

Patentering og innovasjon

av

Eivind Hestvik Brækkan



Mastergradsoppgave i Samfunnsøkonomi

30 studiepoeng

Handelshøgskolen i Tromsø

Universitetet i Tromsø

Mai 2010

## ***i* Forord**

Denne oppgaven markerer slutten på mange fine studieår ved Handelshøgskolen i Tromsø. Det er med stor spenning jeg nå tar fatt på en ny epoke i livet, hvor jeg forhåpentligvis vil fortsette å lære nye ting og arbeide med spennende oppgaver slik jeg har fått gjort i studietiden.

Gjennom arbeidet med masteroppgaven har jeg fått muligheten til å fordype meg innenfor et tema av fritt valg, noe som har vært både interessant og utfordrende. Å selv skulle styre og strukturere alt arbeid med oppgaven fra start til slutt har vært en lærerik opplevelse som har gitt meg nyttige erfaringer å ta med ut i arbeidslivet

Jeg vil takke min veileder Jan Yngve Sand for all hjelp jeg har fått i forbindelse med denne oppgaven. Jan Yngve har alltid vært tilgjengelig for spørsmål og tilbakemeldinger. Takk til alle medstudenter og forelesere som alle har bidratt til å gjøre studietiden hyggelig og interessant. Takk til lille Luka for at du bestemte deg for å sove store deler av nettene i dine første måneder av livet, og min kjære Inger Marie som tålmodig har tatt seg av både meg og vår sønn når arbeidet med oppgaven har vært som mest intenst.

Tromsø 18.05.10

Eivind Hestvik Brækkan

## **ii Innholdsfortegnelse**

<i>i</i> Forord	s. 2
<i>ii</i> Innholdsfortegnelse	s. 3
<i>iii</i> Figurliste	s. 5
<i>iv</i> Tabeller	s. 5
<i>v</i> Sammendrag	s. 6
1 Innledning	s. 7
2 Patenter og innovasjon	s. 9
2.1 Hva er et patent?	s. 9
2.1.1 Hvorfor har vi patenter?	s. 10
2.1.1.1 Moralsk tilnærming	s. 11
2.1.1.2 Utilitaristisk tilnærming	s. 11
2.2 Effekter av patenter	s. 12
2.2.1 Incentiver til innovasjon uten patenter	s. 12
2.2.2 Samfunnets og FoU-utøvers avkastning av FoU – empiri	s. 14
2.2.3 Incentiver til innovasjon med patenter	s. 15
2.2.4 Offentliggjøring av kunnskap	s. 16
2.2.5 Patenter skaper et marked for kunnskap	s. 19
2.3 Samfunnsøkonomiske effekter av patenter	s. 22
2.3.1 Optimal utforming av patenter	s. 23
2.3.2 Patenters kvalitet	s. 28
2.3.3 Empirisk forskning på nettoeffekten av patenter	s. 31
2.3.4 Incentiver til innovasjon under monopol og frikonkurransen	s. 33
2.3.5 Markedsstruktur, innovasjon og patentering	s. 34
2.3.6 Empirisk forskning på innovasjonsnivå og markedsstruktur	s. 36
3 Modellen	s. 39
3.1 Innledning til modellen	s. 39
3.2 Presentasjon av modellen	s. 40
3.3 Estimering av modellen	s. 43
3.3.1 Spesialtilfellet drastisk innovasjon	s. 48
3.3.2 Mulige løsninger knyttet til drastisk innovasjon	s. 50

3.4 Effekter på avgjørelsen om patentering	s. 51
3.4.1 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $\beta$	s. 52
3.4.2 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $\gamma$	s. 53
3.4.3 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $n$	s. 55
3.5 Effekter på FoU-nivået	s. 59
3.5.1 Effekt på FoU-nivået ved endring i $n$	s. 59
3.5.2 Oppsiktsvekkende resultater for FoU-nivået uten patent	s. 64
3.5.3 Sammenligning av FoU-nivået med og uten patentering	s. 66
3.5.4 Andre effekter på FoU-nivået	s. 67
3.5.5 Dekomponering av FoU-incentiver	s. 67
4 Avslutning	s. 70
Referanseliste	s. 73

### ***iii* Figurliste**

Figur 3.4.3 Profitt med og uten patentering ved økning i  $n$  s. 58

### ***iv* Tabeller**

Tabell 3.5.3 FoU-nivå med og uten patent s. 66

## v Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg innovasjon og patentering. I oppgaven blir det tatt for seg ulike hensikter som ligger bak bruken av patenter som virkemiddel for innovasjon, og ulike årsaker til forskjeller i innovasjonsnivå og patenteringsaktivitet blant innovative aktører. Det blir fokusert på samfunnsøkonomiske effekter av patenter, med et særlig fokus på hvordan patenter kan sies å henge sammen med innovasjonsnivået under ulike markedsstrukturer. I siste del av oppgaven presenteres en modell som viser hvordan innovasjonsnivået og gevinsten ved å bruke patenter påvirkes av flere faktorer. Modellen integrerer innovasjonsnivå og bedriftens valg om å patentere eller ikke i en og samme modell, i et forsøk på å ta hensyn til det faktum at ikke alle innovasjoner blir patentert. Modellen forsøker å avklare årsaker til at kun noen innovasjoner blir patentert, og viser at gevinsten av patentering vil påvirkes av ulike faktorer, blant annet av antallet konkurrenter i produktmarkedet. Det blir også fokusert på hvordan innovasjonsnivået påvirkes av om patentering blir utført eller ikke. Modellen viser at patentering ikke alltid medfører et høyere innovasjonsnivå, og gir noe støtte til tidligere forskning som har vist at innovasjonsnivået er høyest når det er *noe* konkurranse i et marked.

Nøkkelord: Patent, innovasjon, incentiv, markedsstruktur, Cournot.

## 1 Innledning

Økonomisk teori peker på teknologisk utvikling som hovedårsaken til økonomisk vekst på lang sikt (Romer, 1990), og alle faktorer som kan tenkes å påvirke teknologisk utvikling er således nyttig å ha best mulige kunnskaper om. Empirisk forskning har også vist at vekst i BNP i det tjuende århundre ikke alene kan knyttes til økning i innsatsfaktorene arbeid og kapital (Scotchmer, 2006), og på tross av at forskning har gitt svært ulike resultater i forsøk på å forklare effekten av FoU, tyder studier på at FoU og innovasjonsvirksomhet spiller en betydelig rolle for produktivitetsveksten i et samfunn, og kan i stor grad oppfattes som forutsetninger for teknologisk utvikling (Griffith, Redding & Van Reenen, 2004; Sveikauskas, 2006). Således er best mulig kunnskap om faktorer som påvirker FoU og innovasjon alltid ønskelig. Å oppnå patent er et av flere måter innovatører kan benytte for å beskytte sine oppfinnelser, og er et offentlig virkemiddel med formål å øke incentivene til innovasjon. De siste tiår har det vært en kraftig økning i patentsøknader og innvilgede patenter på verdensbasis (Jaffe & Lerner, 2004), men vi vet også at langt fra alle innovasjoner blir patentert, noe som åpner for en rekke spørsmål knyttet til innovative aktørers bruk av patenter. Mye forskning har tatt for seg incentiver til innovasjon, og hvordan patenter kan påvirke disse incentivene<sup>1</sup>, og en tilnærming som forsøker å belyse hvorfor bruken av patenter varierer i så stor grad kan bidra til ytterligere kunnskap om hvordan patentering påvirker incentivene til innovasjon. Å kartlegge ulike mekanismer som ligger bak bruken av patenter kan bidra til å øke forståelsen av hvorfor innovasjonsnivå og patentering varierer i stor grad mellom ulike næringer.

Denne oppgaven tar for seg bruk av patenter som et virkemiddel for å stimulere til innovasjon og økt samfunnsøkonomisk overskudd, og ser på ulike hensikter med og effekter av patenter, med spesielt fokus på hvordan patenter og innovasjonsnivå henger sammen med markedsstrukturer og konkurransesituasjonen. Med dette som utgangspunkt setter denne oppgaven seg fore å undersøke hva som påvirker aktørers avgjørelse om å patentere en innovasjon eller ikke, og hvordan dette valget påvirker aktørens innovasjonsnivå. Dette gjøres ved å gå gjennom teori og empiri på området, samt gjennom å presentere en modell som søker å belyse dette formelt.

---

<sup>1</sup> Se for eksempel Scotchmer (2006) for en oversikt.

Første del av oppgaven beskriver hva et patent er, og ulike hensikter som ligger bak bruken av patenter som virkemiddel for innovasjon. Det blir fokusert på hvorfor incentivene til innovasjon i fravær av et patentsystem kan antas å være lavere enn optimalt, og hvordan bruk av patenter kan bidra til å øke incentivene til innovasjon. Neste del av oppgaven beskriver flere aspekter ved patenter som påvirker det samfunnsøkonomiske overskuddet. Dette omhandler hvordan et patent kan utformes optimalt for å minimere dødvektstap, samt fokus på uheldige effekter av at patenter av usikker kvalitet blir utstedt. Deretter blir forskning på innovasjonsnivå og ulik bruk av patenter under ulike markedsstrukturer tatt for seg. I siste del av oppgaven presenteres en modell som forsøker å analysere sammenhenger mellom patentering og incentiver til innovasjon. Rammeverket for modellen er Cournot-konkurranse i produksjonen med flere aktører i markedet. I modellen sammenlignes profittnivået til en innovativ aktør med og uten patentering av en innovasjon, i et forsøk på å belyse hvilke faktorer som påvirker de observerte forskjellene i bruk av patentering som virkemiddel i ulike industrier og markeder. Innovasjonsnivået med og uten patentering sammenlignes for å forsøke å forstå hvordan patentering påvirker incentivene til innovasjon, og det fokuseres på hvordan ulike faktorer påvirker innovasjonsnivået i hvert tilfelle. Resultatene blir diskutert ut fra forutsetningene bak modellen, og sett i lys av eksisterende forskning på innovasjon og bruk av patenter. I tillegg blir resultatene vurdert i lys av de aspekter ved innovasjon og patentering som ikke ble tatt hensyn til i modellen, i et forsøk på å anslå styrker og svakheter bak resultatene. Avslutningsvis oppsummeres hovedfunnene i oppgaven, og forslag til videre forskning og analyser innenfor modellens rammeverk blir foreslått.



## 2 Patenter og innovasjon

Denne delen av oppgaven fokuserer på hva et patent er, og ulike hensikter som ligger bak bruken av patenter. Teoretiske begrunnelser for bruk av patenter blir gjennomgått, samt empiriske undersøkelser knyttet til innovasjonsnivå og patentering under ulike omstendigheter, i et forsøk på å belyse ulike effekter av patenter.

### 2.1 Hva er et patent?

Et patent er offentlig utstedt beskyttelse av en oppfinnelse som ifølge Patentstyrets hjemmeside [1] gir ”enerett til å utnytte en oppfinnelse kommersielt for et begrenset tidsrom”, og har i flere hundre år vært brukt av det offentlige som belønning for innovativ aktivitet (Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Ved utstedelse av et patent konstrueres med andre ord et tidsbegrenset monopolmarked for patenterte oppfinnelser. Et patent kan gis til en oppfinnelse av teknisk karakter, og kan eksempelvis være et produkt, en fremgangsmåte eller en anvendelse. Begrepet *Oppfinnelse* forstås i denne oppgaven i denne brede forstand, og en oppfinnelse antas å være et resultat av investeringer i Forskning og Utvikling (FoU) og innovasjonsvirksomhet. Å *bedrive innovasjon* forstås som FoU og nytenkning som kan bidra til nye oppfinnelser og ny kunnskap, mens en *innovasjon* her forstås som det samme som en oppfinnelse. For å få et patent stilles det krav om at oppfinnelsen er ny, det vil si at den ikke tidligere har blitt offentliggjort, at den skiller seg vesentlig fra kjente oppfinnelser, og at den er industrielt anvendbar [2]. Hvis en innovatør ønsker å få patentert sin oppfinnelse må det sendes en søknad til det respektive statlige organ for patenter og patentsøknader, i Norges tilfelle Patentstyret, og det må søkes for patenter i hvert land hvor det ønskes at oppfinnelsen skal være beskyttet. Søknaden må inneholde detaljert informasjon om oppfinnelsen, og forklare på hvilken måte den skiller seg fra eksisterende oppfinnelser (Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Det påløper også avgifter for patentholder både i forbindelse med å få behandlet en patentsøknad og å opprettholde patentbeskyttelsen gjennom patentets levetid.

*Omfanget* av et patent omhandler hvor forskjellig en lignende oppfinnelse må være fra den patenterte oppfinnelsen for at den lovlig skal kunne benyttes av andre enn patentholder. Et større omfang av et patent kan gjøre at den patenterte oppfinnelsen får mindre konkurranse i markedet i form av eventuelle substitutter. Omfanget kan tolkes på ulike måter, men et generelt kjennetegn ved omfanget er at jo større omfanget av et patent er, jo større potensiell økonomisk

gevinst antas det å innebære for patentholder. Levetiden sier for hvor lang tidsperiode et patent er gyldig, og etter at patentets levetid er utløpt kan alle fritt benytte seg av oppfinnelsen. Et patent er altså begrenset i omfang og levetid, og gjelder for et begrenset geografisk område.

Eksempelvis er levetiden i de fleste europeiske land [3] og USA [4] inntil 20 år fra dato for innlevering av søknad. Det er selvfølgelig ikke gitt at et innvilget patent innebærer at patentholder vil tjene noe som helst på dette, men størrelsen på den potensielle profitten vil altså i vesentlig grad kunne påvirkes av omfanget og levetiden på et patent. I bytte mot at innovatøren får et patent kreves det at informasjon om den patenterte oppfinnelsen blir offentliggjort, ved at den detaljerte informasjonen om oppfinnelsen som er beskrevet i patentsøknaden blir gjort tilgjengelig for allmennheten.

Kort oppsummert kan altså et patent kjennetegnes ved at det er en offentlig gitt rettighet til å ”...prevent other people or companies from making, selling, or using a product or process that you have invented.” (Jaffe & Lerner, 2004: s. 3), for et begrenset tidsrom, i et avgrenset område, i bytte mot offentliggjøring av oppfinnelsen. Dette innebærer betydelige effekter på konkurransesituasjonen i markedet for oppfinnelsen, og impliserer flere ulike økonomiske problemstillinger i vurderingen av patentsystemets fordeler og ulemper. En gjennomgang av rasjonale som ligger bak et patentsystem er et naturlig utgangspunkt for å forstå på hvilken måte opprettelsen av et slikt monopolmarked rettferdiggjøres, og hvilke ulike effekter bruken av patenter har på det samfunnsøkonomiske overskuddet.

### **2.1.1 Hvorfor har vi patenter?**

” *The Congress shall have Power.....To promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries*” (U.S. Constitution, Art. 1, §8)

Hensikten bak bruken av patenter kan analyseres fra ulike perspektiver, og Guellec & van Pottelsberghe (2007) viser til to tilnærminger i argumentasjonen for og imot bruk av patenter; en moralsk og en utilitaristisk tilnærming.

### **2.1.1.1 Moralsk tilnærming**

Fra et moralsk perspektiv vurderes det i hvilken grad et menneske burde ha rettigheter til en oppfinnelse det selv har skapt. På ene side kan det hevdes at en oppfinner, som andre arbeidere, har en naturlig rett til å eie resultatet av eget arbeid, et argument som kan spores tilbake til filosofen John Locke på 1600-tallet, og som brukes allerede i den første franske patentlov i 1791 (Guellec & van Pottelsberghe, 2007). På den andre side kan det argumenteres for at en oppfinner uansett vil måtte bygge sine oppfinnelser på allerede akkumulert viten som eksisterer i samfunnet hun lever i, og det er ingen naturlig grunn til at den som tilfeldigvis er først til å finne opp noe nytt skal få en slik uforholdsmessig stor del av belønningen som et patent kan innebære. Fra en kjent rettsavgjørelse av den amerikanske dommer Arnold uttales følgende:

*”Each man is given a section of the hay to search. The man who finds the needle shows no more ‘genious’ or no more ability than the others who are searching different portions of the haystack.”* (Schmookler 1966, sitert i Guellec & van Pottelsberghe, 2007: s. 48).

Ved utstedelsen av et patent fratras, eller i det minste utsettes, andres rettigheter til å bruke den samme oppfinnelsen, selv om noen andre selv skulle finne opp en identisk oppfinnelse parallelt med den som var først ute med å sikre seg et patent, uten kjennskap til den patenterte oppfinnelsens eksistens.

Dette er noen av det moralske aspekter som kan tas med i vurderinger av patenter, og det kan argumenteres både for og imot at patenter er moralsk riktig. Begrunnelser for eksistensen av patenter ligger imidlertid ikke bare i oppfyllelsen av moralske plikter om påskjønnelse overfor oppfinnere, men kan i større grad anses å være et verktøy for å gi økte incentiver til innovasjon, med formålet å resultere i hurtigere økonomisk vekst (Schiff, 1971). Et slikt perspektiv er mer i samsvar med en utilitaristisk tilnærming til patenter, og er et naturlig hovedfokus for denne oppgaven.

### **2.1.1.2 Utilitaristisk tilnærming**

En utilitaristisk tilnærming har hovedfokus på hvordan et patentsystem kan være et verktøy for å maksimere sosial velferd og samfunnsøkonomisk overskudd. En slik tilnærming til

patenter er et naturlig hovedfokus for denne oppgaven, og det overlates til andre å ta stilling til moralske argumenter for eller imot bruk av patenter. Fra et utilitaristisk perspektiv rettferdiggjøres bruk av patenter i form av at patenter skal fungere som incentiver til videre innovasjon, snarere enn en belønning for eksisterende oppfinnelser (Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Fra et slikt perspektiv anses patenter som et av flere mulige politiske instrumenter som kan brukes til å maksimere økonomisk vekst og velferd. Dette medfører problemstillinger rundt i hvilken grad patenter kan brukes som et virkemiddel for økonomisk vekst, og på hvilken måte et patentsystem skal konstrueres for å oppnå formålene mest mulig effektivt. En gjennomgang av tilsiktede og utilsiktede effekter av patenter gir et godt grunnlag for å forstå hvordan kan patenter påvirke innovasjonsnivå, vekst og det totale samfunnsøkonomisk overskuddet.

## **2.2 Effekter av patenter**

I dette avsnittet fokuseres det på ulike effekter av bruken av patenter. Først vil en gjennomgang av incentivene til FoU i fraværet av patenter illustrere en viktig årsak til eksistensen av patentsystemer. Deretter fokuseres det på samfunnets avkastning av FoU, og hvordan patenter kan bidra til å øke incentivene til FoU. Til gjennomgås kravet til offentliggjøring av kunnskap i forbindelse med patentering, og ulike implikasjoner av dette.

### **2.2.1 Incentiver til innovasjon uten patenter**

Kunnskap og ideer som ligger bak en oppfinnelse bærer preg av å være offentlige ikke-rivaliserende goder, hvor en persons bruk av kunnskap ikke påvirker en annen persons nytte av å bruke den samme kunnskapen (Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Hvis marginalkostnaden av at andre benytter seg av eksisterende kunnskap er null vil det være i samfunnets interesse at flest mulig får tilgang til å benytte seg av all eksisterende kunnskap, ikke at ny kunnskap beskyttes med et patent. Hvis noen er i besittelse av kunnskap som er verdifull for andre, vil det altså være i samfunnets interesse å spre denne kunnskapen i størst mulig grad på billigst mulig måte, i den grad gevinsten for mottaker av å inneha kunnskapen overstiger utgiftene forbundet med å spre den (Arrow, 1962). Dette står åpenbart i sterk kontrast til bruken av patenter, som nettopp fratar andre aktører muligheten til å benytte seg av eksisterende kunnskap. Et fokus på incentivene til

FoU uten muligheter for patentering vil imidlertid tydeliggjøre hvorfor et fravær av patenter ikke nødvendigvis er ønskelig.

Investeringer i FoU har som formål å resultere i ny kunnskap og innovasjon, og en profitabel oppfinnelse vil til syvende og sist være et ønskelig resultat av slike investeringer. For en privat aktørs vurdering av hvorvidt det skal investeres i FoU vil den forventede profitten fra en slik investering avgjøre om den blir realisert. Hvis en innovatør *ikke* har noen rettigheter til å ekskludere andre fra kommersiell utnyttelse av sin oppfinnelse i form av et patent, vil andre aktører fritt fram kunne imitere oppfinnelsen og konkurrere om å selge den billigst mulig. Dette forutsetter kostnadene ved å imitere oppfinnelsen er lavere enn kostnadene forbundet med å skape den i utgangspunktet. Prisen på godet vil falle, og konsumentene vil nyte godt av lavere priser. Dette kan medføre at oppfinneren ikke tjener inn FoU-utgiftene forbundet med å skape innovasjonen. Det kan forventes at oppfinneren ville forutsett dette i forkant av sin beslutning om å investere i FoU eller ikke, og dermed ville ha valgt å ikke investere FoU i utgangspunktet. På denne måten vil incentivene til å investere i FoU kunne være så lave at mange oppfinnelser aldri blir realisert. Siden det ofte vil være billigere å imitere en eksisterende oppfinnelse enn å drive innovasjon selv blir det i alle aktørers interesse å drive mindre innovasjon i påvente av å heller kunne imitere andres oppfinnelser til langt lavere kostnader. Kunnskap og oppfinnelser står dermed i fare for å bli eksempler på allmenningens tragedie, fordi det er et gode som alle ønsker å konsumere av, mens hver enkelt aktør har for lave incentiver til å produsere et optimalt nivå av ny kunnskap. Uten et patentsystem vil hver enkelt oppfinner kun ha incentivene til å bedrive innovasjon for sin egen nytte, uten tanke for eventuell positive effekter det kan innebære for andre aktører at ny kunnskap blir skapt, og alltid med vissheten om at det er en fare for at imitatorer skal konkurrere bort eventuelt overskudd i markedet for den nye oppfinnelsen. Noen oppfinnelser vil likevel kunne forventes å bli realisert, men spesielt oppfinnelser som er lette å imitere kan forventes å medføre så liten gevinst til oppfinnerne at incentivene til investering i FoU blir lavere enn hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Det må understrekes at det riktignok eksisterer flere muligheter for beskyttelse av innovasjoner som bidrar til at innovasjon kan være lønnsomt, og blant annet hemmelighold er en utbredt form for beskyttelse (Moser, 2010; Vormeland Salte, 2007; Wilhelmsen & Foyn, 2009; Hussinger, 2006). Andre utbredte former for beskyttelse av innovasjoner er eksempelvis at en ny innovasjon gir et tidsforsprang til

konkurrenter som kan være nok til å hente inn tilstrekkelig profitt, eller kompleks utforming som gjør innovasjonen vanskeligere å kopiere (Vormeland Salte, 2007, Wilhelmsen & Foyn, 2009).

### 2.2.2 Samfunnets og FoU-utøvers avkastning av FoU – empiri

Studier viser at avkastningen av FoU er betydelig høyere for samfunnet totalt (*social return*) enn for FoU-utøveren (*private return*) (Griffith, Redding & Van Reenen, 2004; Sveikauskas, 2007). Samfunnets totale avkastning av FoU inkluderer også FoU-utøverens avkastning, og således må den per definisjon være minst like høy. Ulik forskning på samfunnets totale avkastning av FoU har estimert svært ulike resultater, varierende fra 25 til 66 prosent avkastning, mens FoU-utøvers avkastning er estimert å ligge på 10 til 26 prosent (Sveikauskas, 2007). Disse resultatene gjelder private investeringer i FoU, offentlig finansiert FoU har noe oppsiktsvekkende gjennomgående vist seg å gi svært lav eller ikke-eksisterende avkastning på investert kapital (Sveikauskas, 2007). I tillegg kan det nevnes at siden de fleste studier ikke tar hensyn til internasjonale spillovereffekter kan spillovereffekten på FoU ofte ha blitt underestimert, og samfunnets totale avkastning av FoU kan dermed være underestimert (Griffith, Redding & Van Reenen, 2004). Med *spillovereffekt* menes hvordan andre aktører enn innovatøren får positiv nytte av en innovasjon. Det må understrekes at det er betydelig usikkerhet rundt disse tallene, noe som illustreres i det store sprik i resultater som foreligger i denne forskningen. En gjennomgang av ulike studier finner imidlertid at det er nær unison enighet om at den sosiale avkastning av FoU er høyere enn avkastningen er for FoU-utøveren, oftest litt over dobbelt så høy (Sveikauskas, 2007). Disse funnene viser hvordan incentivene å bedrive FoU kan antas å være lavere for FoU-utøveren enn for samfunnet som helhet, og kan tolkes i den retning at mange samfunnsøkonomisk profitable FoU-investeringer ikke blir realisert fordi beslutningstakeren, altså FoU-utøveren, ofte får for liten andel av den totale avkastningen til at det vil lønne seg å bedrive FoU. Det må bemerkes at det neppe er realistisk at en FoU-utøver er i stand til å hente ut hele det samfunnsøkonomiske overskuddet av investeringer i FoU, men disse funnene kan imidlertid gi grunnlag for å hevde at tiltak som øker private aktørers incentiver til FoU *ceteris paribus* kan ha en positiv effekt på det samfunnsøkonomiske overskuddet. Patentering må som tidligere nevnt forstås å være et av flere mulige virkemidler for å beskytte og profitere på oppfinnelser, og som kan øke incentivene til innovasjon. Oppgavens omfang

begrenser diskusjonen til å konsentrere seg om patenter som virkemiddel. Det blir nå gjennomgått hvordan patenter kan bidra til å øke incentivene til FoU.

### **2.2.3 Incentiver til innovasjon med patenter<sup>2</sup>**

Siden et patent gir patentholder enerett til kommersiell bruk av en oppfinnelse for en begrenset tidsperiode, vil ikke patentholders incentiver til å drive innovasjon lenger være begrenset til hvor stor profitt oppfinneren rekker å hente inn før imitatorer entrer markedet og konkurrerer bort overskuddet. Med et patent får oppfinneren muligheten til å hente ut monopolprofitt ved å nekte andre aktører tilgang til å bruke den patenterte oppfinnelsen. Dette gir muligheter for større avkastning enn hvis imitatorer hadde hatt fri tilgang til å kopiere oppfinnelsen og konkurrere med patentholder. Størrelsen på den potensielle avkastningen til patentholder vil avhenge av flere faktorer som vil bli tatt for seg i senere avsnitt, blant annet levetiden og omfanget av patentet, konkurransen i markedet, samt markedets etterspørsel etter den patenterte oppfinnelsen.

Oppfinnere vil tilpasse sin innovasjonsaktivitet og investering i FoU til forventet profitt, og ved å ha mulighet til monopolprofitt gjennom patentering av sine oppfinnelser vil det kunne være lønnsomt for oppfinneren å ha et høyere innovasjonsnivå, altså investere mer i FoU, enn hvis patentering ikke var mulig. Uten patenter antas det derfor at mange oppfinnelser ikke ville blitt realisert, fordi utgiftene forbundet med forskningen som førte til oppfinnelsen ikke ville blitt tjent inn. Dette ble diskutert i forrige avsnitt. Da gir det tross alt et høyere samfunnsøkonomisk overskudd om oppfinnelsene eksisterer enn om de ikke gjør det, selv om markedet med et patent blir et monopolmarked og med dette medfører et velferdstap for en begrenset periode.

Patentholder velger selv hvordan rettighetene til innovasjonen skal benyttes. Rettighetene til å benytte seg av den patenterte oppfinnelsen kan eksempelvis selges til konkurrenter mot et fast vederlag eller royaltibeløp, hele patentet kan selges til andre, eller patentholder kan velge å produsere sin patenterte oppfinnelse selv.

---

<sup>2</sup> Se f. eks Hall (2007) eller Scotchmer (2006) for en oversikt.

Med dette kan patenter anses å være et forsøk på å overføre en større del av samfunnets totale avkastning av innovasjoner til oppfinner, og på den måten gi oppfinnere høyere incentiver til innovasjon. Som tidligere påpekt er samfunnets totale avkastning av innovasjon funnet å være betydelig høyere enn den private avkastningen til hver enkelt innovative aktør. Bruk av patenter antas dermed å medføre flere oppfinnelser og et raskere tempo i utviklingen av nye oppfinnelser, og med dette hurtigere økonomisk vekst og velferd. Det må imidlertid bemerkes at patentsystemer har eksistert i de perioder tidligere nevnte forskning har undersøkt og konkludert med at avkastningen av FoU-investeringer er lavere for enkeltaktøren enn for samfunnet. Dette kan *tilsynelatende* implisere at FoU-aktørens belønning i form av patenter burde vært enda mer omfattende enn de er i dag, slik at avkastningen av FoU-investeringer i større grad ville harmonere med samfunnets totale avkastning, og det optimale nivået på FoU-investeringer ville blitt oppnådd. Eksistensen av patenter har imidlertid også negative effekter som må tas hensyn til, og en senere gjennomgang av andre vesentlige aspekter og effekter av patenter viser hvorfor dette kan være en forhastet slutning, og at bildet er langt mer komplekst. Det er imidlertid ikke bare i form av å gi økte incentiver til FoU hensikten bak bruken av patenter ligger. Et annet vesentlig aspekt ved patenter er kravet til offentliggjøring av detaljer rundt patenterte oppfinnelser, med de konsekvenser dette medfører, noe som blir fokusert på i påfølgende avsnitt.

#### **2.2.4 Offentliggjøring av kunnskap.**

Et vesentlig aspekt ved patenter beskrives av Hall (2007) som en byttehandel mellom oppfinner og samfunnet, hvor oppfinner i bytte mot et patent offentliggjør sin oppfinnelse. Uten en form for beskyttelse av sin innovasjon vil en oppfinner kunne prøve å holde den hemmelig. Empirisk forskning viser som tidligere nevnt at hemmelighold er en ofte brukt beskyttelse av innovasjon for mange selskaper (Guellec & Van Pottelsberghe, 2007; Vormeland Salte, 2007; Hussinger, 2006), og et av formålene med patenter er å gi incentiver til offentliggjøring av oppfinnelser fremfor å holde dem hemmelige. Hvis eksistensen av en oppfinnelse av mangel på et patentsystem hadde blitt holdt hemmelig i stedet for å bli patentert, ville mange innovatører risikere å bruke unødige ressurser på å holde sine oppfinnelser hemmelige, eller på å skape oppfinnelser som allerede eksisterte, i stedet for å bruke ressurser på nye oppfinnelser. Hvis hemmelighold av mangel på et patent av oppfinneren anses som nødvendig vil samtidig dette begrense oppfinnerens handlefrihet og muligheter til å profitere på sin oppfinnelse. Å bruke



flere ressurser på å skape noe som allerede eksisterer er sløsing med samfunnets ressurser, samtidig som hemmelighold hindrer at andre aktører får tilgang til å benytte seg av eksisterende kunnskap. Patentering hindrer selvsagt også andre aktører fra å benytte seg av eksisterende kunnskap, men dette gjelder kun for en begrenset periode ved patentering, mens hemmelighold i prinsippet kan vare i evig tid. Samtidig vil omfanget av et patent nødvendigvis være begrenset, og det kan være at noe av den offentliggjorte kunnskapen ikke er beskyttet av patentet, men har nytteverdi for andre aktører. Offentliggjøring av patenterte oppfinnelser antas dermed å bidra til å spre kunnskap, og til at FoU-utgifter ikke brukes på å finne opp allerede eksisterende oppfinnelser (Shy, 1995).

Det kan imidlertid også forventes at mulighetene for hemmelighold av en oppfinnelse påvirker tilbøyeligheten til patentering. Moser (2010) viser til undersøkelser som forteller at hemmelighold i mange industrier foretrekkes framfor patentering, og har undersøkt patentaktivitet for kjemiske innovasjoner i for- og etterkant av oppfinnelsen av den periodiske tabellen i 1869. Dette ble gjort i et forsøk på å teste om vanskeligheter med å holde innovasjoner hemmelig gjorde patentering mer attraktivt. Moser hevder at med introduksjonen av den periodiske tabell ble det mye lettere å imitere kjemiske innovasjoner. Forskningen viste at patentering av kjemiske innovasjoner økte betydelig i etterkant av introduksjonen av den periodiske tabell. Fra å være en industri hvor praktisk talt ingen innovasjoner ble patentert, utviklet kjemisk industri seg i løpet av kort tid til å bli den industrien hvor patentering var mest utbredt. Dette kan tyde på at jo vanskeligere det er å holde en innovasjon hemmelig, jo viktigere blir det å oppnå patent for sine innovasjoner. Kan man dermed anta at patentering ikke bidrar til spredning av kunnskap, fordi de oppfinnelsene som patenteres ikke hadde latt seg gjøre å holde hemmelig uansett?

Noen innvendinger kan rettes mot dette. Hvis det går lang tid fra en oppfinnelse blir patentert til den blir satt i produksjon og lagt ut for salg, vil patentering på denne måten bidra til å gjøre informasjon om oppfinnelser kjent tidligere enn hvis patentering ikke forekom. Følgelig vil potensielle konkurrenter bli gjort oppmerksom på eksisterende kunnskap tidligere, og kunne unngå å iverksette forskning som allerede har blitt gjort av andre. Konkurrenter får også muligheten til å benytte den offentliggjorte kunnskapen som patenteringen medfører til forskning

som går ut over patentets omfang. Det kan også være andre incentiver til å patentere en oppfinnelse som i utgangspunktet er lett å holde hemmelig. Et eksempel kan være en prosessinnovasjon som reduserer kostnaden ved å produsere et gode, som konkurrenter vanskelig kan få kjennskap til. Uten et patentsystem vil en oppfinner kunne utnytte sin konkurransefordel overfor konkurrenter ved å tjene på at han produserer godet til en lavere kostnad enn andre. Med et patent kan oppfinneren få større spillerom under patentets levetid. Som patentholder kan han velge å selge eller lisensiere bort innovasjonen til andre aktører, eller selge hele patentet, og tjene penger på dette i stedet for, eller i tillegg til, profitten han eventuelt tjener på å produsere selv. Forskning viser hvordan en patentholder på ulike måter kan hente ekstra profitt ved å selge tilgang til bruk av innovasjoner til konkurrenter (Wang, 1998; Kamien, 1992). Undersøkelser har også vist at lisensiering eller salg av patenter for mange innovative aktører er en betydelig kilde til inntekter, spesielt for mindre aktører (Guellec & van Pottelsberghe, 2007), og for mange også en viktig motivasjon for patentering (Perduco, 2004). Bruk av lisensiering som inntektskilde blir også illustrert i modellen som presenteres senere i oppgaven.

Profitt vil altså kunne hentes ut på flere måter hvis en oppfinnelse er patentert enn hvis den holdes hemmelig. Fokus for oppgaven begrenser en mer inngående diskusjon rundt disse mulighetene, men det bemerkes at med et patent står innovatøren friere til å velge selv mellom ulike måter å profitere på sin innovasjon. Patentholder kan eksempelvis selge eller lisensiere bort rettigheter til bruk av den patenterte oppfinnelsen, eller selge hele patentet, og får dermed langt flere muligheter for inntekter enn hvis innovasjonen ikke var patentert. Det må imidlertid understrekes at det kan være utfordringer knyttet til håndhevelse av patentrettigheter, samtidig som omfanget av et patent avgjør i hvor stor grad et patent gir enerett til bruk av kunnskapen som avsløres ved offentliggjøring. Offentliggjøring av en innovasjon ved patentering kan gjøre det mulig for konkurrenter å bruke denne offentliggjorte informasjonen til å imitere innovasjonen uten patentholders samtykke og viten. Det kan tenkes å være vanskelig for en patentholder å kontrollere andres bruk av patentbeskyttet kunnskap. Empirisk forskning har imidlertid funnet at firmaer i liten grad benytter patenter som informasjonskilde (Scotchmer, 2006), noe som også kan tolkes som et argument for at offentliggjøring av kunnskap i form av patenter i praksis ikke bidrar til å spre kunnskap i nevneverdig grad. Dette kan innebære at firmaer får lettere tilgang til informasjon om patenterte oppfinnelser på andre måter, for eksempel gjennom ”reverse

engineering” eller kjøp av lisenser til bruk av innovasjonen fra patentholder. Det må imidlertid sies at effekten av kravet til offentliggjøring av kunnskap ved patentering i beste fall oppfattes å være usikker, og innebærer ikke nødvendigvis en *stor* ulempe for en innovatør som vurderer å patentere sin oppfinnelse. Samtidig består argumentet om at patenter kan være et nødvendig virkemiddel for at det skal være høye nok incentiver til å skape innovasjoner som er rimelige å imitere.

Profittmulighetene for oppfinneren *kan* være større om han har et patent, men oppfinneren må samtidig gjøre en avveining ved om fordelene ved et patent oppveier de mulige ulempene ved offentliggjøring av innovasjonen samt utgiftene forbundet med patentering. Et annet vesentlig aspekt ved patentering som også må tas hensyn til, er hvordan patentering skaper et marked for handel med kunnskap, og hvilke effekter dette har. Dette blir gjennomgått i påfølgende avsnitt.

### **2.2.5 Patenter skaper et marked for kunnskap**

Siden patentrettigheter er salgbare, kan patenter bidra til å skape markeder for innovativ kunnskap og teknologi (Hall, 2007). Uten et patent vil det være mye vanskeligere for en potensiell kjøper av ny kunnskap eller en oppfinnelse å vurdere verdien av denne kunnskapen før all nødvendig informasjon foreligger. Hvis selgeren så tilbyr all nødvendig informasjon til potensielle kjøpere vil selger i samme øyeblikk ikke lenger ha noen ny oppfinnelse eller kunnskap å selge, fordi kjøperen da har fått tilgang til den kunnskapen han var ute etter i utgangspunktet. Oppfinneren vil dermed ønske å ikke avsløre sin kunnskap for andre, og vil selv måtte forsøke å kommersielt utnytte sin kunnskap, selv om andre i utgangspunktet kunne ha hatt langt større nytte av kunnskapen enn oppfinneren selv. Oppfinneren risikerer også å måtte bruke ekstra ressurser på å holde denne kunnskapen hemmelig for å bevare sitt konkurransefortrinn. Med et patent vil nødvendig informasjon kunne gjøres tilgjengelig for kjøpere, uten at selger, altså patentholderen, mister sin mulighet til å profitere på den. Spredning, handel og benyttelse av ny kunnskap vil dermed være lettere gjennomførbart for alle parter, og et stadig voksende marked for patenter illustrerer hvordan dette blir en stadig viktigere inntektskilde for innovative aktører (Monk, 2009; Guellec & van Pottelsberghe, 2007).

Heller & Eisenberg (1998) advarer imidlertid mot potensielle utfordringer knyttet til gjennomføring av handel med patenter og benyttelse av patentert kunnskap. De introduserer begrepet *tragedy of the anticommons* som en kontrast til den velkjente allmenningens tragedie (*tragedy of the commons*), for å beskrive et potensielt problem med økende bruk av patenter i biomedisinsk forskning. Almenningens tragedie beskriver hvordan en ressurs som mange har tilgang til, hvor det ikke lar seg gjøre å hindre andre tilgang, har lett for å bli overforbrukt fordi det er i hver enkelt aktørs interesse å bruke mest mulig av den. Eksempler på problemer knyttet til dette kan være overfiske, vannmangel og forurensing. *Tragedy of the anticommons* refererer til en ressurs hvor mange eiere har muligheten til å nekte andre å benytte seg av ressursen, noe som fører til at ingen får reelle rettigheter til å benytte seg av den. Dette kan være tilfelle hvis en innovasjon eller et forskningsområde består av flere patenter fordelt på ulike eiere. Heller og Eisenbergs (1998) artikkel referer altså til biomedisinsk forskning, men det er ikke unikt for denne fagretningen at mange patenter omfavner og overlapper hverandre. Eksempelvis anslås det at en gjennomsnittlig 3G mobiltelefon er omfattet av rundt 18.000 patenter, mens en PC er berørt av rundt 15.000 patenter (Monk, 2009). Heller & Eisenberg (1998) argumenterer for at i en verden uten transaksjonskostnader vil patentrettigheter kunne handles fritt, og *tragedy of the anticommons* vil kunne løses ved transaksjoner mellom berørte parter. Imidlertid hevder de at det i praksis vil være flere utfordringer som gjør at dette ikke er tilfelle (Heller & Eisenberg, 1998). Eksempler som nevnes er blant annet transaksjonskostnader, strategisk atferd, og kognitiv skjevhet (*cognitive bias*). Når det gjelder transaksjonskostnader kan det koste mye ressurser å forhandle og bli enige om riktig pris når mange aktører er involvert. Det kan være ulike hensikter hos forskjellige patentholdere i forhandlinger som gjør det vanskelig å komme til enighet, det være seg profittjagende private aktører, kunnskaps- og prestisjesøkende universiteter, eller offentlige institusjoner med fokus på optimalt samfunnsøkonomisk overskudd. Ulike aktører kan også ha svært ulike ressurser til rådighet til forhandlinger om lisenser og patenter, noe som kan vanskeliggjøre identifisering av gjensidig gode transaksjonsmuligheter. Eksemplet på kognitiv skjevhet som nevnes av Heller & Eisenberg (1998) beskriver menneskers tendens til å overestimere sannsynligheten for at hendelser med svært liten sannsynlighet, men store konsekvenser, skal skje. Dette kan være anslåtte sannsynligheter for å havne i en flyulykke, eller sannsynligheter for å vinne i lotto. Forfatterne mistenker dette for å være tilfelle også for mange patentholdere, hvor det antas at en patentholder ofte vil ha overdreven tro på sitt patents reelle

verdi. De aller fleste patenter viser seg å ha svært lav verdi, men noen få patenter blir svært verdifulle (Guellec & van Pottelsberghe, 2007), og det kan antas å ofte være vanskelig å vite hvilke patenter som kommer til å bli profitable, og hvilke som ikke vil gi avkastning. Ved å kreve for høy betaling for sitt patent vil potensielle interessenter la være å kjøpe patentet, og en potensiell profitabel og gunstig transaksjon for alle parter vil ikke bli realisert. Summen av disse faktorene viser ifølge forfatterne at en utstrakt patentering kan resultere i lavere forskningsinnsats og færre innovasjoner i biomedisinsk forskning. Deres argumenter kan imidlertid antas å gjelde flere fagretninger hvor utstrakt patentering forekommer. Det foreligger imidlertid så langt undertegnede kjenner til ingen empiriske undersøkelser av disse påstandene.

Som nevnt tidligere har det de siste år vært en kraftig økning i patentsøknader og innvilgede patenter på verdensbasis (Kortum & Lerner, 1999; Jaffe & Lerner, 2004; Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Samtidig har det også utviklet seg et stadig større marked for handel med patenter (Monk, 2009), et marked som altså Heller & Eisenberg (1998) hevder vil ha store utfordringer og vanskeligheter med å gjennomføre transaksjoner i utstrakt grad. Det faktum av et marked for handel med patenter faktisk eksisterer kan tyde på at pessimismen knyttet til risikoen for en *tragedy of the anticommons* ikke nødvendigvis gjenspeiler virkeligheten fullt ut. Monk (2009) har analysert markedet for handel med patenter, og anslår at dette relativt ferske markedet vil vokse raskt og påvirke hele det framtidige økonomiske landskapet. Han hevder denne utviklingen forenkler mulighetene for ulike aktører til å utnytte sin ekspertise. Aktører med ekspertise i FoU får muligheten til å utvikle innovasjoner og selge patentrettigheter til andre aktører som kan ha bedre forutsetninger for å lykkes med kommersiell utnyttelse av innovasjoner. I et velfungerende patentmarked vil dermed aktører i større grad kunne utnytte sine komparative fortrinn. Monk (2009) anslår videre at et voksende marked for patenter, med spesialiserte patentmeglere som jobber aktivt for å knytte sammen potensielle kjøpere og selger, bidrar til å løse noen av utfordringene knyttet til *tragedy of the anticommons*.

Monk (2009) påpeker hvordan markedet for patenter representerer et større spillerom også for mindre firma, da de kan forhandle om og selge sine patentrettigheter, og ha mulighet til å fokusere på eventuell kjernevirksomhet som FoU-aktør, i stedet for å måtte gjøre investeringer i produksjon og salg av de konkrete innovasjoner, da gjerne i konkurranse med kapitalsterke

aktører som har konkurransefortrinn i produksjons- og salgsprosessen. Siden et patents gyldighet og omfang stort sett alltid vil måtte være gjenstand for tolkning kan det forventes å svært ofte kunne være noe usikkerhet blant berørte aktører rundt nøyaktig hvilket omfang et patent dekker. Dette medfører risiko for tvister og kostbare søksmål mellom aktører med patenter innenfor samme teknologiområder. En strategisk handling som fremheves av Monk (2009) er oppbygging av patentporteføljer for å ha forhandlingsmakt overfor konkurrenter innenfor samme teknologiområder, noe som kan gjøres gjennom å kjøpe patenter fra andre aktører. En stor patentportefølje kan avskrekke konkurrenter fra å gå til søksmål i forbindelse med mulig ulovlig kopiering av patenterte innovasjoner, siden konkurrenter i så fall risikerer å få motsøksmål tilbake. En slik kald-krig strategi som impliserer MAD (*Mutually Assured Destruction*) for alle parter kan forhindre at aktører forsøker å blokkere hverandres FoU og introduksjon av nye produkter, da konsekvensene av ethvert forsøk på dette ville kunne innebære store kostnader for alle parter, både i rettsvesenet, gjennom forsinkelse i videre FoU, og midlertidig eller permanent tilbaketrekking av berørte produkter. Dermed vil frykten for den andres reaksjoner kunne bidra til at ingen tør å gå til søksmål mot hverandre.

Bekymringene knyttet til faren for en *tragedy of the anticommons* kan altså virke noe pessimistiske, og Monk (2009) viser hvordan vilje og nødvendighet gjør at berørte aktører tilpasser seg de nye behov og muligheter for inntjening som medfølger den voksende patenteringsaktiviteten. I påfølgende del av oppgaven fokuseres det på samfunnsøkonomiske effekter av patenter. Dette omfatter hvordan patenter kan bidra til høyest mulig samfunnsøkonomisk overskudd, samt enkelte negative sider ved eksistensen av patenter. Det blir også fokusert på hvordan patentering kan være et mer eller mindre attraktivt virkemiddel under ulike omstendigheter, med de konsekvenser dette innebærer.

### **2.3 Samfunnsøkonomiske effekter av patenter**

Patenter kan påvirke det samfunnsøkonomiske overskuddet på ulike måter. I dette avsnitt fokuseres det på hvordan bruken av patenter medfører effekter som anses å være nødvendige onder som kan minimeres i størst mulig grad, men det blir også fokusert på utilsiktede effekter som kan påvirke det samfunnsøkonomiske overskuddet. Monopolmarkedet som konstrueres ved patentering er et naturlig utgangspunkt å ta for seg. Størrelsen på dødvektstapet i

monopolmarkedet som konstrueres ved patentering vil være påvirket av hvordan et patent er utformet. De vesentlige aspekter vil typisk være hvor lang levetid et patent er, og hvor stort omfang patentet har. Størrelsen på disse vil være avgjørende for oppfinnerens beslutning om hvorvidt FoU skal utføres i utgangspunktet, siden disse vil påvirke profittmulighetene ved en eventuell patentert oppfinnelse. Det fokuseres i påfølgende avsnitt på hvordan et patent kan utformes optimalt, med tanke på at oppfinneren får den belønning som er nødvendig for at incentivene til innovasjon skal være optimale, samtidig som det samfunnsøkonomiske dødvektstapet som oppstår ved utstedelse av et patent blir så lite som mulig. Utover dette vil denne delen av oppgaven fokusere på sammenhengen mellom patenter og innovasjon under ulike markedsstrukturer, og hvordan dette kan påvirke innovasjonsnivået og patentering som kilde til profitt.

### **2.3.1 Optimal utforming av patenter**

Noen av de vesentligste aspekter ved et patent som påvirker den potensielle profitten til patentholder vil typisk være omfanget og levetiden til et patent. Et patent er som nevnt begrenset i omfang og levetid, og gjelder for et begrenset geografisk område. Levetiden i de fleste europeiske land [3] og USA [4] er inntil 20 år fra dato for innlevering av søknad. Guellec & van Pottelsberghe (2007) viser at ved 10 prosent diskontering og konstante inntekter over en uendelig tidshorison, vil 86 prosent av diskontert verdi være inntjent i løpet av de første tjue år. Tjue år *kan* dermed være nok til å tjene inn brorparten av de potensielle inntektene ved en innovasjon. Det må imidlertid understrekes at virkeligheten er langt mer kompleks, og at inntektsstrukturen til en oppfinnelse ikke kan forventes å være så enkel som illustrert her. For patentholder er det uansett opplagt at en lengre levetid vil gi større potensiell profitt. En lengre levetid vil samtidig innebære at monopolmarkedet, og det sosiale dødvektstapet dette medfører, opprettholdes for en lengre periode. Det andre hovedaspektet ved et patent er altså omfanget. Omfanget av et patent tar for seg størrelsen på markedet til patentholderen. Dette forstås typisk som hvor forskjellige andre oppfinnelser må være fra den patenterte oppfinnelsen for å kunne benyttes av andre enn patentholder. Jo større omfanget av et patent er, jo mer ulike blir potensielle substitutter til den patenterte oppfinnelsen, og patentholder vil kunne oppnå større profitt. Samtidig vil et større omfang kunne gi et større dødvektstap fordi patentholder vil ha mer monopolmakt. Omfang er imidlertid ikke et entydig begrep, og det kan forstås og tolkes på ulike måter, noe som vil komme

fram i diskusjonen rundt forskning som har blitt gjort på området. Det er imidlertid verdt å merke seg at uansett hva som menes med omfang, vil et større omfang innebære en større potensiell profitt til patentholder, på samme måte som med levetiden på et patent. Med utgangspunkt i avveiningen mellom omfang og levetid har ulik forskning forsøkt å utlede den optimale utforming av patenter. En gjennomgang av den vesentligste forskningen på dette punktet kan illustrere noen effekter og problemstillinger knyttet til det Scotchmer (2006) benevner som "one size fits all"-utformingen av patenter som eksisterer i dag.

Klemperer (1990) påpeker hvordan omfanget av et patent har variert historisk og mellom ulike land. Dette illustrerer at det kan være ulike forståelser av hva som er det optimale designet av et patent, noe denne gjennomgangen også vil vise. Klemperer (1990) tar i sin artikkel for seg en teoretisk tilnærming til hvordan et patent kan utformes med hensyn på omfang og levetid, slik at innovatør belønnes med en gitt profitt og det samtidig påløper lavest mulig sosiale kostnader. Klemperers (1990) modell og hovedfunn presenteres i dette avsnittet. Han fokuserer på substitutter og variasjon mellom produkter, hvor omfanget at et patent tolkes som avstanden fra midtpunktet i et patents produktområde til det punktet i produktområdet hvor konkurrenter har lov til å produsere. Jo mindre omfanget er, jo mindre er det patenterte produktområdet. Et mindre omfang innebærer at det patenterte produktet vil ha nærere substitutter. Det antas at imitatorers kjennskap til den patenterte produktet muliggjør imitatorers produksjon av substitutter til en marginalkostnad lik det patenterte produktets. En forutsetning her vil alltid være at det eksisterer et marked for det patenterte produktet, altså at det finnes konsumenter som foretrekker produktet i det patenterte området framfor produkter utenfor det patenterte området. Konsumenter velger dermed om de ønsker å betale for det patenterte produktet, som patentholder velger prisen på, eller om de heller vil kjøpe et produkt som faller utenfor det patenterte området, som vil ha frikonkurranspris lik marginalkostnaden i produksjon. Når patentholder skal sette prisen på det patenterte produktet må han dermed vurdere transportkostnadene det innebærer for konsumentene å skulle velge et produkt utenfor deres foretrukne produktområde. Med *transportkostnad* forstås her kostnaden det innebærer for konsumenten forbundet med å kjøpe et produkt som ikke er identisk med deres foretrukne produkt. Transportkostnaden reflekterer altså her kostnaden for konsumenten ved å bevege seg bort fra det foretrukne punkt i det patenterte produktområdet til å velge et lavere verdsatt substitutt utenfor dette produktområdet. Jo større



omfanget av et patent er, jo større transportkostnader innebærer det for konsumentene å kjøpe et ikke patentert produkt, og jo større pris vil patentholder kunne sette uten at konsumentene velger bort det patenterte produktet. Klemperer (1990) trekker flere konklusjoner fra sin analyse. Han finner blant annet at hvis alle potensielle konsumenter har homogene transportkostnader vil patentholderen sette en slik pris at alle handler det patenterte produktet, siden dette innebærer at enten alle eller ingen vil handle produktet. I dette tilfellet vil det være optimalt med uendelig levetid på patentet, og minst mulig omfang, slik at prisen patentholder kan sette blir lavest mulig. For en standard etterspørselskurve vil dødvektstapet øke i takt med prisen på et gode, og dermed er denne avveiningen mellom omfang og levetid optimal i dette tilfellet. Videre finner Klemperer (1990) at under andre forutsetninger vil motsatt avveining mellom omfang og levetid være optimal. Hvis konsumentene har identiske reservasjonspriser for det patenterte produktet, vil uendelig omfang, og følgelig kort levetid, være effektivt. Patentholder må i dette tilfellet sette prisen lik reservasjonsprisen til konsumentene, og alle vil kjøpe produktet uten at transportkostnader eller andre dødvektstap forekommer. Flere ekstensjoner og forutsetninger gjøres, hvor de mest interessante resultater er generaliserte tilfeller av de to ovennevnte. Resultatene viser at smale patenter med lang levetid vil være best når konsumenter har relativt like transportkostnader, mens hvis konsumentene har en relativt uelastisk etterspørsel med hensyn på reservasjonspris er det mest hensiktsmessig med bredt omfang og kort levetid på patenter. Det konkretiseres ikke hvor mange år kort eller lang levetid innebærer. Klemperer (1990) advarer mot å trekke konklusjoner basert på disse resultatene, og påpeker at både patentomfang og levetid kan påvirke mulighetene for videre innovasjon i produktområdet, samt incentivene og mulighetene for å gjøre eventuelle forbedringer av det patenterte produktet. Det foreslås å ta hensyn til en ny dimensjon ved patentutforming som omtales som *patenthøyde* (*patent height*), som refererer til hvor stor forbedring et nytt produkt må være fra et eksisterende patentert produkt for at det skal falle utenfor det patenterte området. Det påpekes også et aspekt ved størrelsen på omfanget av et patent, i form av at et mindre omfang gir rom for flere patenter innenfor et gitt produktområde, noe som vil ha ulike konsekvenser for blant annet konkurransen i markedet. Hans resultater illustrerer imidlertid hvordan optimal patentutforming kan variere avhengig av etterspørselsstrukturer i markedet for innovasjonen.

Gilbert & Shapiro (1990) har undersøkt avveiningen mellom et patents lengde og omfang, og har også prøvd å finne den optimale utformingen av et patent med hensyn på disse faktorene. Sosial velferd maksimeres med hensyn på omfang og levetid, med bibetingelsen at patentholder skal belønnes med et gitt neddiskontert profittnivå, som er nødvendig for å gi oppfinneren tilstrekkelige incentiver til innovasjon i utgangspunktet. Omfang beskrives her i vid forstand, og forstås som størrelsen på *profitraten* (*flow rate of profit*) til patentholder innenfor patentets levetid. Et større omfang vil gi større profittrate, og følgelig lavere nødvendig levetid for å oppnå et gitt neddiskontert profittnivå. Gilbert & Shapiro (1990) anslår at det marginale sosiale velferdstapet med hensyn på omfang er økende. Med andre ord vil et økende omfang av et patent gi større og tiltagende dødvectstap, og med dette et større sosialt velferdstap. Ved å forstå omfanget av et patent som størrelsen på det potensielle monopolmarkedet for patentholderen, virker ikke denne betingelsen urimelig. Det undersøkes deretter under hvilke omstendigheter et økende marginalt sosialt velferdstap med hensyn på omfang kan gjelde. En forståelse av omfang kan være hvor mye prisen på en patentert oppfinnelse kan økes uten at kvantum reduseres. Dette kan være en hensiktsmessig forståelse til begrepet, eksempelvis i tilfelle et patent beskytter *produksjonen* av en oppfinnelse snarere enn oppfinnelsen selv. Hvis det eksisterer muligheter til å imitere en oppfinnelse ved hjelp av annen, men dyrere teknologi som faller utenfor det patenterte området, vil omfanget til patentholder i dette tilfelle avgjøre hvor kostbart det er for andre å imitere oppfinnelsen, og med dette hvor høy pris patentholder kan sette uten at imitatorer har mulighet til å konkurrere i produktmarkedet. Jo større omfang et patent har, jo mer "perifer" og kostbar teknologi må konkurrenter benytte seg av for å kunne imitere patentholders oppfinnelse, og jo høyere kan patentholder sette prisen. I et slikt tilfelle vil det være et økende marginalt sosialt velferdstap med hensyn på omfang. Dette gir en optimal utforming av patenter som innebærer et minst mulig omfang, og lengst mulig levetid, men forfatterne understreker visse begrensinger som må tas for seg (Gilbert & Shapiro, 1990). Et element er at profitt langt fram i tid må forventes å være mer usikkert enn profitt i nær framtid, noe en risikoavers patentholder vil bli påvirket av, og en risikoavers aktør vil måtte kompenseres for denne usikkerheten ved å få en større belønning. I så tilfelle argumenteres det for en endelig levetid på patenter, og et noe større omfang. Den viktigste begrensingen ved analysen som bemerkes er imidlertid at den kun fokuserer på en enkelt innovasjon. I virkeligheten vil innovasjoner bygge på hverandre, og både omfanget og levetiden til et patent vil påvirke

mulighetene for og incentivene til senere innovasjoner, både for patentholder og andre aktører. Spesielt bemerkes det at en svært lang levetid vil kunne monopolisere et helt forskningsområde, og forsinke videre forskning. Dermed er det mulig at også den sosiale marginalkostnaden ved økt levetid er positiv og tiltagende, og forfatterne understreker at deres resultater ikke kan sies å være tilstrekkelige til å trekke slutninger om hvordan patenter optimalt burde utformes (Gilbert & Shapiro, 1990).

Denicolò (1996) har diskutert Klemperers (1990) og Gilbert & Shapiros (1990) modeller videre, og foreslår en tilnærming som også tar hensyn til konkurransesituasjonen i markedet for en innovasjon. Han anslår at omfanget av et patent påvirker konkurransen i produktmarkedet, og at et lavere omfang vil gi større konkurranse mellom aktørene. Dette er ikke i konflikt med ovennevnte modeller. Mer konkurranse *kan* være samfunnsøkonomisk optimalt, men kan også innebære sosiale kostnader som eksempelvis duplisering av etableringskostnader, og er ikke *nødvendigvis* optimalt i alle tilfeller. Hvis økt konkurranse i en gitt situasjon ville ført til redusert samfunnsøkonomisk overskudd, vil det altså alt annet likt vært optimalt med økt omfang av patenter, som dermed både gir økte incentiver til innovasjon og samtidig reduserer konkurransen. Hvis økt konkurranse forventes å gi økt samfunnsøkonomisk overskudd, noe som ofte kan forventes å være tilfelle, må størrelsen på omfanget av patenter balanseres mellom effekten på incentivene til innovasjon, som forventes å øke ved økt omfang, og effekten på konkurransen i produktmarkedet, som reduseres ved økt omfang (Denicolò, 1996).

O'Donoghue, Scotchmer & Thisse (1998) har undersøkt det Klemperer (1990) refererte til som *patenthøyde*, som av dem refereres til som *leading breadth*, og hvordan dette kan påvirke incentiver til videre FoU og forbedringer av eksisterende innovasjoner. For forskningsområder med potensiell hurtig teknologisk utvikling, målt ved antall nye ideer til oppfinnelser for en gitt periode (...the *hit rate of ideas is high...*), vil en høyere *leading breadth* være optimalt. Noe forenklet forklares dette ved at en lavere *leading breadth* vil oppfinnelser hurtigere blir forbigått av nye og marginalt forbedrede oppfinnelser. Dette gjør at profitten, og dermed incentivene til FoU, blir lavere enn optimalt. O'Donoghue et al. (1998) anbefaler dermed at patenters omfang omfatter en viss *leading breadth* i de forskningsområder hvor den potensielle teknologiutviklingen er hurtig. Som en kommentar til dette kan nevnes at det vil være en svært

komplisert oppgave å identifisere hvilke innovasjonsområder som kvalifiserer for en høy *leading breadth*, samt å implementere dette i et patentsystem som i utgangspunktet har svært liten grad av differensiering mellom ulike teknologier og industrier (Scotchmer, 2006). Det kan også stilles spørsmålstegn ved i hvilken grad det er realistisk at betingelsen om at den potensielle teknologiutviklingen virkelig er eksogent gitt som det eksplisitt antas i deres modell, og at den vil gjelde på lang sikt. Det antas også suksessfulle forhandlinger om fordeling av profitt mellom eiere av eksisterende patenterte produkter og oppfinnere av nye produkter, uten fokus på transaksjonskostnader forbundet med dette (O'Donoghue et al., 1998). Det hefter altså noe usikkerhet rundt gyldigheten i modellens implikasjoner, men denne gjennomgangen illustrerer ytterligere hvordan optimalt patentdesign avhenger av flere faktorer. Utfordringene med å utforme et best mulig patentsystem er altså mange, og det forekommer stadig tydeligere at dagens patentsystem som bærer preg av en *one-size fits all* tilnærming (Scotchmer, 2006) nødvendigvis må gi ulike incentiver til ulike former for innovasjoner, og større eller mindre dødvektstap og samfunnsøkonomiske uheldige effekter under ulike omstendigheter. Vi har sett at størrelsen på disse incentivene og dødvektstapene vil være blant annet påvirket av hurtighet i teknologisk vekst, etterspørselsstruktur og konkurransesituasjonen i markedet.

En annen utfordring med patenter er patentutstederes oppgave med å vurdere hvilke patentsøknader som burde innvilges, og i hvilken grad omfanget av et patent er klart og tydelig for både patentholder og berørte parter. Mye tyder på at den stadig økende arbeidsmengden i form av økningen i antall patentsøknader de siste år har ført til en forringelse av utstedte patenters kvalitet, og økt usikkerhet om omfanget og gyldigheten til utstedte patenter (Jaffe & Lerner, 2004; Guellec & van Pottelsberghe, 2007; Scotchmer, 2006). Vi har vært inne på hvordan oppbygging av patentporteføljer kan være en måte å beskytte seg mot denne usikkerheten på. Påfølgende avsnitt viser hvordan denne usikkerheten rundt patenters gyldighet kan medføre perverse incentiver og ha uheldige konsekvenser både for konsumenter, produsenter, og det totale samfunnsøkonomiske overskuddet.

### **2.3.2 Patenters kvalitet**

Rundt 15.000 patenter utstedes månedlig av det amerikanske patentkontoret (Farrell & Shapiro, 2008), mens det europeiske patentkontoret i 2006 mottok i alt 200.000 patentsøknader

(Guellec & van Pottelsberghe, 2007). Som tidligere nevnt har det de siste tiår skjedd en eksplosiv økning i antallet patentsøknader globalt, og arbeidsmengden for de offentlige instanser som behandler patentsøknader har selvsagt økt i takt med dette. Farrell & Shapiro (2008) påpeker at i USA blir en gjennomsnittlig patentsøknad behandlet i rundt 15-20 timer, og et betydelig antall utstedte patenter blir i ettertid erkjent ugyldig i rettsvesenet. Lemley & Shapiro (2005) viser hvordan usikkerhet rundt et patents gyldighet kan implisere perverse incentiver til patentering og innebære betydelige samfunnsøkonomiske tap. De påpeker det innlysende i at i den grad patenter utgis til innovasjoner som enten allerede er kjente eller ikke representerer noen vesentlig forskjell fra eksisterende oppfinnelser, vil disse patenter skape monopolmarkeder uten at noen incentiver til ytterligere innovasjon blir gitt. Slike patenter anses å være av lav kvalitet. Jo større andelen utstedte patenter av slik lav kvalitet er, jo mindre effektivt er patentsystemet i å stimulere til innovasjon.

Lemley & Shapiros (2005) enkle modell illustrerer hvordan usikkerhet rundt patenter kan ha uheldige effekter, og deres modell blir presentert her. De ser for seg et marked hvor flere aktører nylig har gjennomført en prosessinnovasjon som reduserer kostnadene ved produksjon. Marginalkostnaden ved produksjon er konstant. Dette kan eksempelvis være som resultat av at publisert grunnforskning har gjort det innlysende for alle aktørene i markedet at denne innovasjonen var mulig og lønnsom. Ved at alle aktører gjennomfører innovasjonen blir prisen ved å produsere godet lavere, og gjennom Bertrand-konkurranse vil prisen i markedet synke tilsvarende kostnadsreduksjonen i produksjonen. Hver enkelt bedrift vil i dette frikonkurransemarkedet ha nullprofitt både før og etter innovasjonen, og konsumentene får dermed hele nytten fra innovasjonen i form av prisreduksjon. Ingen av aktørene har i dette tilfellet søkt om patent, da kunnskapen som førte til innovasjonen ble vurdert å være allment kjent. I mellomtiden har en aktør utenfor markedet søkt om og oppnådd patentbeskyttelse for nettopp denne innovasjonen, en innovasjon alle aktørene i markedet mente var innlysende og ikke kvalifiserte for patentbeskyttelse. Patentholder truer med å saksøke alle produsentene hvis de ikke betaler lisensavgift for å benytte seg av innovasjonen, og hver enkelt produsent vil måtte ta stilling til om de vil imøtegå søksmålet og antageligvis vinne fram i retten, eller akseptere å betale lisensieringsavgift til patentholder. Selv om det anses at dette patentet med stor sannsynlighet ville blitt erkjent ugyldig, vil ikke de saksøkte på forhånd kunne være hundre

prosent sikre på at det blir kjent ugyldig i retten. Dermed må hver enkelt aktør vurdere om den vil ta saken til retten og ta risikoen og kostnadene dette ville innebære. Hvis alle aktører velger å betale til patentholder, betaler alle en lisensavgift til patentholder per produsert enhet, og marginalkostnadene ved produksjon vil øke. Prisen på godet øker tilsvarende, og produsentene tjener fremdeles nullprofitt. Hvis dette skjer blir konsumentene skadelidende i form av at de må betale en høyere pris for godet. I tilfelle en av de saksøkte imøtegår søksmålet, og patentet blir erkjent ugyldig i retten, vil det medføre at alle fritt kan bruke innovasjonen igjen, og prisen i markedet vil bli identisk med de nye, lavere marginalkostnadene ved produksjon. Også her vil alle aktørene tjene nullprofitt, mens konsumentene vil nyte godt av en lavere pris. Problemet er at ingen av de saksøkte vil kunne tjene inn igjen de påløpte utgifter ved å ta saken til retten og få patentet erkjent ugyldig. Å få patentet erkjent ugyldig ville vært samfunnsøkonomisk lønnsomt, men dette er grunnet de positive eksternaliteter det innebærer for konsumentene at prisen på godet ville blitt lavere. Incentivene for produsentene til å imøtegå søksmålet og få erkjent patentet ugyldig er altså for lave, eller i dette tilfellet ikke-eksisterende, siden de aldri vil tjene inn utgiftene forbundet med å imøtegå et søksmål. Lemley & Shapiro (2005) hevder at i praksis så vil riktignok de fleste aktører ha *noe* incentiv til å imøtegå et søksmål, siden de vil risikere reduksjon av profitt som eksempelvis kan stamme fra markedsmakt, produktdifferensiering, merkevareverdi, og ikke konstante marginalkostnader. Hovedpoenget deres er at disse incentivene vil likevel være lavere enn optimalt, grunnet nevnte positive eksternaliteter (Lemley & Shapiro, 2005). I tillegg kan det i virkeligheten forventes at alle aktører i markedet som er berørt av et patent også vil tjene på at et uriktig patent skulle bli erkjent ugyldig, men hver enkelt aktør kan altså ha for lave incentiver til at det lønner seg å bestride et patents gyldighet, samme hvor dårlig kvaliteten på patentet måtte anses å være.

Guellec & van Pottelsberghe (2007) bruker begrepet *patent troll* for å beskrive firma som anskaffer seg patenter med hensikt å tjene penger på å true med søksmål. Et *patent troll* uten egen produksjon har lite å tape og mye å tjene på å gå til søksmål, og det understrekes at det spesielt for mindre firma kan være svært krevende å imøtegå slike trusler om søksmål. Å imøtegå et søksmål i rettsvesenet vil uansett innebære en risiko for tap, og vil samtidig måtte kreve betydelig ressurser i form av tid og kapital. Ved et søksmål om ulovlig imitasjon av en patentert innovasjon kan det også lykkes saksøker å få lagt ned produksjonen av det gjeldende produktet i

påvente av domsavsigelse, noe som kan true hele eksistensen til den saksøkte. Guellec & van Pottelsberghe (2007) utleder de samme resonneringer som Lemley & Shapiro (2005), og beskriver hvordan det for et lite firma uten ressurser til å gå i retten ofte vil være den beste løsningen å inngå en lisensieringsavtale med patentholderen, selv om firmaet skulle være av den oppfatning at et patent ville blitt erkjent ugyldig ved en eventuell retts sak. Jaffe & Lerner (2004) argumenterer kraftig for at dagens utilstrekkelige undersøkelser av patentsøknader har medført at svært mange patenter uriktig blir utstedt, noe som har åpnet for utstrakt misbruk av patentsystemet. En metode for å unngå søksmål i mot seg er den tidligere nevnte kald-krig strategien (MAD), hvor patentporteføljer bygges opp for å avskrekke konkurrenter fra søksmål eller forsinkelser i innovasjonsutviklingen, med det resultat at det kan bli ”patentkappløp” mellom aktører innenfor samme teknologi. Dette forhindrer likevel ikke muligheten for at patent troll uten konkurrerende produksjon kan true med søksmål, men større aktører med ressurser til å imøtegå eventuelle søksmål vil kunne være vanskeligere ”bytte” for trollene enn mindre aktører.

Denne gjennomgangen har illustrert noen av ulempene med patentsystemer slik de fungerer i dag. Det framkommer tydelig at konkurrenters holdninger til patentering, og kvaliteten på patenter som utstedes kan påvirke de ulike aktørenes nettoeffekter av og behov for å benytte seg av patentsystemer. Som det har blitt illustrert i denne delen av oppgaven påvirker patentsystemer markeder og innovatører på ulike måter, og et patent kan være et verktøy som brukes til ulike formål, med både heldige og mindre heldige effekter. Det er ingen unison enighet om nettoeffekten av eksistensen av et patentsystem faktisk er positiv, og en gjennomgang av forskning på området blir tatt for seg i påfølgende avsnitt

### **2.3.3 Empirisk forskning på nettoeffekten av patenter**

Forsøk på å måle empirisk i hvilken grad patenter påvirker det totale samfunnsøkonomiske overskuddet må nødvendigvis være svært utfordrende, blant annet siden mange av de relevante variabler som omfang og *leading breadth* virker lite målbare. Selv om innovasjonsaktivitet til en viss grad kan være målbart, har denne gjennomgangen vist at det totale samfunnsøkonomiske overskuddet av patenter avhenger av flere faktorer som vanskelig kan kvantifiseres. Alle modeller som gjennomgås i denne oppgaven antar likevel at eksistensen av et patentsystem bidrar til økt samfunnsøkonomisk overskudd, en antagelse det ikke er unison

enighet om. Flere har hevdet at både innovasjonsnivå og samfunnsøkonomisk overskudd kunne vært høyere hvis ikke patentsystemer hadde eksistert (Boldrin & Levine, 2008; Hall, 2007). Forskning på patentsystemers effekt på økonomisk vekst har gitt ulike resultater, hvor patentsystemers nettoeffekt er funnet å avhenge blant annet av et lands utviklingsnivå (Falvey, Greenaway, & Foster, 2006; Thompson & Rushing, 1996), størrelsen på landet og handelspartneres bruk av patentsystemer (Schiff, 1971), markedsstrukturer og offentlig regulering knyttet til patentsystemer, og offentlig tilrettelegging for teknologiutvikling (Maskus, 2000). Effektene kan altså mildt sagt sies å være mange og komplekse.

Schiff (1971) har forsket på Nederland og Sveits som i en lengre periode på 1800- og tidlig 1900- tall ikke hadde patentsystemer, med hensikt å undersøke hvorvidt fraværet av patentsystemer kan ha bidratt til større økonomisk vekst for disse landene. Forskningen viste at disse landene utnyttet sin fordel som gratispassasjerer, hvor andre lands patenterte innovasjoner ble fritt imitert og benyttet i Sveits og Nederland. Det påpekes også at innenlands innovasjon samtidig var relativt utbredt, og disse innenlandske innovasjoner ble ofte patentert i andre land. Mens nettoeffekten for Nederlands del var uklar, ble det funnet at for Sveits' tilfelle er det mye som tyder på at flere industrier har vokst raskere på grunn av fraværet av patentsystemer i den aktuelle perioden. Det ble undersøkt hvorvidt det var noen endringer i innovativ aktivitet i perioden etter at disse to landene innførte patentsystemer igjen, og det ble funnet noe støtte for at innføring av patenteringsmuligheter innenlands førte til økt innovativ aktivitet i Nederland, mens i Sveits' tilfelle ble det ikke funnet signifikante endringer i innovativ aktivitet. Mye av årsaken til at begge disse landene etter hvert gjenopptok bruken av patenter igjen ligger ifølge Schiff (1971) i press fra naboland. Nabolandene opplevde at deres bedrifters innovasjoner ble imitert og utviklet videre uten vederlag i Sveits og Nederland, mens sveitsiske og nederlandske innovatører samtidig benyttet seg av andre lands patentsystemer for å oppnå patentbeskyttelse og hindre at deres egne innovasjoner ble imitert i disse landene. Schiffs (1971) forskning illustrerer hvordan det kan være fordelaktig for et land å ikke ha patentsystemer, så lenge nabolandene har patentsystemer. Dette anslås imidlertid ikke å være politisk gjennomførbart på sikt, noe som også viste seg å gjelde for Nederland og Sveits. Disse resultatene forteller imidlertid ikke hvordan et eventuelt globalt fravær av patentsystemer ville påvirket innovasjonsnivået, da eksistensen av



patentsystemer i nabolandene ifølge Schiff (1971) var av betydning for innovasjonsnivået til Nederland og Sveits i den patentløse perioden.

Forskning på nettoeffekter av bruken av patenter gir grunnlag for et utalls potensielle masteroppgaver, mens det i denne omgang må konstanteres at dette temaet er for omfattende til å ta for seg på en tilfredsstillende måte. Denne oppgavens utgangspunkt og innfallsvinkel er at patentsystemer eksisterer i dag i alle land med en viss grad av økonomisk utvikling, og dette tatt i betraktning er fokuset på hvordan patentsystemer slik det faktisk eksisterer i dag kan anslås å påvirke innovasjonsnivå og samfunnsøkonomisk overskudd. Å skulle avvikle alle former for patenter må anslås å være svært urealistisk, og de kortsiktige negative effektene for aktører som har tilpasset seg til virkeligheten slik den fremstår i dag med utstrakt bruk av patenter og andre intellektuelle rettigheter kan meget vel vise seg å overstige de eventuelt positive langsiktige effekter av å skulle fjerne alle muligheter for bruk av patenter.

*”If national patent laws did not exist, it would be difficult to make a conclusive case for introducing them; but the fact that they do exist shifts the burden of proof and it is equally difficult to make a really conclusive case for abolishing them”* (Penrose, 1951, 40)

Effekten av patenter kan altså i beste fall sies å være uklar, og må også forventes å variere under ulike omstendigheter. Et relevant aspekt for innovasjonsnivået og nytten av patentering er også hvordan konkurransen i markedet for oppfinnelsen påvirker incentivene til innovasjon. Det fokuseres i påfølgende avsnitt på hvordan gevinsten ved patentering påvirkes av om markedet for oppfinnelsen er et monopol eller frikonkurranse, illustrert gjennom en klassisk modell av Arrow (1962).

#### **2.3.4 Incentiver til innovasjon under monopol og frikonkurranse**

Kenneth Arrow (1962) var opptatt av hvordan incentivene til innovasjon var påvirket av konkurransen i markedet, og hans elegante modell kan tolkes som et forsøk på å undersøke Schumpeters argument om at innovasjon i større grad forekommer i industrier med monopol enn i industrier preget av frikonkurranse (Kamien, 1992). Arrow (1962) tar for seg størrelsen på den potensielle profitten ved en prosessinnovasjon. En prosessinnovasjon innebærer en reduksjon i

enhetskostnadene i produksjonen. Det forutsettes konstante marginalkostnader. Han sammenligner en slik innovasjons effekt på profittnivået i henholdsvis et frikonkurransemarked og et monopolmarked. I monopoltilfellet er det monopolisten som gjennomfører innovasjonen, i frikonkurransetilfellet er det en innovatør som ikke produserer godet. En forutsetning for Arrows (1962) modell er at innovatøren er i stand til å hente ut hele profitten gjennom et patent, og av den grunn er hans modell av interesse for denne oppgaven. I et frikonkurransemarked vil oppfinneren kunne lisensiere bort innovasjonen til produsenter i markedet til en fast pris per enhet produsert. Lisensavgiften vil settes identisk lik kostnadsbesparelsen som innovasjonen tilsvarte. Hans funn viser at gevinsten ved innovasjon vil være høyest for innovatøren i et frikonkurransemarked (Arrow, 1962). En intuitiv forståelse av årsaken til at incentivene til innovasjon er høyere i frikonkurransetilfellet er at innovatørens utgangspunkt før innovasjonen er null i profitt i et perfekt frikonkurransemarked, mens monopolisten har en positiv profitt før innovasjonen. I monopolistens tilfelle vil innovasjonen medføre en *kannibalisering* av profitten den hadde fra før. Med *kannibalisering* menes at monopolisten i en forstand kan sies å tape den opprinnelige profitten i bytte mot den nye profitten i etterkant av innovasjonen, og selv om den nye profitten er høyere, er ikke forskjellene så store som i frikonkurransetilfellet, hvor profitten var null før innovasjonen. Dermed vil incentivene til innovasjon være høyere i et frikonkurransemarked, konkluderer Arrow (1962) med. Hvordan incentivene til innovasjon kan variere avhengig av konkurransen i markedet blir også rettet fokus på i modellen som blir presentert i del 3 av denne oppgaven.

### **2.3.5 Markedsstruktur, innovasjon og patentering**

Arrows (1962) modell illustrerer et intuitivt lettfattelig poeng, men tar ikke hensyn til hvordan konkurranse og innovasjon er en dynamisk prosess, hvor tidligere perioders innovasjonsnivå påvirker utviklingen og markedsstrukturen framover, og det framkommer ikke hvordan potensialet for innovasjon er i forskjellige markedsstrukturer som eksisterer i dag. Eksempelvis kan det tenkes at de relativt høyere incentivene til innovasjon Arrow (1962) hevder eksisterer i et frikonkurransemarked har ført til at de fleste muligheter for kostnadsbesparende innovasjon allerede er utført for lenge siden, og ytterligere innovasjon kan dermed tenkes å være svært kostbar i et frikonkurransemarked. Mulighetene for mer innovasjon i et slikt marked i dag kan derfor være begrensede. Innovasjonsnivået i ulike markeder vil være påvirket av hvilke

incentiver aktørene har til å bedrive FoU og hvor kostbart det er å bedrive FoU, og disse kan altså være ulike avhengig av hvor sterk konkurransen er i et marked. Innovativ aktivitet kan også forventes å påvirke markedsstrukturer etter hvert som ny teknologi erstatter gammel teknologi, og nye aktører med ny teknologi overtar markeder og presser ut eksisterende aktører, noe som kan relateres til Schumpeters beskrivelse av teknologisk utvikling i form av *creative destruction* (Weil, 2009).

Patentaktiviteten vil kunne variere avhengig av konkurransesituasjonen, og utformingen av et patentsystem kan ha ulike effekter på incentivene til innovasjon i forskjellige konkurransesituasjoner. Patentering kan også potensielt brukes aktivt for å hindre andre aktører tilgang til et marked eller forskningsområde. Gilbert & Newberrys (1982) modell viser hvordan dette kan være tilfelle, og viser hvordan markedsledende firma kan velge å bruke patentering aktivt for å skape større etableringshindringer for potensielle konkurrenter. Gilbert & Newberry (1982) viser hvordan en monopolist vil ha incentiver til beholde sin monopolmakt ved å forske på og ta patenter på ny teknologi som kunne medført økt konkurranse fra andre aktører. Monopolisten investerer i FoU som medfører patenterbare innovasjoner. Disse innovasjonene patenteres og brukes til å hindre andre konkurrenter fra å entre markedet. Hvis monopolisten ikke investerer i FoU risikerer den at konkurrenter entrer monopolmarkedet gjennom at disse investerer i FoU, utvikler ny og konkurrerende teknologi, og dermed må avveiningen tas hvorvidt dette er mer kostbart for monopolisten enn å investere i FoU for å skape etableringshindringer. Gilbert & Newberry (1982) viser altså til et ekstra incentiv monopolister har til å bedrive FoU som ikke frikonkurranseaktører har, og kanskje forskjellene i incentiver til innovasjon mellom monopolmarked og frikonkurransemarkeder ikke er så store som modellen til Arrow (1962) viser. Imidlertid viser Gilbert & Newberrys (1982) modell at mens monopolisten har incentiver til å bedrive FoU for å hindre konkurrenter tilgang til markedet, har ikke monopolisten nødvendigvis incentiver til å benytte seg av resultatene av FoU-innsats til noe annet enn å opprettholde etableringshindringene. Monopolisten vil ikke nødvendigvis ha noen ønsker om å lage nye forbedrede produkter basert på denne FoU-innsatsen, og konsumenter vil dermed ikke ha noen velferdsøkning som følge av slik innovasjon. Så lenge monopolisten gjennom FoU har fått nok patenter til å få etablert tilfredsstillende etableringshindringer vil incentivene til å gjennomføre forskningen slik at det medfører teknologiforbedringer være lavere enn i et

frikonkurransemarked, slik Arrows (1962) tidligere nevnte modell viser. Gilbert & Newberrys (1982) modell illustrerer imidlertid hvordan incentivene til patentering kan være større for aktører med betydelig markedsmakt. Denne teoretiske gjennomgangen av incentiver til innovasjon og effekten av patentering i ulike markedsstrukturer blir i påfølgende avsnitt supplert med empirisk forskning innenfor dette temaet.

### **2.3.6 Empirisk forskning på innovasjonsnivå og markedsstruktur**

Empirisk forskning har vist at innovasjonsaktivitet er størst i en markedsstruktur som verken er et monopol eller perfekt konkurranse, men en mellomting mellom disse, altså i et marked med *noe* konkurranse (Aghion, Bloom, Blundell, Griffith, & Howitt, 2005; Loury, 1979; Van Cayseele, 1998). Dette avsnittet vil gå gjennom ulike forsøk på å forklare dette fenomenet. Van Cayseele (1998) påpeker mulige årsaker til dette, noe som gjennomgås her. Eksempelvis vil et marked med få eller ingen konkurrenter innebære at det er liten risiko for at andre skal komme med konkurrerende innovasjoner. Dette gjør at en aktør ikke trenger å drive innovasjon av frykt for å bli utkonkurrert. Dette, sammen med Arrows (1962) modell som viser at en monopolaktør har lavere incentiv til innovasjon fordi den potensielle profittøkningen er lavere i et monopolmarked, kan forklare hvorfor innovasjonsnivået i et marked med lav konkurranse er lavt. I et frikonkurransemarked vil mange konkurrenter gjøre at faren er større for at en innovasjon blir imitert av konkurrentene, noe som vil redusere den potensielle profitten av å bedrive innovasjon. Dermed vil gevinsten av en eventuell innovasjon også her kunne være relativt lav. Selv om faren for å bli utkonkurrert også vil være til stede i frikonkurranse, og incentivene til innovasjon ifølge Arrow (1962) vil være høyere enn i et monopol, vil imitasjonstrusselen overskygge disse incentivene til innovasjon i et frikonkurransemarked. I et marked med noe konkurranse vil imitasjonstrusselen være til stede, men vil ha en mindre negativ effekt på incentivene til innovasjon enn ved frikonkurranse, samtidig som risikoen for å bli utkonkurrert også er tilstede. Samlet sett kan det forventes at dette medfører de største incentiver til innovasjon i en slik mellomsituasjon mellom monopol og frikonkurranse, og dette kan dermed forklare hvorfor innovasjonsnivået er høyest under slike omstendigheter. Disse effektene viser van Cayseele (1998) til i sin analyse av en modell av Kamien & Schwarz (1968). Fra et patentperspektiv kan denne forklaringen innebære at patentsystemet ikke gir tilstrekkelig

patentbeskyttelse til innovatører i et frikonkurransemarked, siden faren for imitasjon bidrar til at incentivene til innovasjon er lavere i et marked med mange konkurrenter.

Aghion et al. (2005) har utviklet en dynamisk modell som også forsøker å vise hvorfor innovasjonsnivået er høyest i et marked som er midt i mellom monopol og frikonkurranse, noe forfatterne illustrativt kaller et invers U-forhold mellom innovasjon og produktmarkedskonkurranse. Deres modell tar for seg en industri med to firma, hvor graden av konkurranse bestemmes av i hvilken grad disse to firmaene er i stand til å samarbeide om prissetting (Aghion et al., 2005). Samarbeid er kun mulig hvis firmaene har likt teknologinivå. Jo sterkere konkurranse det er, jo mindre er firmaene i stand til å samarbeide, og Bertrand-konkurransen som antas i denne modellen vil i ekstremtilfellet føre til null profitt til hvert firma hvis de ikke er i stand til å samarbeide. Firmaene kan ha ulike innovasjonsnivå, og ulike teknologinivå som påvirkes og endres som følge av innovasjonsinnsatsen. En teknologileder vil imidlertid alltid ha et begrenset forsprang på teknologifølger (*follower*), fordi hvis forspranget blir tilstrekkelig stort vil det alltid være mulig for teknologifølger å kopiere lederens gamle teknologi. Når det er lite konkurranse og firmaene har relativt lik teknologinivå vil det være lite incentiver til å bedrive innovasjon, siden firmaene gjennom prissamarbeidet allerede har en positiv profitt som vanskelig kan bli svært mye større ved investering i mer innovasjon, noe som harmonerer med Arrows modell (1962) som viser lave incentiver til innovasjon i monopolmarked. Disse effektene kan antas å til en viss grad gjelde også i et marked med noe, men lav konkurranse. Dermed vil dette være en relativt stabil situasjon, hvor firmaene har et lavt innovasjonsnivå, og teknologinivået forblir likt mellom firmaene. Ved lav konkurranse vil det være høyest innovasjon når det er større forskjeller i teknologinivå mellom firmaer. I et slikt tilfelle vil teknologifølgeren bedrive mye innovasjon for å forsøke å ta igjen den andre og oppnå positiv profitt. Teknologileders forsprang vil her bli spist opp av teknologifølger relativt rask, og firmaene vil etter hvert stabilisere seg på et lavt innovasjonsnivå, med lik teknologi, og positiv profitt siden konkurransen er lav. Som et resultat av dette vil industrien ved lav konkurranse tilbringe mesteparten av tiden på et nivå hvor firmaer har like teknologinivå, med lavt innovasjonsnivå. I en slik situasjon vil en økning i konkurransenivået føre til økt innovasjon. Dette skjer fordi hver aktør har en lavere profitt når konkurransen er høy, og hver av dem vil tjene mer på å få et teknologiforsprang til den andre og på denne måten oppnå høyere profitt.

Hvis konkurransen derimot er svært høy, og bedriftene har ulike teknologinivå, vil det være relativt lave incentiver for teknologifølger til å bedrive innovasjon, fordi gevinsten av å ta igjen teknologilederen er lavere jo høyere konkurransen er, siden profitten ved høy konkurranse og likt teknologinivå uansett er lav. Teknologileder vil heller ikke ha et høyt innovasjonsnivå, siden forspranget til teknologifølger alltid vil være begrenset, og ytterligere innovasjon vil således ikke øke forspranget. Hvis teknologinivået er *likt*, og konkurransen er høy, vil begge firmaene umiddelbart investere mye i innovasjon, og et kappløp om å bli teknologileder innledes. Dette vil resultere i at et av firmaene relativt raskt blir teknologileder, og når dette har skjedd vil innovasjonsnivået være lavt grunnet årsakene nevnt over. Industrien vil ved høy konkurranse følgelig tilbringe mesteparten av tiden i en tilstand med lav innovasjon, hvor en bedrift er teknologileder. Dette innebærer at innovasjonsnivået vil være lavt ved svært lav og ved svært høy konkurranse. Ved noe konkurranse vil det altså være høyere innovasjonsnivå, siden de nevnte effektene som medfører lavt innovasjonsnivå er sterkest ved svært høy og svært lav konkurranse (Aghion et al., 2005). Modellen er også testet empirisk (Aghion et al., 2005). Innovasjonsnivået ble målt ved registrert patenteringsaktivitet hos de ulike firma, og konkurranseintensitet i ulike industrier måles ved Lerner-indeksen<sup>3</sup>. Modellens prediksjoner blir støttet av den empiriske undersøkelsen (Aghion et al., 2005). Det er verdt å merke seg at målet for innovasjonsaktivitet som brukes i den empiriske testingen av modellen er antallet patenter som utstedes. Selv om en innovasjon antas å være et resultat av innovativ aktivitet, blir ikke alle innovasjoner patentert, og det har i tidligere avsnitt vært påpekt ulike faktorer som påvirker firmaers incentiver til patentering av sine innovasjoner. Således er ikke målemetoden helt uproblematisk.

I neste del av oppgaven presenteres en modell som viser hvordan patentering og innovasjonsnivå kan påvirkes av ulike faktorer, i et forsøk på å integrere noen av effektene og sammenhengene mellom innovasjon, patentering og markedsstruktur som har blitt tatt for seg til nå.

---

<sup>3</sup> Lerner-indeksen beskriver et firmas markedsrett, som måles ved forskjellen mellom salgspris og marginalkostnadene i produksjonen, dividert på salgsprisen.

### 3.0 Modellen

I denne delen av oppgaven presenteres en modell som forsøker å analysere hvordan en aktørs incentiver til å investere i FoU påvirkes av ulike omstendigheter. Investeringen i FoU vil resultere i en innovasjon, og det fokuseres på under hvilke omstendigheter en innovativ aktør vil velge å patentere denne innovasjonen.

#### 3.1 Innledning til modellen

D'Aspremont & Jacquemin (1988) har i en klassisk modell undersøkt bedrifters FoU-nivå under duopol i Cournot-konkurranse, og finner at spillover og mulighetene for samarbeid mellom bedriftene viser seg å være av avgjørende betydning for hvilket FoU-nivå bedriftene velger. Med *spillover* menes i hvor stor grad en aktør fritt er i stand til å benytte seg av en innovasjon som andre aktører har utført. Med utgangspunkt i deres modell har mye forskning blitt gjort på hvordan sosial velferd og incentiver til FoU påvirkes av ulike parametre, som spillover, imitasjonskapasitet, antall bedrifter i markedet, asymmetri i produksjonskostnadene, og mulighetene for samarbeid (De Bondt, Slaets & Cassiman, 1992; Frascatore, 2006; Grünfeld, 2003; Halmenschlager, 2004; Kulti & Takalo, 1998; Suetens, 2005; Wiethaus, 2006). Undertegnede kjenner ikke til at patenter har blitt fokusert på tidligere i D'Aspremont & Jacquemins rammeverk. Annen forskning har undersøkt hvordan en patentholder kan maksimere sin profitt ved å selge rettigheter til bruk av innovasjonen til andre aktører (Kamien & Tauman, 1986; Wang, 1998). Noe forskning har også tatt for seg incentivene til patentering av innovasjoner (Moser, 2010), og flere empiriske undersøkelser har som tidligere nevnt vist at patentering av innovasjoner av ulike årsaker ikke er utbredt blant alle innovative virksomheter (Moser, 2010; Wilhelmsen & Foyen, 2009; St. meld. Nr. 7; Perduco, 2004). I tillegg har det vært anslått at mulighetene for patentering *ikke* nødvendigvis medfører økt innovasjon (Boldrin & Levine, 2008; Hall, 2007). Så vidt undertegnede kjenner til er det ikke blitt utført teoretisk forskning som undersøker incentivene til patentering når innovasjonsnivået er endogent gitt i modellen. En slik tilnærming ville gi mulighet for å undersøke effekten av patentering på innovasjonsnivået, samt under hvilke omstendigheter en bedrift faktisk vil velge å patentere en innovasjon. Et forsøk på dette blir gjort her. I motsetning til tidligere nevnte forskning innenfor D'Aspremont & Jacquemins (1988) rammeverk vil det i modellen som presenteres her kun være en aktør som kan utføre FoU. Dette gjør at eventuelle effekter av konkurrenters FoU-

investeringer ikke blir gjenspeilet i denne modellen. På den annen side gjør dette at vi unngår visse utfordringer knyttet til kostnadsfunksjonene for FoU i et marked med flere innovative aktører, påpekt av Amir, Jin & Troege (2008). I tillegg forenkler dette analysen av den innovative aktør sin avgjørelse å patentere sin innovasjon eller ikke. Av disse grunner anses det i denne modellen å være hensiktsmessig å la bare en aktør kunne bedrive FoU. I modellen som presenteres her er gevinsten ved patentering basert på Wangs (1998) analyse av hvordan en patentert prosessinnovasjon kan gi optimal profitt til en produsent i Cournot-konkurranse. I motsetning til i Wangs (1998) analyse har denne modellen endogenisert bedriftens valg av FoU-nivå.

Det må understrekes at denne modellen i likhet med alle andre modeller er en forenkling av virkeligheten, og flere av faktorene som tidligere har blitt nevnt som relevante for innovasjonsnivået og effekten av patentering ikke blir belyst i modellen som presenteres her. Modellen må altså forstås som et forsøk på å undersøke visse aspekter ved patentering og innovasjon, og modellens resultater må ses i sammenheng med alle andre relevante aspekter ved temaet. Formålet må imidlertid sies å være at modellen kan bidra til en bedre forståelse og økt kunnskap om de aspekter som analyseres, selv om den ikke nødvendigvis setter seg fore å bidra med fasitsvar på alle spørsmål rundt innovasjon og patentering.

### 3.2 Presentasjon av modellen

Vi har et marked med  $n + 1$  bedrifter, 1 bedrift  $i$ , og  $n$  symmetriske bedrifter  $j$ ,  $i \neq j$ . Bedriftene produserer et homogent produkt, og konkurrerer med hensyn på kvantum, altså er det Cournot-konkurranse i produktmarkedet. Alle bedrifter kjenner hverandres kostnadsfunksjoner, og alle vet hvor mange aktører det er i markedet. Spillet består av tre trinn. I første trinn avgjør bedrift  $i$  størrelsen på sin FoU-investering  $x_i$ . FoU-investeringen medfører en prosessinnovasjon som reduserer enhetskostnadene i produksjonen tilsvarende størrelsen på FoU-investeringen. Det er kun bedrift  $i$  som bedriver innovasjon. I andre trinn avgjør bedrift  $i$  om den ønsker å patentere sin innovasjon eller ikke. De  $n$  andre bedriftene  $j$  har spillovereffekt  $0 \leq \beta < 1$  fra bedrift  $i$  sin innovasjon hvis den ikke blir patentert. Jo høyere  $\beta$  er, jo mer utbytte får bedriftene  $j$  av innovasjonen. Hvis  $\beta$  er høy, kan dette tolkes som om innovasjonen er vanskelig å holde hemmelig, og lett å imitere. Hvis prosessinnovasjonen patenteres innebærer dette en fast kostnad



$F$  for bedrift  $i$  forbundet med patenteringen, og inntekter gjennom royalties som oppnås ved at bedrift  $i$  lisensierer bort rettighetene til bruk av innovasjonen til de andre bedriftene  $j$ . Royalties er et beløp som bedriftene  $j$  må betale til bedrift  $i$  for hver enhet de produserer som betaling for bruk av bedrift  $i$ 's innovasjon. Samtidig innebærer patenteringen at de andre bedriftene  $j$  ikke lenger får positiv spillovereffekt av innovasjonen, siden bedrift  $i$  gjennom patenteringen har fått enerett på innovasjonen. Altså settes  $\beta = 0$ . Den faste utgiften  $F$  forbundet med patenteringen kan bestå av avgifter i forbindelse med å søke om og å opprettholde patentet, og utgifter i forbindelse med å skrive patentsøknad og å skaffe seg nødvendig kompetanse i forbindelse med patenteringsprosessen. I tredje trinn bestemmer bedriftene  $i$  og  $j$  produksjonskvantumet.

Det antas at gevinsten ved patentering foregår i en periode med produksjon. Etter at denne perioden er ferdig, vil ikke framtidig profitt påvirkes av bedriftens valg av FoU-nivå og hvorvidt den har patentert innovasjonen eller ikke. Årsaker til dette kan være at i påfølgende perioder er patentet utløpt, eller at konkurrenter er forventet å hente inn teknologiforspranget til bedrift  $i$ , uansett om produktet er patentert eller ikke. En annen plausibel årsak kan være at produktet i markedet blir erstattet av forbedrede produkter. Dermed vil profitten i denne ene perioden med produksjon avgjøre om bedrift  $i$  velger å patentere eller ikke, og hvor mye innovasjon som skal utføres.

Bedriftenes kostnadsfunksjoner, kvantum, FoU-nivå og profitt med og uten patentering betegnes med opphøyelse i  $P$  hvis bedrift  $i$  har valgt å patentere sin innovasjon, og er opphøyd i  $N$  hvis bedrift  $i$  har valgt å ikke patentere sin innovasjon. Hvis uttrykkene ikke er opphøy i  $P$  eller  $N$  gjelder uttrykkene generelt både med og uten patent.

Vi har en invers, lineær etterspørselsfunksjon:

$$P = a - Q, a > 0, Q \leq a$$

Totalt kvantum produsert i markedet er følgende:

$$Q = q_i + \sum_{j=1}^n q_j \tag{1}$$

Kostnadsfunksjonene uttrykkes slik:

$$c_i = (c - x_i)q_i \tag{2}$$

$x_i$  refererer til størrelsen på FoU-innsatsen til bedrift  $i$ . (2) er altså kostnadsfunksjonen til bedrift  $i$  uansett om den velger å patentere eller ikke.

For bedriftene  $j$ , hvis bedrift  $i$  har tatt patent:

$$c_j^P = cq_j - q_jx_i + (q_jx_i - \varepsilon) \approx cq_j \quad (3)$$

Ved patentering vil bedrift  $i$  altså lisensiere bort sin innovasjon til de andre bedriftene  $j$ .

Uttrykket i parentesen i (3) tilsvarer royaltybeløpet som bedriftene må betale til bedrift  $i$  for å få lov til å benytte seg av innovasjonen. Slik modellen er uttrykt her gjør  $\varepsilon$  i (3) at alle bedriftene vil velge å bruke innovasjonen og betale royalty til bedrift  $i$ .  $\varepsilon$  er samtidig så lav at i modellen betraktes den som lik null. Dette innebærer at ved patentering vil bedrift  $i$  i praksis hente ut hele gevinsten ved kostnadsbesparelsen til bedriftene  $j$  når det benytter seg av innovasjonen. Wang (1998) har funnet at ved lisensiering av en patentert prosessinnovasjon er optimal royalty-størrelse for patentholder identisk med størrelsen på innovasjonen, som uttrykt i (3). Dette kjennetegner også Arrows (1962) analyse av incentivene til innovasjon i frikonkurranse. Wang (1998) har også funnet at lisensiering gjennom royalty vil være minst like profitabelt som andre former for salg av en patentert innovasjon, bortsett fra hvis innovasjonen er liten og det er mange aktører i markedet. I så tilfelle kan patentholder tjene mer på å selge rettigheter til bruk av innovasjonen gjennom auksjon eller gjennom et fast vederlag. For ikke å gjøre modellen ytterligere komplisert blir ikke dette tatt for seg her, men det kan være nyttig å være oppmerksom på at profitten ved patent under disse forutsetningene kan være noe høyere enn modellens resultater tilsier. Kostnadsfunksjon for bedriftene  $j$ , hvis bedrift  $i$  har valgt å ikke ta patent:

$$c_j^N = (c - \beta x_i)q_j \quad (4)$$

$\beta$  er som nevnt spillovereffekten bedriftene  $j$  får fra innovasjonen i tilfelle den ikke patenteres.

Denne er som vi husker lik null i tilfelle innovasjonen blir patentert, noe som også fremkommer av (3). Følgende beskrankninger gjelder:

$$0 \leq x_i < c < a, 0 < \beta < 1, j \neq i$$

FoU-kostnadene for bedrift  $i$ :

$$\frac{\gamma x_i^2}{2}, \gamma > 0$$

FoU-kostnadene uttrykkes som i D'Aspremont & Jacquemins (1988) opprinnelige modell, hvor de er kvadratiske, og reflekterer en avtagende avkastning av FoU. En lavere  $\gamma$  reflekterer en mer effektiv FoU-teknologi. Dette gir følgende profittfunksjoner for bedrift  $i$  og bedriftene  $j$ :

$$\pi_i^P = \left( a - \left( q_i + \sum_{j=1}^n q_j \right) - (c - x_i) \right) q_i - \gamma x_i^2 - F + \sum_{j=1}^n q_j x_i \quad (5)$$

$$\pi_i^N = \left( a - \left( q_i + \sum_{j=1}^n q_j \right) - (c - x_i) \right) q_i - \gamma x_i^2 \quad (6)$$

$$\pi_j^P = \left( a - \left( q_i + \sum_{j=1}^n q_j \right) - c \right) q_j \quad (7)$$

$$\pi_j^N = \left( a - \left( q_i + \sum_{j=1}^n q_j \right) - (c - \beta x_i) \right) q_j \quad (8)$$

Bedrift  $i$  må vurdere gevinsten ved å patentere i form av at konkurrenter ved patentering ikke får positiv spillovereffekt av FoU-investeringen til bedriften, og at bedriften gjennom å patentere får royaltyinntekter, opp mot den faste utgiften  $F$  forbundet med patentering. Vi ønsker å undersøke under hvilke omstendigheter bedrift  $i$  vil velge å patentere sin innovasjon, samt hvor stort innovasjonsnivået er under ulike omstendigheter.

### 3.3 Estimering av modellen

Modellen løses ved baklengs induksjon. Utrengninger i modellen er utført i *Scientific Workplace*. Først maksimeres profitt for bedriftene med hensyn på kvantum, av praktiske årsaker med generelle kostnadsfunksjoner  $c_i$  og  $c_j$ . For bedrift  $i$  gir derivasjon av profitten med hensyn på  $q_i$  følgende resultat, uavhengig av om patentering velges eller ikke:

$$\frac{d\pi_i}{dq_i} = a - c_i - 2q_i - \sum_{j=1}^n q_j = 0 \quad (9)$$

Andreordensbetingelsen må undersøkes:

$$\frac{d^2\pi_i}{d^2q_i} = -2 < 0$$

Andreordensbetingelsen må være negativ for at den førstederiverte satt lik null skal gi et maksimumspunkt. Med andre ord, for at uttrykket for  $q_i$  som utledes fra (9) skal maksimere profitten må andreordensbetingelsen være negativ. Dette vil selvsagt også gjelde for all tilsvarende maksimering som gjøres. (9) kan også uttrykkes på følgende måte:

$$q_i = a - c_i - q_i - \sum_{j=1}^n q_j \quad (10)$$

Ved å sette inn for (1) i (10) oppnås følgende uttrykk:

$$q_i = a - c_i - Q \quad (11)$$

Profitt må også maksimeres for alle andre bedrifter  $j$ , for å oppnå et uttrykk for kvantum til disse aktørene. Ved å derivere profitt for alle bedrifter  $j$  med hensyn på  $q_j$  oppnås følgende resultat:

$$\frac{d\pi_j}{dq_j} = a - c_j - q_i - q_j - \sum_{j=1}^n q_j = 0 \quad (12)$$

Vi må sjekke andreordensbetingelsen, som skal være negativ:

$$\frac{d^2\pi_j}{d^2q_j} = -2 < 0$$

(12) gir følgende uttrykk for  $q_j$ , også her innsatt fra (1):

$$q_j = a - c_j - Q \quad (13)$$

(13) gjelder altså for alle  $n$  bedrifter  $j$ , som er symmetriske. Vi har altså totalt  $n + 1$  uttrykk for kvantum, ett uttrykk (11), og  $n$  uttrykk (13).

Profitt for bedriftene kan uttrykkes slik, med generelle kostnadsfunksjoner:

$$\pi_i^P = (a - Q - c_i)q_i - \gamma x_i^2 - F + nq_j x_i \quad (14)$$

$$\pi_i^N = (a - Q - c_i)q_i - \gamma x_i^2 \quad (15)$$

$$\pi_j = (a - Q - c_j)q_j \quad (16)$$

Ved å sette inn  $q_i$  fra (11) i (14) og (15) oppnås følgende uttrykk for profitt til bedrift  $i$  med og uten patent:

$$\pi_i^P = (q_i^P)^2 - \gamma x_i^2 - F + nq_j^P x_i \quad (17)$$

$$\pi_i^N = (q_i^N)^2 - \gamma x_i^2 \quad (18)$$

Ved å sette inn  $q_j$  fra (13) i (16) oppnås følgende uttrykk for profitt, uttrykt henholdsvis med og uten patent:

$$\pi_j^P = (q_j^P)^2 \quad (19)$$

$$\pi_j^N = (q_j^N)^2 \quad (20)$$

Vi må finne ut kvantum i hvert tilfelle for å finne profitten til bedriftene. For å finne uttrykk for hver bedrifts valg av kvantum i hvert tilfelle er det nødvendig å finne et uttrykk for total kvantum i hele markedet, altså  $Q$ , som kan settes inn i uttrykkene (11) og (13). Dette kan oppnås ved å summere opp uttrykkene for alle  $n + 1$  bedrifters kvantum i hele markedet, bestående av ett uttrykk (11) og  $n$  uttrykk (13). Totalt kvantum kan dermed uttrykkes slik, summert opp for alle bedrifters kvantum:

$$q_i + \sum_{j=1}^n q_j = (n + 1)a - c_i - nc_j - (n + 1)Q \quad (21)$$

Ved å sette inn for (1) i (21) oppnås følgende uttrykk:

$$Q = (n + 1)a - c_i - nc_j - (n + 1)Q \quad (22)$$

Vi løser (22) for  $Q$ :

$$Q = \frac{a(n+1)-c_i-nc_j}{n+2} \quad (23)$$

(23) brukes til å sette inn for  $Q$  i uttrykkene for  $q_i$  og  $q_j$  (11) og (13), med følgende resultat:

$$q_i = \frac{(a-(1+n)c_i+nc_j)}{n+2} \quad (24)$$

$$q_j = \frac{(a+c_i-2c_j)}{n+2} \quad (25)$$

Ved å sette inn i (24) og (25) for kostnadsfunksjonene til bedriftene henholdsvis med og uten patentering, altså uttrykkene (2), (3) og (4), oppnås følgende uttrykk for kvantum:

$$q_i^P = \frac{a-c+x_i+nx_i}{n+2} \quad (26)$$

$$q_i^N = \frac{(a-(1+n)(c-x_i)+n(c-\beta x_i))}{n+2} \quad (27)$$

$$q_j^P = \frac{(a+(c-x_i)-2c)}{n+2} \quad (28)$$

$$q_j^N = \frac{(a+(c-x_i)-2(c-\beta x_i))}{n+2} \quad (29)$$

Disse uttrykkene kan settes inn i profittfunksjonene henholdsvis med og uten patentering, uttrykkene (17), (18), (19), og (20):

$$\pi_i^P = \left( \frac{a-c+x_i+nx_i}{n+2} \right)^2 - \frac{\gamma x_i^2}{2} - F + nx_i \left( \frac{a-c-x_i}{n+2} \right) \quad (30)$$

$$\pi_i^N = \left( \frac{a-c+x_i(1+n-n\beta)}{n+2} \right)^2 - \frac{\gamma x_i^2}{2} \quad (31)$$

$$\pi_j^P = \left( \frac{a-c-x_i}{n+2} \right)^2 \quad (32)$$

$$\pi_j^N = \left( \frac{(a-c-x_i+2\beta x_i)}{n+2} \right)^2 \quad (33)$$

Nå har vi løst trinn tre av modellen, altså funnet optimalt kvantum til bedriftene. Trinn to byr på en noe annen utfordring, hvor bedrift  $i$  altså skal avgjøre om den skal patentere sin innovasjon eller ikke. For å finne ut om bedrift  $i$  velger å patentere eller ikke må det undersøkes om bedriftens profitt er størst hvis patentering velges eller ikke. For å avgjøre dette må først innovasjonsnivået for bedriften utledes henholdsvis med og uten patentering. Vi må altså først løse trinn en for begge utfall av trinn to, altså finne FoU-innsatsen til bedrift  $i$  både med og uten patentering. Profittfunksjonene for bedrift  $i$  blir derfor derivert med hensyn på  $x_i$  for å finne optimalt FoU-nivå med og uten patent. Profitt for bedrift  $i$  med patent, uttrykk (30), derivert med hensyn på  $x_i$  gir følgende uttrykk:

$$\frac{d\pi_i^P}{dx_i} = - \frac{(2c-2a-2x_i-an^2+cn^2+4\gamma x_i-4an+4cn+4n\gamma x_i+n^2\gamma x_i)}{(n+2)^2} = 0 \quad (34)$$

Andreordensbetingelsen må være negativ:

$$\frac{d^2\pi_i^P}{d^2x_i} = - \frac{1}{(n+2)^2} (\gamma n^2 + 4\gamma n + 4\gamma - 2) < 0$$

Dette krever at:

$$\gamma(n+2)^2 - 2 > 0 \Leftrightarrow \gamma > \frac{2}{(n+2)^2} \quad (35)$$

(35) gir altså et krav til størrelsen på  $\gamma$  som må gjelde for at modellen skal gi mening. Vi går tilbake til førsteordensbetingelsen (34), som løses for  $x_i$  og gir følgende resultat:

$$x_i^P = \frac{(a-c)(n^2+4n+2)}{\gamma(n+2)^2-2} \quad (36)$$

Så lenge (35) holder, er (36) positiv. En negativ FoU-investering gir ingen mening i denne modellen. Vi finner deretter uttrykk for  $x_i$  når patent ikke velges, ved å derivere uttrykk (31), profitt for bedrift  $i$  uten patent, med hensyn på  $x_i$ :

$$\frac{d\pi_i^N}{dx_i} = \frac{2(a-c)(1+n-n\beta)+x_i(2(n-n\beta+1)^2-\gamma(n+2)^2)}{(n+2)^2} = 0 \quad (37)$$

Andreordensbetingelsen gir følgende resultat:

$$\frac{d^2\pi_i^N}{d^2x_i} = -\frac{\gamma(n+2)^2-2(n-n\beta+1)^2}{(n+2)^2} < 0$$

Dette krever at:

$$\gamma(n+2)^2 - 2(n-n\beta+1)^2 > 0 \Leftrightarrow \gamma > \frac{2(n(1-\beta)+1)^2}{(n+2)^2} \quad (38)$$

Nå har vi altså to andreordensbetingelser som vi må forholde oss til. Begge disse må holde for at vi skal kunne få resultater som gir mening. Vi løser førsteordensbetingelsen (37) for  $x_i$  og får følgende resultat:

$$x_i^N = \left( \frac{2(a-c)(n-n\beta+1)}{\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2} \right) \quad (39)$$

Her ser vi at (39) er positivt så lenge andreordensbetingelsen (38) er oppfylt. Uttrykkene (36) og (39) for FoU-nivå med og uten patentering kan settes inn i uttrykkene for kvantum til bedriftene med og uten patentering, (26), (27), (28) og (29). Dette gir følgende kvantum:

$$q_i^P = \frac{(a-c)(\gamma(n+2)+n(n+3))}{\gamma(n+2)^2-2} \quad (40)$$

$$q_i^N = \frac{\gamma(a-c)(n+2)}{\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2} \quad (41)$$

$$q_j^P = \frac{(\gamma-1)(a-c)(n+2)}{\gamma(n+2)^2-2} \quad (42)$$

$$q_j^N = \frac{(a-c)(\gamma(n+2)-2(\beta-1)(n(\beta-1)-1))}{(\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2)} \quad (43)$$

### 3.3.1 Spesialtilfellet drastisk innovasjon

Hvis bedrift  $i$  sin innovasjon er så høy at innovasjonen blir drastisk, innebærer dette at bedriftene  $j$  sitt kvantum blir lik null. En drastisk innovasjon kjennetegnes ved at den overtar for den eksisterende teknologien som brukes, i dette tilfellet innebærer det at de konkurrerende bedriftene  $j$  ikke lenger vil produsere et positivt kvantum. Dette vil i så fall påvirke hvordan profittfunksjonen til bedrift  $i$  ser ut, da den i så tilfelle ikke lenger vil bli påvirket av konkurrentenes kvantum. Hvis innovasjonen er høy nok, vil dermed kvantum til bedriftene  $j$  kunne bli negativt, slik modellen er satt opp! En situasjon med så høy innovasjon lar seg selvsagt undersøke, men må nødvendigvis innebære justeringer av profittfunksjonene til bedrift  $i$ , noe som vil gjøre spillet langt mer komplisert. Den økte kompleksitet dette innebærer anses imidlertid ikke å rettferdiggjøres i form av økt forklaringsverdi. Vi foretar her en diskusjon rundt under hvilke forutsetninger en drastisk innovasjon blir gjort og hvilke implikasjoner dette innebærer, men for resten av beregningene og diskusjonene rundt denne modellen forutsettes det at en drastisk innovasjon ikke er mulig. Dette innebærer alle  $q_j > 0$ , noe som vi skal se vil innebære visse restriksjoner på størrelsen på  $\gamma$ .

For at en drastisk innovasjon ikke skal kunne skje, må altså kvantum til bedriftene  $j$  være positivt, noe som innebærer at (42) og (43) må være positive. Vi undersøker først (42),  $q_j$  med patent, og finner at uttrykket er positiv under følgende omstendigheter:

$$(\gamma - 1)(a - c)(n + 2) > 0 \Leftrightarrow \gamma > 1 \quad (44)$$

(43), kvantum uten patent, er positiv under følgende omstendigheter:

$$\gamma(n + 2) - 2(\beta - 1)(n(\beta - 1) - 1) > 0 \Leftrightarrow \gamma > \frac{2(\beta - 1)(n(\beta - 1) - 1)}{(n + 2)} \quad (45)$$

Disse uttrykkene forteller oss at hvis  $\gamma$  er tilstrekkelig lav vil en drastisk innovasjon kunne skje. Hvis patentering utføres vil en drastisk innovasjon alltid foretas hvis  $\gamma < 1$ , uavhengig av antallet konkurrenter i markedet eller andre faktorer. En undersøkelse av (45), som kan kalles betingelsen for drastisk innovasjon uten patentering viser at en økende  $\beta$  gjør at en drastisk innovasjon krever en stadig lavere  $\gamma$ . Dette betyr at jo mer andre bedrifter er i stand til å imitere bedrift  $i$  sin innovasjon, jo lavere må  $\gamma$  være for at en drastisk innovasjon skal være mulig når patentering ikke utføres. (45) viser også at effekten av en økt  $n$  er at  $\gamma$  må være lavere for at en drastisk innovasjon skal kunne finne sted. Med andre ord, jo flere konkurrenter det er i et



marked, jo mer effektiv må FoU være for at en drastisk innovasjon skal kunne foretas. Dette kan også tolkes som at det er vanskeligere å gjennomføre en drastisk innovasjon når det er flere konkurrenter i markedet og når spillover er høy, hvis patentering ikke utføres.

En forutsetning som selvsagt også må undersøkes er om andreordensbetingelsene holder når en drastisk innovasjon foretas. Andreordensbetingelsene (35) og (38) setter krav for hvor lav  $\gamma$  kan være, og ved å sammenligne uttrykkene (44) og (45) med andreordensbetingelsene kan det undersøkes om andreordensbetingelsenes krav til størrelsen på  $\gamma$  er strengere enn (44) og (45). Hvis det er tilfelle, vil aldri en drastisk innovasjon kunne finne sted. Dette vil i så fall innebære at  $\gamma$  må være så høy at (44) og (45) alltid holder, noe som i så fall innebærer at en drastisk innovasjon aldri kan finne sted. Vi sammenligner derfor andreordensbetingelsene med betingelsene for drastisk innovasjon for å finne ut om en drastisk innovasjon kan finne sted. Hvis (35) – (44) er positivt, vil aldri en drastisk innovasjon være mulig når patent er utført:

$$\frac{2}{(n+2)^2} - 1 = - \frac{1}{(n+2)^2} (n^2 + 4n + 2) \quad (46)$$

(46) er alltid negativ. Dette innebærer at drastisk innovasjon kan forekomme ved patentering, og dette vil skje hvis  $\gamma < 1$ . Sagt på en annen måte, andreordensbetingelsen ved patentering vil alltid tillate at (44) ikke holder. På samme måte kan det undersøkes om drastisk innovasjon kan forekomme også uten patentering, ved å undersøke fortegnet til (38) – (45):

$$\frac{2(n(1-\beta)+1)^2}{(n+2)^2} - \frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)} = 2 \frac{2\beta-1}{(n+2)^2} (n - n\beta + 1) \quad (47)$$

Vi ser at (47) er positivt hvis  $\beta > 0,5$ . Dette innebærer at hvis  $\beta > 0,5$  er kravet til størrelsen på  $\gamma$  fra andreordensbetingelsen (38) strengere enn betingelsen for når en drastisk innovasjon kan forekomme, uttrykk (45). Dermed kan ikke en drastisk innovasjon forekomme hvis  $\beta > 0,5$ , og bedrift  $i$  har valgt å ikke patentere innovasjonen. Hvis  $\beta < 0,5$ , vil det for tilstrekkelig lav  $\gamma$  kunne forekomme en drastisk innovasjon også uten patentering. Dette vil skje hvis  $\gamma$  er så lav at (45) ikke gjelder. Også her må selvsagt andreordensbetingelsene tilfredsstilles. Dette innebærer samtidig at hvis  $\beta > 0,5$ , og  $\gamma < 1$ , vil innovasjonen kun bli drastisk hvis bedrift  $i$  velger å patentere innovasjonen. Hvorvidt patentering blir utført eller ikke vil selvsagt også her avhenge av profitten bedriften oppnår henholdsvis med og uten patentering. Hvis  $\beta < 0,5$ , og  $\gamma$  samtidig er

så lav at en drastisk innovasjon blir utført uten patentering, altså at (45) ikke holder, vil det ikke være noen hensikt i å ta patent, fordi ingen andre bedrifter ville produsert et positivt kvantum uansett. Dermed ville ikke bedrift  $i$  fått royaltyinntekter ved patentering, spillovereffekten ville ikke hatt noe å si, og den eneste forskjellen i profitt mellom å patentere og ikke patentere ville vært en ekstra utgift  $F$  som bedriften måtte betale hvis den skulle patentere.

### 3.3.2 Mulige løsninger knyttet til drastisk innovasjon

En mulig forlengelse av denne modellen kunne være å endogenisere  $n$  i slike tilfeller, ved at det kan antas av konkurrerende bedrifter  $j$  kan forlate eller komme inn i markedet uten kostnader. Dette ville medføre at hvis bedrift  $i$  utfører en innovasjon som i denne modellen er drastisk, vil så mange bedrifter  $j$  forlate markedet at de gjenværende bedriftene  $j$  vil produsere marginalt positivt kvantum, og dermed oppnå marginalt positiv profitt. Det kunne selvsagt hende selv med endogenisering av  $n$  at ingen bedrifter  $j$  ville fått positivt kvantum, i så fall ville innovasjonen vært drastisk uansett. På den annen side ville en ikke-drastisk innovasjon innebære at flere konkurrenter ville gå inn i markedet, fordi flere aktører ville oppnå marginalt positiv profitt ved å starte opp produksjon. Man kunne også introdusert etableringskostnader forbundet med inntreden i markedet. En slik analyse kunne vært interessant, men ville samtidig gjort modellen mer komplisert. Vi velger derfor for denne gang å la  $n$  fremdeles være eksogent gitt i modellen.

Denne diskusjonen har altså tatt for seg spesialtilfellet drastisk innovasjon, som vi i resten av analysen forutsetter ikke kan forekomme. For den resterende del av analysen forutsettes det altså at (44) og (45) holder, og at en drastisk innovasjon er dermed ikke mulig. Dette grunnet tidligere nevnte tekniske utfordringer knyttet til effektene av eventuelt negativt kvantum for bedriftene  $j$ . Vi har dermed fire betingelser til sammen å forholde oss til, og en avklaring av hvilke som gjelder kan være hensiktsmessig. Betingelsen for ikke-drastisk innovasjon med patent, (44), er alltid strengere enn andreordensbetingelse (35). Betingelse for ikke-drastisk innovasjon uten patent, (45), og andreordensbetingelse (38) varierer mellom å være strengest, men i de tilfellene andreordensbetingelsen (38) er den strengeste betingelsen, kan det vises at betingelse (44) alltid er strengere enn (38). Med *strengere* menes hvilken betingelse som krever den høyeste verdien av  $\gamma$ . Dermed er det kun betingelsene for ikke-drastisk innovasjon som

avgjør kravet til størrelsen på  $\gamma$  i påfølgende analyse, siden disse alltid vil være strengere enn begge andreordensbetingelsene. Dette kan også uttrykkes slik:

$$\gamma > \max \left\{ \frac{1}{\frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)}} \right\} \quad (48)$$

(48) forteller oss at (44) og (45) alltid må være oppfylt, og den strengeste av disse betingelsene er til enhver tid den vi må forholde oss til. En undersøkelse av (48) forteller oss at betingelsen er strengest når  $n \rightarrow \infty$ . (48) når  $n \rightarrow \infty$  reduseres til følgende uttrykk:

$$\gamma > 2(\beta-1)^2$$

Denne betingelsen er strengest for  $\beta = 0$ . Dette innebærer at (45) er strengere enn (44) under følgende omstendigheter:

$$\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Hvis  $\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  er det altså tilstrekkelig at  $\gamma > 1$ . Hvis  $\beta$  er lavere kan betingelsen være

strengere. Det kan bemerkes at  $1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,29$ . Denne informasjonen vil være nyttig senere i analysen.

### 3.4 Effekter på avgjørelsen om patentering

Ved å sette uttrykkene for FoU-nivåene med og uten patent (40) og (41) inn i profittfunksjonene for bedrift  $i$  med og uten patentering (30) og (31) oppnås uttrykk for profitt hvor kvantum og FoU-nivå er gitt, og profitten for bedrift  $i$  med og uten patentering kan sammenlignes:

$$\pi_i^P = \frac{(a-c)^2(n(n+4)+2\gamma)}{2(\gamma(n+2)^2-2)} - F \quad (49)$$

$$\pi_i^N = \frac{\gamma(a-c)^2}{\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2} \quad (50)$$

Vi må sammenligne profitt med og uten patentering for å avgjøre hva bedriften vil velge å gjøre i trinn 2. Som vi husker vil bedrift  $i$  i trinn to avgjøre om den ønsker å patentere sin innovasjon

eller ikke. For å finne ut om bedrift  $i$  vil patentere eller ikke sammenligner vi ganske enkelt (49) og (50), og finner ut at patent lønner seg hvis følgende gjelder:

$$\pi_i^P - \pi_i^N = \frac{1}{2} n \frac{(a-c)^2 (-2(n+4)(n-n\beta+1)^2 + \gamma((n+2\beta+2)(n^2-2n\beta+6n+4)))}{(\gamma(n+2)^2-2)(\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2)} - F > 0 \quad (51)$$

Størrelsen på den faste kostnaden ved patentering vil selvfølgelig være avgjørende for om bedriften vil velge å patentere eller ikke. Dess større den faste kostnaden er, dess mindre lønnsomt er det å patentere. Hvordan påvirker andre faktorer incentivene til å patentere? Ved å derivere uttrykket over med hensyn på ulike variabler kan noen spørsmål besvares. Først kan det bemerkes at ved  $n = 0$  er det ikke lønnsomt å patentere. Kun  $-F$  blir da igjen av uttrykk (51) ovenfor. Dette er som forventet, da en patentering i så tilfelle ikke vil ha noen positiv innvirkning på profitten, siden det ikke eksisterer noen konkurrenter som kan ha positiv spillover fra innovasjonen, og det vil ikke være noen royaltyinntekter ved å patentere innovasjonen. Hva hvis  $n > 0$ , og  $F$  eksempelvis er svært lav, nær null? Dette vil innebære at det er svært lave kostnader forbundet med patentering. Vil det da under alle omstendigheter være mest lønnsomt å patentere, eller kan det være tilfeller hvor bedrift  $i$  likevel vil velge å ikke patentere innovasjonen? En undersøkelse av spilloverparameteret  $\beta$  vil etter hvert gi oss svar på dette, og i første omgang undersøker vi hvordan  $\beta$  påvirker innovasjonsnivået og incentivene til patentering.

### 3.4.1 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $\beta$

Ved å derivere (51) med hensyn på  $\beta$  kan effekten av økt spillover analyseres:

$$\frac{d(\pi_i^P - \pi_i^N)}{d\beta} = 4n\gamma(a-c)^2 \frac{n-n\beta+1}{(4\gamma-4n-2n^2\beta^2+4n\beta+4n\gamma+4n^2\beta+n^2\gamma-2n^2-2)^2} > 0 \quad (52)$$

Vi ser at dette gjelder for alle  $n > 0$ . For  $n = 0$  har ikke  $\beta$  noen effekt, siden det ikke er noen andre aktører i markedet. Vi vet allerede at for  $n = 0$  vil ikke patentering bli utført uansett, derfor er dette ikke overraskende. Siden (52) er positiv for  $n > 0$  betyr dette at så lenge det fins andre aktører i markedet, vil en økt spillover gjøre det mer lønnsomt å patentere. Denne diskusjonen fokuseres rundt  $n > 0$ , siden  $\beta$  ikke har noen effekt ved  $n = 0$ . (49) og (50) forteller oss at profitten med patentering ikke blir påvirket av størrelsen på  $\beta$ , men profitten uten patent blir lavere jo høyere  $\beta$  er, noe som ikke er overraskende. På denne måten gjør en økning i  $\beta$  at patentering blir mer lønnsomt relativt til å ikke patentere. Dette harmoniserer med Moser (2010)

som fant at patentering utføres i større grad hvis det er vanskelig det er å holde en innovasjon hemmelig, og er som forventet. Siden (52) er positiv for alle  $n > 0$ , innebærer dette at (51) er lavest når  $\beta = 0$ . Ved å undersøke (51) når  $\beta = 0$  kan vi finne ut om det kan være tilfeller hvor selv en svært lav  $F$  ikke er nok til at bedriften velger å patentere. Vi setter altså inn for  $\beta = 0$  i (51) og får følgende uttrykk:

$$-\frac{1}{2}n(2(n+1)^2(n+4) - \gamma(n+2)(n^2+6n+4)) \frac{(a-c)^2}{(\gamma(n+2)^2-2)(\gamma(n+2)^2-2(n+1)^2)} - F \quad (53)$$

Andreordensbetingelsene forteller oss at nevneren i uttrykket alltid er positiv. Dette innebærer at hvis  $F$  går mot null i (53), ser vi fra telleren at uttrykket blir positivt kun hvis:

$$2(n+1)^2(n+4) - \gamma(n+2)(n^2+6n+4) < 0 \Leftrightarrow \gamma > \frac{2(n+1)^2(n+4)}{(n+2)(n^2+6n+4)} \quad (54)$$

(54) kan sammenlignes med betingelsene for størrelsen på  $\gamma$  i uttrykk (48), for å undersøke om (54) må holde under alle omstendigheter, eller om det kan være tilfeller hvor (54) ikke holder.

Ved å sette inn for  $\beta = 0$  i (48) tilsier betingelsen for størrelsen på  $\gamma$  følgende:

$$\gamma > \left[ \max \left\{ \frac{1}{\frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)}} \right\} \right]_{\beta=0} \Leftrightarrow \gamma > 2 \frac{(n+1)}{(n+2)}$$

Ved å sammenligne (48) innsatt for  $\beta = 0$  med (54) får vi følgende resultat:

$$\gamma > 2 \frac{n+1}{n+2} > \frac{2(n+1)^2(n+4)}{(n+2)(n^2+6n+4)}$$

Dette forteller oss at (54) alltid holder, siden betingelse (48) alltid tilsier dette. Dette innebærer samtidig at (53) er positiv, såfremt  $F$  er lav nok. Vi har nå sjekket dette for  $\beta = 0$ , og vet at i så tilfelle vil alltid patentering lønne seg hvis  $F = 0$ . Fra (52) vet vi at for  $\beta > 0$  blir (51) større.

Dette betyr at (51) alltid er positiv hvis  $F$  er nær null. Dermed vil patentering alltid være mest lønnsomt hvis  $F$  er nær null, uansett størrelse på  $\beta$ . Som tidligere nevnt gjelder dette for  $n > 0$ .

### 3.4.2 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $\gamma$

Effekten av økt  $\gamma$  på profitt er vanskelig å vurdere ved å derivere (51) med hensyn på  $\gamma$ , av den grunn velges en annen tilnærming her. Effekten av økt  $\gamma$  på profitten med patent, uttrykk (49), er som følger:

$$\frac{d\pi_i^P}{d\gamma} = \frac{-(a-c)^2(n^2+4n+2)^2}{2(\gamma n^2+4\gamma n+4\gamma-2)^2} < 0 \quad (55)$$

Effekten av økt  $\gamma$  på profitt uten patent, uttrykk (50), er som følger:

$$\frac{d\pi_i^N}{d\gamma} = \frac{-2(a-c)^2(n-n\beta+1)^2}{(\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2)^2} < 0, \quad (56)$$

Hvis  $\gamma$  går mot uendelig:

$$\lim_{\gamma \rightarrow \infty}(\pi_i^P) = \frac{(a-c)^2}{(n+2)^2} - F \quad (57)$$

$$\lim_{\gamma \rightarrow \infty}(\pi_i^N) = \frac{(a-c)^2}{(n+2)^2} \quad (58)$$

Ved å derivere (55) og (56) enda en gang får vi følgende uttrykk:

$$\frac{d^2\pi_i^P}{d^2\gamma} = \frac{(a-c)^2(n+2)^2(n^2+4n+2)^2}{(\gamma n^2+4\gamma n+4\gamma-2)^3} > 0 \quad (59)$$

$$\frac{d^2\pi_i^N}{d^2\gamma} = \frac{4(a-c)^2(n+2)^2(n-n\beta+1)^2}{(\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2)^3} > 0 \quad (60)$$

Fra (55) og (56) ser vi at profitten alltid synker når  $\gamma$  vokser. (59) og (60) forteller oss at vi har to konvekse funksjoner, og (57) og (58) gir oss minimumspunktene for disse funksjonene, som er når  $\gamma \rightarrow \infty$ . Vi ser fra (57) og (58) at når  $\gamma \rightarrow \infty$  vil profitten ved  $F = 0$  være lik i begge tilfeller. Vi vet også fra forrige avsnitt at når  $F = 0$  er profitten funnet å alltid være høyere med patent. Dette impliserer at for alle  $\gamma < \infty$  er profitten med patent høyere enn profitten uten patent, alltid under omstendighetene at  $F = 0$ . Når vi samtidig observerer at profitten med og uten patent er lik når  $\gamma$  går mot uendelig, innebærer dette at en økning i  $\gamma$  medfører at profitten med patent synker raskere enn profitten uten patent. Med andre ord:

$$\frac{d\pi_i^P}{d\gamma} - \frac{d\pi_i^N}{d\gamma} < 0 \quad (59)$$

Dette innebærer at det er størst sjans for at patentering utføres hvis  $\gamma$  er lav. Det må bemerkes at vi ikke har vist formelt at (59) må gjelde under alle omstendigheter, men resultatene vi har fått tilsier at dette vil gjelde for større endringer i  $\gamma$ . Komparativ statikk viser at (59) under visse omstendigheter ikke gjelder. Hvis  $\gamma$  er svært lav,  $n$  er lav, og  $\beta$  er lav, vil en økning i  $\gamma$  kunne

medføre at patentering blir mer lønnsomt enn å ikke patentere. Ved en høyere  $\gamma$  vil alltid effekten være at patentering blir mindre lønnsomt når  $\gamma$  øker. Dette innebærer at hvis disse omstendighetene er til stede, vil en økning i  $\gamma$  gjøre at patentering blir mer lønnsomt. Hvis  $\gamma$  fortsetter å øke blir derimot patentering mindre lønnsomt. Dette kan være fordi ved lav  $\gamma$ ,  $\beta$  og  $n$ , vil det i tilfellet uten patentering allerede være relativt høyt FoU-nivå, fordi ulempene ved spillover til de andre aktørene er lav. Når  $\gamma$  så øker, vil dette ha en relativt stor effekt på profittnivået uten patentering fordi det ved lav  $\gamma$  i utgangspunktet investeres en relativt stor andel i FoU, altså  $x_i$  er høy. I gjennomgangen av FoU-nivået uten patentering vil dette bli vist formelt. Dette kan være årsaken til at profitten uten patent synker relativt rask når  $\gamma$  stiger under disse omstendighetene. En diskusjon i senere avsnitt rundt ulike effekter på FoU-nivået med og uten patentering vil illustrere og gi mer innblikk i noen av effektene som er diskutert her.

### 3.4.3 Effekt på avgjørelsen om patentering ved endring i $n$

Som i forrige avsnitt, gir derivasjon av (51) ingen klare svar, så en annen tilnærming velges også her. Vi deriverer (49) og (50) med hensyn på  $n$ :

$$\frac{d\pi_i^P}{dn} = -2(\gamma - 1)^2(a - c)^2 \frac{n+2}{(\gamma n^2 + 4\gamma n + 4\gamma - 2)^2} < 0 \quad (60)$$

$$\frac{d\pi_i^N}{dn} = -\gamma(a - c)^2 \frac{2(\gamma(n+2) - 2(\beta-1)(n(\beta-1)-1))}{(\gamma(n+2)^2 - 2(n(1-\beta)+1)^2)^2} < 0 \quad (61)$$

Profitten vil alltid reduseres ved økt antall konkurrenter, både hvis bedriften har valgt patentering, og hvis den har valgt å ikke patentere. Det som er interessant å vurdere er hvorvidt det blir mer lønnsomt å patentere eller ikke når antallet konkurrenter øker. Med andre ord, vil økt  $n$  gjøre det mest profitabelt for bedriften å patentere eller å ikke patentere? For  $n = 0$  vet vi at patentering ikke har noen funksjon, som vi også kan se her for (48) og (49):

$$\lim_{n \rightarrow 0}(\pi_i^P) = \gamma \frac{(a-c)^2}{4\gamma-2} - F \quad (62)$$

$$\lim_{n \rightarrow 0}(\pi_i^N) = \gamma \frac{(a-c)^2}{4\gamma-2} \quad (63)$$

For  $n \rightarrow \infty$  gir (49) og (50) følgende uttrykk:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\pi_i^P) = \frac{1}{2\gamma} (a - c)^2 - F \quad (64)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\pi_i^N) = 0 \quad (65)$$

For  $n \rightarrow \infty$  ser vi at profitten uten patent er lik null, mens profitten med patent er positiv hvis  $F$  ikke er for høy. Hvis vi sammenligner (62) og (64), ser vi at profitten med patent faller hvis  $n$  øker, som også (60) forteller oss. Imidlertid viser en sammenligning med (63) og (65) at profitten uten patent faller mer enn profitten med patent når  $n$  går fra null mot  $\infty$ . Betyr dette at en økning i  $n$  alltid medfører at patentering blir mer attraktivt? Derivasjon av (60) med hensyn på  $n$  gir følgende uttrykk:

$$\frac{d^2 \pi_i^P}{d^2 n} = \frac{2(\gamma-1)^2 (a-c)^2 (3\gamma n^2 + 12\gamma n + 12\gamma + 2)}{(\gamma n^2 + 4\gamma n + 4\gamma - 2)^3} > 0 \quad (66)$$

Dermed vet vi at profitten med patent når  $n$  øker er en negativ konveks funksjon.

Derivasjon av (61) med hensyn på  $n$  er litt mer intrikat:

$$\frac{d^2 \pi_i^N}{d^2 n} = 2\gamma \frac{(a-c)^2}{(\gamma(n+2)^2 - 2(n(1-\beta)+1)^2)^3} * \left( \begin{array}{l} 12n^2\beta^4 - 48n^2\beta^3 - 12n^2\beta^2\gamma + 72n^2\beta^2 + 24n^2\beta\gamma - 48n^2\beta + 3n^2\gamma^2 \\ -12n^2\gamma + 12n^2 - 24n\beta^3 - 24n\beta^2\gamma + 72n\beta^2 + 60n\beta\gamma - 72n\beta \\ +12n\gamma^2 - 36n\gamma + 24n + 8\beta^2\gamma + 12\beta^2 + 16\beta\gamma - 24\beta + 12\gamma^2 - 22\gamma + 12 \end{array} \right) \quad (67)$$

Vi ser her at hvis uttrykket i den store parentesene som inngår i telleren er positivt, er hele uttrykket positivt. Først sjekker vi om parentesene i (67) er positiv for  $n = 0$ , og vi får følgende uttrykk når  $n = 0$ :

$$8\beta^2\gamma + 12\beta^2 + 16\beta\gamma - 24\beta + 12\gamma^2 - 22\gamma + 12 > 0$$

Vi vet at fortegnet på parentesene i (67) avgjør om hele uttrykket er positivt eller ikke. Nå vet vi at den store parentesene i telleren i (67) er positiv for  $n = 0$ . Hvis den også er positiv for alle  $n > 0$  vet vi at (67) er alltid er positiv, og at vi har en konveks funksjon. Vi undersøker dette ved å derivere parentesene i (67) med hensyn på  $n$ , som gir følgende resultat:

$$6(-2\beta^2 + 4\beta + \gamma - 2)(2\beta - 2n + 2\gamma + 4n\beta + n\gamma - 2n\beta^2 - 2) \quad (68)$$

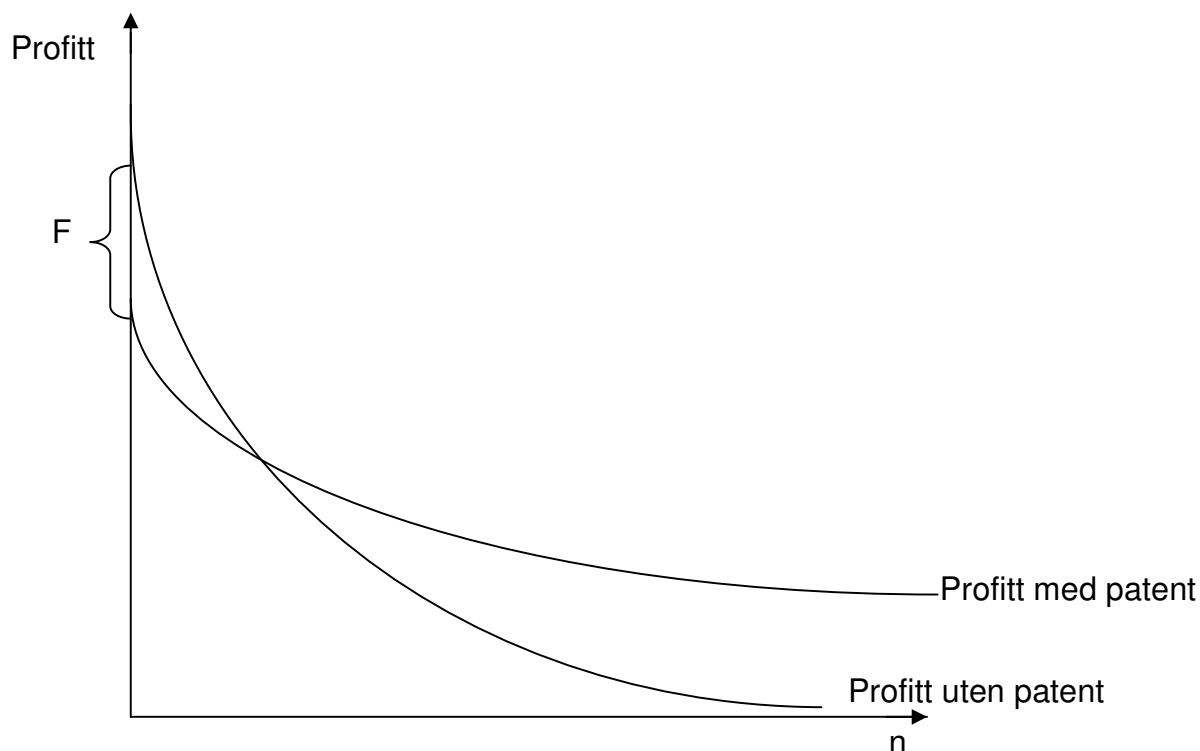


Den første parentesen i (68) er positiv hvis  $\gamma > 2(\beta - 1)^2$ . Vi husker at dette er identisk med betingelsen for drastisk innovasjon (48) når  $n \rightarrow \infty$  og  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Hvis  $\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  tilsier (48) uansett at den første parentesen i (68) er positiv. Dermed vet vi at den første parentesen uansett må være positiv når  $n$  går mot uendelig. Hvis  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  kan den første parentesen muligens være negativ, men vi vet altså at etter hvert som  $n$  øker vil den første parentesen uansett til slutt være positiv. Vi løser den andre parentesen i (68) for  $\gamma$ , og finner ut at hvis følgende gjelder er den andre parentesen i (68) positiv:

$$\gamma > \frac{2(1-\beta)(n-n\beta+1)}{n+2} \quad (69)$$

(69) er identisk med den ene betingelsen fra (48), og dermed vet vi at dette alltid må gjelde for  $\gamma$ . Dette forteller oss at profitt uten patent når  $n$  øker under visse omstendigheter er en negativ konveks funksjon, men ikke nødvendigvis alltid. Funksjonen vil alltid være negativ, og hvis  $\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  eller  $\gamma$  er høy er den alltid konveks. Hvis begge disse forutsetningene ikke gjelder kan funksjonen muligens være konkav for lav  $n$ , men etter hvert som  $n$  øker stiller (48) strengere betingelser for  $\gamma$ , noe som medfører at også den første parentesen i (68) må være positiv, og funksjonen blir konveks. Vi har ikke lyktes å vise at funksjonen må være konveks for alle  $n$ , men vi fant at den er konveks når  $n = 0$ , for  $\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ , og når  $n \rightarrow \infty$ . Dette sammenfaller med det vi vet fra (65) som tilsier at profitt uten patent går mot null når  $n \rightarrow \infty$ , noe som også tyder på at funksjonen når  $n$  øker til slutt må være konveks. Vi har imidlertid heller ikke vist at den noen gang må være konkav. Vi har kun funnet at (67) er positiv for  $n = 0$ , som innebærer at den er konveks, og at en økning i  $n$  kan medføre at (67) blir mindre. Dette behøver ikke å bety at (67) noen gang er negativ, og at funksjonen dermed er konkav. Vi kan imidlertid ikke avvise at funksjonen noen gang kan være konkav.

Basert på det vi nå vet om profittfunksjonene kan de eksempelvis illustreres slik, her når parametrene tilsier at begge funksjonene er negative og konvekse:



Figur 3.4.3. Profitt med og uten patentering ved økning i  $n$

Slik dette er illustrert her, gjelder også følgende:

$$\frac{1}{2\gamma}(a - c)^2 > F$$

Dette innebærer at når  $n$  går mot uendelig vil fremdeles profitten med patent være positiv, som illustrasjonen viser. Profitten uten patent vet vi alltid går mot null når  $n$  går mot uendelig. Modellens resultater gir grunn til å tro at patentering vil være mest profitabelt i de tilfeller hvor det er mange aktører i et marked. Vi vet imidlertid at profitt uten patent ikke nødvendigvis alltid er konveks, og det er dermed ikke utenkelig at profittfunksjonene vil krysse hverandre flere ganger, noe som gjør sammenligningen utfordrende. Forsøk på komparativ statikk har imidlertid ikke lyktes i å identifisere forhold hvor en økning i  $n$  gjør det mer lønnsomt å ikke patentere. Samtidig kan analysen vi har gjort her tyde på at ved lav  $\gamma$  og  $\beta$  vil økt  $n$  ha en større negativ effekt på profitten uten patent enn ved en høyere  $\gamma$  og  $\beta$ . Dette kan komme av at ved en høy  $\gamma$  og  $\beta$  vil allerede profitten uten patent være svært lav, som vi vet fra tidligere beregninger, og dermed vil en økning i  $n$  ved et slikt tilfelle ha en mindre effekt på profitten. Ved en lav  $\gamma$  og  $\beta$  er det dermed ikke overraskende at effekten på profitt er større når  $n$  øker.

Det kan også diskuteres i hvor stor grad modellens forutsetninger kan forventes å gjelde i virkeligheten. Slik modellen er satt opp er det ingen transaksjonskostnader forbundet med å lisensiere bort innovasjonen, og bedrift  $i$  risikerer heller ikke at konkurrenter vil imitere innovasjonen uten tillatelse. Begge disse forutsetningene kan antas å være brutt i større eller mindre grad i virkeligheten. Vi har tidligere vært inne på mulige utfordringer knyttet til transaksjonskostnader i patentmarkedet. Eventuelle transaksjonskostnader forbundet med å lisensiere innovasjonen kan i verste fall overstige inntektene, og når de potensielle inntektene ved patentering er spredd ut over svært mange aktører kan det antas å være svært utfordrende å overkomme transaksjonskostnadene og oppnå like høy profitt som modellens resultater tilsier.

### 3.5 Effekter på FoU-nivået

Nå har vi undersøkt under hvilke omstendigheter bedrift  $i$  vil ønske å patentere sin innovasjon. Av like stor interesse er hvordan FoU-nivået til bedriften påvirkes av ulike faktorer. Ved å sammenligne (36), FoU-nivået med patent, og (39), FoU-nivået uten patent, kan vi undersøke om FoU-investeringen er høyere med eller uten patentering, samt hvordan disse nivåene påvirkes av ulike parametre.

#### 3.5.1 Effekt på FoU-nivået ved endring i $n$

Først undersøker vi (36) og (39) når  $n = 0$ :

$$x_i^P = \left[ \frac{(a-c)(n^2+4n+2)}{\gamma(n+2)^2-2} \right]_{n=0} = 2 \frac{a-c}{4\gamma-2} \quad (70)$$

$$x_i^N = \left[ \frac{2(a-c)(n-n\beta+1)}{\gamma(n+2)^2-2(n(1-\beta)+1)^2} \right]_{n=0} = 2 \frac{a-c}{4\gamma-2} \quad (71)$$

Her ser vi at FoU-nivåene er identiske når det ikke er konkurrenter i markedet. Dette er som forventet, siden vi allerede vet at en patentering ikke vil påvirke inntektene i et monopolmarked i denne modellen, og følgelig er det rimelig å forvente at incentivene til innovasjon vil være identiske i så tilfelle. Ved  $n \rightarrow \infty$  blir FoU-nivåene som følger:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_i^P) = \frac{1}{\gamma} (a - c) \quad (72)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_i^N) = 0 \quad (73)$$

Dette er heller ikke overraskende. Vi vet fra forrige avsnitt at profitten uten patentering er null når  $n \rightarrow \infty$ , og følgelig vil det være liten hensikt å bedrive innovasjon. Profitten med patentering er fremdeles positiv ved  $n \rightarrow \infty$  så fremt  $F$  er lav. Hvis vi undersøker kvantum til aktørene med og uten patentering, som er uttrykkene (26), (27), (28), og (29), vil vi finne at ved  $n \rightarrow \infty$  er det kun kvantum for bedrift  $i$  med patentering som er positivt. I de andre uttrykkene vil kvantum gå mot null. Ved å patentere innovasjonen vil dermed bedrift  $i$  sikre seg å fremdeles ha et positivt kvantum også ved  $n = \infty$ , og dermed ha incentiver til FoU. Dette kan virke noe overraskende, og undertegnede har ikke lyktes i å finne en god forklaring på hvorfor dette er tilfelle.

Ved å derivere (36) med hensyn på  $n$  kan vi finne ut mer om hvordan FoU-nivåene påvirkes av økt antall konkurrenter:

$$\frac{dx_i^P}{dn} = 4(\gamma - 1)(a - c) \frac{n+2}{(\gamma n^2 + 4\gamma n + 4\gamma - 2)^2} > 0 \quad (74)$$

Økt  $n$  vil alltid føre til økt FoU ved patentering. Jo flere  $n$  det er i et marked, jo høyere blir FoU-nivået, og jo mer å tjene er det på å patentere innovasjonen. Dette kan virke noe overraskende, da tidligere nevnte empiriske studier har vist at innovasjonsnivået er høyest når konkurransen er noe mindre enn i frikonkurransen, og dermed kunne det være rimelig å forvente at innovasjonsnivået ville blitt redusert etter hvert som  $n$  ble svært høy. Det ble imidlertid i forrige avsnitt diskutert hvorvidt det alltid er mulig for en patentholder å hente ut maksimal profitt gjennom lisensiering, slik denne modellen forutsetter. Transaksjonskostnadene ved høy  $n$  kan være en faktor som gjør at patentering ikke nødvendigvis alltid blir mer lønnsomt når  $n$  øker, noe som også vil påvirke FoU-nivået. Sett i lys av dette er det nyttig å være oppmerksom på at empiri ikke støtter modellens resultater i dette tilfellet, og noen av årsakene til dette kan være de faktorer som har blitt diskutert her.

Effekten på FoU-nivået uten patentering, (39), når  $n$  øker gir følgende uttrykk:

$$\frac{dx_i^N}{dn} = -2(a - c) \frac{(\gamma(2n+4\beta+n^2-n^2\beta) - 2(1-\beta)(n-n\beta+1)^2)}{(4\gamma-4n-2n^2\beta^2+4n\beta+4n\gamma+4n^2\beta+n^2\gamma-2n^2-2)^2} \quad (75)$$

Nevneren i (75) er alltid positiv. (75) er negativt hvis uttrykket parenteser i telleren er positivt. Uttrykket i telleren er positivt hvis:

$$\gamma > \frac{2(1-\beta)(n-n\beta+1)^2}{(2n+4\beta+n^2-n^2\beta)} \quad (76)$$

Hvis (76) gjelder vil altså økt  $n$  føre til redusert FoU-nivå uten patentering. Ved å sammenligne (76) med betingelse (48) kan vi finne ut om (76) alltid må gjelde, eller om det under visse omstendigheter kan være tilfelle at økt  $n$  fører til økt innovasjon også her. Vi trenger her noe mer informasjon om betingelse (48), for å finne ut når det er tilstrekkelig at  $\gamma > 1$ , og når betingelsen er strengere enn dette. En sammenligning av betingelsene (44) og (45) som inngår i (48) gir følgende uttrykk:

$$1 - \frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)} = - \frac{(n-2\beta-4n\beta+2n\beta^2)}{n+2} \quad (77)$$

Hvis (77) er positiv, er  $\gamma > 1$  tilstrekkelig. Hvis (77) er negativ, er betingelse (48) strengere enn  $\gamma > 1$ . Fortegnet på (77) er det motsatte av fortegnet til uttrykket i parenteser i telleren. Fortegnet i parenteser i telleren er positivt hvis følgende gjelder:

$$\beta < \frac{(2n - \sqrt{4n+2n^2+1} + 1)}{2n} \quad (78)$$

Dette forteller oss at hvis (78) gjelder, vet vi at  $\gamma > 1$  ikke er tilstrekkelig. Ved å derivere (78) med hensyn på  $n$  kan vi undersøke hvordan størrelsen på  $n$  påvirker kravet til størrelsen på  $\beta$  for at (78) skal holde:

$$\frac{d\left(\frac{(2n - \sqrt{4n+2n^2+1} + 1)}{2n}\right)}{dn} = \frac{2n - \sqrt{2n^2+4n+1} + 1}{\sqrt{2n^2+4n+1}} > 0$$

Her ser vi at (78) alltid øker med  $n$ . (78) for  $n \rightarrow \infty$  reduseres til følgende uttrykk:

$$\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Siden (78) øker med økt  $n$  vil (78) være høyest når  $n \rightarrow \infty$ , og hvis  $\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  innebærer dette

som vi tidligere fant at  $\gamma > 1$  alltid er en tilstrekkelig betingelse. Hvis  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  kan betingelse

(48) være enda strengere, og mer presist vil (78) alltid fortelle hvilken betingelse som til enhver

tid gjelder.  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  er imidlertid lettere å forholde seg til enn (78) inntil videre. Hvis (78)

gjelder vil altså følgende betingelse også gjelde:

$$\gamma > \frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)}$$

Dette er betingelse (45) som inngår i (48), som når (78) holder er den strengeste betingelsen i (48).

Inntil videre er dette nok informasjon, og vi fokuserer på uttrykk (76), som vil fortelle oss om en økning i  $n$  medfører økt eller redusert FoU. Vi undersøker (76) opp mot betingelse (48). Først ser vi om (76) er strengere enn  $\gamma > 1$ , som vi vet er en tilstrekkelig betingelse når

$\beta > 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ , og som alltid er en nødvendig betingelse:

$$\frac{2(1-\beta)(n-n\beta+1)^2}{(2n+4\beta+n^2-n^2\beta)} - 1 = \frac{(-2n^2\beta^3+6n^2\beta^2-5n^2\beta+n^2+4n\beta^2-8n\beta+2n-6\beta+2)}{(n+2)(n+2\beta-n\beta)} \quad (79)$$

Dette forteller oss at hvis (79) er negativ, vil (76) gjelde under alle omstendigheter, fordi da er alltid (76) mindre streng enn betingelse (48). Økt  $n$  vil i så fall alltid medføre redusert FoU-investering. Hvis (79) er positiv, må uttrykket undersøkes nærmere. Vi undersøker (79) nærmere for at vi skal finne ut hvilken betingelse som skal gjelde, ved å først derivere med hensyn på  $n$ :

$$\frac{d\left(\frac{(-2n^2\beta^3+6n^2\beta^2-5n^2\beta+n^2+4n\beta^2-8n\beta+2n-6\beta+2)}{(n+2)(n+2\beta-n\beta)}\right)}{dn} = 4(\beta-1)\frac{(2\beta-1)^2}{(n+2)^2(n+2\beta-n\beta)^2}(n-n\beta+1) < 0 \quad (80)$$

Her ser vi at en økning i  $n$  gjør (79) mindre. Dermed innebærer dette at (79) er høyest når  $n = 0$ . Hvis (79) noen gang er positivt, vil det i alle fall være positivt når  $n = 0$ . Vi undersøker derfor (79) når  $n = 0$ :

$$\left[ \frac{(-2n^2\beta^3+6n^2\beta^2-5n^2\beta+n^2+4n\beta^2-8n\beta+2n-6\beta+2)}{(n+2)(n+2\beta-n\beta)} \right]_{n=0} = -\frac{1}{4\beta}(6\beta-2) \quad (81)$$

(81) forteller oss at når  $n = 0$  vil (79) være negativt hvis  $\beta > 1/3$ , og siden uttrykket blir mindre når  $n$  øker forteller dette oss at dette også vil gjelde for alle  $n > 0$ . Dette betyr at for  $\beta > 1/3$  vil alltid (79) være negativ, og vi vet også at dette er nok til å si at da vil alltid (76) gjelde. Dermed kan vi konkludere med at når  $\beta > 1/3$  vil en økning i antallet konkurrenter alltid føre til av FoU-

nivået reduseres når patentering ikke har blitt utført. Vi ønsker imidlertid også å undersøke hva som skjer når  $\beta < 1/3$ . Vi undersøker (79) når uttrykket er på sitt laveste, og som vi vet fra (80) medfører en økning i  $n$  at (79) blir lavere. Dermed er uttrykket lavest ved  $n \rightarrow \infty$ :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{(-2n^2\beta^3 + 6n^2\beta^2 - 5n^2\beta + n^2 + 4n\beta^2 - 8n\beta + 2n - 6\beta + 2)}{(n+2)(n+2\beta-n\beta)} \right) = \frac{(2\beta^3 - 6\beta^2 + 5\beta - 1)}{\beta - 1} \quad (82)$$

Nevneren i (80) er negativ. (80) er positivt hvis telleren også er negativ. Telleren er negativ hvis følgende gjelder:

$$\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (83)$$

Hvis (83) gjelder er  $\gamma > 1$  oppfylt for alle  $n$ . Dette innebærer at når (83) holder, vil (79) alltid være positiv. Dette vet vi fordi vi nå har undersøkt uttrykk (79) på sitt laveste, og funnet at hvis

(83) gjelder vil (79) selv da være positivt. Vi vet fra tidligere at når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  gjelder er det

ikke nødvendigvis en tilstrekkelig betingelse at  $\gamma > 1$ , og derfor er dette ikke nok til å

konkludere med at en økning i  $n$  vil føre til økt FoU-nivå når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Vi legger selvsagt

merke til at  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  er identisk med (83). Dermed må vi sammenligne (76) med den andre

betingelsen i (48), som er betingelse (45), for å finne ut hva som skjer når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . (76) –

(45) gir følgende uttrykk:

$$\frac{2(1-\beta)(n-n\beta+1)^2}{(2n+4\beta+n^2-n^2\beta)} - \frac{2(\beta-1)(n(\beta-1)-1)}{(n+2)} = \frac{2(n-n\beta+1)(2\beta^2-3\beta+1)}{(n+2)(n+2\beta-n\beta)} \quad (84)$$

(84) forteller oss altså om (76) også holder når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Hvis (84) er negativt, innebærer

dette at (76) må holde under alle omstendigheter, også når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Vi ønsker derfor å finne

ut om (84) kan være positivt, noe som i så fall innebærer at (76) ikke holder under alle

omstendigheter, og at en økning i  $n$  vil føre til økt FoU-nivå uten patentering. Vi ser at nevneren

i (84) alltid er positiv. Den første parentesen i telleren er alltid positiv, og den andre parentesen er positiv hvis  $\beta < 0,5$ . (84) er altså positivt for alle  $\beta < 0,5$ , og vi husker at fortegnet på (84) avgjør hvorvidt (76) gjelder når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Dermed vet vi at hvis  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  vil (76) ikke gjelde under alle omstendigheter. Når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  kan altså  $\gamma$  være så lav at (76) ikke holder, og en økning i  $n$  kan medføre økte FoU-investeringer hvis bedriften ikke har patentert. Vi fant også ut at hvis  $\beta > 1/3$  vil alltid en økning i  $n$  medføre redusert FoU-nivå uten patent.

For  $1 - \frac{\sqrt{2}}{2} < \beta < 1/3$  vet vi altså ikke hvordan effekten er, og det vil kreve videre undersøkelser for å finne ut hvorvidt (76) alltid må gjelde da. En undersøkelse av dette lar seg selvfølgelig gjøre, men vil være komplisert og forventes ikke å bidra i betydelig grad til nye resultater. Vi husker at  $1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,29$ , og følgelig gjelder denne usikkerheten for et relativt begrenset område.

Av den grunn nøyer vi oss med å undersøke effekten av økt  $n$  når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ , samtidig som vi vet at for  $\beta > 1/3$  vil økt  $n$  alltid medføre redusert FoU. Av interesse nå er å undersøke under hvilke omstendigheter økt  $n$  vil medføre økt FoU.

### 3.5.2 Oppsiktsvekkende resultater for FoU-nivået uten patent

Hvis (76) ikke holder, vil en økning i  $n$  medføre økt FoU-innsats uten patentering. Vi vet nå at når  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$  kan dette skje, men vi ønsker å finne ut mer om hvilke omstendigheter som foreligger når økt  $n$  medfører økt FoU uten patent. Vi kan gjøre dette ved å undersøke (76) nærmere. Vi deriverer (76) med hensyn på  $n$ :

$$\frac{d\left(\frac{2(1-\beta)(n-n\beta+1)^2}{(2n+4\beta+n^2-n^2\beta)}\right)}{dn} = \frac{4(\beta-1)(2\beta-1)^2(n-n\beta+1)}{(n+2)^2(n+2\beta-n\beta)^2} < 0 \quad (85)$$

(76) blir altså lavere når  $n$  øker. Når  $n \rightarrow \infty$  vil (76) reduseres til følgende uttrykk:

$$\gamma > 2(\beta - 1)^2$$



Vi husker at vi tidligere fant at dette er identisk med den strengeste betingelsen for (48), som gjelder når  $n \rightarrow \infty$  og  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Dermed vet vi at når  $n \rightarrow \infty$  vil (76) alltid gjelde. Som vi vet vil økt  $n$  føre til redusert FoU-nivå hvis (76) gjelder.

Funnene vi har gjort her er svært interessante. La oss anta en situasjon hvor  $n$  er lav, og  $\gamma$  er så lav at (76) ikke holder, men selvsagt ikke så lav at betingelse (48) brytes. Samtidig må også (83) holde, altså  $\beta < 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$ . I en slik situasjon vil en økning i  $n$  medføre at FoU-nivået øker, siden (76) ikke holder. Hvis  $n$  da fortsetter å øke, vil (76) bli lavere, som vi fant ut i (85). Økningen i  $n$  medfører altså at  $\gamma$  må være stadig lavere for at (76) ikke skal holde. Selve verdien av  $\gamma$  er eksogent gitt og vil selvsagt ikke endres. På et punkt i økningen i  $n$  vil dermed dette medføre at (76), som tidligere ikke holdt, nå holder, siden kravet stadig til størrelsen på  $\gamma$  stadig synker når  $n$  øker. Dette innebærer at ved en stadig økning i  $n$  vil først FoU-innsatsen øke, og deretter vil den synke! FoU-innsatsen vil altså under disse omstendighetene være høyest når det er noen konkurrenter i markedet, men ikke for mange. Nøyaktige tall på hvilken  $n$  som gir høyest FoU-investeringer vil avhenge av størrelsene på  $\beta$  og  $\gamma$ .

I modellen som presenteres her vil antall konkurrenter i markedet være en indikator på graden av konkurranse i markedet. Dette er i overensstemmelse med tidligere nevnte forskning som viste at FoU-nivået er høyest når det er noe konkurranse i markedet, og lavere når det er svært lav eller svært høy konkurranse.

Vi må imidlertid huske at denne effekten av økt  $n$  ikke alltid forekommer i denne modellen. Det er selvsagt mulig at (76) alltid holder, og dermed vil en økning i  $n$  alltid medføre reduserte FoU-investeringer. Vi vet at dette alltid vil skje hvis  $\beta > 1/3$ , eller hvis  $\gamma$  er høy. Det er også mulig at (76) ikke holder før  $n$  nærmer seg uendelig, altså at  $\beta$  og  $\gamma$  er så lav at nesten uansett hvor høy  $n$  er vil en økning i  $n$  alltid føre til økte FoU-investeringer. Dette kan tolkes i den retning hvis  $\beta$  er lav, vil størrelsen på  $\gamma$  i stor grad påvirke hvor høyt FoU-nivået er ved ulik grad av konkurranse. Hvis  $\gamma$  er lav, vil en høy  $n$  medføre et høyt FoU-nivå, og hvis  $\gamma$  er høy, vil FoU-nivået være høyest ved lav  $n$ .  $\gamma$  kan eksempelvis forstås å representere hvorvidt et

teknologiområde er modent eller i en tidlig utvikling, hvor en høy  $\gamma$  kan representere en industri hvor det utføres lite FoU fordi det ikke lengre er rom for betydelige forbedringer i teknologien. Dette vil i så fall kunne tolkes dit hen at en teknologi i hurtig vekst vil oppnå det høyeste FoU-nivået hvis det er mange aktører i markedet, mens en moden teknologi vil oppnå det høyeste FoU-nivået med få aktører i markedet. Samtidig må vi huske at når  $\beta > 1/3$  vil økt  $n$  *alltid* medføre reduserte FoU-investeringer. I tillegg må vi huske at hele denne diskusjonen gjelder når bedrift  $i$  har valgt å ikke patentere sin innovasjon, og at det kun er en aktør som bedriver FoU. Incentivet til å bedrive FoU av frykt for å bli utkonkurrert av konkurrentenes FoU-innsats eksisterer altså ikke i denne modellen.

### 3.5.3 Sammenligning av FoU-nivået med og uten patentering

En sammenligning av FoU-nivåene med og uten patentering forteller oss altså ifølge (70) og (71) at når  $n = 0$  vil FoU-nivået være identisk i begge tilfeller. (72) og (73) forteller oss at ved svært høy  $n$  vil FoU-nivået alltid være høyere med patent. Vi fant at FoU-nivået uten patentering under visse omstendigheter øker når  $n$  øker. Vi vet også at FoU-nivået med patent alltid stiger når  $n$  øker. Siden FoU-nivået med og uten patentering er likt når  $n = 0$ , og vi vet at FoU-nivået uten patent under visse omstendigheter øker når  $n$  øker, kan det dermed tenkes at FoU-nivået uten patent faktisk kan være høyere enn FoU-nivået med patent i enkelte tilfeller. Ved lav  $n$ ,  $\beta$  og  $\gamma$  vet vi at FoU-nivået vil stige med økt  $n$  også uten patentering, og komparativ statikk viser nettopp at FoU-nivået uten patent kan være høyere enn FoU-nivået med patent når disse forutsetningene er til stede. Eksempelvis illustrerer følgende tabell effektene når  $\gamma = 1,5$ :

$\gamma = 1.5$		Antall bedrifter $j$ ( $n$ )			
$\beta$	0	1	2	3	4
0	0	+			
0,05	0	+	+	+	
0,1	0	-	-	+	+
0,15	0	-	-	-	-

Tabell 3.5.3, FoU-nivå med og uten patent

+ signaliserer at FoU-nivået er høyere uten patent, – at FoU-nivået er høyest med patent. 0 signaliserer ingen forskjell mellom FoU-nivåene, som vi fra før vet vil forekomme når  $n = 0$ . I de felt hvor ingen tegn er utfylt er  $\gamma$  for lav til å tilfredsstille betingelse (48) for det gitte verdier av  $\beta$  og  $n$ , og en sammenligning vil følgelig ikke være mulig. Vi ser at for lav  $\beta$  og  $n$  vil det

kunne være høyere FoU-nivå uten patentering. For  $\beta$  høyere enn hva tabellen viser ble det funnet å alltid være høyest FoU med patentering. Tabellen viser at FoU-nivået kan være høyere uten patent enn med patent, og dette vil skje når  $n$ ,  $\beta$  og  $\gamma$  er lave. Hvis  $\gamma$  hadde vært enda lavere ville FoU-nivået uten patent være høyere enn FoU-nivået med patent også ved noe høyere  $n$  og noe høyere  $\beta$ . Ved en høyere  $\gamma$  ville effekten vært motsatt. Disse resultatene kan sies å være noe oppsiktsvekkende, siden økte incentiver til innovasjon må sies å være et av hovedargumentene bak eksistensen av patentsystemer. Det må bemerkes at dette resultatet ikke forteller oss noe om bedrift  $i$  vil velge å patentere oppfinnelsen eller ikke. Vi husker at modellen viste at patentering er mer lønnsomt jo høyere  $n$  er, jo høyere  $\beta$  er, og jo lavere  $\gamma$  er. I tillegg vil selvsagt størrelsen på  $F$  være avgjørende, og det er dermed vanskelig å anslå hvorvidt bedrift  $i$  vil patentere eller ikke i hvert enkelt tilfelle.

### 3.5.4 Andre effekter på FoU-nivået

$\beta$  påvirker kun FoU-nivået uten patentering, og ikke overraskende finner vi at en økning i  $\beta$  reduserer FoU-nivået til bedrift  $i$  hvis patentering ikke er utført:

$$\frac{dx_i^N}{d\beta} = -2n \frac{(a-c)(2(n(-\beta)+n+1)^2 + \gamma(n+2)^2)}{(4\gamma - 4n - 2n^2\beta^2 + 4n\beta + 4n\gamma + 4n^2\beta + n^2\gamma - 2n^2 - 2)^2} < 0 \quad (86)$$

Effektene av en økning i  $\gamma$  gir følgende resultater:

$$\frac{dx_i^P}{d\gamma} = - \frac{(a-c)(n+2)^2(n^2+4n+2)}{(\gamma n^2 + 4\gamma n + 4\gamma - 2)^2} < 0 \quad (87)$$

$$\frac{dx_i^N}{d\gamma} = - \frac{2(a-c)(n+2)^2(n-n\beta+1)}{(4\gamma - 4n - 2n^2\beta^2 + 4n\beta + 4n\gamma + 4n^2\beta + n^2\gamma - 2n^2 - 2)^2} < 0 \quad (88)$$

Verken (87) eller (88) er overraskende. En sammenligning av (87) og (88) gir ikke noe tydelig svar på i hvilket tilfelle økt  $\gamma$  har mest påvirkning på FoU-nivået.

### 3.5.5 Dekomponering av FoU-incentiver

Qiu (1996) har dekomponert en aktørs incentiver til FoU ved Cournot-konkurrans i et duopol, og et forsøk på å identifisere hvordan disse incentivene spiller inn i modellen som er presentert her kan bidra til å forklare den noe oppsiktsvekkende effekten av økt  $n$  på FoU-nivået uten patentering. Qiu (1996) finner fire ulike effekter ved FoU-investeringer. En effekt er

kostnadseffekten, som er negativ og innebærer at det koster å bedrive FoU. Dette relateres til den faktiske kostnaden forbundet med å bedrive FoU, og vil her være påvirket av størrelsen på  $\gamma$ . Den andre effekten er størrelseeffekten, og henviser til kostnadsreduksjonen som oppnås gjennom at FoU reduserer kostnadene per enhet som produseres. Denne effekten vil selvsagt være større jo høyere kvantumet er, og er positiv. Spillovereffekten henviser til  $\beta$ , og er effekten for konkurrentene av egen FoU. Positiv spillover gjør at konkurrentene produserer rimeligere som følge av innovasjonen. Dette gjør at konkurrentene velger å øke sitt kvantum, noe som igjen medfører at innovatøren vil redusere sitt eget kvantum, siden kvantum i Cournot-konkurranse er strategiske substitutter. Dermed er spillovereffekten negativ. Til sist har vi den strategiske effekten på motstanderens kvantum som følge av FoU. Ved å redusere egne FoU-kostnader vil eget kvantum øke, og en økning i eget kvantum gjør at motstanderne velger å redusere sitt kvantum. Når motstanderne velger å redusere sitt eget kvantum, vil dette i seg selv medføre at innovatøren vil velge å øke sitt kvantum ytterligere. Dette er en positiv effekt. Hvis vi i lys av dette tar for oss modellens resultater kan det bli lettere å forstå hvilke effekter som spiller inn, men det må understrekes av forekommende diskusjon er basert på intuisjon bak funnene, og ikke en formell analyse.

Ved lave FoU-utgifter, altså lav  $\gamma$ , vil det være billig å bedrive FoU uansett hvor høy  $n$  er, og kostnadseffekten er dermed ikke så veldig høy. Hvis  $\beta$  også er lav, vil også spillovereffekten være lav, men jo høyere  $n$  er jo flere aktører er det som får spillover fra bedrift  $i$  sin innovasjon. Spillovereffekten kan dermed antas å være større ved høy  $n$ . Den strategiske effekten antas å være størst ved lav  $n$  siden bedrift  $i$  sitt valg av kvantum vil ha en større påvirkning på konkurrentenes kvantum jo færre konkurrenter det er i markedet. Dermed vil FoU-nivået i større grad påvirke konkurrentenes kvantum ved lav  $n$ . Det kan også bemerkes at ved  $n = 0$  vil denne effekten selvsagt være lik null. Størrelseeffekten kan være vanskelig å vurdere uten en nærmere analyse, og vi har ikke avklart formelt hvordan kvantum til bedrift  $i$  påvirkes av antall aktører i markedet, men vi vet at kvantum går mot null når  $n$  går mot uendelig. Det kan også tenkes en annen effekt som reduserer incentivene til FoU ved lav  $n$ , som ikke kommer fram i Qius (1996) analyse. Effekten av FoU på pris vil være større ved lav  $n$ , fordi da representerer bedrift  $i$  sin økning i kvantum som følge av FoU-innsatsen en betydelig del av tilbudet i markedet. Dette vil redusere prisen på hele kvantumet som selges, og denne effekten er negativ. En reduksjon i enhetskostnadene til bedrift  $i$  vil dermed påvirke det totale tilbudet i markedet i større grad ved

lav  $n$ , og redusere prisen mest når  $n$  er lav. Ved svært høy  $n$  vil FoU-innsatsen til bedrift  $i$  i liten grad påvirke prisen, siden bedrift  $i$  sin del av det totale kvantumet er svært lavt. Denne effekten kan også relateres Arrow (1962) som viste i sin modell at en monopolist har lavere incentiver til FoU, fordi den da i stor grad vil kannibalisere av egen profitt. Selv når det er noen aktører i markedet, vil innovatøren ha noe markedsrett, som kan påvirker incentivene i negativ retning gjennom prisen, og en viss grad av kannibalisering kan antas å forekomme også når det er noen konkurrenter i markedet. Årsaken til at vi har funnet at det i visse tilfeller kan være høyest FoU når det er *noe* konkurranse, kan være som følge av disse effektene. Eksempelvis ved høy  $\beta$  vil spillovereffekten være stor allerede ved lav  $n$ , men vil samtidig øke med økt  $n$ , og overskygge alle de positive effekter som blir kraftigere når  $n$  øker. Dermed vil FoU-nivået i så tilfelle være høyest ved lav  $n$ , og den høye  $\beta$  gjør at den negative spillovereffekten overskygger alle positive effekter av økt  $n$ . Ved lav  $\beta$  vil ikke spillovereffekten være så stor, og andre effekter kan i større grad påvirke FoU-nivået. Når også  $n$  er svært lav kan den negative prisen effekten av FoU overskygge den positive størrelseseffekten og den strategiske effekten, og gjøre at FoU-nivået blir lavt. Eksempelvis husker vi at den strategiske effekten er null når  $n = 0$ . En annen måte å tolke dette på er å vise til Arrows (1962) funn som forklarer hvorfor incentivene til innovasjon ved monopol vil være lavt, og anslå at dette gjelder til en viss grad også i et marked med få konkurrenter. Ved en noe større  $n$  vil den positive strategiske effekten og størrelseseffekten være større, spillovereffekten noe større, men ved lav  $\beta$  ikke svært stor, samtidig som den negative prisen effekten vil være lavere. Samlet sett gjør dette at nettoeffekten av økningen i  $n$  er positiv, altså incentivene til FoU blir større når  $n$  øker. Dermed vil FoU være høyere. Ved en svært høy  $n$ , derimot, vil den negative prisen effekten riktignok være svært lav, men den negative spillovereffekten vil være høy selv med lav  $\beta$ , siden det er svært mange andre firma som får nytte av innovasjonen. Samtidig er den positive størrelseseffekten lav, siden vi vet at bedrift  $i$  ved høy  $n$  produserer et lavt kvantum. Den positive strategiske effekten er også lav ved høy  $n$ , siden bedrift  $i$  sitt kvantum i mindre grad påvirker konkurrentenes kvantum. Dermed innebærer en ytterligere økning i  $n$  en negativ nettoeffekt på incentivene til FoU, og FoU-nivået hvis  $n$  blir svært høy blir dermed lavere.

Vi må samtidig huske at  $\gamma$  må være lav for at en FoU-nivået skal være høyest med en viss grad av konkurranse i markedet. Sammenhengen mellom  $\gamma$  og disse konkrete effektene har vi

ikke diskutert, og det kan virke noe uklart hvorfor  $\gamma$  må være lav for at dette skal skje, men et forsøk på å forstå dette blir likevel foretatt. Vi vet at en høy  $\gamma$  gjør at FoU-nivået vil være lavere. En høy  $\gamma$  gjør at konkurrentenes kvantum er høyere enn ved en lav  $\gamma$ . Dette skjer fordi en høy  $\gamma$  gjør at bedrift  $i$  sine FoU-investeringer er lavere, det blir mer kostbart å produsere, og dermed vil bedrift  $i$  sitt kvantum være lavere. At konkurrentenes kvantum dermed er høyere innebærer ytterligere lavere kvantum for bedrift  $i$ , siden kvantum er strategiske substitutter. Dermed er størrelseseffekten også lavere ved høy  $\gamma$ , men også her høyest ved lav  $n$ . Denne effekten vil nå enda raskere bli ubetydelig etter hvert som  $n$  øker. Den negative kostnadseffekten vil også være høy siden  $\gamma$  er høy. Siden disse positive effektene er mindre ved høy  $\gamma$ , vil reduksjonen i den negative priseffekten ved økt  $n$  ikke lenger være nok til at nettoeffekten av økt  $n$  noen gang vil være positiv når  $\gamma$  er høy.

Denne diskusjonen belyser mulige årsaker til hvorfor det ved lav  $\gamma$  og er  $\beta$  er funnet å være høyest innovasjon når det er noen konkurrenter i markedet. Samtidig må vi huske at dette gjelder uten patentering, og resultatene med patentering viste at økt  $n$  alltid medførte økt FoU. Diskusjonen er imidlertid av interesse i og med at vi vet at mange innovasjoner ikke blir patentert, samt at vi har påpekt hvordan innovasjoner som er lett å holde hemmelig, som innebærer lav  $\beta$ , i mindre grad blir patentert. Når vi i tillegg har funnet at disse resultatene til en viss grad sammenfaller med funnene til eksisterende forskning gir dette grunnlag for at diskusjonen og rammeverket bak denne modellen kan generaliseres til ulike industrier hvor patentering ikke er vanlig, samtidig som det må understrekes at en mer omfattende analyse vil være nødvendig for å være i stand til å identifisere de ulike effekter formelt.

#### **4 Avslutning**

Denne oppgaven har tatt for seg innovasjonsnivå og bruken av patenter under ulike markedsstrukturer, og undersøkt effekter og omstendigheter som påvirker dette ved å gå gjennom eksisterende empiri og teori på området. Det har blitt presentert en modell som forsøker å vise en bedrifts incentiver til innovasjon og patentering, og vi har undersøkt hvordan valg av FoU-investeringer og hvorvidt en innovasjon blir patentert påvirkes av ulike parametre. Modellen viste blant annet at patentering er mer lønnsomt jo flere konkurrenter det er i markedet, og FoU-innsatsen ved patentering øker jo flere konkurrenter det er i markedet. Det ble også

diskutert hvordan blant annet transaksjonskostnader forbundet med lisensiering kan påvirke innovatørens evne til å hente ut profitt fra et patent i et marked med mange konkurrenter, noe som ikke ble gjenspeilet i modellen. Det kan antas at resultatene fra modellen av den grunn overestimerte profitten med patent, og i større grad ved høyere  $n$ . Dette vil i så fall innebære at i et marked med mange aktører vil modellens resultater være mindre generaliserbare til virkeligheten. Andre aspekter ved patentering som ikke ble tatt for seg i modellen, men som ble gjennomgått i oppgaven, er patenters kvalitet, omfang og levetid, samt effekten av at patentholder må offentliggjøre informasjon forbundet med innovasjonen. Som tidligere nevnt har denne modellen forsøkt å følge Wangs (1998) analyse av hvordan en patentert innovasjon kan være mest profitabel, som heller ikke har fokusert på disse aspektene. Det faktum at tidligere forskning har utelatt vesentlige elementer gjør det imidlertid ikke mindre viktig å være oppmerksom på konsekvensene av å gjøre dette selv. Aspektene ved patentering som har blitt diskutert, men ikke tatt hensyn til i modellen, kan gjøre at patentering er mindre eller mer lønnsomt i forhold til hva som kom fram av modellen, uten at det er åpenbart i hvilken retning dette samlet kan ha påvirket resultatene. Eventuell videre forskning innenfor dette rammeverket kan forsøke å ta hensyn til hvordan noen av disse faktorene kan påvirke innovasjonsnivået og incentivene til patentering. Modellens resultater for FoU-nivået når innovatør har valgt å ikke patentere sin oppfinnelse må sies å være av like stor interesse. Resultatene gir noe støtte til forskning som har vist at FoU-nivået er høyest når det er *noe* konkurranse i et marked (Loury, 1979; Van Cayseele, 1998; Aghion et al., 2005), og kan således anses å bidra til forståelsen av dette fenomenet.

Mulighetene for videre forskning innenfor dette temaet er mange. Modellen i oppgaven kan på ulike måter justeres i forsøk på å forstå bedre hva som påvirker innovasjonsnivåer i ulike næringer og de store forskjellene i bruk av patenter mellom ulike industrier og næringer. En endogenisering av  $n$  kan være aktuelt for å undersøke hvordan markedsstrukturer blir påvirket av innovasjoner og patentering, samt hvorvidt modellen gir støtte til hypotesen om at innovasjoner og eventuell patentering av disse kan være metoder som brukes for å hindre andre aktører tilgang til markeder, slik Gilbert & Newberys (1982) modell viser. Det ble også funnet at innovasjonsnivået er høyest ved en høyere  $n$  hvis  $\gamma$  er lav, og visa versa, når patentering ikke er utført. Dette inspirerer til å undersøke eventuelle sammenhenger mellom grad av konkurranse i et

marked og nivået på FoU-investeringer etter hvert som ny teknologi utvikles og modnes innenfor et marked, med muligheter for analyse både gjennom komparativ statikk, dynamisk modellering eller empiriske analyser. En justering av modellen slik at flere aktører kunne bedrive FoU ville vært interessant, og ville nok innebære en tilnærming til virkeligheten som må sies å være ønskelig. En undersøkelse av et lignende rammeverk under Stackelberg-konkurranse, eller Bertrand-konkurranse med heterogene produkter kunne også gi nye spennende oppdagelser. Potensialet for videre analyse av modellen slik den fremstår i denne oppgaven må også sies å være stort, og blant annet en gjennomgang av hvordan det samfunnsøkonomiske overskuddet påvirkes av ulike variabler ville vært av interesse. Den grad av analyse som har blitt gjennomført i denne omgang kan altså på ingen måte sies å ha vært uttømmende, og en fullverdig analyse ville kreve et lang større omfang enn hva som har vært mulig innenfor rammene av denne oppgaven. En eventuell empirisk undersøkelse av funnene som har blitt gjort i denne modellen ville vært en avgjørende test for gyldigheten av modellens implikasjoner, og kunne muligens gi svar på hvor relevante effektene som påpekes her kan sies å være.

Mange muligheter for videre analyse, justeringer og ulike ekstensjoner av modellen kan altså sies å være mulig. Alle spørsmål knyttet til dette temaet kan på langt nær sies å være besvart, og denne oppgaven kan anses å ha vært et forsøk på å utforske ulike sammenhenger mellom innovasjon og patentering som i begrenset omfang har vært analysert tidligere.



## Referanseliste

### Websider

[1] *Patent*. Patentstyret. Webside: [www.patentstyret.no/no/patent/](http://www.patentstyret.no/no/patent/). Publisert: 03. november 2009. Dato: 09.02.2010

[2] *Patent – hva/hvorfor/hvordan? Introduksjon til patentsystemet*. Bråten, K., Overingeniør, Patentstyret. Webside: <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/sfe/ENT4000I/v09/Intro-patent-09%5B1%5D.pdf>. Publisert 23.januar 2009. Dato: 09.02.2010

[3] *European Patent Convention (EPC): Article 63: Term of the European patent*. European Patent Office. Webside: <http://www.epo.org/patents/law/legal-texts/html/epc/2000/e/ar63.html/>. Publisert 13. desember 2007. Dato: 09.02.2010

[4] *What is a patent?* United States Patent and Trademark Office. Webside: <http://www.uspto.gov/main/faq/p120010.htm/>. Publisert 14. august 2003. Dato: 09.02.2010.

### Referanser

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship, *Quarterly Journal of Economics* 120: 701-28.

Amir, R., Troege, M., & Jin, J. Y. (2008). On additive spillovers and returns to scale in R&D, *International Journal of Industrial Organization* 26: 695-730

Arrow, K. J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, i Nelson, R. (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, NJ: 609-626. <http://www.nber.org/chapters/c2144.pdf>

Boldrin, M., & Levine, D. K. (2008). *Against Intellectual Monopoly*, Online Version.

Tilgjengelig 25.04.2010: <http://levine.sscnet.ucla.edu/papers/imbookfinalall.pdf>

D'Aspremont, C., & Jacquemin, A. (1988). Cooperative and Noncooperative R & D in Duopoly with Spillovers, *The American Economic Review* 78: 1133-1137.

De Bondt, R., Slaets, P., & Cassiman, B. (1992). The degree of spillovers and the number of rivals for maximum effective R&D, *International Journal of Industrial Organization* 10: 35 - 54.

Denicolò, V. (1996). Patent Races and Optimal Patent Breadth and Length, *The Journal of Industrial Economics* 44: 249-265.

Falvey, R., Greenaway, D., & Foster, N. (2006). Intellectual Property Rights and Economic Growth, *Review of Development Economics* 10: 700-719.

<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118625146/PDFSTART>

Farrell, J. & Shapiro, C. (2008). How Strong Are Weak Patents? *The American Economic Review* 98: 1347-1369

Frascatore, M. R. (2006). Absorptive Capacity in R&D Joint Ventures When Basic Research Is Costly, *Topics in Economic Analysis & Policy* 6: 1572-1572.

<http://www.bepress.com/bejeap/topics/vol6/iss1/art22>

Gilbert, R. J., & Newberry, D. M. (1982). Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly, *American Economic Review* 72: 514-26.

Gilbert, R., & Shapiro, C. (1990). Optimal Patent Length and Breadth, *RAND Journal of Economics* 21: 106 – 112.

Griffith R., Redding S., & Van Reenen, J. (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.

- Grünfeld, L. A. (2003). Meet me halfway but don't rush: absorptive capacity and strategic R&D investment revisited, *International journal of Industrial Organization* 21:1091-1109.
- Guellec D. & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2007). *The Economics of the European Patent System – IP Policy for Innovation and Competition*, Oxford University Press, Oxford.
- Hall, B. H. (2007). Patents and Patent Policy, *Oxford Review of Economic Policy* 23: 568-587.
- Halmenschlager, C. (2004). R&D cooperating laggards versus a technological leader, *Economics of Innovation and New Technology* 13: 717-732.
- Heller, M. A., & Eisenberg, R. S. (1998). Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research, *Science* 280: 698-701.  
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/280/5364/698>
- Hussinger, K. (2006). Is Silence Golden? Patents Versus Secrecy at the Firm Level, *Economics of Innovation and New Technology* 15: 735-752. <http://ssrn.com/abstract=825426>
- Jaffe, A. B., & Lerner, J. (2004). *Innovation and Its Discontents: How our Broken Patent System Is Endangering Innovation and Progress, and What To Do About It*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Kamien, M., & Schwartz N. (1968). Induced Factor Augmenting Technical Progress from a Microeconomic Viewpoint, *Econometrica* 37: 668–684.
- Kamien, M. I., & Tauman, Y. (1986). Fees versus royalties and the Private Value of a Patent, *The Quarterly Journal of Economics* 101: 471-491.
- Kamien, M. (1992). Patent licensing, i Aumann, R.J. & Hart, S. (ed.), *Handbook of Game Theory with Economic Applications*, North-Holland, Amsterdam: 331-354.

[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B7P5P-4FKY231-1C-1&\\_cdi=24608&\\_user=596705&\\_pii=S1574000505800141&\\_orig=search&\\_coverDate=12%2F31%2F1992&\\_sk=999989999&view=c&wchp=dGLzVtb-zSkWA&md5=f2ced5d13e290314007d03ba6d8165f4&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B7P5P-4FKY231-1C-1&_cdi=24608&_user=596705&_pii=S1574000505800141&_orig=search&_coverDate=12%2F31%2F1992&_sk=999989999&view=c&wchp=dGLzVtb-zSkWA&md5=f2ced5d13e290314007d03ba6d8165f4&ie=/sdarticle.pdf)

Klemperer, P. (1990). How Broad Should the Scope of Patent Protection Be?, *RAND Journal of Economics* 21: 113-130.

Kortum, S., & Lerner, J. (1999). What is behind the recent surge in patenting?, *Research Policy* 28: 1-22.

Kultti, K. & Takalo, T. (1998). R&D spillovers and information exchange, *Economics Letter* 61: 121-123.

Lemley, M. A., & Shapiro, C. (2005). Probabilistic Patents. *Journal of Economic Perspectives* 19: 75-98.

Loury, G. C. (1979). Market Structure and Innovation, *The Quarterly Journal of Economics* 93: 395-410.

Maskus, K. E. (2000). Intellectual property rights and economic development, *Case Western Reserve Journal of International Law* 32: 471 - 506.

Monk, A. H. B. (2009). The emerging market for intellectual property: drivers, restrainers, and implications, *Journal of Economic Geography* 9: 469-491.

Moser, P. (2010). *Innovation Without Patents - Evidence from the Wor[l]d Fairs*, Working Paper Series. <http://ssrn.com/abstract=930241>

O'Donoghue, T., Scotchmer, S., & Thisse, J-F. (1998). Patent Breadth, Patent Life, and the Pace of Technological Progress, *Journal of Economics and Management Strategy* 7: 1-32.

- Penrose, E. (1951). *The Economics of the International Patent System*, John Hopkins University Press, Baltimore.
- Perduco AS. (2004). *Patentstyret: Industrielle rettigheter i Norge. En undersøkelse blant norsk næringsliv, gjennomført på oppdrag fra Patentstyret*. Tilgjengelig 06.04.2010:  
[www.patentstyret.no/upload/Filarkiv/undersokelser/undersokelse\\_perduco\\_2004.pdf](http://www.patentstyret.no/upload/Filarkiv/undersokelser/undersokelse_perduco_2004.pdf)
- Qiu, L. D. (1996). On the Dynamic Efficiency of Bertrand and Cournot Equilibria. *Journal of Economic Theory* 75: 213-229.
- Romer, M. P. (1990). Endogenous Technological Change, *The Journal of Political Economy* 98: S71-S102.
- Schiff, E. (1971). *Industrialization without national patents: the Netherlands, 1869-1912; Switzerland, 1850-1907*, Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth* Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Scotchmer, S. (2006). *Innovation and Incentives*, The MIT Press, Cambridge: MA.
- Shy, O. (1995). *Industrial Organization: Theory and Applications*, MIT Press, Cambridge, MA
- St. melding nr. 7 (2008-2009): *Et nyskapende og bærekraftig Norge*. Nærings- og handelsdepartementet.  
<http://www.regjeringen.no/pages/2133768/PDFS/STM200820090007000DDDPDFS.pdf>
- Suetens, S. (2005). Cooperative and noncooperative R&D in experimental duopoly markets, *International Journal of Industrial Organization* 23: 63-82.
- Sveikauskas, L. (2007). *R&D and Productivity Growth: A Review of the Literature*

*U.S. Bureau of Labor Statistics Working Paper 408*. <http://www.bls.gov/ore/pdf/ec070070.pdf>

Thompson, M. A., & Rushing, F. W. (1996). An Empirical Analysis of the Impact of Patent Protection on Economic Growth, *Journal of Economic Development* 21: 61–79.

*U.S. Constitution*. (1787). [http://www.senate.gov/civics/constitution\\_item/constitution.htm](http://www.senate.gov/civics/constitution_item/constitution.htm)

Van Cayseele, P. (1998). Market structure and innovation: a survey of the last twenty years, *De Economist* 146: 391-417.

Vormeland Salte, Ø. (2007). Innovasjon i norsk næringsliv. Statistisk sentralbyrå, *Økonomiske analyser* 2: 11-21.

Wang, H. X. (1998). Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model, *Economics Letters* 60: 55-62.

Weil, D. N., (2009). *Economic growth*, Pearson Education, USA

Wiethaus, L. (2006). Cooperation or competition in R&D when innovation and absorption are costly, *Economics of Innovation and New Technology* 15: 569-589.

Wilhelmsen, L., & Foyn, F. (2009). Innovasjon i norsk næringsliv 2004-2006. Statistisk sentralbyrå, *Rapporter* 46.

[http://www.ssb.no/emner/10/03/rapp\\_innov/rapp\\_200946/rapp\\_200946.pdf](http://www.ssb.no/emner/10/03/rapp_innov/rapp_200946/rapp_200946.pdf)