak

offshore anlegg, men også de industrielle gassturbinene på Kårstø vil bli undersøkt for dette konseptet.

Prosjektsøknad: NOx-reduksjon i dieselmotorer ved bruk av N₂-anrikt luft (C)

Prosjektnr.: 182686

Program: MAROFF

Start: 01.06.2007

Støtte fra NFR: 1,7 MNOK

Slutt: 31.03.2009

Egeninnsats: 2,6 MNOK

Ecoxy har utviklet en ny metode basert på bruk av membraner for å redusere NO_x-utslipp fra marine dieselmotorer. Metoden vil være enklere å installere enn CMS-membraner (en lignende metode patentert av Compact Membrane Systems, Inc., USA) ved at den ikke skal integreres i ladeluftsystemet slik CMS-membranene må. Den nye metoden forventes å gi tilsvarende NO_x-reduksjon som CMS-membranene gir. Metoden er basert på kjent teknologi, men utnyttet i en ny sammenheng. Effekten av å tynne ut ladeluften til en dieselmotor med N₂ eller med eksos (EGR) slik at andelen O₂ reduseres til ca. 19 prosentpoeng er at NO_x-utslippet reduseres med ca. 50 %. N₂-innblanding har ikke like god NO_x-reduserende virkning som EGR. Imidlertid er det noen ulemper med EGR som gjør at det hittil ikke har blitt benyttet på marine dieselmotorer. N₂ inneholder ingen partikler (slipper filtrering) og den har ikke samme høye temperatur som eksosen har (trenger ikke like stor varmeveksler). I dette prosjektet skal den nye metoden for NO_x-reduksjon på marine dieselmotorer testes i laboratorieforsøk før det gjøres en pilotinstallasjon på et skip.

Om bedriften og forskningsprosjektene

Ecoxy AS er en liten innovasjons- og FoU-bedrift som ble etablert i 2001, først som en del av Axess AS, deretter utskilt som eget aksjeselskap i desember 2002. Den har et sterkt nettverk mot NTNU hvor. En av gründerne (og styremedlem) i selskapet er professor ved NTNU og det er en FoU-bedrift innrettet mot ny teknologi for å redusere NO_x-utslipp gjennom ulike tiltak. Produktene har hovedsakelig vært innrettet mot gassturbiner, men også tiltak for å påvirke utslipp fra dieselmotorer. Vi har sett på tre brukerstyrte prosjekter i bedriften.

Det første prosjektet fra 2002 - Reduksjon og overvåking av NO_x-utslipp fra gassturbiner – rettet mot offshore gassturbiner. Her inngår både utvikling av SNCR-teknologi, en kjent metode for å redusere NO_x-utslipp fra forbrenning i gassturbiner. Teknologien har ikke vært anvendt i Norge, men det er et potensial til å kunne redusere NO_x-utslippene betydelig med denne typen ny teknologi. I tillegg inngikk i prosjektet utviklingen av en matematisk beregningsmodell for hvordan utslippet kan registreres ved beregningssimuleringer fra gassturbiner offshore. Ved å installere denne typen beregningsmodeller så unngår man de kravene som måtte ligge i at man må innføre kontinuerlige utslippsmålinger på plattformene, såkalte CEMS, som er relativt kostbart. Man regner at dette vil koste over 1 mill.kr pr år. Med en simuleringsmodell er de årlige kostnadene bare en tiendedel og en installasjonskostnad på en halv million, og over prosjektets levetid sparer man nesten en million i året. Med den levetiden en slik simuleringsmodell har, vil det lett være pr turbin neddiskontert med en effekt på 15 mill.kr. Når man da vet at det her kan dreie seg om et hundretalls turbiner offshore, som må ha denne typen teknologi, ser man lett at neddiskontert besparelsen kan dreie seg om milliardbeløp.

Prosjektets status er i 2010 at det ikke har vært gjennomslag for den teknologien som kan redusere utslippet. Fortsatt pågår prosjektet med utvikling av PEMS i stedet for CEMS med den årlige besparelsen på en million, og SFT krever at det skal være målinger, og de strenge kravene som SFT nå kommer med kan medføre at man må installere måleverktøy. Det synes nå å være muligheter for at denne måleteknologien kan vinne gjennom. Bedriften vil da kunne få en betydelig inntjening i markedet ved å gjøre installasjoner for en halv million pr turbin og årlige driftskostnader på hundre tusen. Denne inntektskilden fra prosjektet vil samlet sett langt overstige utviklingskostnadene på 2,5 mill.kr. I tillegg vil besparelsene i oljesektoren være en pekuniær ekstern virkning som samlet sett vil gi en høy avkastning. Denne nye teknologien som gjør målingen mye billigere gjør det også lettere for SFT å implementere den NOx-politikken som vi etter hvert har forpliktet oss på internasjonalt. SFT som myndighet må være pådriver for å få i gang seriøse målinger av denne typen gassturbiner offshore. Dette er et eksempel på et prosjekt hvor det er mulig kvantitativt å måle effektene og eksempel på et prosjekt som kan gi svært høy økonomisk avkastning hvor de eksterne virkningene som venter mest. Ecoxy jobber i dag både mot SFT og mot petroleumssektoren for å få gjennomslag for den nye teknologien. Trusselen kan være at oljeselskapene velger å utvikle denne kompetansen internt i stedet for å outsource det til denne bedriften som har vært utviklingsbedrift. Dette er et produkt som det ikke er lett å patentere. Noe beskyttelse i markedet vil kunne oppnås gjennom å etablere et nettverk mot SFT.

Det andre prosjektet har betegnelse – Samtidig reduksjon av CO₂ og NO_x ved avansert dampinjeksjon. Dette var et prosjekt som startet i 2003 med et volum på snaut 2 mill.kr. Det er å bruke en kjent patentert teknologi som forskerne har hentet hjem fra USA, utprøvd i flere piloter som dokumenterer at den virker. I prosjektet har man forsøkt å utvikle et nytt anvendelsesområde mot petroleumsrettet næring i Norge. Dette krever en litt annen tilpasning og en betydelig faglig ekspertise som kan utnytte denne teknologien mot den type gassturbiner som vi finner i det norske systemet. I dette prosjektet var man inne i en relasjon mot Kårstø, operatørene Gassled og Gassco. Man drev prosjektet langt frem mot et beslutningsgrunnlag hvor bedriften skulle bestemme om de var villige til å installere en pilot på gassturbiner på Kårstø. I den siste fasen før avgjørelsen falt valgte man på Kårstø å heller kjøpe NO_x-kvoter som man anså som billiger. Foreløpig ligger derfor dette prosjektet på is og man avventer muligheten for at det kan komme opp igjen, og bedriften ser muligheten for videre utvikling i samspill med kontaktene i USA. Den økonomiske effekten har så langt uteblitt, men har bidratt til å skape kompetanse ved NTNU og inn i Ecoxy til å utvikle NO_x-teknologi. Dette er en kunnskap som bedriften kan benytte til å bygge videre plattformen til nye teknologier og nye FoU-prosjekter som senere kan bistå til reduksjon av NO_x fra gassturbiner.

Det tredje prosjektet har gått fra 2007 – 2009. Dette har vært et prosjekt med et volum på vel 4 mill.kr. Dette er en ny metode basert på bruk av membraner for å redusere NO_x-utslipp fra marine dieselmotorer. Metoden er patentert i USA og er hentet hjem fra forskere i USA og tenkes tilpasset dieselmotorer i det norske systemet. Dette er dermed et eksempel på kjent teknologi som utvikles og anvendes i en ny sammenheng. Metoden er innrettet mot å redusere NO_x-utslippet fra dieselmotorer. Igjen er det slik at jo større presset er for å kunne redusere utslippet

av NOx og jo større kravet blir til skip som er storforbrukere av diesel, og jo større grad miljøpolitikken følges opp med NOx avgifter, desto lettere vil det være for Ecoxy å vinne frem i markedet med denne typen nye teknologiske anvendelser i Norge.

Oppsummering

Det er grunn til å si at denne bedriften som en innovasjons og FoU-bedrift lever av å utvikle nye produkter. De har sikret seg en plattform med en løpende inntjening som foreløpig går på målinger av NOx-utslipp fra skip og borerigger, og bedriften har nå 9 ansatte og en omsetning på 17 mill.kr. Potensialet i bedriften ligger i nettverket mot forskermiljøet ved NTNU, og et internasjonalt nettverk i forskerverden som gir potensial til å hente hjem ny teknologi fra internasjonal forskning. Innovasjonsbedriften og aktiviteten ved NTNU vil kunne bidra til utviklingen av NOx-reduserende teknologi slik at vi skal oppfylle våre internasjonale forpliktelser vedrørende langtransporterte luftforurensninger (Gøteborgprotokollen) på en kostnadseffektiv måte. Jo mer SFT presser frem tiltakene jo lettere vil denne bedriften vinne frem i markedet. Dette er en FoU-bedrift som i fremtiden kan på sine spesialfelt utvikle nye produkter som gir en høy inntjening for bedriften, samt redusere negative eksterne virkninger. FoU-bedrifter av denne typen bidrar til at forskningsbasen ved NTNU og forskningsbasen globalt finner sin anvendelse gjennom en kommersiell bedrift med forretningsidé som går ut på implementering av NOx-reduserende teknologi i norske bedrifter.

For det ene prosjektet, måling av NOx-utslipp på gassturbiner offshore, hvor det var mulig å kvantifisere økonomiske effekter er det fortsatt usikkert hvorvidt dette måle-verktøyet blir implementert. Dersom det skjer vil dette være et prosjekt som kan bli et eksempel på høy avkastning fra FoU-satsing. Det har tatt rimelig lang tid å vinne frem i markedet (start i 2002) med simuleringsmodellen, men det kan være at det først er nå i 2010/11 at denne typen ny teknologi blir implementert offshore. Da vil Ecoxy kunne få en betydelig plattform til å løfte frem ytterligere FoU-aktivitet som utvikler bedriftens potensial for å få FoU-orientert NOx-tiltak ut i norsk næringsliv.

REFERANSELISTE

NOU 2000:7 Ny giv for nyskaping.

Jaffe, A.B., (1998): The importance of “spillovers” in the policy mission of the Advanced Technology Program. *Journal of Technology Transfer* 23 (2), 11-19.

Mansfield, E., Rapoport, J., Romeo, A., Wagner, S., Beardsley, G. (1977): Social and private rates of return from industrial innovations. *Quarterly Journal of Economics* 91, 221-240.

Forskningsrådet (2008): Nukleære virksomheter ved Institutt for energiteknikk – IFE. En samfunnsøkonomisk kost/nytte-analyse. Oslo mars 2008. (www.forskningsradet.no/publikasjoner).

Elvik, R., Kolbenstvedt, M., Elvebakk, B., Hervik, A. og Bræin, L. (2009): Cost and benefits to Sweden of Swedish road safety research. *Accident Analysis and Prevention* 41 (3), 387-392.

Vinnova Analysis (2004): Effektanalys av nackskadeforskningen vid Chalmers. Vinnova Analys, VA 2004:07.

Vinnova Analysis (2007): Effects of Swedish Traffic Safety Research 1971 – 2004. Main Report, Vinnova Analysis VA 2007:10.

Arild Hervik; Bræin, Lasse; Bergem, Bjørn (2010): Resultatmåling av brukerstyrt forskning 2008. Møreforskning Molde mars 2010, Rapport 1005.

**VEDLEGG – INTERVJUGUIDE FOR DYBDEINTERVJU
EKSTERNE EFFEKTER**

INTERVJUGUIDE

Prosjektets nytte for samfunnet

1. Spredning av forskningsresultater og kunnskap

- a) I hvilken grad er forskningsresultater og erfaringsbasert kunnskap utviklet i prosjektet kjent for andre utenfor bedriften og samarbeidspartnere?

Vi skiller her mellom *forskningsresultater* (formalisert kunnskap) og *kunnskap* (know-how) ervervet gjennom erfaring og praksis.

	Ikke kjent i det hele tatt 1	2	3	I moderat grad 4	5	6	I svært stor grad 7	Vet ikke
Forskningsresultater								
Erfaringskunnskap (know-how)								

- b) Hvor mange avlagte doktorgrader er det i dette prosjektet?

_____ Vet ikke

- c) Hvor mange artikler i vitenskapelige tidsskrifter m/referee er publisert som følge av prosjektet?

_____ Vet ikke

2. Nytteverdi av prosjektet utenfor bedriften

Hvor stor nytteverdi mener du FoU-prosjektet kan gi utenfor bedriften, men som bedriften ikke får betalt for?

	Ingen 1	2	3	4	5	6	Svært stor 7	Vet ikke	Ikke relevant
A Kostnadsbesparelser/ kvalitetsheving i andre bedrifter									
B Nytte for forbrukere/ sluttbrukere									
C Kompetansespredning gjennom arbeids- vandring og samarbeid									
D Teknologispredning gjennom patentering eller imitasjoner									
E Miljøforbedring ytre miljø									
F Samlet nytteverdi utenfor bedriften									

Ved score 4 eller mer, kan du utdype de aktuelle punktene (A-F) om nytte for andre:

Prosjektets resultater for bedriften

3. Kommersialisering

- a) Har bedriften kommersialisert eller forventer den å kommersialisere produkter/tjenester eller ta i bruk prosesser/metoder basert på resultater fra prosjektet?

<input type="checkbox"/>	Ja, har allerede kommersialisert eller implementert resultatene
<input type="checkbox"/>	Ja, forventer kommersialisering / implementering innen 2 år
<input type="checkbox"/>	Ja, forventer kommersialisering / implementering innen 5 år
<input type="checkbox"/>	Nei, har ingen planer om kommersialisering / implementering (gå til spm 6)
<input type="checkbox"/>	Vet ikke (gå til spm 6)
<input type="checkbox"/>	Ikke relevant (gå til spm 6)

4. Investeringer i industrialisering/kommersialisering

Hvis ja, hvor mye er investert i teknologi-/forretningsutvikling siden prosjektavslutning og frem mot kommersialisering?

Investeringer i millioner kroner: _____ (evt. angi et estimat)

Vet ikke

5. Økonomiske resultater for bedriften

- a) På hvilke måter har bedriften oppnådd eller forventer den å oppnå økonomiske resultater som følge av prosjektet?

	Ja	Nei	Vet ikke
Inntekter fra salg av varer og tjenester som er basert på resultater fra prosjektet (hvis ja, se spørsmål b))			
Kostnadsbesparelser fra nye eller forbedrede produksjons- og/eller distribusjonsprosesser (hvis ja, se spørsmål d))			
Inntekter fra lisensiering (royalties) av teknologi eller metode (hvis ja, se spørsmål e))			
Inntekter fra salg av teknologi eller metode (hvis ja, se spørsmål f))			

- b) Inntekter fra salg av varer og tjenester basert på resultater fra prosjektet:

Samlede inntekter oppnådd til og med 2009 (millioner kroner):	
Årlige inntekter forventet fremover (millioner kroner):	
- Forventet fra år:	
- Forventet til og med år:	

- c) Hva er bedriftens dekningsgrad knyttet til inntekter i punkt b)?

Dekningsgrad: _____ % $Dekningsgrad = (Omsetning - produksjonskostnader)/Omsetning$

- d) Kostnadsbesparelser i bedriften som følge av resultater fra prosjektet:

Samlede kostnadsbesparelser oppnådd til og med 2009 (millioner kroner):	
Årlige kostnadsbesparelser forventet fremover (millioner kroner):	
- Forventet fra år:	
- Forventet til og med år:	

- e) Inntekter fra lisensiering (royalties) av teknologi eller metode utviklet i prosjektet:

Årlige lisensinntekter/royalties (millioner kroner):	
- Fra år:	
- Til og med år:	

- f) Inntekter fra salg av teknologi eller metode utviklet i prosjektet:

Samlede inntekter fra salg av rettigheter til teknologi/metode (millioner kroner):	
--	--

6. Årsaker til manglende kommersialisering?

Hva er årsaken til at bedriften ikke igangsetter kommersialisering eller implementering?

	Ingen betydning 1	2	3	4	5	6	Svært stor betydning 7	Vet ikke
Endringer i bedriftens strategiske mål								
Endringer i bedriftens eierskap								
Endringer i markedsforhold								
Manglende engasjement og interesse fra ledelsen								
Manglende teknologisk fremgang								
Manglende finansiering								
Manglende kapasitet i bedrifter								
Manglende kompetanse internt i bedriften								
Manglende strategisk partner								
Annet (spesifiser):								

Bedriftens forsknings- og kunnskapsoppbygging

7. FoU-samarbeid og kunnskapsbygging i bedriften

- a) Har bedriften utenom dette prosjektet gjennomført kunnskapsbygging i samarbeid med universitet / institutt som SFI, KMB-prosjekter, andre BIP-prosjekter, EU-prosjekter eller prosjektarbeid sammen med andre bedrifter?

	Nei			I noen grad			I svært stor grad	Vet ikke
	1	2	3	4	5	6	7	
Universitet, institutt i Norge / utlandet								
Type prosjektsamarbeid som:								
SFI, KMB-prosjekter								
Andre BIP-prosjekter								
EU-prosjekter								
Andre bedrifter								
Annet (spesifiser):								

8. Overordnede mål og prestasjoner så langt

a) Hvor fornøyd er du med de forskningsmessige prestasjoner / resultater fra prosjektet så langt?		b) Hvor fornøyd er du med de kommersielle prestasjoner / resultater fra prosjektet så langt?	
<input type="checkbox"/>	Svært fornøyd	<input type="checkbox"/>	Svært fornøyd
<input type="checkbox"/>	Fornøyd	<input type="checkbox"/>	Fornøyd
<input type="checkbox"/>	Nøytral	<input type="checkbox"/>	Nøytral
<input type="checkbox"/>	Misfornøyd	<input type="checkbox"/>	Misfornøyd
<input type="checkbox"/>	Svært misfornøyd	<input type="checkbox"/>	Svært misfornøyd
<input type="checkbox"/>	Vet ikke	<input type="checkbox"/>	Vet ikke
Hvis misfornøyd – hvorfor?		Hvis misfornøyd – hvorfor?	

9. Prosjektets betydning for bedriftens utvikling totalt sett

På hvilken måte har det opprinnelige FoU-prosjektet påvirket bedriften i forhold til:

	Ikke relevant	Ingen betydning 1	2	Noe betydning 3	4	Svært stor betydning 5
Vekst						
Overlevelse						
Konkurransesevne						
Produktivitet						
Kompetanse						
Ny teknologi						
Samarbeid med FoU-institusjoner						
Samarbeid med andre bedrifter						

Bedriftsinformasjon

10. Bedriftsinformasjon og nøkkeltall

Bedriftens navn: _____

Organisasjonsnummer:

Bedriftens omsetning i 2008 (millioner kroner):	
Resultat før skatt i 2008 (millioner kroner):	
Antall årsverk 2008:	
Antall årsverk i bedriften som utførte FoU-arbeid i 2008:	
Samlede FoU-utgifter i bedriften i 2008 (millioner kroner):	

© Forfatter/Møreforskning Molde AS

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Molde AS er all annen eksemplarframstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.