

Flere forskere – mer forskning?

Brita Bye og Taran Fæhn



NUPI Working Paper 811

Department of International Economics

Utgiver: NUPI
Copyright: © Norsk Utenrikspolitisk Institutt 2012

Alle synspunkter står for forfatterens regning. De må ikke tolkes som uttrykk for oppfatninger som kan tillegges Norsk Utenrikspolitisk Institutt. Artiklene kan ikke reproduseres – helt eller delvis – ved trykking, fotokopiering eller på annen måte uten tillatelse fra forfatterne.

Besøksadresse: C.J. Hambros plass 2d
Postadresse: Postboks 8159 Dep.
NO-0033 Oslo
Internett: www.nupi.no
E-post: info@nupi.no
Fax: 22 99 40 00
Tel: 22 99 40 00

Flere forskere – mer forskning?¹

Brita Bye* og Taran Fæhn**

Statistisk sentralbyrå

Ingress

Myndighetenes har et ambisiøst mål om å øke næringslivets forskning og utvikling (FoU) som andel av BNP til to prosent. I en vekstmodell for Norge undersøker vi om økt tilgang på forskningsrelevant kompetanse er et effektivt virkemiddel. I konkurransen om den økte humankapitalen finner vi at konkurranseutsatte produksjonssektorer kommer bedre ut enn FoU-næringen. Produktivitetsveksten som et lite, åpent land kan oppnå gjennom absorpsjon av kunnskap fra utlandet, er viktigere enn egen FoU. Økt humankapital til konkurranseutsatte næringer bidrar derfor til vekst ved å øke deres absorpsjonskapasitet.

1 Takk til Norges forskningsråd for støtte via BITE-prosjektet, ledet av Norsk utenrikspolitisk institutt (NUPI). Takk også til tidsskriftets konsulent for nyttige kommentarer til et tidligere utkast.

* Forskningsavdelingen, Statistisk sentralbyrå, E-post: bby@ssb.no

** Forskningsavdelingen, Statistisk sentralbyrå, E-post: tfn@ssb.no

1. Innledning

Forskning og utvikling (FoU) er en viktig drivkraft for produktivitetsvekst i økonomien. Myndighetene har satt seg ambisiøse mål for forskningspolitikken. Norsk FoU som andel av BNP ligger lavere enn OECD-gjennomsnittet, og målet er å nå tre prosent, hvorav næringslivet skal stå for to prosent. Næringslivets andel er i dag godt under én prosent (<http://www.ssb.no/fou/>). Selv om nordmenn generelt har et høyt utdanningsnivå, uttrykker flere utredninger bekymring for at FoU-veksten i norsk næringsliv blir hemmet av mangel på forskere innenfor relevante områder og lav rekruttering av studenter til studier innenfor naturfaglige og teknologiske fag; se for eksempel NOU 2000:7, NOU 2005:4 og OECD (2004). Utviklingen i norske tilbuds- og etterspørselsforhold i markedet for høyt utdannet arbeidskraft har i stor grad fulgt de internasjonale trendene (Salvanes og Førre, 2003), og flere internasjonale studier peker på samme tendens (Golsbee, 1998; Machin og McNally, 2007; Wolff og Reinthaler, 2008).

I lys av myndighetenes FoU-mål, ser vi i denne artikkelen nærmere på hvor sterk stimulans forskningsaktiviteten kan tenkes å få av en økt tilgang på relevant, høyt utdannet arbeidskraft. Det er usikkert hvor treffsikkert økt tilgang på slik humankapital vil være. Denne gruppen er etterspurt i mange næringer og til ulike arbeidsoppgaver (NOU 2011:6). Konkurransen om teknisk og vitenskapelig personale er i dag skarp, spesielt fra konkurranseutsatte, teknologibaserte produksjonsaktiviteter. Bedrifter som opererer i internasjonale markeder har ofte høy produktivitetsvekst som setter dem i stand til å tiltrekke seg kompetanse (Girma m.fl., 2008; Andersson og Löf, 2009). Dette kan være frukter av egen FoU-virksomhet. For bedrifter i små, åpne land som Norge viser det seg imidlertid at en viktigere kilde til produktivitetsvekst er den kunnskapsutviklingen som skjer i utlandet (Coe og Helpman, 1995; Keller, 2004). Kapasiteten til å absorbere slike kunnskapsoverføringer kan utvikles. For det første vil den være avhengig av internasjonal handelsvirksomhet (Coe og Helpman, 1995; Griffith m.fl., 2004; Grünfeld, 2002; Alvarez og Lopez, 2008; Bernard og Jensen, 2004). Det kan blant annet forklare med at bedrifter som handler i verdensmarkedene kommer i kontakt med leverandører og kunder som er orientert om markedsstatus og teknologiske muligheter, og gjennom slike nettverk overføres kunnskap om den globale teknologikutviklingen. Videre foreligger det også klare funn på at kapasiteten til å absorbere kunnskap fra utlandet kan styrkes gjennom egen forskning og gjennom direkte humankapitalinvesteringer i næringen (Nelson og

Phelps, 1966; Benhabib og Spiegel, 1994; Griffith m.fl., 2004; Crespo m.fl., 2004; Madsen m.fl., 2010).

Det er derfor grunn til å undersøke om økt humankapital først og fremst vil komme næringslivets FoU-virksomhet til gode, eller om den snarere finner veien til konkurranseutsatt produksjon. I sistnevnte fall vil satsing på forskerutdanning gi lite ny FoU-virksomhet. Selv om *forskningskanalen* for innovasjon ikke stimuleres i særlig grad, behøver ikke landets økonomiske vekst bli hemmet. Økt humankapital i konkurranseutsatt virksomhet vil styrke kapasiteten i disse næringene til å absorbere og nyttiggjøre seg kunnskapsoverføringer fra utlandet. Det vil bidra til økt innovasjon gjennom en annen kanal, den såkalte *absorpsjonskanalen*. I tillegg til å studere humankapitalens relative betydning for forskningskanalen og absorpsjonskanalen, er det også interessant å få innsikt i det potensielle samspillet som kan foregå mellom disse to innovasjonskanalene.

Dette er empiriske spørsmål som vi analyserer ved hjelp av en empirisk, disaggregert vekstmodell for norsk økonomi. Modellen har to hovedkanaler for innovasjon: forskningskanalen og absorpsjonskanalen. Unikt for modellen vi har utviklet er at disse vekstmekanismene er gjort næringsspesifikke. For begge typene innovasjon er arbeidskraft med forskningsrelevant utdanning sentral, og den er spesifisert som en egen innsatsfaktor. Den er kjennetegnet ved mer enn fire års universitetsutdanning eller tilsvarende, og 60 prosent er realister eller teknologer. Dette samsvarer med sammensetningen i norske, private forskningsinstitusjoner og bedrifter (Norges forskningsråd, 2009).

Enten nye, bedre produkter og prosesser stammer fra innenlands forskning eller fra absorpsjon av kunnskap fra utlandet, vil effektiviteten i de bedriftene som tar dem i bruk øke. Gjennom den innenlandske forskningskanalen har vi, som i Romer (1990), også modellert en annen kilde til produktivitsvekst. Siden nye forskere kan "stå på skuldrene" av tidligere FoU-resultater, blir forskningsvirksomheten i seg selv stadig mer produktiv.

Våre resultater tyder på at myndighetene kan oppnå økt FoU-aktivitet i privat sektor gjennom å øke tilgangen på forskningskvalifisert arbeidskraft. Økningen i bruken av arbeidskraft med forskningsrelevant utdanning blir enda sterkere i produksjonsaktivitetene innenfor tradisjonell industri enn innenfor FoU. Det er ikke opplagt at FoU-sektoren overhodet øker sin humankapitalinnsats og produksjon. Resultatet er sensitivt for hvor sterke absorpsjonskapasitetseffekter økt humankapital har.

2. Forutsetninger og utforming av analysen

Vi analyserer effektene av økt tilgang på forskerutdannede (også omtalt som humankapital) i en dynamisk generell likevektsmodell som er kalibrert til norske data. Bye m.fl. (2006) og Bye og Fæhn (2012) gir fyldigere presentasjoner av modellen. Det er to endogene vekstmekanismer i modellen, én gjennom innenlandsk FoU og én gjennom absorpsjon av kunnskap fra utlandet. Basert på Romer (1990) antar vi at FoU-kanalen består av to profittmaksimerende aktiviteter, FoU (patentproduksjon) og FoU-basert teknologiproduksjon på grunnlag av de patenterte idéene. Begge aktivitetene er humankapitalintensive. Teknisk har vi samlet all næringslivets FoU i én næring og produksjonen av de nye teknologiene i en annen, hvor hver bedrift produserer sin variant og ellers er like. Hele næringslivets FoU er således representert.

Den akkumulerte kunnskapen fra patentene øker produktiviteten til samtidig og fremtidig FoU-virksomhet, men med avtakende bidrag (Jones, 1995). Næringenes ordinære produksjonsaktiviteter får også økt produktivitet, avhengig av deres FoU-intensitet som reflekteres av i hvor stor grad de bruker FoU-baserte teknologier. Jo mer produksjonen avhenger av FoU-basert kapital, jo mer nytte får de av at flere varianter blir tilgjengelige (såkalte *love-of-variety*-effekter; Dixit og Stiglitz, 1977).

Den andre vekstmekanismen i modellen foregår ved at næringer som er involvert i internasjonal handel får læringseffekter. Kapasiteten til å absorbere kunnskap fra utlandet øker med næringenes FoU-intensitet og bruk av humankapital. Produktivetsbidraget fra denne mekanismen er fallende, noe som forklares med at det er mindre å hente i utlandet jo nærmere man selv kommer produktivetsfronten. Dette er modellert ved at veksten i den totale faktorproduktiviteten i en næring, τ , følger av tre drivkrefter i modellen, representert ved de tre leddene i ligning (1):

$$(1) \quad \dot{\tau} = \dot{\tau}^* + A\Delta + B\Delta.$$

Det første leddet, $\dot{\tau}^*$, er eksogen produktivetsvekst, mens det andre og tredje leddet representerer læringseffekter gjennom eksport og import, som er representert ved variablene A og B. Potensialet for slik læring øker med næringens produktivetsgap fra den eksogene tekno-

logifronten, τ^F ; i.e., $\Delta = (\tau^F - \tau) / \tau^F$ (Griffith m.fl., 2004). Basert på empiriske studier lar vi styrken på produktivitetseffektene gjennom eksport- og importkanalen avhenge av næringenes FoU-intensitet og bruk av humankapital (Alvarez og Lopez, 2006; Coe og Helpman, 1995; Griffith m.fl., 2004):

$$(2) \quad A = \lambda_1 \cdot \Omega^H \cdot \Omega^R \cdot \frac{X^W}{X},$$

$$(3) \quad B = \lambda_2 \cdot \Omega^H \cdot \Omega^R \cdot \frac{I}{X^H}.$$

Ligning (2) uttrykker at absorpsjonen av produktivitsvekst gjennom eksportkanalen, A , avhenger av næringens eksport til verdensmarkedet, X^W , som en andel av produksjonen, X , samt av funksjonene Ω^H og Ω^R , som representerer absorpsjonskapasiteten fra henholdsvis humankapital og FoU-intensitet. Tilsvarende gjelder for importkanalen, B , representert ved ligning (3), med den forskjell at produktivitsveksten her er avhengig av næringens import relativt til produksjonen myntet på hjemmemarkedet, X^H . Vi antar samme vekter, $\lambda_1 = \lambda_2$, for eksport- og importkanalen. Det mangler empirisk studier som estimerer betydningen av de to i én og samme analyse, slik at deres relative betydning er usikker.

Absorpsjonskapasitetsvariablene er definert ved:

$$(4a) \quad \Omega^R = \frac{\varphi \kappa^R}{\frac{\varphi}{2} + \kappa^R}, \quad \varphi > 0, \Omega^{R'} > 0, \Omega^{R''} < 0.$$

$$(4b) \quad \Omega^H = \frac{\varphi L^H}{\frac{\varphi}{2} + L^H}, \quad \varphi > 0, \Omega^{H'} > 0, \Omega^{H''} < 0.$$

Absorpsjonskapasiteten gjennom FoU-intensiteten, Ω^R , øker med næringens andel av FoU-basert kapital, K^V , i total faktorbruk, VF : $\kappa^R = K^V / VF$, men med avtakende effekt avhengig av verdien på φ .

Tilsvarende er absorpsjonskapasiteten gjennom humankapitalen, Ω^H , en avtakende funksjon av næringens bruk av forskningsrelevant kompetanse, L^H . Bye og Fæhn (2012) gir flere detaljer om absorpsjonskanalens kalibrering og koeffisienter.

I analysen gjennomfører vi et skift i humankapitalen ved å øke tilgangen på arbeidstakere med forskningsrelevant utdanning i privat sektor med 20 prosent (tilsvarende 15 000 årsverk). I modellen er den totale arbeidsstokken gitt, og vi undersøker hvordan denne økte til-

gangen på høyt utdannede, og tilsvarende redusert tilbud av lavere utdannede, spres mellom næringer og aktiviteter og påvirker næringsstrukturen på lang sikt i forhold til en referansebane, som er nærmere beskrevet i Bye og Fæhn (2012). På lang sikt vil økonomien nå en tilstand med konstante priser og realvariable, som følge av forutsetningene om at de endogene vekstimpulsene gjennom FoU og absorpsjon er avtakende (Jones, 1995; Griffith m.fl., 2004).

Vi vil også rapportere effekter på produktivitsvekst og samfunnsøkonomisk effektivitet. I analysen av vekstimplikasjonene fokuserer vi på perioden 60-80 år fra nå. Samfunnsøkonomiske effektivitetsvirkninger måles ved endringer i velferd, dvs. nåverdien av neddiskontert nytte over en uendelig horisont. Velferden påvirkes først og fremst fordi både forsknings- og absorpsjonskanalen for produktivitsvekst har *eksterne effekter*, det vil si at produktivitetseffektene ikke til fulle blir tatt hensyn til i bedriftenes beslutninger om å drive FoU, handle over landegrensene eller investere i humankapital. Den samfunnsøkonomiske avkastningen av disse aktivitetene er derfor høyere enn den privatøkonomiske. Dette er i samsvar med empiriske funn; se Griliches (1995) og Jones og Williams (1998) når det gjelder forskningskanalen, og Alvarez og Lopez (2008) og Falvey m.fl. (2004) for absorpsjonskanalen.²

Modellen er disaggregert med 15 private produksjonsnæringer i tillegg til næringene for FoU (patentproduksjon) og FoU-basert teknologi-produksjon, samt en offentlig tjenestenæring.³ Produksjonsaktivitetene baserer seg på ulike innsatsfaktorandeler, inklusive FoU-andeler. Faktorsammensetningen kan justeres dersom det fremstår som lønnsomt; også bruken av de to arbeidskraftstypene kan delvis substitueres. Skiftet vi gjør i tilgangen på humankapital påvirker etterspørsels- og produktivitsutviklingen for sektorene forskjellig, avhengig av deres spesifikke faktorintensiteter, graden av konkurranseutsatthet, samt hvilke faktorsubstitusjonsmuligheter de har. Tabell 1 viser faktorintensiteter for de viktigste private modellnæringene.

² Når det gjelder absorpsjonskanalen er imidlertid litteraturen langt mindre enn for forskningskanalen, og resultatene mer tvetydige.

³ FoU i offentlig sektor inngår i den offentlige tjenestenæringen og er ikke eksplisitt modellert. En fullstendig liste over modellens næringer finnes i Bye og Fæhn (2012).

Tabell 1: Primærfaktorandeler i bruttoproduktet, utvalgte private næringer, 2002

Næring:	Høyt utdannede	Lavere utdannede	FoU-basert kapital	Annen kapital
FoU/FoU-basert teknologi	0,33	0,53	-	0,14
Konsumgoder	0,04	0,79	0,02	0,15
Tradisjonell industri	0,04	0,55	0,05	0,36
Bygg og anlegg	0,01	0,92	0,01	0,07
Maskinproduksjon	0,05	0,82	0,02	0,11

* FoU og produksjon av FoU-basert teknologi er her aggregert opp til én næring. Legg merke til at vi har antatt at verken FoU eller produksjon av FoU-basert teknologi selv bruker FoU-basert kapital, for å unngå kumulative produktivitetseffekter.

Vi ser av tabell 1 at FoU-næringen representerer den humankapitalintensive delen av økonomien. Næringer med høy andel tjenesteproduksjon, slik som Bygg og anlegg og den store samlenæringen Konsumgoder, er relativt intensive i bruken av lavere utdannet arbeidskraft. Det er også Maskinproduksjon. Tradisjonell industri er den mest FoU-intensive. Den er også den sterkest konkurranseutsatte næringen i modellen. Den leverer kjemiske, mineralske og metalliske produkter, som både eksporteres og importeres i stort monn.⁴

⁴ Handelsintensiteten, målt ved summen av import og eksport av varene som andel av bruttoproduksjon er på mer enn 2.

3. Resultater fra analysen

Tabell 2 rapporterer effekter på produksjon og ressursinnsats for noen representative næringer. Mens FoU og FoU-basert teknologiproduksjon er de mest humankapitalintensive næringene, er produksjon av Konsumgoder representant for næringer med intensiv bruk av lavere utdannet arbeidskraft. Tradisjonell industri representerer den konkurranseutsatte og FoU-intensive delen av økonomien. En økning i tilgangen på arbeidskraft med forskningsrelevant utdanning på 20 prosent gir et klart løft for FoU-virksomheten, både patentutviklingen og den FoU-baserte teknologiproduksjonen. I vårt *Hovedscenario* øker FoU (patentutvikling) med 15,5 prosent på lang sikt, mens produksjonen av FoU-basert teknologi øker med 5,3 prosent; se kolonnen merket *Hovedscenario* i tabell 2. Resultatet bekrefter den såkalte Rybczynski-effekten (Rybczynski, 1955) som sier at økt tilgang på en faktor øker produksjonen i de næringene som er relativt intensive i sin bruk av denne faktoren. Siden økt FoU gir positive eksterne effekter for alle samtidige og fremtidige FoU-bedrifter ved at de kan utnytte (stå på skuldrene til) den økte kunnskapsbasen, forsterkes FoU-næringens vekst.

Mer FoU gir også produktivitetseffekter for bedrifter som bruker FoU-basert teknologi. FoU-basert kapital brukes både i ferdigvareproduksjon som er intensiv i bruken av høyt utdannede, og i næringer som bruker lavere utdannet arbeidskraft intensivt. Flere internasjonale teoretiske studier viser at økt tilgang på høyt utdannede vil stimulere etterspørselen etter FoU som komplementerer bruken av høyt utdannede, slik at den forskningsbaserte veksten først og fremst kommer i relativt humankapitalintensive virksomheter (såkalt *skill-biased technological change*); se Acemoglu (1998) og Kiley (1999). En slik mekanisme finnes også i vår empiriske modell.

Tabell 2. Effekter på produksjon og ressursbruk av økt andel høyt utdannede, prosentvis endring fra basisalternativene, lang sikt

	Hoved-scenario	Hjelpe-scenario	Sensitivitets-scenario
FoU			
Produksjon (av patenter)	15,5	19,3	-24,7
Innsats høyt utdannede	20,7	23,8	-14,7
FoU-basert teknologiproduksjon			
Produksjon	5,3	6,1	-17,7
Innsats høyt utdannede	21,9	24,5	0,2
Absorbert produktivitet	1,0	-0,1	-0,7
Tradisjonell industri			
Produksjon	6,9	3,6	7,5
Innsats høyt utdannede	23,7	21,5	30,2
Innsats FoU-basert kapital	10,5	9,4	-5,7
Absorbert produktivitet	2,8	1,5	2,3
Konsumgoder			
Produksjon	1,7	0,5	2,0
Innsats høyt utdannede	18,3	18,6	23,9
Innsats FoU-basert kapital	5,4	6,5	-10,5
Absorbert produktivitet	2,1	0,8	1,2
Makroøkonomiske effekter			
BNP	3,9	2,1	1,0
Gjennomsnittlig absorbert produktivitet	3,0	1,0	2,9

Likevel finner vi ikke en tendens til at ferdigvarenæringer med relativt høy faktorandel av høyt utdannede får sterkest stimulans gjennom forskningskanalen, slik de teoretiske modellene predikerer. Det skyldes at modellen vår tar hensyn til at det er stor variasjon mellom næringer når det gjelder FoU-intensitet. Denne variasjonen er empirisk sett viktigere enn variasjonen i humankapitalintensitet, for hvor den forskningsbaserte innovasjonen bidrar til vekst. Gjennom forskningskanalen vil den økte humankapitalen derfor først og fremst stimulere FoU-intensive produksjonsnæringer. Tradisjonell industri, som ikke er spesielt humankapitalintensiv, er den mest FoU-intensive næringen; se tabell 1. Dens produktivitetsvekst gjennom forskningskanalen kommer både av den økte tilgangen på FoU-basert kapital og den økte kvaliteten kapitalen gjennom den såkalte *love-of-variety* effekten. Til sammenlikning er produksjonen av Konsumgoder, som har om lag

samme humankapitalintensitet som Tradisjonell industri, mindre FoU-intensiv (se tabell 1). Den trekker derfor i mindre grad til seg den økte tilgangen på FoU-basert kapital (se tabell 2).

I tillegg får Tradisjonell industri vekst gjennom absorpsjonskanalen. Den er handelsintensiv, og den økte FoU-virksomheten bidrar til å øke dens FoU-intensitet og absorpsjonskapasitet. Her er det altså et tett samspill mellom forsknings- og absorpsjonskanalen. I tillegg vil den økte humankapitaltilgangen gi et *direkte* bidrag til absorpsjonskapasiteten; se ligning (2) og (3). For å få mer grep om betydningen av de ulike drivkreftene bak økt absorpsjon, har vi simulert et *Hjelpescenario* der den direkte effekten av humankapitalen på absorpsjonskapasiteten er utelatt. Vi finner da en mindre ekspansjon av Tradisjonell industri; se andre kolonne i tabell 2, merket *Hjelpescenario*. Økningen i absorbert produktivitet (τ i modellfremstillingen i avsnitt 2) er også rapportert i tabell 2. Vi ser at uten humankapitalens direkte effekt på absorpsjonskapasiteten, blir den langsiktige økningen i absorbert produktivitet i Tradisjonell industri om lag halvert, fra 2,8 prosent til 1,5 prosent, til tross for at en større del av humankapitaløkningen da går til FoU-næringen og styrker absorpsjonskapasiteten i Tradisjonell industri gjennom økt FoU-intensitet. Den absorberte produktivitetsøkningen vil generelt bli mindre for de fleste næringer når humankapitalens direkte effekt utelates. Tabell 2 viser at økningen i gjennomsnittlig absorbert produktivitet bare blir en tredel av det vi får i *Hovedscenarioet*, hvor den øker med 3 prosent på lang sikt.

I *Hovedscenarioet* bidrar økningen i humankapital alt i alt til økt økonomisk vekst. På lang sikt er vekstraten i BNP 0,1 prosentpoeng høyere enn i referansebanen. Det kommer gjennom forskningskanalen og absorpsjonskanalen og samspillet mellom disse. Stimulansen av produktivitetskanalene har også samfunnsøkonomiske velferdseffekter gjennom de ulike eksternalitetene som er modellert fra forskning og absorbert kunnskap. I *Hovedscenarioet* øker velferden med 1,7 prosent.

I *Hovedscenarioet* gir den 20 prosents økningen i humankapital mer enn 20 prosents økning i den høyt utdannede arbeidstokken i både FoU-næringen og den konkurranseutsatte Tradisjonelle industrien. Selv om økningen i bruken av høyt utdannede blir enda sterkere i Tradisjonell industri enn i FoU-næringen, både i relativ og absolutt forstand, får vi økt FoU. Næringslivets langsiktige FoU-andel i forhold til BNP øker til 1,6 prosent.

Veksten i FoU hviler på forutsetningene som er gjort om den relative styrken til forsknings- og absorpsjonskanalene. Resultatene vi har basert oss på fra den empiriske litteraturen er til dels sprikende og

usammenlignbare, noe som gjør kalibreringen av effektene usikker. Vi har allerede illustrert sensitiviteten overfor noen av antakelsene i vår omtale av *Hjelpescenarioet*, der vi antar at humankapital ikke har direkte effekter på absorpsjonskanalen. Med svekket absorpsjonskanal får vi fortsatt vekst. FoU-næringen tiltrekker seg mer av humankapitalen. Dermed øker både patentproduksjonen og den FoU-baserte teknologiproduksjonen mer enn i *Hovedscenarioet*.

I et *Sensitivitetsscenario* forsterker vi derimot absorpsjonskanalen ved å tredoble den initiale absorpsjonskapasiteten i konkurranseutsatt Tradisjonell industri. Humankapitalen trekkes nå i langt sterkere grad mot konkurranseutsatt sektor, og vi får en økning i Tradisjonell industriproduksjon på 7,5 prosent på lang sikt. BNP øker, men mindre enn i de andre scenarioene, og veksten skyldes absorpsjonskanalen. Økt tilgang på forskerressurser gir her ingen stimulans til FoU-virksomhet; tvert i mot faller patentproduksjonen med 24,7 prosent på lang sikt, mens FoU-basert teknologiproduksjon går ned med 14,7 prosent. Resultatene fra *Sensitivitetsscenarioet* illustrerer at økt tilgang på forskere ikke nødvendigvis gir økt FoU. Med en såpass sterk absorpsjonskanal blir FoU totalt fortrent av produktivitetsveksten i konkurranseutsatt sektor. Isolert sett virker lavere produktivitetsvekst gjennom forskningskanalen også til svekket absorpsjonskapasitet for konkurranseutsatt produksjonsvirksomhet, men dette veies opp av tredoblingen av effekten av humankapital.

4. Konklusjoner

Våre resultater tyder på at myndighetene kan oppnå økt FoU-aktivitet i privat sektor gjennom å øke tilgangen på forskningskvalifisert arbeidskraft. I hovedscenariot vi har sett på, øker næringslivets FoU og utgjør 1,6 prosent av BNP på lang sikt. Dette er fortsatt et stykke fra målet på 2 prosent for næringslivets FoU. Økningen i bruken av arbeidskraft med forskningsrelevant utdanning blir enda sterkere i produksjonsaktivitetene innenfor Tradisjonell industri enn innenfor FoU, både i relativ og absolutt forstand. Selv om vi i hovedscenariot finner at FoU-sektoren ekspanderer, er det ikke opplagt at FoU-sektoren overhodet øker sin humankapitalinnsats og produksjon. Resultatet er sensitivt for hvor sterke absorpsjonskapasitetseffekter økt humankapital har.

FoU-målet er et operasjonelt mål som ikke behøver å være verken tilstrekkelig eller nødvendig for å nå mer overordnede målsettinger, som for eksempel økonomisk vekst. I lys av vår studie er det, for eksempel, nærliggende å kritisere FoU-målet for å overse konkurransen om humankapitalressurser mellom FoU og annen innovasjonsvirksomhet. For ensidig satsing på innenlandsk FoU kan gå på bekostning av produktivitsveksten i konkurranseutsatte sektorer med stort læringspotensial gjennom sin kontakt med de globale markedene. Jo viktigere humankapitalen er for absorpsjonen, jo alvorligere blir det å neglisjere humankapitalbehovet for konkurranseutsatt virksomhet og vekstpotensialet gjennom kunnskapsoverføringer.

Økonomisk teori tilsier at virkemidler bør rettes så direkte som mulig mot det en ønsker å oppnå. Dette taler for at et mål om økt FoU i næringslivet mest treffsikkert nås ved å subsidiere slik aktivitet direkte. Dersom målet er økt økonomisk vekst, reises spørsmålet om tiltak som fremmer handel vil være mer målrettet enn både FoU- og utdanningspolitikk. Handelstiltak er imidlertid lite aktuelle virkemidler for Norge fordi det er få handelsrestriksjoner igjen på importsiden, mens de fleste subsidieringsordninger som kan komme eksport til gode vil være ulovlige ifølge regelverkene i EØS og Verdens handelsorganisasjon. Utdanningspolitikk kan da være et substitutt for å stimulere til kunnskapsoverføringer.

Det er mange grunner til at også økonomisk vekst er et for snevert mål. Hovedmålet med myndighetenes inngripen i næringslivets FoU-betingelser bør først og fremst være å kompensere for eller rette opp sider ved FoU-markedene som ikke fungerer optimalt. Som vi har re-

degjort for, tar vår modell innover seg flere typer eksterne effekter av FoU og investeringer i absorpsjonskapasitet. Siden slike ikke blir reflektert i markedsprisene, vil privat sektor typisk investere for lite i FoU, internasjonal handel og humankapital. Det bør være påvisning av denne type forhold som motiverer myndighetene til forsknings-, innovasjons- og utdanningspolitikk. Tiltakene bør i størst mulig grad adressere slike eksterne effekter for å bidra til den økonomiske velferden.

Flere typer markedsufullkommenheter enn dem vi har tatt hensyn til vil kunne begrunne inngripen i utdannings- og forskningsmarkedene. For eksempel er det flere teoretiske bidrag som modellerer eksternaliteter av individers utdanningsvalg (som Eicher, 1996; Arnold, 1998; Ambler m.fl., 1999). Når samfunnsøkonomiske effekter av økt utdanning skal analyseres er det dessuten nødvendig å ta med kostnadssiden av økt utdanning. Det har ligget utenfor ambisjonene for denne studien.

Vi har studert et kvantitativt løft i tilgangen på høyt utdannet arbeidskraft. Implisitt har vi antatt at sammensetningen av og kvaliteten på forskerrekruertene som tilføres, er identisk med sammensetningen av dagens forskere i privat sektor. Mange av de allerede nevnte utredningene av norsk forskning og utdanningspolitikk etterlyser imidlertid både økt kvalitet på utdanningen og en endret sammensetning av nyutdannede forskerrekruertter, med mer vekt på naturvitenskapelig og teknologisk kompetanse enn i dag. Vår modell er ikke egnet for å studere sammensetnings- eller kvalitetsaspektene ved utdanning.

Referanser

- Acemoglu, D. (1998). Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality, *The Quarterly Journal of Economics* November 1998, 1055-1089.
- Alvarez, R., og R. Lopez (2006). Is exporting a source of productivity spillovers?, *Weltwirtschaftliches Archiv* 144 (4), 723-749.
- Ambler, S, E. Cardia og J. Farazli (1999). Export promotion, learning by doing and growth, *Journal of Economic Dynamics & Control* 23, 77-772.
- Andersson, M. og H. Löf (2009). Learning-by-Exporting Revisited: The Role of Intensity and Persistence, *Scandinavian Journal of Economics* 111(4), 893–916.
- Arnold, L. G. (1998). Growth, welfare, and trade in an integrated model of human-capital accumulation and research, *Journal of Macroeconomics* 20(1) 81-105.
- Benhabib, J. og M. M. Spiegel (1994). The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country data, *Journal of Monetary Economics* 34, 143-173.
- Bernard, A. B. og J. B. Jensen (2004). Why some firms export, *The Review of Economics and Statistics* 86(2), 561–569.
- Bye, B., T.R. Heggedal, T. Fæhn og B. Strøm (2006). A CGE model of induced technological change: A detailed model description, *Documents* 2006/11, Statistics Norway.
http://www.ssb.no/emner/10/03/doc_200611/doc_200611.pdf
- Bye, B. og T. Fæhn (2012). Innovative and absorptive capacity effects for education in a small open economy, *Discussion Papers* No. 694, Statistics Norway and NUPI *Working Paper* 812, Department of International Economics, Norwegian Institute of International Affairs.
- Coe, D.T. og E. Helpman (1995). International R&D spillovers, *European Economic Review* 39, 859-887.
- Crespo, J., M. Carmela og F.J. Velazquez (2004). The Role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries, *Global Economy Journal* 4 (2), 1-18.
- Dixit, A. K. og J. E. Stiglitz (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, *American Economic Review* 67(3), 297-308.
- Eicher, T.S. (1996). Interaction between endogenous human capital and technological change, *Review of Economic Studies* 63, 127-144.

- Falvey, R., N. Foster og D. Greenaway (2004). Imports, exports, knowledge spillovers and growth, *Economics Letters* 85(2), 209-213.
- Girma, S., H. Görg og A. Hanley (2008). R&D and Exporting: A Comparison of British and Irish Firms”, *Review of World Economics* 144 (4), 750-773.
- Goolsbee, A. (1998). Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?, *American Economic Review* 88, 298-302.
- Griffith R., S. Redding og J. Van Reenen (2004). Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD industries, *The Review of Economics and Statistics* 86, 883-895.
- Griliches, Z. (1995). R&D and productivity: Econometric results and measurement issues, in *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, ed. P. Stoneman (Oxford: Blackwell).
- Grünfeld, L.A. (2002). International R&D spillovers and the effect of absorptive capacity, an empirical study, Paper no 630, Norwegian Institute of Foreign Affairs, Oslo, Norway.
- Jones, C. I. (1995). R&D based models of economic growth, *Journal of Political Economy* 103, 759-784.
- Jones, C.I. og Williams, J.C. (1998). Measuring the social returns to R&D, *Quarterly Journal of Economics* 113, 1119-1135.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion, *Journal of Economic Literature* XLII, 752-782.
- Kiley, M.T. (1999). The supply of skilled labour and skill-biased technological change, *Economic Journal* 109, 708-724.
- Machin, S. og S. McNally (2007). Tertiary education systems and labour markets, Paper commissioned by the Education and Training Policy Division, OECD.
- Madsen, J.B., M. R. Islam og J. B. Ang (2010). Catching Up to the Technology Frontier: The Dichotomy between Innovation and Imitation, *Canadian Journal of Economics* 43(4), 1389-1411.
- Nelson, R.R. og E.S. Phelps (1966). Investment in humans, technological diffusion and economic growth, *American Economic Review* 56, 69-82.
- Norges forskningsråd (2009). *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer*, Norges forskningsråd, Oslo.
- NOU 2000:7. *Ny giv for nyskaping*, Nærings- og handelsdepartementet.
- NOU 2005:4. *Industrien mot 2020 – kunnskap i fokus*, Nærings- og handelsdepartementet.
- NOU 2011:6. *Et åpnere forskningsystem*, Kunnskapsdepartementet.
- OECD (2004). *Developing Highly Skilled Workers: Review of Norway*, Organisation for economic co-operation and development, Paris.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change, *Journal of Political Economy* 98, 1002-1037.

- Rybczynski, T. M. (1955). Factor endowment and relative commodity prices, *Economica* 22(88), 336-341.
- Salvanes, K.G. og S.E. Førre (2003). Effects on employment of trade and technical change: Evidence from Norway, *Economica* 70, 293-329.
- Wolff, G. B. og V. Reinthaler (2008). The effectiveness of subsidies revisited: Accounting for wage and employment effects in business R&D, *Research Policy*, 37, 1403-1412.