

Lars Martin Haugland

Fagforeninger, internasjonal konkurranse og ny teknologi

En teoretisk analyse av hvilke faktorer som påvirker
incentivene til å investere i arbeidsbesparende
teknologi

Masteroppgave i samfunnsøkonomi
Veileder: Professor Ragnar Torvik
Trondheim, juni 2018

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Masteroppgave i samfunnsøkonomi

Fakultet for Økonomi
Institutt for Samfunnsøkonomi

© Lars Martin Haugland

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på min femårige master i samfunnsøkonomi ved Institutt for Samfunnsøkonomi, NTNU. Jeg vil rette en takk til min veileder Ragnar Torvik for hjelp med oppgaven. Mine studiekameratene Alexander og Per Fredrik fortjener en stor takk for deres interesse i, og diskusjon rundt, mine stadige utfordringer og frustrasjoner rundt innhold i oppgaven. Videre ønsker jeg å rette en stor takk til Ferdinand, Kjersti og Aurora for korrekturlesing. Mamma og Pappa fortjener stor oppmerksomhet for støtten og oppmuntringen de alltid gir meg.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke min kjære Sofie for uunnværlig hjelp, tålmodighet, forståelse og støtte i dette tidvis krevende og frustrerende prosjektet.

Trondheim, 31. mai 2018,

Lars Martin Haugland.

Sammendrag

Den pågående offentlige debatten omkring ny og sofistikert teknologi handler i hovedsak om konsekvenser og muligheter, snarere enn hva som faktisk påvirker valget til å implementere den. Det er derfor viktig å utforske hvilke motiver som ligger bak investeringsbeslutningen i ny teknologi og hvordan disse formes. Slik kan vi bedre forstå hvorfor konsekvenser som automatisering faktisk finner sted. For å gjøre dette utvikler jeg en dynamisk spillteoretisk modell over tre perioder med bedrifter som ansetter enten fagorganisert eller ikke-fagorganisert arbeidskraft. Før den enkelte bedrift tilpasser seg i arbeidsmarkedet, har den mulighet til å kjøpe eller å avstå fra å kjøpe lisensrettighet på ny og arbeidsbesparende teknologi. Tilslutt konkurrerer alle bedriftene mot hverandre i et internasjonalt produktmarked. Dette modellrammeverket bidrar til å avdekke hvordan konkurranse- og arbeidsmarkedsforhold, som ligger nært norsk økonomi, innvirker på motivene til å implementere ny teknologi. I motsetning til tidligere litteratur, finner jeg at tilstedeværelse av fagforeninger øker incentivene til å investere i ny teknologi relativt til arbeidsmarked uten tilstedeværelse av fagforeninger. Jeg finner også at internasjonal konkurranse styrker disse incentivene betraktelig. Årsakene til disse resultatene er at fagforeningens uniforme lønnspolitikk påfører negative eksternaliteter på bedrifter med relativt lav produktivitet, samtidig som internasjonal konkurranse tvinger bedrifter til alltid å ha den mest avanserte teknologien. Tilstedeværelse av fagforeninger med reell forhandlingsmakt relativt sett øker alternativkostnaden forbundet med å avstå fra å implementere ny teknologi. Når fagforeningen ikke lenger klarer å kontrollere arbeidstilbudet i arbeidsmarkedet den representerer, vil incentivene til å investere i ny teknologi avta. Dette underbygger oppgavens funn ytterligere.

Abstract

The ongoing public debate about new and sophisticated technology mainly discusses potential consequences rather than the underlying motives that lie behind the adoption of new technology. An important contribution to this debate is therefore to locate and quantify factors which significantly contribute to the decision of investing in new technology. By doing so, we can better understand how new technology and their possible consequences, such as automation, take place. To do this, I develop a dynamic game-theoretic model over three periods, where firms either have unionized or non-unionized labour. Before the individual firm decides employment, it has the possibility to purchase, or desist from purchasing, a license for the rights to implement new and labour-saving technology. In the final round of the game, all the firms compete against each other in an international product market. The model's framework enables us to reveal how conditions in the labour market and product market, closely related to the Norwegian economy, affects the motives to implement new technology. Unlike previous literature, I find that the existence of labour unions increase the incentives to invest in new labour-saving technology relative to the situation where labour unions does not exist. I also find that international competition highly supports the magnitude of these investment incentives. The reasons behind these results are both related to the labour union's uniform wage policy and the degree of international competition. The uniform wage policy inflicts a negative externality on the firm with a relative low productivity which increases the incentives to invest. The degree of international competition forces the firms to invest in the most advanced technology, and the firms with unionized labour are affected the most by this. The existence of a labour union with significant bargaining power unambiguously increases the relative opportunity cost associated with refraining to implement the new technology. If the labour union is not able to control the labour supply, the incentives will unambiguously decrease. This strengthens the results of this thesis.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	iii
Abstract	v
1 Innledning	1
2 Tidligere Litteratur	3
2.1 Mitt bidrag til litteraturen	9
3 Teori	11
3.1 Markeder.	11
3.2 Produksjonsteknologi.	12
3.3 Bedriftsatferd: tilpasning i kompetitive markeder	13
3.4 Tilpasning i kompetitivt arbeidsmarked gitt <i>imperfekt</i> produktmarked	15
3.5 Spillteori	17
3.5.1 Strategier	18
3.5.2 Spillernes gevinst/målfunksjoner	19
3.5.3 Informasjon	19
3.5.4 Ulike spillrepresentasjoner	19
3.5.5 Hvem velger hva?	20
3.5.6 Nash-likevekt	21
3.5.7 Dynamiske spill og delspillperfekt Nash-likevekt	22
3.5.8 Eksempel: One-shot normalformspill	23
3.6 Konkurransen i imperfekt produktmarked	25
3.7 Imperfekt innsatsfaktormarked: Tilstedeværelse av fagforeninger	28
3.7.1 Fagforeningers målfunksjon	29
3.7.2 Hvorfor har fagforeninger relevans?	30
3.7.3 Normativ og positiv forhandlingsteori	31
3.7.4 Normative forhandlingsmodeller	31
4 Modell	33
4.1 To sektorer, tre bedrifter, eksogent bestemt lønn, gitt globalisering.	33
4.2 To sektorer, tre bedrifter, endogent bestemt lønn, gitt globalisering	44
4.3 To sektorer, tre bedrifter, endogent bestemt lønn, komplett globalisering	58

5 Oppsummering og konklusjon	61
Referanser	ix
Appendiks	xiii
A Utledning av forutsetning 4.1	xiii
B Likevektsnivåer i delspill 2 og 3, modell 4.1.	xvii
C Utrekning meravkastning periode 1, modell 4.1	xix
D Utledning av forutsetning 4.2	xxi
E Likevektsnivåer for kvantum, modell 4.2	xxxii
F Bevis for at meravkastningsnivåer i modell 4.1 er positive	xxxiii

1 Innledning

Et aktuelt og ofte debattert tema er ny sofistikert teknologi og mulig automatisering av arbeidsstyrken. I Dagens Næringsliv ble det i 2017 publisert 118 artikler om temaet. I 2018 frem til 30.05.18 har avisen publisert 61 artikler om samme tema. Debatten dreier seg i hovedsak om hvilke konsekvenser ny teknologi har å si for enkeltmennesket – både som konsument og som arbeidstaker. Argumentene som vektlegges i debatten er at ny teknologi åpner opp for å automatisere et stort spekter av arbeidsoppgavene til gjennomsnittsarbeidstakeren – enten de er rutinemessige eller ikke. Teknologier som kunstig intelligens, maskinlæring og virtuell virkelighet er trendord i debatten, og dette er fordi de har potensiale til å revolusjonere mange av de tradisjonelle yrkene vi har i dag. Tematikken er også mye diskutert i akademia. Studien til Frey og Osborne (2017) predikerer sannsynligheter for ulike yrkesgrupper sin mottakelighet for automatisering. De konkluderer med at over de neste to tiårene har hele 47% av amerikanske arbeidstakere høy sannsynlighet for å bli automatisert. McKinsey & Company estimerer det samme tallet til å være 45%, mens Verdensbanken estimerer at 57% av jobbene i OECD-området vil bli automatisert de neste to tiårene.¹ Pajarinen, Rouvinen og Ekeland (2015) studerer automatiseringssansynligheter for norske yrkesgrupper og finner at en tredjedel har høy sannsynlighet for å bli automatisert av ny teknologi.

Den offentlige og akademiske debatten diskuterer i hovedsak potensielle konsekvenser av ny teknologi og lite hvordan bakenforliggende markedsforhold påvirker incentivstrukturene til faktisk å implementere den nye teknologien. Eksistensen til ny teknologi har ingen effekt per se hvis den ikke implementeres. Det er derfor viktig å studere hvilke faktorer som påvirker incentivene til å implementere ny teknologi. For norsk økonomi som både er liten og åpen, hvor bedrifter må forholde seg til sterke fagforeninger, er det viktig å studere hvordan deres incentiver formes av internasjonal konkurranse og lokale arbeidsmarkedsforhold. Oppgavens problemstilling er derfor:

Hvordan, og i hvilken grad, påvirker fagforeninger incentivene blant konkurranseutsatte bedrifter til å implementere ny og arbeidsbesparende teknologi?

Vi utvikler en teoretisk modell for å svare på problemstillingen. Oppgavens struktur er som følger: I kapittel 2 diskuterer vi tidligere litteratur. I kapittel 3 introduserer vi teori vi benytter oss av for å utlede modellen. Modellen utledes i kapittel 4, mens kapittel 5 oppsummerer og konkluderer hovedfunnene til oppgaven.

¹Se *World Development Report 2016: Digital Dividends* (2016) og *Job lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation* (2017).

2 Tidligere Litteratur

I dette kapittelet vil jeg diskutere sentral tidligere litteratur som er relevant for min problemstilling. Jeg vil fokusere på litteratur, hovedsakelig teoretisk, som diskuterer samspillet mellom fagforeninger, arbeidsmarked og teknologibeslutninger i bedrifter. Introduksjon og diskusjon av teori brukt i litteraturen vil jeg gå gjennom i kapittel 3. Formålet med dette kapittelet er derfor å få oversikt over hva litteraturen har fokusert på til nå, og hva denne oppgaven kan bidra med.

Et tidlig og betydningsfullt bidrag er Grout (1984). Artikkelen presenterer teoretisk analyse av hvordan fagorganisert arbeidskraft påvirker investeringsbeslutninger i bedrifter. Artikkelen fokuserer på investeringer som gir tilgang på arbeidsbesparende teknologi med tilhørende sunk investeringskostnader.² Videre kan arbeidskontraktene være både fullstendige og ufullstendige.³

Grout (1984) studerer en økonomi med én bedrift og én fagforening. Artikkelen fokuserer på flere potensielle forhandlingstilstander. I enhver forhandlingssituasjon må fagforeningen generelt forholde seg til avveining mellom lønn og sysselsetting. Dette er fordi økte lønnskostnader reduserer bedriften sin arbeidskrafttterspørsel og vice versa.⁴ Jo høyere lønn fagforeningen fremforhandler, jo lavere sysselsetting kan den forvente i gjengjeld.

I forhandlingstilstanden der fagforeningen og bedriften forhandler kun om lønn samtidig som fagforeningen veker lønn høyt, presenterer Grout (1984) følgende resultater:

- i)* Hvis arbeidskontrakter er fullstendige og signeres før investeringsbeslutningen foretas, vil bedriften investere i optimal sunk kapitalmengde. Den fullstendige kontrakten er bindende og dermed er fagforeningens forpliktelse til ikke å fravike sitt lønnskrav, troverdig.
- ii)* Signeres arbeidskontraktene før investeringsbeslutningen foretas, men kontraktene er ufullstendige, vil bedriften redusere nivået på sine sunk investeringer. Intuisjonen er som følger: Hvis investeringen er foretatt og dermed sunk, betyr dette at bedriftens fremtidige profittpotensiale tiltar. Fagforeningen, som kjemper for høyest mulig lønn til sine medlemmer, vil utnytte denne informasjonen til å bryte kontraktene for å tilkjempe seg høyere lønn til sine medlemmer. Jo sterkere fagforeningsmakten er, jo høyere lønn vil de klare å

²En investeringskostnad som er sunk, betyr at investeringskostnaden er kjennetegnet som en fast engangskostnad som er irreversibel når den først er betalt. Sunk kostnader kan oversettes til avskrevne kostnader.

³Fullstendige kontrakter viser til kontrakter der partene i enighet kan spesifisere deres respektive rettigheter og plikter for enhver potensiell fremtidig tilstand, der kontrakten støttes opp av en tredjepart som f.eks. en domstol. Ufullstendige kontrakter viser til kontrakter der partene ikke klarer å inngå enighet om rettigheter og plikter til alle fremtidige tilstander og/eller at kontrakten ikke kan verifiseres av en tredjepart.

⁴Se kapittel 3.3 for en nærmere diskusjon rundt bedriftsatferd.

2. TIDLIGERE LITTERATUR

tilkjempe seg. Av denne grunn vil bedriften forstå at fagforeningen ikke har troverdighet til å forplikte seg til eksisterende lønnskontrakt hvis den velger å investere i ny teknologi. Bedriften reduserer derfor sine investeringer i kapital for å unngå deler av kostnaden fagforeningen påfører i form av høyere lønn. Med ufullstendige kontrakter ender vi opp i en likevekt med for lav investeringsmengde.

Tauman og Weiss (1987) har en litt annen tilnærming enn Grout (1984). De tar utgangspunkt i et produktmarked med få bedrifter, med mulighet for nyetablering, der en av bedriftene er eksogent bestemt til å være fagorganisert. I motsetning til Grout (1984) som studerer hvordan investeringsincentiver påvirkes av en fagforening, prøver artikkelen å finne ut hvilke bedrifter som foretar beslutning om å investere i ny teknologi og hvem som ikke gjør det. Forfatterne finner at likevekten der kun den fagorganiserte bedriften kjøper den arbeidsbesparende teknologien er mer sannsynlig hvis **a)** det er et vesentlig lønnsgap mellom fagorganiserte og ikke-fagorganiserte arbeidstakere (alternativkostnaden av å ikke implementere teknologien for fagorganisert bedrift er tilstrekkelig høy); **b)** fagforeningen kan troverdig forplikte sitt lønnskrav for en relativt lang periode. For at dette skal være troverdig, må det være slik at lønnskrav og teknologibeslutning er simultant bestemt (lignende tilfellet i Grout (1984) med fullstendige kontrakter). En annen mulighet som gjør det mer sannsynlig at kun den fagorganiserte bedriften kjøper teknologien er **c)** produktterspørselen er tilstrekkelig høy som tillater høy-kost-bedriften (den fagorganiserte) til å overby lav-kost-bedriften om den nye teknologien. Hvis det eksisterer en troverdig trussel om nyetablering i produktmarkedet vil dette tvinge de etablerte bedriftene til å moderere sine valg. Mer spesifikt, fagforeningen må redusere sitt lønnskrav for å fortsatt holde den fagorganiserte bedriften aktiv i markedet. Når nyetablering er mulig endrer ikke dette likevektsutfallet, fordi forfatterne antar at den nye teknologien blir tilgjengelig først *etter* at nyetableringen har funnet sted.

Ulph og Ulph (1994) behandler bedriftenes muligheter til å investere i arbeidsbesparende teknologi som innovasjonsbeslutninger. Den arbeidsbesparende teknologien kan sees på som teknologi anskaffet etter at bedriftene har foretatt FoU (forskning og utvikling). Midlene brukt på FoU tolkes som sunk investeringskostnader. Forfatterne ønsker å vektlegge den strategiske betydningen investering i arbeidsbesparende teknologi (FoU) har. De kritiserer derfor hvordan tidligere litteratur har neglisjert dette. De bruker Grout (1984) som eksempel: Rammeverket med én bedrift og én fagforening er ikke tilstrekkelig til å forklare den strategiske rollen investering i FoU har blant bedrifter. De anvender derfor et rammeverk med to bedrifter og to tilhørende fagforeninger for å fange opp den strategiske betydningen investering i ny teknologi har. Konkurransen etter å anskaffe seg

den nye arbeidsbesparende teknologien blir modellert som en turnering, der bedriftenes investeringutgifter til FoU bestemmer hvem som vinner turneringen. Turneringsmekanismen beskriver FoU-konkurransens natur – den første bedriften som klarer å få patent på den nye teknologien er vinneren. Alle andre står uten gevinst til tross for investeringene som er foretatt i FoU. Turneringen gir derfor opphav til et patentkappløp blant bedriftene.

Forfatterne understreker at det finnes en rekke potensielle forhandlingsdimensjoner bedriftene og fagforeningene kan engasjere seg i. De rapporterer tre ulike forhandlingsdimensjoner:

- *Ex post-forhandlinger*: Gitt at teknologien faktisk er implementert av hver bedrift, vil det være forhandlinger over enten lønn og sysselsetting eller kun lønn avhengig av om det er *effisiente forhandlinger* eller *styringsrettsmodellen* som anvendes.
- *”Post-Auction”-forhandlinger*: Forhandlingene skjer før teknologien er implementert og muliggjør derfor at partene kan forhandle om timingen til introduksjonen av den nye teknologien. Dette kommer i tillegg til at enten effisiente forhandlinger eller styringsrettsmodellen anvendes. Vi skal ikke diskutere denne forhandlingstilstanden nærmere.
- *Ex ante-forhandlinger*: Nå kan forhandlingene også inkludere størrelsen på FoU-utgiftene i patentkappløpet. Slik kan lønn og sysselsetting være betinget på størrelsen på budet til patenten og på den måten kan bedriften dele noen av kostnadene forbundet med FoU-konkurransen med fagforeningen.

I artikkelen fokuserer forfatterne på *ex post-forhandlinger* som ligger nært Grout (1984) sin forhandlingsmodell. Det som skiller denne artikkelen fra både Grout (1984) og Tauman og Weiss (1987) er patentkappløpet, antall bedrifter og antall fagforeninger. Som Beath, Katsoulacos og Ulph (1989) har notert, gir dette en dypere innsikt i incentivet bak investeringsbeslutningen til bedriftene som tidligere litteratur ikke har klart å fange opp. Incentivene kan nå deles opp i profittmotivet og konkurransetrussel-motivet, hvor sistnevnte viser til motivet en bedrift har av å avverge konkurrenten i å vinne patenten. Konkurransetrussel-motivet er særlig relevant for Ulph og Ulph (1994), ettersom det kun er én bedrift som vinner patenten. Det betyr at tilgang på patent gir bedriften økt produktivitet samtidig som den blokkerer konkurrenten fra å øke sin konkurranseevne. I artikkelen vektlegges tre hovedfunn: *i)* Hvis styringsrettsmodellen anvendes i forhandlingene mellom bedrift og fagforening, vil fagforeningene ha mindre innvirkning på innovasjon jo mer de bryr seg om sysselsetting; *ii)* Hvis styringsrettsmodellen anvendes og forhandlingsmakten til fagforeningen tiltar, vil dette entydig redusere innovasjonsincentivene blant bedrifter; *iii)* Hvis det er effisiente forhandlinger, eksisterer det situasjoner

2. TIDLIGERE LITTERATUR

der en sterkere fagforening vil hjelpe bedriften til å vinne patentkappløpet den ellers ville ha tapt. Det første funnet referer til at fagforeningen står i en avveining mellom lønn og sysselsetting. Jo mer de bryr seg om sysselsetting, jo lavere må lønnskravet være. Dette igjen reduserer tilkjempingskostnaden fagforeningen påfører bedriften ved innovasjon. Det andre funnet korresponderer til samme effekt som Grout (1984). Det tredje funnet referer til situasjonen der fagforeningen er tilstrekkelig opptatt av sysselsetting slik at økning i forhandlingsstyrken vil resultere i økt sysselsetting, uten at lønnen tiltar nevneverdig. Dette resulterer i økte markedsandeler for bedriften. Når markedsandelen øker, vil bedriften på sin side være mer velvillig til å investere i FoU fordi de ikke ønsker å tape markedsandelene ved å ikke innovere, trass i de økte kostnadene økt sysselsetting ga bedriften.

I Ulph og Ulph (1998) rapporterer forfatterne funn fra forskning som anvender andre forhandlingsdimensjoner enn *ex post-forhandlinger*. Hvis *ex ante-forhandlinger* anvendes, vil forhandlingene dreie seg om lønn, sysselsetting og nivå på FoU-utgifter. Hvis fagforeningen er risikonøytral (fagforeningen bryr seg ikke om sysselsetting, men om å maksimere lønnsgap fordi den tilbyr ledighetstrygd til sine medlemmer) vil inntektene til fagforeningen kun være en andel av det som ville tilfalle bedriften hvis arbeidsmarkedet var kompetitivt. Forhandlingene reduseres ned til å dreie seg om hvordan overskuddet skal bli fordelt mellom de to partene. Da vil partenes motiv være å maksimere dette overskuddet. I så måte vil nivået på FoU-investeringer og sysselsetting settes til deres Paretoeffektive nivåer.⁵ I denne situasjonen vil fagforeningen ikke ha noen innvirkning på investeringer i FoU uansett forhandlingsstyrke. Denne innsikten forteller oss at det ikke fagforeninger *per se* som påvirker innovasjon, men hvilken forhandlingsdimensjon som studeres.

Sammenligner vi tilstanden over med en situasjon der fagforeninger ikke eksisterer, vil bedriftene ansette arbeidskraft fra et kompetitivt arbeidsmarked. Konkurransetrusselmotivet gjør at bedriftene er særdeles motiverte for å stoppe de øvrige bedriftene fra å innovere som resulterer i et patentkappløp hvor bedriftene overbyr hverandre. Typisk vil dette medføre at det overinvesteres i FoU. I så måte vil påstanden om at *ex ante-forhandlinger* og *risikonøytrale fagforeninger* gir Paretoeffektive nivåer på FoU bestrides. Anvendes *ex ante-forhandlinger* samtidig som fagforeningen er *risikoavers*, ønsker ikke fagforeningen lenger kun størst mulig overskudd. Dette er fordi den misliker å redusere sysselsettingen. Hvis det er en økning i forhandlingsstyrke hos den enkelte fagforening og fagforeningen har

⁵Paretoeffektivitet er en tilstand der ingen av partene kan komme bedre ut ved å endre tilpasning, uten at det forverrer situasjonen for de øvrige partene. En Paretoforbedring er en situasjon der initiell tilstand kan forbedres for alle parter ved å endre allokering.

mer å tjene på en vellykket innovasjon enn bedriften, vil den fremforhandle et høyere nivå på FoU-utgiftene. I motsatt fall, hvis fagforeningen har økt forhandlingsstyrke og samtidig har mindre å tjene på en vellykket innovasjon enn bedriften, vil den fremforhandle lavere FoU-utgifter. En viktig konsekvens av det siste tilfellet, der investeringsnivået reduseres, er at økt fagforeningsmakt kan bidra til en paretoforbedring fordi bedriftene har tendens til å overinvestere i FoU uten fagforeninger tilstede.

Grout (1984) studerer også *ex ante-forhandlinger*. I hans analyse gir dette paretoeffektive nivåer. Som kjent studerer ikke Grout (1984) hvordan tilegnelse av ny teknologi kan ha strategiske aspekter. Paretoeffektivitet er derfor en feilslutning, ettersom *ex ante-forhandlinger* med risikonøytrale fagforeninger gir for høye FoU-utgifter. Dette forsterker Ulph og Ulph (1998) kritikk av hvorfor det tradisjonelle rammeverket som Grout (1984) representerer ikke er tilstrekkelig til å diskutere innovasjonsincentiver, arbeidsmarked og fagforeninger. Det er også viktig å merke seg fra denne diskusjonen at *ex post-forhandlinger* ofte vil Paretodominere *ex ante-forhandlinger* fordi det faktisk fører til at overinvesteringen i FoU reduseres.

Haucap og Wey (2004) viderefører analysen til Ulph og Ulph (1994) ved å inkludere et rikere sett av fagforeningsstrukturer. De poengterer at arbeidsmarkedet i ulike land og regioner kjennetegnes av andre institusjonelle forhold enn kun den som er beskrevet i Ulph og Ulph (1994) og Ulph og Ulph (1998). Studier som Nickell (1997), OECD (1997) kapittel 3, Blau og Kahn (1999) og Wallerstein (1999) sammenligner lands arbeidsmarkedsinstitusjoner og påpeker at det eksisterer flere dimensjoner enn kun forhandlinger mellom den enkelte bedrift og fagforening. En fremtredende dimensjon som differensierer nasjonale fagforeningsstrukturer, er graden av sentralisering i lønnsforhandlingene. Dette belyses i studier som Calmfors og Driffill (1988), Moene og Wallerstein (1997), Flanagan (1999) og Wallerstein (1999). Det er derfor essensielt å få frem effekten av ulike fagforeningsstrukturer i diskusjonen rundt innovasjonsincentiver i bedrifter. Som eksempler trekker Haucap og Wey (2004) frem at skandinaviske land ofte er kjennetegnet ved sentraliserte lønnsforhandlinger, mens Japan og Nord-Amerika har mer desentraliserte lønnsforhandlinger. Den sentraliserte forhandlingsstrukturen bygger ofte på at en felles industrifagforening (f.eks. LO) og arbeidsgiverorganisasjon (f.eks. NHO) møtes til forhandlinger. Forhandlingene kjennetegnes ofte ved likhetsprinsippet som best kan bli beskrevet av det kjente fagforeningsslagordet "lik lønn for likt arbeid". Med andre ord er utfallet ofte uniform lønnsdannelse for "like" yrkesgrupper på tvers av bedrifter i samme industri. Japan og Nord-Amerika er på den andre siden av skalaen. Den desentraliserte forhandlingsstrukturen innebærer forhandlinger der arbeidstakere i bedrifter i samme industri representeres

2. TIDLIGERE LITTERATUR

av ulike fagforeninger. Lønnsforhandlingene skjer da enkeltvis mellom bedriftsfagforening og bedrift. Disse karakteristiske trekkene er speilet i studier som konsistent rapporterer lavere lønnsbredning i land med sentraliserte enn desentraliserte forhandlinger.⁶

Det er også observert en tredje fagforeningsstruktur som representerer en grad av sentralisering som ligger mellom desentraliserte og sentraliserte forhandlinger. Denne fagforeningsstrukturen representeres ved koordinerte lønnsforhandlinger. Koordinerte lønnsforhandlinger er situasjonen der det eksisterer en felles industrifagforening (f.eks. Norsk Industriforbund) som går i forhandlinger med enkeltbedrifter om lønn. Dette innebærer heterogen lønnsetting for ulike bedrifter innad i industrien. Den koordinerte forhandlingsstrukturen skiller seg derfor fra desentralisert forhandlingsstruktur ved at det ikke er enkeltfagforeninger, men en felles industrifagforening, og den skiller seg fra sentralisert forhandlingsstruktur ved at uniform lønnsdannelse ikke er normen. Grout (1984), Tauman og Weiss (1987), Ulph og Ulph (1994), og Ulph og Ulph (1998) studerer kun effekten av desentraliserte forhandlinger på innovasjonsincentiver og de ser derfor bort fra to potensielle institusjonelle forhold i arbeidsmarkedet.

For å ta hensyn til de ulike forhandlingsstrukturene utvikler Haucap og Wey (2004) en modell som studerer hvordan graden av sentralisering i lønnsforhandlingene påvirker den strategiske interaksjonen bak patentkappløpet og tilkjempingskostnaden bedriftene opplever av fagorganisering. Modellen forklarer derfor hvordan institusjonell struktur påvirker innovasjonsincentivene i bedrifter. Rammeverket for analysen følger Ulph og Ulph (1994) og modellen anvender *ex post-forhandlinger* og studerer kun tilstanden der prinsippet bak styringsrettsmodellen er brukt.⁷ Forfatterne finner at bedriftenes innovasjonsincentiver er størst under sentraliserte forhandlinger, lavest under koordinerte forhandlinger og medium under desentraliserte forhandlinger. Funnet bygger på at tilkjempingskostnaden fagforeningene påfører bedriftene ved innovasjon er mer komplekse enn først antydnet i den tidligere litteraturen. I tidligere litteratur knyttes tilkjempingskostnaden direkte opp mot lønnsnivået som fagforeningene fremforhandler etter at investeringen er gjennomført. Ettersom vi nå har et rikere sett av forhandlingsstrukturer vil tilkjempingskostnaden også knyttes til lønnsbredningen mellom bedrifter. Intuisjonen er som følger: Desto mer den innoverende bedriften må betale i lønn relativt til den ikke-innoverende bedriften, desto mer konkurransedyktig vil den ikke-innoverende bedriften være selv om den ikke har innøvert. Forhandlinger som resulterer i lønnsbredning gir derfor positive eksternaliteter for

⁶Se studier som R.B. Freeman (1988) og R. Freeman og Schettkat (2001).

⁷Styringsrettsmodellen er ikke eksplisitt brukt, men prinsippet der lønn bestemmes i forhandlingene og bedriftene ensidig bestemmer sysselsetting er anvendt. Se kapittel 3, underkapittel 3.7.3-4, for en diskusjon rundt forhandlingsteori.

ikke-innoverende bedrift som bidrar til å redusere innovasjonsincentivene. Desentraliserte forhandlinger betyr at fagforeningene konkurrerer mot hverandre. Da vil den enkelte fagforening fremforhandle lønn som er tilpasset produktiviteten i den enkelte bedrift. Under koordinerte forhandlinger vil derimot industrifagforeningen fullt ut utnytte monopolmakten sin ved å sette lønna for innoverende bedrift så høy som mulig. Lønnspredningen er størst under desentralisering, men den innoverende bedriften under koordinerte forhandlinger har klart høyest lønn. Den sentraliserte forhandlingsstrukturen har derimot ingen lønnspredning mellom bedriftene, noe som medfører at bedriften som ikke innoverer må bære like høye kostnader som den innoverende bedriften. En bedrift under sentraliserte forhandlinger vil derfor ha de relativt største incentivene til å innovere, fordi investering gir høyere produktivitet samtidig som det påfører høyere kostnader for motparten.⁸ Haucap og Wey (2004) konkluderer også med at koordinert lønnssetting gir de laveste innovasjonsincentivene. Disse resultatene relaterer også til argumenter som har blitt fremmet i den svenske debatten rundt solidariske lønnsoppgjør, se f.eks. Rehn (1952). Disse har også blitt formalisert i litteratur som Agell og Lommerud (1993) og Moene og Wallerstein (1997). Ifølge denne litteraturen vil landsomfattende lønnsoppgjør som er karakterisert ved høy grad av uniform lønnsdannelse tvinge uproduktive bedrifter ut av markedet (fordi de ikke klarer å bære de høye lønnskostnadene de produktive bedriftene påfører dem). Den type institusjonelt forhold i arbeidsmarkedet fremskynder derfor strukturell endring og vekst i økonomien. Vi kan effektivt runde av debatten rundt fagforeninger og incentiver til å investere i ny teknologi ved å bruke innsikt hentet fra R. Freeman (1984), side 170-171: På den ene siden vil høyere lønn forbundet med økt fagforeningsmakt øke bedriftenes incentiver etter å investere i arbeidsbesparende teknologi fordi det er mer kostbart å beholde gammel teknologi. På den andre siden vil den potensielle avkastningen fra å investere bli redusert som følge av fagforeningens tilkjempelse av profitt i lønnsforhandlingene.

2.1 Mitt bidrag til litteraturen

Jeg er nå i stand til å introdusere hvordan denne oppgaven vil bli innrettet for å svare på problemstillingen og samtidig bidra med nye innsikter til litteraturen. Det første vi kan merke oss er at all tidligere teoretisk litteratur har studert situasjoner med opptil to bedrifter der begge har hatt fagorganisert arbeidskraft.⁹ Modellene tar derfor ikke hensyn

⁸Når en bedrift innoverer og opplever høyere lønnskostnader som følge av økt omsetning og samtidig påfører motparten økte lønnskostnader, vil bedriften som ikke innoverer oppleve dette som en negativ eksternalitet.

⁹Et hederlig unntak er Tauman og Weiss (1987) som studerer to bedrifter der kun den ene har fagorganisert arbeidskraft gitt eksogent.

2. TIDLIGERE LITTERATUR

til at bedrifter med fagorganisert arbeidskraft ofte er i direkte konkurranse med bedrifter uten fagorganisert arbeidskraft. Direkte konkurranse mellom bedrifter med potensielt drastisk ulikt kostnadsnivå gjør seg gjeldende i situasjoner der bedrifter ansetter ulik immobil arbeidskraft. Typisk vil dette være situasjoner hvor bedrifter ansetter arbeidskraft fra lokale arbeidsmarked med lokalt språk og kultur, men konkurrer mot hverandre i et internasjonalt marked. Det eksisterer altså barrierer for både arbeidsgiver og arbeidstaker til å reallokere seg. Av den grunn er det viktig å introdusere flere type bedrifter enn kun de med fagorganisert arbeidskraft. Dette leder oss inn på neste aspekt som tidligere litteratur ikke tar inn over seg. Det er hvilke konsekvenser graden av internasjonal konkurranse og globalisering har på arbeidsmarkedsinstitusjoner og incentiver til å investere i ny teknologi.

I tidligere litteratur modelleres de strategiske aspektene ved tilegnelse av ny teknologi som en turnering blant bedrifter, der vinneren får rett på en unik patent. Dette mener jeg ikke forklarer hvordan all tilegnelse av ny teknologi foregår. Et alternativ er at det finnes en tredjepart, for eksempel en teknologibedrift eller et forskningsinstitutt, som utvikler teknologi og selger rettighetslisenser fritt på markedet. På denne måten åpner vi opp for potensielt at alle bedriftene velger å automatisere og ikke kun én. Beslutningen om kjøp av lisensrettighet vil dermed være endogent bestemt og kokes ned til kost-nytte-aspekter ved den nye teknologien.

Til slutt ønsker jeg å fremheve betydningen av sentraliserte lønnsforhandlinger. Det faktum at sentraliserte lønnsforhandlinger gir uniformt lønnsnivå for industrien fagforeningen representerer, betyr at fagforeningen påtvinger høy lønn for alle bedrifter, *uavhengig* av om de har kjøpt lisens eller ikke. Dette medfører at kjøp av lisens gir den respektive bedrift økt konkurranseevne gjennom økt produktivitet, men også ved at de øvrige bedriftene vil få økte kostnader. Til forskjell fra desentraliserte forhandlinger, som i Ulph og Ulph (1994) m.fl., påfører sentraliserte forhandlinger negative eksternaliteter på bedrifter som ikke investerer i ny teknologi. Når bedriftene fritt kan velge om de vil investere i ny teknologi, tar de høyde for dette strategiske aspektet. Det er viktig å ta høyde for denne effekten, ettersom sentraliserte forhandlinger er gjeldene for norsk og skandinavisk økonomi. Vi må derfor ha minst tre bedrifter som er i direkte konkurranse med hverandre, hvor den ene ansetter ikke-fagorganisert arbeidskraft fra et kompetitivt marked, mens de to resterende forholder seg til et fagorganisert arbeidsmarked med sentraliserte lønnsforhandlinger.

3 Teori

Dette kapitlet vil introdusere de viktigste teoretiske prinsippene jeg trenger for å besvare min problemstilling. Kapitlet vil fungere som et bakteppe til den teoretiske modellen som utvikles i kapittel 4. Den teoretiske introduksjonen vil holde seg til et minimum, og for lesere som ønsker en mer omfattende introduksjon anbefales lærebøker som Varian (1992) og Mas-Colell, Whinston og Green (1995). Hvert delkapittel studerer ulike teoretiske aspekter isolert.

3.1 Markeder.

Et marked er en desentralisert møteplass for etterspørrere og tilbydere av et visst produkt. Markedet tilrettelegger for et samspill mellom tilbydere og etterspørrere slik at tilbudt kvantum blir omsatt. Dette skjer ved at tilbydere utsteder en pris og etterspørrerne velger om de kjøper produktet til denne prisen. I denne sammenhengen vil ordet produkt svare til ethvert tenkelig objekt det er mulig å omsette. Aktørene i markedet som etterspør produktet karakteriseres som en gruppe konsumenter som etterspør færre enheter jo høyere markedsprisen er for tilbudt kvantum og vice versa, alt annet likt. Dette gjelder for tilnærmet alle tenkelige produkter.¹⁰ Generelt kan dette beskrives på følgende måte:

$$D_q = Q(P_q; \mathbf{Y}), \quad \frac{\partial Q}{\partial P_q} < 0, \quad (3.1.1)$$

hvor D_q er etterspurt kvantum av produkt q . Etterspurt kvantum er beskrevet som en etterspørsselfunksjon, $Q(\cdot)$, som avhenger *negativt* av produktprisen P_q , gitt vektoren \mathbf{Y} som inneholder alle variabler som holdes konstant.¹¹ Tilbyderne må forholde seg atferden til etterspørrerne for å få solgt produktet sitt. Vi skal i de kommende delkapittelene beskrive hvordan tilbyderne tilpasser seg.

Markeder klassifiseres ofte etter konkurransetrykk. Konkurransetrykk er et begrep som beskriver hvor hard konkurranse det er innad blant markedets aktører. Konkurransetrykket påvirkes derfor av hvor mange selgere/kjøpere det er i markedet, og hvor stor markedsandel den enkelte selger/kjøper har.¹² I det resterende av oppgaven antar vi

¹⁰Unntak av denne regelen, såkalte *Giffen goder*, er goder som opplever økt etterspørsel jo høyere prisen er. Dette er mer et teoretisk konsept enn beskrivelse av virkeligheten. Det finnes få, eller ingen, eksempler fra virkeligheten som tilfredsstiller egenskapene ved et Giffen gode.

¹¹ \mathbf{Y} er typisk en vektor bestående av inntekten til konsumentene, prisen på andre nærliggende substitutter osv. som kan tenkes å innvirke på etterspørselen etter produkt q .

¹²Jo større en selger/kjøper er relativt til markedsstørrelsen, jo større markedsandeler har den. Økte

at konsumentene ikke har markedsrett. Med andre ord er hver kjøper liten relativt til markedsstørrelsen. Vi antar også at konsumentene opptrer uavhengig av hverandre.

Det er tre typer markeder som er av interesse når vi diskuterer konkurransetrykk. Det er marked beskrevet som monopol, oligopol og perfekt konkurranse (heretter henvist til som kompetitivt marked). Et monopol er et marked der det eksisterer kun én tilbyder av produktet. Av den grunn vil enetilbyderen ha monopolmakt: Bedriftens størrelse er identisk med markedets størrelse. Bedriften kan derfor sette pris og kvantum som den selv ønsker. Et oligopol er et marked der det er to eller flere tilbydere av tilnærmet identiske produkter. Bedriftenes størrelse er mindre enn markedets størrelse, men tilbyderne vil ha tilstrekkelig med markedsandeler til å kunne påvirke markedsprisen. Bedriftene må ta hensyn til at egen tilpasning påvirker tilpasningen blant de øvrige konkurrentene i markedet. Et kompetitivt marked er et marked som omsetter tilnærmet identiske produkter tilbudt av så mange selgere at hver enkelttilbyder er for liten relativt til markedsstørrelsen til at den kan påvirke markedsprisen. Med andre ord, alle aktørene i markedet er *pristakere*. Det er kun de aggregerte beslutningene til etterspørerne og tilbyderne som påvirker markedsprisen. Implisitt antar vi at konsumentene ikke har noen merkevarelojalitet, fordi enhver tilbyder som setter pris høyere enn markedsprisen vil ha null etterspørsel rettet mot seg.¹³

3.2 Produksjonsteknologi.

For å knytte delkapittelet opp mot modellen som utvikles i kapittel 4, vil vi fokusere på *kort sikt*. Det impliserer at antall bedrifter i markedet er gitt, og bedriftene har arbeidskraft som eneste variable innsatsfaktor.¹⁴ En vilkårlig bedrift i et vilkårlig marked, betegnet ved det generiske elementet i , $i \in \{1, \dots, i \dots\}$, har følgende generelle produktfunksjon:

$$q_i = F(L, \mathbf{K}) ,$$

der L er arbeidskraft, \mathbf{K} er en vektor bestående av real- og naturkapital og $F(\cdot)$ er produksjonsteknologien. Produksjonen av q_i enheter bestemmes av nivået på (L, \mathbf{K}) , men

markedsandeler betyr økt markedsrett fordi selger/kjøper har større evne til å påvirke markedsprisene. Herfindahl-indeksen gir et mål på konkurransetrykk i markeder ved å benytte seg av antall bedrifter i markedet samt hvor store markedsandeler bedriftene har.

¹³Se Hörner (2002) for analyse av markeder der konsumentene har merkevarelojalitet.

¹⁴En innsatsfaktor er en ressurs som anvendes i produksjonsteknologien til bedriften for å produsere produktet. Det er vanlig å kategorisere innsatsfaktorer i tre grupper: Arbeidskraft, realkapital og naturkapital.

også av hvilke egenskaper teknologien $F(\cdot)$ har. Ettersom vår horisont er kortsiktig, kan vi betegne innsatsfaktorvektoren \mathbf{K} som en konstant bakenforliggende størrelse. Bedrift i sin produksjonsteknologi kan derfor komprimeres til

$$q_i = F(L) \quad (3.2.1)$$

hvor vi antar at produksjonsteknologien er dobbelt kontinuerlig differensierbar i L . Det er nå hensiktsmessig å introdusere noen begreper. En produktfunksjons *skalaavkastning* beskriver hvordan produksjonsmengden endrer seg av å endre innsatsfaktorbruken. Skalaavkastningen beskriver derfor skalaegenskapene til produktfunksjonen: Hvis innsatsfaktorbruken, L , øker med t enheter, vil skalaavkastningen beskrive om produksjonsnivået q_i øker mer, mindre eller likt det vi økte innsatsfaktorbruken med. Skalaegenskapene til produktfunksjonen $q_i(L)$ beskrives med

- i) tiltakende skalaavkastning hvis $q_i(tL) > tq_i \forall t > 1$;
- ii) avtakende skalaavkastning hvis $q_i(tL) < tq_i \forall t > 1$;
- iii) konstant skalaavkastning hvis $q_i(tL) = tq_i \forall t > 1$.

Skalaegenskapene til produksjonsteknologien er tett knyttet opp mot produktfunksjonens *homogenitet*. Homogeniteten beskriver i hvilken grad produksjonsnivået endres av å oppskalere innsatsfaktorbruken med en mengde $t > 0$. Produktfunksjonen $q_i(L) = F(L)$ er homogen av grad k hvis $q_i(tL) = t^k q_i(L)$. Hvis $k = 1$ vil produktfunksjonen være homogen av grad 1 og ha konstant skalaavkastning. Er $k = 2$ vil produktfunksjonen være homogen av grad 2 og ha tiltakende skalaavkastning. For alle tilfeller der $k < 1$ vil produktfunksjonen ha avtakende skalaavkastning.

3.3 Bedriftsatferd: tilpasning i kompetitive markeder

Vi skal i dette underkapittelet beskrive hvordan tilbyderne (heretter referert til som bedrifter) i kompetitive markeder velger å tilpasse seg. En vilkårlig bedrift i gjør beslutninger basert på et mål om å maksimere profitt; det vil si at bedriften gjør beslutninger med intensjon om å maksimere differansen mellom inntekter og utgifter. Lar vi $R_i(L)$ betegne inntekter bedriften får ved å selge q_i enheter til pris P_i og $C_i(L)$ utgjøre kostnader ved å produsere q_i enheter med L enheter arbeidskraft, kan profitten til bedrift i , π_i , på generell form karakteriseres som:

$$\pi_i = \text{Max } R_i(L) - C_i(L). \quad (3.3.1)$$

I et kompetitivt marked vil bedriftene være pristakere. Det betyr at bedriftene har arbeidskraft, L , som tilgjengelig beslutningsvariabel for å maksimere (3.3.1). I dette én-variabel-tilfellet vil optimeringsproblemet til bedrift i være:

$$\pi_i(p, w_i) = \text{Max}_{L_i \geq 0} Pq_i(L) - w_i L_i. \quad (3.3.2)$$

Prisen, P , inngår kun som en skalar siden bedrift i ikke har mulighet til å påvirke markedsprisen. Bedriftens inntekter utgjør produktet av antall produserte enheter og prisen disse enhetene blir solgt for. På kostnadssiden finner vi utgiftene til innsatsfaktorbruket i produksjonen: w_i betegner lønn (faktorpris) bedrift i betaler til sine L_i arbeidere.¹⁵ Bedriften vil derfor velge en mengde $L_i \geq 0$ som tilfredsstill

$$P \frac{\partial q_i(L_i)}{\partial L_i} - w_i \begin{cases} \leq 0 & \text{hvis } L_i = 0; \\ = 0 & \text{hvis } L_i > 0. \end{cases} \quad (3.3.3)$$

(3.3.3) forteller oss at marginalprofitten fra å øke L_i må være ikke-positiv, ellers kunne de øke L_i . Hvis $L_i = 0$ kan marginalprofitten fra å øke L_i være negativt. I så måte er det optimalt å redusere L_i , men siden L_i allerede er null, er dette umulig. Vi konsentrerer oss derfor om situasjoner der ikke-negativitetsbetingelsen ikke holder, $L_i > 0$. Dette gir indre løsninger til problemet (3.3.2). La $L_i^* > 0$ være entydig indre løsning. Da må L_i^* være slik at $\pi'_i(p, w_i) \geq 0$ for $L_i \leq L_i^*$ og $\pi'_i(p, w_i) \leq 0$ for $L_i \geq L_i^*$. Førsteordensbetingelsen (heretter FOB) for optimum er da mengden L_i^* som tilfredsstill $\pi'_i(p, w_i) = 0$. FOB er en nødvendig betingelse for optimum. Den tilstrekkelige betingelsen for optimum i én-variabel-tilfellet er andreordensbetingelsen (heretter AOB):

$$\frac{\partial^2 q_i(L_i^*)}{\partial L_i^2} \leq 0. \quad (3.3.4)$$

AOB sikrer ikke-konveksetet til profittfunksjonen ved å ilegge restriksjoner på produktfunksjonen. Det er nå viktig å diskutere hvilke restriksjoner dette er. La $L(P, w_i)$ utgjøre faktoreterspørselsfunksjonen etter L_i for bedrift i som tilfredsstill FOB og AOB. For at L_i^* skal gi entydig indre løsning på optimeringsproblemet til bedriften, kan ikke L_i^* endres av å multiplisere P og w_i med et positivt tall t . Dette krever at faktoreterspørselen

¹⁵Merk at vi ser bort fra faste kostnader i profittmaksimeringsproblemet. Faste kostnader er irrelevant når bedriften skal bestemme innsatsfaktorbruk fordi faste kostnadene ikke påvirker omsetningen.

er homogen av grad 0, $k = 0$.¹⁶ For å se dette, ta utgangspunkt i FOB og multipliser faktorprisene med t :

$$\begin{aligned} tPq'_i(L_i(tP, tw_i)) - tw_i &= 0 \\ q'_i(tL_i(P, w_i)) &= \frac{w_i}{P} \\ tq'_i(L(P, w_i)) &= \frac{w_i}{P}. \end{aligned} \tag{3.3.5}$$

Hvis faktoretterspørselen er homogen av grad 0 betyr det at $L(tP, tw_i) = t^0 L(P, w_i) = L(P, w_i)$. Kun da vil FOB for optimum være uendret av å oppskalere produktpris og innsatsfaktorpris med et positivt tall, t . Er derimot faktoretterspørselen homogen av grad 1 står vi igjen med (3.3.5). Dette har to implikasjoner. For det første betyr dette at den eneste ikke-trivielle profittmaksimerende posisjonen bedriften kan ta er nullprofitt. Hvis profitten er større enn null ($P > w_i$) kan produksjonen skales for å øke profitten til det uendelige (for bedriften er faktor- og produktprisen konstant). For det andre, hvis nullprofitt er tilfellet vil ikke dette implisere entydig løsning for L_i , fordi det potensielt sett eksisterer et helt spekter av løsninger som sørger for at FOB holder.

Den sentrale innsikten vi må ta med oss er derfor at enhver faktoretterspørsel som er homogen av grad 1 kjennetegnes ved teknologi som har *konstant skalaavkastning*. I et kompetitivt marked er det derfor vanlig å ilegge produktfunksjonen restriksjon om å være homogen av grad $k < 1$ som er ekvivalent med *avtakende skalaavkastning*. Dette gjør at AOB holder med streng ulikhet og at faktoretterspørselen er homogen av grad 0.

3.4 Tilpasning i kompetitivt arbeidsmarked gitt *imperfekt produktmarked*

Vi skal i dette underkapittelet beskrive hvordan bedrift i , $i = 1, 2, \dots$ tilpasser seg i et kompetitivt innsatsfaktormarked, men som forholder seg til et imperfekt produktmarked. Innsikten fra dette delkapittelet er viktig når vi i kapittel 4 skal inkludere en bedrift i produktmarkedet som ansetter arbeidskraft fra et kompetitivt arbeidsmarked.

Bedrift i vil nå ta hensyn til at den er *prissetter* i produktmarkedet, men *pristaker* i innsatsfaktormarkedet. Det betyr at bedriftens tilpasning i innsatsfaktormarkedet vil bli påvirket av markedsforholdene i produktmarkedet, fordi produktpris er implisitt en funk-

¹⁶Intuitivt betyr dette at faktoretterspørselen kun reagerer på relative priser. Når P og w_i øker like mye er prisforholdet uendret og dette skal ikke endre L_i^* .

3. TEORI

sjon av innsatsfaktorbruken. Bedrift i velger sysselsetting L_i som maksimerer følgende:

$$\pi_i(P(Q), w_i) = \underset{L_i > 0}{Max} P(Q)q_i(L) - w_i L_i$$

hvor $P(Q)$ er den inverse av etterspørselsfunksjonen representert i ligning (3.1.1). Det betyr at $P'(Q) < 0$. Q utgjør samlet kvantum og kan derfor beskrives som $Q = \sum_{i=1}^n q_i$. Ettersom bedriften er pristaker i innsatsfaktormarkedet vil $w_i = \bar{w} \forall i$. Nødvendig FOB for optimum er:

$$\frac{\partial P}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial L_i} q_i(L_i) + P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} - \bar{w} = 0 \quad (3.4.1)$$

Tilstrekkelig AOB for optimum er:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial Q^2} \frac{\partial^2 Q}{\partial q_i^2} \frac{\partial^2 q_i}{\partial L_i^2} q_i(L_i) + 2 \frac{\partial P}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} \left(\frac{\partial q_i}{\partial L_i} \right)^2 + P(Q) \frac{\partial^2 q_i}{\partial L_i^2} \leq 0, \quad (3.4.2)$$

Vi gjør nå noen forenklende forutsetninger for å forstå implikasjonene av imperfekt konkurranse i produktmarkedet på optimal sysselsetting for bedriften. Anta at bedriftene i produktmarkedet er homogene og produserer identiske produkter. Siden vi har n bedrifter vil symmetri gi oss $Q = nq_i$ og $\frac{\partial Q}{\partial q_i} = \frac{n \partial q_i}{\partial q_i} = n$. Da kan FOB omskrives til:

$$\begin{aligned} P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} \left[1 + \frac{P'(Q)}{P(Q)} \frac{\partial Q}{\partial q_i} q_i(L_i) \right] &= \bar{w} \\ \Leftrightarrow P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} \left[1 + \frac{P'(Q)}{P(Q)} nq_i(L_i) \right] &= \bar{w} \\ P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} \left[1 + \frac{P'(Q)}{P(Q)} Q \right] &= \bar{w} \\ P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} \left[1 - \frac{1}{-\frac{\partial Q}{\partial P} \frac{P}{Q}} \right] &= \bar{w} \end{aligned} \quad (3.4.3)$$

Tolkning av (3.4.3) krever at vi introduserer begrepet etterspørselastisitet. Etterspørselastisiteten forteller oss i absoluttverdi hvor mye etterspurt kvantum i prosent endres når prisen øker med ett prosent. Denne betegnes som $\varepsilon = -\frac{\partial Q}{\partial P} \frac{P}{Q}$. (3.4.3) kan derfor omformuleres til:

$$P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i} \left[1 - \frac{1}{\varepsilon} \right] = \bar{w}. \quad (3.4.4)$$

Ligning (3.4.4) gir oss viktig innsikt om hvordan en bedrift som forholder seg til et im-

perfekt produktmarked tilpasser seg i et kompetitivt arbeidsmarked. Siden bedriften vet at nivået på sysselsettingen påvirker produktpris og atferd til de andre bedriftene i produktmarkedet, vil den ta hensyn til dette når optimal sysselsetting bestemmes (for gitt lønn \bar{w}). Vi ser fra ligningen over at så lenge etterspørselselastisiteten er elastisk, $\varepsilon > 1$, vil venstre side av ligningen være større enn venstre side i ligning (3.3.3). Høyre side i ligning (3.4.4) og (3.3.3) er identisk fordi begge er pristakere i arbeidsmarkedet, $w_i = \bar{w}$. Dette medfører at et imperfekt produktmarked generelt gir ulik løsning for L_i^* relativt til et kompetitivt produktmarked.

Vi kan videre definere verdien av marginalproduktet til arbeidskraft som $MPL = P(Q) \frac{\partial q_i}{\partial L_i}$ og omskrive (3.4.4) til den såkalte Lerner-indeksen. Dette gir oss bedre forståelse for betydningen av imperfekt produktmarked på sysselsettningsnivåene.

$$\frac{MPL - \bar{w}}{MPL} = \frac{1}{\varepsilon}. \quad (3.4.5)$$

Lerner-indeksen gir oss et mål på divergens mellom verdien av marginalproduktivitet og produksjonskostnader. Jo mer uelastisk etterspørselen blir ($\varepsilon \rightarrow 0$), jo større vil divergensen bli. Hvis vi antar *avtakende skalaavkastning* i produksjonen, dvs. MPL avtar for økt L_i , vil økt divergens bety redusert sysselsetting relativt til et kompetitivt produktmarked. Dette er fordi $MPL > \bar{w}$, mens i det kompetitive markedet er $MPL = \bar{w}$. Bedriften er altså "elastisitetpåvirket" i den grad den etterspør relativt mindre arbeidskraft for samme lønn og produktpris, fordi prisen i produktmarkedet avtar når tilbudet av q_i øker. Desto mer uelastisk etterspørselen er, desto større effekt har det på avvik fra kompetitiv sysselsetting.

Hvis vi ikke legger noen restriksjoner på hvilken type likevekt vi studerer i produktmarkedet, og bedriften har *konstant skalaavkastning*, oppstår samme problem som i forrige delkapittel. Dette leder oss inn på spillteori.

3.5 Spillteori

I dette delkapittelet introduserer vi spillteoretiske aspekter vi trenger for å utlede modellen i kapittel 4. Mye av innholdet i dette delkapittelet er hentet fra Dhami (2016), Mas-Colell et al. (1995) og Gibbons (1992). Kapittelet vil ikke introdusere teori vi ikke drar nytte av i modellen som utledes i kapittel 4. Se for eksempel Fudenberg og Tirole (1991) for fordykning i spillteoretiske emner.

Spillteori er studiet av hvordan aktører tilpasser seg og hvilke utfall det genererer

når den enkelte tar inn over seg at gevinsten den mottar (i form av nytte eller profitt) ikke kun avhenger av egne valg, men også av valgene til andre aktører. Spillteori er derfor relevant i markedssituasjoner med relativt få aktører som alle har tilstrekkelig med innflytelse til å påvirke hverandre. I denne oppgaven skal vi anvende et *sekvensielt ikke-kooperativt spill med simultane valg*. Et sekvensielt spill betyr at spillet foregår over flere perioder. I hver periode eksisterer det en beslutningsnode der spillere gjør strategivalg. Disse strategivalgene gjøres simultant og dette innebærer at spillerne på det tidspunkt de fattet beslutninger ikke er informert om hvilke strategivalg de øvrige spillerne har foretatt. Siden spillet er ikke-kooperativt, betyr dette at spillerne ikke samarbeider om strategivalg. Det spillteoretiske rammeverket jeg benytter kan selvsagt være langt mer sofistisert, men for å rendyrke problemstillingen uten tap av generalitet er et ikke-kooperativt sekvensielt spill med simultane valg tilstrekkelig.

3.5.1 Strategier

Alle spillere gjør valg utfra sine strategier. En strategi er en fullstendig sammenhengende beslutningsregel som spesifiserer hvordan spilleren vil handle for enhver adskilte omstendighet der den kan gjøre et valg. Det finnes to typer strategier: rene og blandete. Rene strategier henviser til en fullstendig definisjon av hvordan spilleren vil utføre spillet. En blandet strategi er sannsynligheten for at spilleren vil spille den rene strategien tilgjengelig i strategisetet. Vi er nå klare til å gjøre en formell beskrivelse av strategi: Settet av spillere er $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Hver spiller $i \in N$ kan spille n_i rene strategier definert utfra strategisetet til spilleren. Strategisetet $S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in_i}\}$ beskriver alle tilgjengelige strategivalg for spiller i . Vi antar at S_i er enten kompakt eller endelig for alle i . For å minimere notasjon, betegner vi et generisk element av strategisetet S_i for s_i . En strategiprofil beskriver samlingen av strategivalgene for hver spiller foretatt i spillet. Altså vil $s = (s_1, s_2, \dots, s_n) \in S$ være strategiprofilen i rene strategier til et spill med N spillere og $N \cdot s_{in_i}$ rene strategier. En blandet strategi kan betegnes som $\sigma_i(s_i) \in \Sigma_i$ og utgjør sannsynligheten for at spiller i velger den rene strategien $s_i \in S_i$. Vi kan derfor konkludere med at rene strategier er et spesialtilfelle av blandete strategier; under rene strategier vil $\sigma_i(s_i) = 1 \forall i$. I det resterende av oppgaven skal vi studere spill i rene strategier, fordi vi antar *komplett og perfekt* informasjon.

3.5.2 Spillernes gevinst/målfunksjoner

Spillere gjør strategivalg basert på rasjonalitet. Det betyr at all relevant informasjon om spillets gang, om motspillernes strategier og om tilhørende gevinster vil bli utnyttet av spilleren til å gjøre det strategivalget som maksimerer hans/hennes gevinst. Introduksjonen av en målfunksjon gjør det mulig å beskrive gevinstene spiller i får når strategiprofilen s blir spilt. En målfunksjon tar typisk formen som en nyttefunksjon eller profittfunksjon, derav $u_i(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n) \equiv \pi_i(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$. Her er argumentene som bestemmer nivået på målfunksjonen lik strategiprofilen i rene strategier, s . Vi antar at $u_i(\cdot) \equiv \pi_i(\cdot)$ er kontinuerlig for alle i . Det kan være fordelaktig å betegne målfunksjonen på en mer kompakt form: $u_i(s_i, s_{-i}) \equiv \pi_i(s_i, s_{-i})$. Her vil $s_{-i} = (s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$ være strategiprofilen til de $n - 1$ andre spillerne enn spiller i .

3.5.3 Informasjon

I et spill er graden av informasjonstilgang kritisk for hvilket strategivalg en spiller velger å gjøre. Komplette informasjon betyr at spillets timing, spillernes målfunksjon og tilhørende strategier er allmenngyldig kunnskap blant spillerne. Perfekt informasjon skiller seg fra komplett informasjon fordi førstnevnte krever for ethvert trekk som foretas at spilleren med trekket kjenner til hele historien så langt spillet har kommet. Bakgrunnen for antakelsen om perfekt og komplett informasjon er todelt: For det første forenkler det fremstillingen; for det andre rendyrker det problemstillingen uten tap av generalitet.

3.5.4 Ulike spillrepresentasjoner

I analysen som presenteres i kapittel 4 utvikler vi en modell som strekker seg over flere diskrete tidsperioder. For hver diskret periode vil det foregå et spill i simultane trekk. Den enkelte tidsperiode sitt spill vil derfor bli representert på normalform (heretter normalformspill). Dynamikken til spillet kjennetegnes ved at normalformspillet i det enkelte delspill avhenger intertemporært av de andre delspillene sine utfall. Linken mellom tidsperioder gjør at vi trenger å benytte oss av et ekstensiv-form-representasjon for modellen som helhet

Et normalformspill er et spill der $s \in S$ velges simultant og som spesifiserer: 1) spillerne av spillet, 2) strategien tilgjengelig for hver spiller og 3) gevinst den enkelte spiller mottar for enhver kombinasjon av strategier som kan bli valgt. Spillet betegnes formelt som $G = \{N; S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$. Vi skal i delkapittel 3.5.8 studere et eksempel

på normalformspill.

I et ekstensiv-form-spill vil spillerne gjøre trekk sekvensielt etter å ha observert historien til spillet så langt. Spilltypen spesifiserer 1) spillerne i spillet, 2a) når den enkelte spilleren foretar trekk, 2b) hva den enkelte spiller kan gjøre på hver av hans/hennes trekkmuligheter, 2c) hva hver enkelt spiller vet på hver av hans/hennes trekkmuligheter og 3) gevinsten mottatt av hver spiller for hver kombinasjon som kan bli valgt av spillerne. Vanligvis så fremstilles et ekstensiv-form-spill som et spilltre der spesifikasjonen over legger restriksjoner på hvordan spilltreet designes. Vi kan til slutt bemerke oss hva et *one-shot spill* er. Et one-shot spill er et spill over T perioder, $T = \{1, 2, \dots, t\}$, som gjentas/repeteres kun én gang. Et one-shot spill kan derfor både være statisk og dynamisk. Modellen som utledes i kapittel 4 er et one-shot spill over tre perioder.

3.5.5 Hvem velger hva?

Vi ønsker nå å introdusere rasjonalet bak en spiller sitt strategivalg og hvilke likevekter og tilhørende utfall det genererer. Innsikten om hvordan spillere fatter strategivalg gir oss muligheten til å studere spillets likevekter: situasjoner der ingen spillere fraviker sine strategivalg $\{s_i, s_{-i}\}$. Vi starter med å analysere dette innenfor et one-shot normalformspill i rene strategier. I et normalformspill er det to vanlige måter å forklare rasjonalet bak strategivalget s_i til spiller i . Den ene er gjennom *iterert eliminasjon av strengt dominerte strategier* og den andre er ved å studere spiller i sitt *beste svar*.

Spiller i (som vi har antatt rasjonell) vil ikke spille *dominerte* strategier, det vil si strategier der det finnes alternativer som gir spilleren større gevinst uavhengig av hva de øvrige spillerne foretar seg.

Definisjon 3.1. En strategi $s_i \in S_i$ er strengt dominert for spiller i i normalformspillet $G = \{N, S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ hvis det eksisterer en annen strategi $s'_i \in S_i$ slik at for alle $s_{-i} \in S_{-i}$,

$$u_i(s'_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i}).$$

Ved å skifte ut den strenge ulikheten til svak ulikhet i definisjonen over, reduseres s_i til å være svakt dominert strategi av s'_i . Vi vil fokusere på strengt dominerte strategier ettersom dette fjerner all tvil om s_i blir spilt eller ikke. Iterert eliminasjon er derfor en metode som "fjerner" alle strengt dominerte strategier fra spillet, fordi ingen spillere kan troverdig hevde at slike strategier vil bli spilt. Spillets strategiprofil vil derfor reduseres tilsvarende og vi kan gjøre en mer treffsikker prediksjon av hvordan spillet vil bli spilt. En

fallgruve ved iterert eliminasjon er at det nødvendigvis ikke eksisterer dominerte strategier i spillet som studeres. Dette leder oss inn på beste svar som rasjonale bak strategivalget til spilleren.

Beste svar er en metode som også tar høyde for blandete strategier, men ulikt fra metoden skissert over så vil beste svar "fjerne" alle strategier som ikke er et beste svar for enhver tenkelig strategiprofil til motparten, $\sigma_{-i}(s_{-i})$. beste svar vil alltid "fjerne" minst de strengt dominerte strategiene, mens iterert eliminasjon vil ikke nødvendigvis "fjerne" alle strategier som ikke er beste svar.

Definisjon 3.2. En (blandet) strategi for spiller i , $\sigma_i(s_i)$, er beste svar overfor strategiprofilen $\sigma_{-i}(s_{-i})$ til alle øvrige spillere $-i$ hvis

$$u_i(\sigma_i(s_i), \sigma_{-i}(s_{-i})) \geq u_i(\sigma_i(s_i)', \sigma_{-i}(s_{-i}))$$

for alle $\{\sigma_i(s_i), \sigma_i(s_i)'\} \in \Sigma_i$. Siden $\sigma_i(s_i)$ ikke nødvendigvis unik for alle $\sigma_{-i}(s_{-i})$, vil vi betegne $BR_i(\sigma_{-i}(s_{-i}))$ som settet av beste svar for spiller i til strategiprofilen $\sigma_{-i}(s_{-i})$.

3.5.6 Nash-likevekt

Vi er nå klare til å introdusere et løsningskonsept til simultane normalformspill i rene (blandete) strategier. Dette løsningskonseptet heter Nash-likevekt, utviklet av Nash (1951). Vi vil i det resterende presentere Nash-likevekten i rene strategier. Det er rett frem å utlede samme likevekt i blandete strategier, men for å redusere notasjon og oppgavens antakelser vil vi ikke gjøre dette her.

Nash-likevekt er et løsningskonsept som anvender beste svar som metode. Den rene strategiprofilen (s_i^*, s_{-i}^*) er en Nash-likevekt hvis hver enkelt spiller sin strategi er beste svar på de øvrige spilleres beste svar. Det betyr s_i^* er en Nash-likevekt hvis $s_i^* \in BR_i(s_{-i}^*)$. På et mer folkelig språk vil en Nash-likevekt være en tilstand der enhver spiller ikke avviker fra valgt strategi, fordi strategien er beste svar på de øvrige spillernes beste svar. Ergo, spiller i kan ikke komme bedre ut ved å avvike fra strategivalget hvis strategiprofilen er gitt som s^* .

Definisjon 3.3. I N -spiller normalformspillet, $G = \{N, S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$, vil strategiprofilen $s^* = (s_i^*, s_{-i}^*)$ utgjøre en Nash-likevekt for enhver spiller i hvis

$$u_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*)$$

for alle mulige strategier $s_i \in S_i$; det vil si at

$$s_i^* = \underset{s_i \in S_i}{\text{Max}} u_i(s_i, s_{-i}^*).$$

3.5.7 Dynamiske spill og delspillperfekt Nash-likevekt

I delkapittel 3.5.4 ble det spesifisert at analysen i kapittel 4 vil være dynamisk med endelig antall perioder, fordi utfallene av normalformspillene i den enkelte tidsperiode er intertemporært avhengig av hverandre. Hver spiller sin målfunksjon vil ikke kapitalisere før endeknutepunktet til spillet er nådd. Det betyr at vi studerer en type ekstensiv-form-spill der alle spillere i alle perioder står overfor en beslutningsnode i form av et spill i rene strategier med simultane trekk. Hvert spill gir utfall som har strategisk betydning for spill som kommer på et senere tidspunkt. Vi kan nå introdusere et *delspill* på en uformell måte knyttet opp mot modellen i kapittel 4. Et delspill er en node i ekstensiv-form-spillet hvor spillerne må gjøre ulike strategiske valg spesifisert etter hvilket normalformspill som kjennetegner delspillet.

Nash-likevekten som løsningskonsept må raffineres for å gi entydig løsning på et dynamisk spill. Definisjonen av Nash-likevekt introduserer ikke dynamikk, og gir kun stabil løsning på én-periode-spill. Dette er fordi i en dynamisk setting vil ikke Nash-likevekten klare å skille på om likevekten er basert på troverdige eller utroverdige strategivalg. For å håndtere dette, er prinsippet om en spillers *sekvensielle rasjonalitet* viktig: En spillers strategi burde spesifisere optimale valg på ethvert punkt i spilltreet. Det betyr at en spiller ikke gjør strategivalg uavhengig av fremtidige delspill, men tar innover seg at ethvert strategisk valg har konsekvenser for fremtidige delspill. Spiller i må derfor velge en strategi som spesifiserer optimale trekk på det tidspunktet og fremover, gitt de øvrige spillernes strategier. Dette leder oss inn på *baklengs induksjon*. Baklengs induksjon er en metode å for å karakterisere hvilke strategivalg spiller i burde foreta i nåtid for at sekvensiell rasjonalitet skal være oppfylt. Metoden innebærer at spilleren tar utgangspunkt i siste periode av spillet og velger beste svar på potensielle strategiprofiler til motspillerne. Deretter bruker spilleren innsikten fra beste svar i siste periode til å fatte beslutninger i tidligere perioder som sikrer at beste svar nås i siste periode. I korte trekk innebærer sekvensiell rasjonalitet at spilleren tar valg i nåtid basert på et mål om å nå best tenkelige utfall når spillet ender, gitt de øvrige spillerenes tilgjengelige strategier, ved hjelp av baklengs induksjon. På denne måten "fjerner" vi likevekter som innebærer utroverdige strategier. Dette leder oss inn på den stabile likevektsløsningen for dynamiske spill.

Definisjon 3.4. Strategiprofilen $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$ i et N-spiller ekstensiv-form-spill er en delspill-perfekt Nash-likevekt (SPNE) hvis strategiprofilen medfører Nash-likevekt i alle delspill av spillet. I et spill med perfekt og komplett informasjon vil SPNE bli løst ved hjelp av baklengs induksjon.

SPNE vil være tilstrekkelig for stabil likevektsløsning på spillet i kapittel 4, med grunnlag i de antakelser vi har gjort om informasjonstilgang blant spillerne.

3.5.8 Eksempel: One-shot normalformspill

Vi er nå klare til gi eksempler på normalformspill med komplett informasjon. Vi skal løse for Nash-likevekt(er) i rene strategier med tilhørende likevektsutfall. Vi vil først løse et normalformspill med to spillere for deretter å utvide spillet til tre spillere. Dette er fordi modellen i kapittel 4 tar for seg i første delspill et normalformspill med tre spillere.

Vi starter med det kjente ”Fangenes Dilemma”. Historien bak spillet er som følger: To personer er arrestert for angivelig stå bak en grov ugjerning og hver av de mistenkte er plassert i adskilte celler. Påtalemyndigheten prøver å få en tilståelse på ugjerningen fra hver av de mistenkte. Hver av de mistenkte får vite (uten å kunne kommunisere med motparten) at en tilståelse reduserer straffen til kun ett år, gitt at motparten ikke tilstår. Motparten får da en straffeutmåling på 10 år. Det motsatte er tilfellet hvis den ikke tilstår, men motparten gjør det. Hvis begge tilstår får begge en straffeutmåling på 5 år. Hvis ingen tilstår, vil påtalemyndigheten kunne dømme dem for en mildere straff med straffeutmåling på 2 år. Hver av fangene ønsker å minimere tiden i fengsel.

Fangenes dilemma kan formelt karakteriseres som $G(N; S_1, S_2; u_1, u_2)$, der $N = 2$, $S_i = (s_{i1}, s_{i2}) = \{Tie, Angi\}$, og tilhørende gevinst for spiller i er $u_i(s_{ij}, s_{-ik})$, der $i \neq -i, i = 1, 2$ og $k = 1, 2$ svarer til $-i$ og $j = 1, 2$ til spiller i sitt strategivalg. Vi bruker denne notasjonen, fordi det er ikke gitt at spillerne velger samme strategier. Siden hver spiller har et strategirom på to mulige strategier gir det $2^2 = 4$ potensielle strategiprofiler. Betegner vi $s_{i1} = T$ og $s_{i2} = A$ vil vi ha strategiprofil $S_1 \times S_2 = S = \{TT, AA, AT, TA\}$ og tilhørende gevinst lik $u_i(TA), u_i(AT), u_i(AA)$ og $u_i(TT)$. Normalformspillet kan representeres som:

		Spiller 2	
		Tie	Angi
Spiller 1	Tie	-2,-2	-10,-1
	Angi	-1,-10	-5,-5

Fra spillmatrisen kan vi først anvende iterert eliminasjon av strengt dominerte strategier

3. TEORI

for å gi en prediksjon på hvilken strategi de mistenkte velger. Det fremgår fra spillmatrisen at strategien tie, $s_{i1} = T, i = 1, 2$, vil være strengt dominert strategi av strategivalget $s_{i2} = A$: Uavhengig av hva motparten velger, så vil spiller i alltid komme bedre ut ved å angi. Vi står da igjen med strategiprofilen $s = \{A, A\}$ som løsning av spillet. I Fangenes dilemma viser det seg at iterert eliminasjon gir Nash-likevekt til spillet, fordi $BR_i(s_{-i1}) = BR_i(T) = A$ og $BR_i(s_{-i2}) = BR_i(A) = A$ for $i = 1, 2$. Nash-likevekten i fangenes dilemma er at begge fangene angir (tyster), $s^* = \{A, A\}$, som gir tilhørende gevinst/utfall $u_1(AA) = u_2(AA) = -5$. I spillmatrisen har vi understreket de ulike beste-svar-strategiene for spiller i og dermed Nash-likevekten.

Det neste eksempelet tar for seg et normalformspill i simultane trekk med tre spillere, der hver spiller har et strategisett med to strategivalg. Vi gjør dette for å gi en introduksjon til normalformspillet som studeres i kapittel 4. Tre spillere gir oss $2^3 = 8$ ulike strategiprofiler som kan spilles med tilhørende $8 \times 3 = 24$ gevinstutfall. Prinsipielt løses spillet på samme måte som Fangenes dilemma, men introduksjonen av en ekstra spiller gjør at antall strategiprofiler vokser eksponentielt. Spillet vil være stilisert og det løses ved å finne Nash-likevekten(e). Betrakt følgende normalformspill med tre spillere:

		Vetle			
		Dra på bar		Bli hjemme	
Lars		Simen		Simen	
		Dra på bar	Bli hjemme	Dra på bar	Bli hjemme
Dra på bar	-1,-1,-1	<u>2,1,2</u>	<u>2,2,1</u>	0,1,1	
Bli hjemme	<u>1,2,2</u>	1,1,0	1,0,1	<u>1,1,1</u>	

Tre venner, Simen, Vetle og Lars, som skal bestemme om de skal dra på bar eller bli hjemme. Baropplevelsen deles alene eller kollektivt, men beslutningen foretas alene uten å ha innsyn til hva de øvrige vennene velger. Som gevinstene i spillmatrisen antyder, vil det være best for den enkelte å dra på bar hvis en av vennene blir med - hvis en drar og ingen blir med vil han som drar kjede seg. Hvis alle tre drar vil trengselen i baren være så stor at det ikke blir noen hyggelig opplevelse for noen av dem. Beslutningen om å dra på bar eller ikke blir derfor en strategisk beslutning fordi det er negative eksternaliteter hvis for mange drar og negative eksternaliteter hvis for få drar.

Formelt kan spillet representeres: $G(N; S_1, S_2, S_3; u_1, u_2, u_3)$ der $N = 3$, $S_i = (s_{i1}, s_{i2}) = \{\text{Dra på bar, Bli hjemme}\}$, $i = 1, 2, 3$, hvor heretter $s_{i1} = \text{Dra på bar} = B$ og $s_{i2} = \text{Bli hjemme} = H$. La så $s = (s_{ij}, s_{-ik}) \in S$ være strategiprofilen til spillet hvis spiller i velger s_{ij} og de øvrige spillerne velger s_{-ik} der $i \neq -i$, og $j = 1, 2$ svarer til i sitt strategi-

valg $\{B,H\}$ og $k = 1, 2$ og ikke nødvendigvis identisk med j . Da vil gevinster av å spille strategiprofil s for spiller i være $u_i(s_{ij}, s_{-ik})$. Spørsmålet som da reiser seg er: Hvilken strategiprofil $s \in S$ er Nash-likevekten(e) til dette spillet? Studerer vi først iterert eliminasjon finner vi at ingen strategier for noen av spillerne er strengt dominert. Vi går videre med beste-svar. Ved å understreke beste svar for spiller i finner vi spillets Nash-likevekt(er). Spillet har altså fire Nash-likevekter i rene strategier. De er: $\{HBB\}$, $\{BHB\}$, $\{BBH\}$ og $\{HHH\}$. Vi har ingen entydig løsning på spillet, siden vi ikke har noen klar måte å differensiere mellom Nash-likevekter.

Dette spillet eksemplifiserer det vi diskuterte i delkapittel 3.5.5: En Nash-likevekt kan aldri være en strengt dominert strategi, men strengt dominerte strategier gir ikke alltid innblikk i hva spillets Nash-likevekt(er) er.

3.6 Konkurransen i imperfekt produktmarked

Vi er endelig klare til å beskrive hvordan bedrifter tilpasser seg i et imperfekt produktmarked, ved bruke innsikten fra spill-teori-kapittelet. Vi skal ikke gjøre en fullverdig analyse av imperfekt konkurranse, men heller fokusere på sentral innsikt vi trenger for å utlede modellen i kapittel 4.

Et imperfekt produktmarked er et marked med to eller flere bedrifter som alle har store nok markedsandeler til å påvirke produktprisen. Dette har vi tidligere beskrevet som et oligopol.¹⁷ I et oligopol kan bedriftene enten bruke kvantum eller pris som beslutningsvariabel i konkurransen. Hvis pris er beslutningsvariabel vil prisen bestemmes av den enkelte bedrift gi produsert kvantum for gitt residualletterspørsel.¹⁸ Slik type konkurranse blir referert til som *Bertrand-konkurranse* etter Bertrand (1883).

Hvis kvantum er beslutningsvariabel vil kvantum bestemmes av den enkelte bedrift påvirke markedsprisen og indikere hvor stor residualletterspørsel de vil få rettet mot seg. Slik type konkurranse blir referert til som *Cournot-konkurranse* etter Cournot (1838). Cournot- og Bertrand-konkurranse er metodiske rammeverk for analyse av imperfekte (produkt)markeder, men de legger ikke restriksjoner på konkurransen innad i markedet: Er produktene perfekte eller imperfekte substitutter? Eksisterer det transaksjonskostnader ved å endre produkt blant konsumentene? Første spørsmål referer til hvilken grad

¹⁷Vi vil ikke eksplisitt gå inn på hvordan et monopol tilpasser seg, siden det er utenfor omfanget til denne oppgaven.

¹⁸Residualletterspørsel henviser til etterspørselen som retter seg mot den spesifikke bedrift, gitt strategivalgene til de øvrige bedriftene. For eksempel, i et monopol vil residualletterspørselen være hele etterspørselen i markedet.

bedriftene er i direkte konkurranse med hverandre. Er produktene perfekte substitutter er bedriftene i direkte konkurranse. Det andre spørsmålet referer til monopolistisk konkurranse. Dette er situasjoner der bedriftene produserer identiske produkter, men på grunn av transaksjonskostnader som merkevarelojalitet eller geografisk avstand er produktene ikke i direkte konkurranse. Modellen i kapittel 4 skal studere tilpasning i et produktmarked kjennetegnet ved Cournot-konkurranse med homogene produkter. Dette gjør vi for å rendyrke problemstillingen og vi utelater derfor analyse av Bertrand- og monopolistisk konkurranse heretter. I dette delkapittelet analyserer vi et generelt tilfelle av Cournot-konkurranse med perfekte substitutter for å introdusere leseren til metoden som brukes i kapittel 4.

Betrakt et produktmarked med N bedrifter hvor $N = (1, 2, \dots, n)$ og i er et generisk element. Hver bedrift i bestemmer nivå på q_i simultant og spillet er statisk og repeteres ikke. Vi antar at hver bedrift har komplett informasjon. Strategisettet til bedrift i er $S_i = q_i \in [0, \infty)$ og den enkelte bedrift sin målfunksjon er simpelthen profittfunksjonen, $\pi_i(q_i, q_{-i})$. Vi antar at $\pi_i(\cdot)$ for alle i er dobbelt kontinuerlig differensierbar i S_i . Cournot-spillet kan derfor representeres som et normalformspill i rene strategier, $G(N; S_1, \dots, S_n; \pi_1, \dots, \pi_n)$. For å løse dette spillet anvender vi Nash-likevekten som løsningskonsept. Vi skal vise at dette gir stabil løsning på spillet.

Vi vet fra definisjon 3.3.1 at Nash-likevekten finner vi ved å utnytte spillernes beste svar. Strategiparet (q_i^*, q_{-i}^*) vil være Nash-likevekten til spillet hvis

$$q_i^* = \underset{q_i \in S_i}{Max} \pi_i(q_i, q_{-i}^*) \quad \forall i. \quad (3.6.1)$$

Bedrift i sitt valg av q_i^* er derfor et resultat av at bedriften velger $q_i = BR_i(q_{-i})$ som maksimerer (3.6.1) gitt overbevisningen om at alle andre bedrifter $-i$ velger $q_{-i} = BR_{-i}(q_i)$ på samme måte. Denne slutningen holder fordi alle bedrifter er antatt rasjonelle. Nash-likevekten med strategiprofil (q_i^*, q_{-i}^*) indikerer derfor stabil løsning, fordi ingen kan tjene på å komme bedre ut gitt de øvrige bedriftenes tilpasning. Nødvendige og tilstrekkelige betingelser for indre løsning på Nash-likevekten i rene strategier er FOB og AOB. På generell form vil bedrift i sin profittfunksjon (målfunksjon) være:

$$\pi_i(q_i, q_{-i}) = P(Q)q_i - c_i(y_i), \quad (3.6.2)$$

der $c_i(y_i)$ er kostnadsfunksjonen til bedrift i og $P(Q)$ er invers etterspørselsfunksjon. FOB og AOB krever at

$$\begin{aligned} \text{FOB: } \frac{\partial \pi_i(q_i, q_{-i}^*)}{\partial q_i} &= \frac{\partial P(Q)}{\partial q_i} q_i + P(Q) - \frac{\partial c_i(q_i)}{\partial q_i} = 0 \quad \forall i; \\ \text{AOB: } \frac{\partial^2 \pi_i(q_i, q_{-i}^*)}{\partial q_i^2} &= \frac{\partial^2 P(Q)}{\partial q_i^2} q_i + 2 \frac{\partial P(Q)}{\partial q_i} - \frac{\partial^2 c_i(q_i)}{\partial q_i^2} \leq 0 \quad \forall i. \end{aligned}$$

Vi ser umiddelbart fra AOB at *konstant skalaavkastning* ikke gir problemer med å finne den unike løsningen q_i^* og dermed L_i^* . Dette er en distinkt forskjell fra det kompetitive markedet. Intuisjonen er som følger: Isolert sett vil konstant skalaavkastning bety at oppskalering av innsatsfaktorbruk ikke endrer enhetskostnadene. For gitt produktpris vil dette ikke garantere unik løsning for L_i . Men nå er produktprisen en funksjon av produsert kvantum og derfor implisitt en funksjon av innsatsfaktorbruken. Hvis strageiprofilen (q_i^*, q_{-i}^*) er Nash-likevekt så må dette gi unik løsning på innsatsfaktorbruken, *uavhengig* av om teknologien yter avtakende eller konstant skalaavkastning. Har bedriften konstant skalaavkastning og befinner seg i (q_i^*, q_{-i}^*) og samtidig velger å oppskalere innsatsfaktorbruken med en differensial enhet må $q_i \neq q_i^*$ og vi kan ikke finne oss i en Nash-likevekt. Ergo, Nash-likevekten sikrer unik løsning for L_i selv om konstant skalaavkastning kjenner tegner produksjonsteknologien. Fra AOB ser vi at Nash-likevektens eksistens krever at invers etterspørselsfunksjon er konkav/lineær (eller ikke for mye konveks) samt at kostnadsfunksjonen er konveks/lineær. I dette eksempelet antar vi at $\frac{\partial^2 \pi_i(q_i, q_{-i}^*)}{\partial q_i^2} < 0$, som gir indre løsning lik (q_i^*, q_{-i}^*) .

FOB er nødvendig betingelse for Nash-likevekt og den forteller oss om bedriftens reaksjonsmønster overfor de øvrige bedriftene. Løsning av FOB for q_i uttrykker derfor bedriftens responsfunksjon som en implisitt funksjon av q_{-i} : $q_i = BR_i(q_{-i})$. Responsfunksjonen $BR_i(q_{-i})$ må derfor være implisitt definert av FOB:

$$\frac{\partial \pi_i(BR_i(q_{-i}), q_{-i}^*)}{\partial q_i} \equiv 0.$$

Reaksjonsmønsteret til bedrift i av endret overbevisning om bedrift $-i$ sitt kvantum, q_{-i} , finner vi ved å differensiere identiteten med hensyn på q_{-i} og deretter løse for $BR_i(q_{-i})$:

$$BR_i'(q_{-i}) = \frac{\partial^2 \pi_i / \partial q_i \partial q_{-i}}{-\partial^2 \pi_i / \partial q_i^2}.$$

Fra AOB vet vi at nevner alltid er positiv. Det betyr at helningen på responsfunksjonen (og dermed om q_i øker eller avtar) avhenger av fortegnet på telleren. Fortegnet på telleren kan vi finne ved å derivere FOB mhp. q_{-i} . Dette gir oss

$$\partial^2 \pi_i / \partial q_i \partial q_{-i} = \frac{\partial^2 P(Q)}{\partial q_i \partial q_{-i}} q_i + \frac{\partial P(Q)}{\partial q_{-i}} < 0.$$

Telleren er negativ hvis invers etterspørsel er lineær eller hvis den kryssderiverte er negativ. Under Cournot-konkurranse vil reaksjonsfunksjonen typisk ha negativ helning, $BR'_i(q_{-i}) < 0$. Bedrift i sin beste svar på overbevisning om at motparten *øker* sin produksjon er ved å *redusere* egen produksjon. Strategivalgene sies å være *strategiske substitutter*. Nash-likevektsutfallet finner vi ved å løse for (q_i^*, q_{-i}^*) der bedrift i og $-i$ sine responsfunksjoner krysser.

Et spørsmål som reiser seg er hvordan utfallet i Cournot-konkurranse skiller seg fra produktmarked med annet konkurransetrykk. Med andre ord, hva er implikasjonene av imperfekt konkurranse? For å se dette kan vi omskrive FOB til:

$$P(Q) \left[1 + \frac{\partial P}{\partial Q} \frac{q_i}{P} \right] = c'_i(q_i)$$

Lar vi så $\mathcal{S}_i = q_i/Q \in [0, 1]$ utgjøre bedrift i sin markedsandel, kan vi skrive

$$P(Q) \left[1 + \frac{\partial P}{\partial Q} \frac{Q}{P} \mathcal{S}_i \right] = c'_i(q_i).$$

eller

$$P(Q) \left[1 - \frac{\mathcal{S}_i}{\varepsilon} \right] = c'_i(q_i) \tag{3.6.3}$$

(3.6.3) viser tydelig konsekvensen av imperfekt konkurranse. I et kompetitivt marked vil bedriftene tilpasse seg der $P = c'_i(q_i)$. Så fremt det er fravær av perfekt konkurranse vil $\mathcal{S}_i > 0$, som betyr at $P(Q) > c'_i(q_i)$. Dette betyr at $Q_{\mathcal{S}_i > 0} < Q_{\mathcal{S}_i = 0}$ fordi $P'(Q) < 0$. Når $\mathcal{S}_i \rightarrow 1$ går markedet mot et monopol, mens $\mathcal{S}_i \rightarrow 0$ går markedet mot perfekt konkurranse. Vi kan derfor konkludere med at Cournot-konkurranse ligger et sted mellom perfekt konkurranse og monopol, og at fravær av perfekt konkurranse gir renprofitt og effektivitetstap i form av for lav produksjon og for høye priser.

3.7 Imperfekt innsatsfaktormarked: Tilstedeværelse av fagforeninger

Det siste teoretiske aspektet vi må diskutere før vi oppgavens modell i kapittel 4, er hvordan tilstedeværelse av fagforeninger i innsatsfaktormarkedet påvirker sysselsetting

og lønn. Delkapittelet diskuterer kort temaer som fagforeningers makt, målfunksjon og hvordan forhandlinger mellom bedrift(er) og fagforening(er) kan modelleres. Fokuset er på å introdusere teori vi drar nytte av i kapittel 4 samt en kort introduksjon til sentral teori vi ikke benytter oss av. Teorien er hentet i hovedsak fra Booth (1995) og Johansen (2000) og jeg anbefaler disse kildene for lesere som ønsker en dypere gjennomgang.

3.7.1 Fagforeningers målfunksjon

En fagforening er en forening bestående av arbeidstakere som har organisert seg (enten isolert i den enkelte bedrift eller på industrinivå) for å yte forhandlingsmakt overfor sine arbeidsgivere i spørsmål som angår dem. Målfunksjonen til fagforeningen søker derfor å representere preferansene til alle medlemmene på et aggregert nivå. Aggregering av preferanser er krevende og tidvis problematisk. For det første vil ikke en aggregering ta hensyn til all heterogenitet blant medlemmene. For det andre er det vanskelig å eksakt peke på hvilke målsetninger fagforeningen har. For det tredje er det teoretiske utfordringer med å gå fra individuelle preferanser til aggregerte preferanser. Legger vi disse utfordringene til side, kan vi modellere fagforeningen som en rasjonell aktør med veldefinerte preferanser. En generell målfunksjon kan beskrives som:

$$U = U(\mathbf{w}, L^f, \mathbf{Z}),$$

der \mathbf{w} er lønnsvektor, $L^f = \sum_{j=1}^J L_j$ er aggregert sysselsetting blant fagorganiserte og \mathbf{Z} en vektor bestående av andre variable som påvirker fagforeningens nytte (som arbeidstid, arbeidsforhold, arbeidsinnsats etc.). Vi antar at $U(\cdot)$ er dobbelt kontinuerlig differensierbar i sysselsetting og lønn. Hvis fagforeningen bryr seg om økonomisk velferd blant sine medlemmer, vil lønn utgjøre en god proxy fordi den fanger opp omdistribuert overskudd fra bedriftens eiere. Naturlignok vil også sysselsetting være innenfor fagforeningens preferanser. I teoretisk litteratur blir målfunksjonen ofte representert ved *utilitaristiske* eller *forventet nytte*-preferanser.¹⁹ I kapittel 4 isolerer vi analysen mot lønn og sysselsetting, med en industrifagforening. Dette gir oss følgende målfunksjon:

$$U = U(\mathbf{w}, L^f), \quad \text{med } U'_{\mathbf{w}} > 0; U'_{L^f} > 0; U'_{\mathbf{w}\mathbf{w}} < 0; U'_{L^f L^f} < 0.$$

Videre antar vi at fagforeningen har utilitaristiske preferanser. I lønnsdomenet søker fag-

¹⁹Utilitaristiske preferanser er preferanser som tar sikte på å maksimere summen av hver enkelt fagforeningsmedlem. Forventet nytte-preferanser er preferanser som tar utgangspunkt i gjennomsnittsmedlemmet/representativt medlem.

foreningen å maksimere differansen mellom lønn til sine medlemmer og den lønnen som ville vært gjeldende hvis fagforeningen ikke eksisterte (kompetitiv lønn). Vi antar så at hvert fagforeningsmedlem har identiske preferanser overfor sin arbeidsgiver og at antall fagorganiserte er eksogent gitt. Dette muliggjør å uttrykke den effektive målfunksjonen til fagforeningen som en Stone-Geary nyttefunksjon²⁰

$$U = L^f(w_i - w_2)^\theta. \quad (3.7.1)$$

Her uttrykker w_i fremforhandlet lønnsnivå for bedrift i , mens w_2 uttrykker kompetitiv lønn. Argumentet for å inkludere $0 < \theta < 1$ i målfunksjonen, er for å kvantifisere fagforeningens vekting av sysselsetting mot lønn når den utformer sin politikk, fordi generelt står fagforeningen i en avveining mellom høy lønnsdifferanse og lav sysselsetting mot lav lønnsdifferanse og høy sysselsetting. Dette er fordi arbeidskraftetterspørselen er fallende i faktorprisen. θ kan på samme måte uttrykke fagforeningens grad av absolutt risikoaversjon, $A(w) = (1 - \theta)/U$.²¹ Går $\theta \rightarrow 0$ veker ikke fagforeningen lønn i sine preferanser som er ekvivalent med at fagforeningens risikoaversjon går mot en øvre grense, fordi den misliker å gi slipp på sysselsetting. Går derimot $\theta \rightarrow 1$ har fagforeningen full vekt på lønn og det er ekvivalent med at fagforeningen er risikonøytral.

3.7.2 Hvorfor har fagforeninger relevans?

Det er nødvendigvis ingen kobling mellom fagforeninger og politikkgjennomslag a priori, fordi en fagforening kan eksistere i et kompetitivt arbeidsmarked uten å utrette noe som helst. Det kritiske som gjør en fagforening til en relevant institusjon, er fagforeningens forhandlingsmakt overfor arbeidsgivere. Forhandlingsmakt kan oppnås på flere måter og typisk vil fagforeningen opparbeide seg makt gjennom høy organisasjonsgrad av sysselsatte i industrien den representerer og/eller sterk historisk forankring. Høy organisasjonsgrad gjør forhandlingsmakten troverdig fordi en streik initiert av fagforeningen betyr at bedriftene må stanse produksjonen og dermed tape inntekter. Men streiken er kun troverdig hvis det kostbart for bedriftene å ansette arbeidskraft utenfor den fagorganiserte industrien. For eksempel vil spesialisert arbeidskraft, lav arbeidskraftmobilitet, høyt stillingsvern og

²⁰Denne representasjonen er også brukt i Lommerud og Straume (2012).

²¹Risikoaversjon betyr at en aktør misliker risiko, fordi nytten forbundet med å ta på seg risiko er mindre enn nytten av velge et alternativ som eliminerer risikoen. Hvis en aktør frastår et lotteri med null i forventning mot å få null med sikkerhet, er aktøren risikoavers. Absolutt risikoaversjon måler graden av risikoaversjon i absolutte tall. Hvis $A(w)$ er absolutt risikoaversjon over formue w , vil $A(w)$ være gitt som $A(w) = -U''(w)/U'(w)$. Se Eeckhoudt, Gollier og Schlesinger (2011) for en nærmere analyse.

høye transaksjonskostnader ved å flytte på arbeidskraft mellom sektorer øker troverdigheten til streiken og dermed forhandlingsmakten. Kontroll over arbeidstilbudet er derfor essensielt for at fagforeningen skal kunne opparbeide seg monopolmakt. Uansett hvor sterk forhandlingsmakt fagforeningen har, så har den ingen verdi hvis det ikke eksisterer et overskudd som kan bli delt mellom arbeidstaker og -giver. Imperfekte produktmarkeder er et naturlig opphav til slike overskudd.

3.7.3 Normativ og positiv forhandlingsteori

Det eksisterer to teoretiske tilnærminger til hvordan forhandlinger modelleres. Den ene er *normativ forhandlingsteori* og den andre er *positiv forhandlingsteori*. Førstnevnte er en statisk aksiomatisk tilnærming til forhandlinger etter betydningsfulle bidrag fra Nash (1950) og Nash (1953).²² Tilnærmingen fokuserer på utfallene til forhandlingene, snarere enn forhandlingsprosessen. Sistnevnte er en spillteoretisk ikke-kooperativ tilnærming etter Ståhl (1972) og Rubinstein (1982). Tilnærmingen fokuserer på forhandlingsprosessen bak de faktiske utfallene. Forhandlingene blir modellert på ekstensiv form der partene sekvensielt gir forhandlingstilbud som motparten enten kan godta eller avslå. Baklengs induksjon gir delspill-perfekt Nash-likevekt og likevektsutfallene avhenger av hvilken spiller som starter med å gi bud og relativ utålmodigheten etter å nå enighet. Vi skal i kapittel 4 anvende normativ forhandlingsteori, fordi denne tilnærmingen forenkler fremstillingen av lønnsforhandlinger samtidig som den normative har større empirisk gyldighet enn den positive tilnærmingen.²³

3.7.4 Normative forhandlingsmodeller

Innenfor den normative forhandlingsteorien er det tre typer forhandlingsmodeller som studeres. Siden vi i kapittel 4 skal benytte oss av en av disse er det viktig å presentere hvilke forhandlingsmodeller vi kan velge mellom. Disse er *monopol-fagforeningsmodellen*, *styringsrettsmodellen* og *modell for effisiente forhandlinger*. I monopol-fagforeningsmodellen setter fagforeningen lønnskrav ensidig og bedriftene kan enten godta eller avslå lønnskravet. Hvis bedriftene godtar vil de bestemme sysselsetting. Fagforeningen tar derfor hensyn til at det er en negativ sammenheng mellom lønn og sysselsetting når lønnskravet utarbeides. I

²²Aksiomer er en teori sine grunnsetninger. Løsningen på normativ forhandlingsteori avhenger derfor kritisk av om grunnsetningene holder. Se Dhami (2016) s. 786-793 for en grundig gjennomgang av forhandlingsteoriens aksiomer og empiriske gyldighet.

²³Se Dhami (2016) s. 786-793 for en grundig gjennomgang av den empiriske gyldigheten til normativ forhandlingsteori, og s. 793-811 for en grundig gjennomgang av den empiriske gyldigheten til positiv forhandlingsteori.

styringsrettsmodellen har fagforeningen ikke lenger monopolmakt og det foregår forhandlinger over lønn mellom partene. Bedriftene står fritt til å bestemme sysselsetting basert på fremforhandlet lønnsnivå. I modell for effisiente forhandlinger vil partene forhandle frem sysselsetting- og lønnsnivå.

Disse tre modellene kan alle representeres i en målfunksjon som forhandlingspartene søker å maksimere. Utledning av dette generelle optimeringsproblemet følger fra Nash (1950) og Roth (1978), og løsningen(e) vil svare til utfallet av forhandlingene. Lar vi (U, \bar{U}) betegne henholdsvis fagforeningsnytte av suksessfulle forhandlinger og streik og $(\Pi, \bar{\Pi})$ betegne henholdsvis arbeidsgiverprofitt av suksessfulle forhandlinger og streik kan vi beskrive løsningen på forhandlingsproblemet, Ω , som

$$\Omega = \underset{w_i > 0, L_i > 0; U > \bar{U}, \Pi > \bar{\Pi}}{\operatorname{argmax}} (U - \bar{U})^\beta (\Pi - \bar{\Pi})^{1-\beta}, \quad 0 \leq \beta \leq 1.$$

Her svarer $0 \leq \beta \leq 1$ til relativ forhandlingsstyrke til fagforeningen. Studerer vi monopol-fagforeningsmodellen vil Ω være løsningen der kun w_i er beslutningsvariabel og $\beta = 1$, mens i styringsrettsmodellen er β fortsatt eneste beslutningsvariabel, men $0 < \beta < 1$. I modell for effisiente forhandlinger vil $0 < \beta < 1$, men nå er både w_i og L_i beslutningsvariable. I forhandlingsteori settes typisk verdiene for \bar{U} og $\bar{\Pi}$ til null.

Et generelt resultat fra litteraturen som studerer disse modellene, er at utfallene til effisiente forhandlinger alltid vil paretodominere både styringsrettsmodellen og monopol-fagforeningsmodellen, fordi forhandlinger over både lønn og sysselsetting gir forhandlingsutfall som kan øke nytten til fagforeningen eller profitten til arbeidsgiverne eller begge partene relativt til de andre forhandlingsmodellene uten at motparten kommer verre ut. Resultatet avhenger av at fagforeningen bryr seg om både sysselsetting og lønn (dvs. $\theta < 1$). Intuisjonen bak dette resultatet er at effisiente forhandlinger muliggjør en allokering til høyre for arbeidskraftteterspørselskurven langs partenes kontraktskurve.²⁴

²⁴Se Johansen (2000) for nærmere diskusjon.

4 Modell

Vi er endelig klare til å fokusere isolert på oppgavens problemstilling. Basert på diskusjonen i kapittel 1 og 2, og det teoretiske fundamentet presentert i kapittel 3, skal vi nå fokusere på mitt bidrag. Innsikten fra teorikapittelet står sentralt for at leseren klarer å følge resonnementene i dette kapittelet. For å fange opp alle momenter som ble drøftet i delkapittel 2.1, skal vi i delkapittel 4.1 studere incentiver til å investere i ny teknologi når lønnsnivået i fagorganisert sektor og graden av globalisering er eksogent gitt, mens vi i delkapittel 4.2 endogeniserer lønnsnivået. I delkapittel 4.3 er lønnsnivået fortsatt endogent bestemt, men nå studerer vi tilfellet med komplett globalisering. Det eneste som skiller delkapittelene fra hverandre, er hvilke variabler som er endogent bestemt. Gjennom hele kapittelet antar vi at alle spillere har komplett og perfekt informasjon.

4.1 To sektorer, tre bedrifter, eksogent bestemt lønn, gitt globalisering.

Dette delkapittelet har følgende struktur: Først er det en overordnet beskrivelse av modellen, deretter er det en grundig beskrivelse av hver av modellens delspill, før vi tilslutt løser spillet for delspill-perfekt Nash-likevekt (SPNE). I beskrivelsen av spillet vil vi diskutere betydningen av globalisering, ny teknologi og andre viktige begreper. Modellen er et dynamisk one-shot spill i rene strategier over tre perioder. Hver periode svarer til et delspill i simultane trekk, der første periode refereres til som periode 1, andre periode som periode 2 og tredje periode som periode 3. Hver periode representerer følgende:

- I periode 1 foretar spillerene investeringsbeslutning rundt hvilken teknologi de skal bruke i produksjonen.
- I periode 2 vil hver spiller tilpasse seg i arbeidsmarkedet. Hvorvidt den enkelte spiller må forholde seg til en fagforening, avhenger av hvilket arbeidsmarked spilleren ansetter arbeidskraft fra. Gitt diskusjonen i kapittel 2, vil denne oppgaven fokusere på sentraliserte forhandlinger med uniform lønn for de bedrifter som har fagorganisert arbeidskraft.
- I periode 3 er spillerne i direkte konkurranse mot hverandre i et internasjonalt produktmarked.

Videre vil modellens rammeverk bestå av tre spillere, $N = \{1, 2, 3\}$ med i som generisk element. Heretter definerer vi spiller 1 som bedrift 1, spiller 2 som bedrift 2 og spiller 3 som

bedrift 3. La $\pi_i(s_i, s_{-i}), i \neq -i$, svare til bedrift i sin målfunksjon og tilhørende gevinst av strategiprofil $s = (s_i, s_{-i}) \in S$, der $s_i \in S_i$ for alle spillere i og s_{-i} er strategiprofilen til alle andre bedrifter enn i . Vi antar at målfunksjonen er dobbelt kontinuerlig differensierbar i S , og at den svarer til bedrift i sin profittfunksjon. Vi fortsetter analysen med å beskrive hver periode i detalj.

I periode 1 står bedrift i overfor en binær investeringsbeslutning. En ekstern teknologibedrift (for eksempel et forskningsinstitutt) har patent på en teknologi der lisensrettigheter selges til en pris $\rho > 0$. Hvis bedrift i velger å kjøpe lisensrettigheten ved å betale sunk kostnad, ρ , vil implementering i eksisterende produksjonsteknologi medføre at arbeidskraftinnsatskravet per produserte enhet *avtar* med en mengde $\Delta > 0$. Hvis bedrift i avstår fra å kjøpe teknologien, vil ρ ikke betales og arbeidskraftinnsatskravet til produksjonsteknologien forblir uendret. Kjøp av lisensrettigheten, og påfølgende implementasjon, gir derfor nivåøkning i bedriftens produktivitet.²⁵ La S_i^1 være strategisetten til spiller i i periode 1 der $S_i^1 = (s_{i1}^1, s_{i2}^1)$. Her vil $s_{ij}^1, j = 1, 2$, være bedrift i sine rene strategier i periode 1. Vi vil heretter definere $s_{i1}^1 \equiv \text{Kjøp av lisens (KL)}$ og $s_{i2}^1 \equiv \text{Ikke kjøp av lisens (IKL)}$. Isolert sett vil bedrift i sitt strategivalg være gitt av følgende rasjonelle atferd: Hvis meravkastningen av å kjøpe lisensrettigheten for sunk kostnad er strengt større enn null, gitt de øvrige bedriftene sine investeringsbeslutninger, s_{-ij}^1 , vil bedrift i kjøpe lisensrettigheten. Hvis ikke vil bedriften avstå. La $\Psi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1)$ være meravkastning av å kjøpe lisensrettighet, da modelleres dette formelt som

$$\Psi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) = \pi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) - \pi_i(s_{i2}^1, s_{-ij}^1) - \rho. \quad (4.1.1)$$

Meravkastningen bedrift i får av å kjøpe lisensrettigheten er differansen i profitt med og uten ny teknologi, gitt de øvrige bedriftenes strategivalg. Gitt den rasjonelle atferden bak lisenskjøp, formulerer vi den binære investeringsbeslutningen som:

$$s_{ij}^1 = \begin{cases} s_{i1}^1 \equiv KL & \text{hvis } \Psi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) > 0; \\ s_{i2}^1 \equiv IKL & \text{hvis } \Psi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) \leq 0. \end{cases} \quad (4.1.2)$$

Vi studerer et marked med tre bedrifter. Det impliserer at det er $2^3 = 8$ ulike strategiprofiler vi må ta høyde for med tilsvarende $8 \cdot 3 = 24$ ulike meravkastningsnivåer vi må løse for i periode 1. Merk at i tilfeller der strategiprofilen impliserer at bedrift i ikke kjøper

²⁵Produktivitet er et mål på hvor stor produksjonens utbytte er relativt til innsatsen. Krever produksjonsteknologien to enheter arbeidskraft per enhet produsert, er produktiviteten lik 1/2. Reduseres innsatsfaktorkravet til én enhet arbeidskraft per produserte enhet øker produktiviteten til 1.

lisensrettighet, vil også tilhørende meravkastning være lik null av definisjon. For at den enkelte bedrift i periode 1 skal klare å bestemme investeringens lønnsomhet, må den benytte seg av baklengs induksjon fordi lønnsomheten avhenger av faktor- og produktpriser og omsatt kvantum som bestemmes i henholdsvis periode 2 og 3.

I periode 2 vil hver bedrift tilpasse seg i arbeidsmarkedet på bakgrunn av den produksjonsteknologien de har tilgjengelig fra periode 1. Ettersom dette er et one-shot spill, er det naturlig at modellen er kortsiktig. Det betyr at arbeidskraft er eneste variable innsatsfaktor i produksjonen. I prinsippet står bedrift i fritt til å ansette fagorganisert arbeidskraft, ikke-fagorganisert arbeidskraft eller en blanding av disse to. Siden bedriftene er i direkte konkurranse med hverandre kan vi betrakte kompetansen til arbeiderne som identisk. Beslutningen om hvilken type arbeidskraft den enkelte bedrift ansetter avhenger derfor av hvilken faktorpris den må betale for arbeidskraften. En sentral komponent i denne faktorprisen er lønnsnivået. A priori vil fagorganisert arbeidskraft ikke ha ulik lønn fra ikke-fagorganisert arbeidskraft. Det som gir opphav til lønnsforskjeller er fagforeningens forhandlingsmakt og tilstedeværelse av overskudd hos bedriften. I delkapittel 3.7.2 argumenterte vi for at forhandlingsmakten avhenger av fagforeningens evne til å kontrollere arbeidstilbudet inn og ut av egen sektor.

I denne oppgaven studerer vi to geografisk adskilte arbeidsmarkeder, hvor hvert arbeidsmarked representeres som en sektor: Sektor 1 og sektor 2. Sektor 1 består av fagorganisert arbeidskraft, mens sektor 2 ikke har noen fagforening, og forholder seg til et kompetitivt arbeidsmarked. Vi antar at "naturen" har fordelt bedrift 1 og 2 til sektor 1 og bedrift 3 til sektor 2. Bedriftene er derfor geografisk adskilt, men konkurrerer i et felles internasjonalt produktmarked. Fagforeningen som representerer arbeidskraften i sektor 1 har monopolmakt kun hvis den klarer å kontrollere arbeidstilbudet i sektor 1. Det betyr, utover full organisasjonsgrad, at bedrifter med tilhørighet til sektor 1 ikke ansetter arbeidskraft fra sektor 2. Fagforeningen kan ikke forby hvilken arbeidskraft bedrift 1 og 2 ansetter, så monopolmakten avhenger av at det eksisterer kostnader som påløper den enkelte bedrift når den ansetter arbeidskraft fra en sektor den ikke tilhører. Kostnader som påløper den enkelte bedrift av å skifte arbeidskraft fra fagorganisert til ikke-fagorganisert og vice versa karakteriseres som transaksjonskostnader. Graden av globalisering er en kritisk faktor for nivået på disse transaksjonskostnadene. Jeg argumenterer for at globalisering, akkompagnert av digital teknologi, er en faktor som jevner ut forskjellene mellom kulturer og støtter opp under engelsk som lingua franca. Økt globalisering trekker i retning av en mer homogen verden. På den måten vil transaksjonskostnadene

avhenge negativt av graden av globalisering, fordi kostnader forbundet med integrering og transport av arbeidstakere fra andre geografiske områder avtar. På den andre siden vil en lav grad av globalisering gjøre det mulig for fagforeningen å tvinge frem relativt høy lønn uten at bedriftene i sektor 1 ønsker å substituere den fagorganiserte arbeidskraften med ikke-fagorganisert. Denne diskusjonen kan formelt presenteres. La w_1 svare til lønnsnivå i sektor 1 (fagorganisert arbeidskraft) og w_2 svare til lønnsnivå i sektor 2.²⁶ La $c \in [0, \infty)$ utgjøre transaksjonskostnaden ved å substituere arbeidskraft. Da vil c falle for sterkere grad av globalisering. Fagforeningen kan derfor sette $w_1 > w_2$ og vite med sikkerhet at bedriftene i sektor 1 vil godta lønnskrevet så lenge w_1 er lavere enn summen av w_2 og c . Størrelsen på c definerer derfor forhandlingsrommet til fagforeningen. I dette delkapittel vil $w_1 > w_2$ være eksogent gitt i alle perioder fordi c er tilstrekkelig høy og arbeidskontraktene er fullstendige.

I periode 2 karakteriseres Nash-likevekten ved tilpasning i arbeidsmarkedet. Nash-likevekten vil derfor svare til strategiprofilen (L_i^*, w_h^*) for bedrift i , der $h = 1$ for $i = 1, 2$ og $h = 2$ for $i = 3$. For å finne (L_i^*, w_h^*) må vi benytte oss av baklengs induksjon, fordi etterspørselen etter arbeidskraft, L_i , bestemmes før tilpasning i produktmarkedet.

I periode 3 vil bedrift i delta i Cournot-konkurranse i produktmarkedet. Gitt den generelle diskusjonen av Cournot-konkurranse i delkapittel 3.6, kan vi nå legge restriksjoner på profittfunksjonen til bedrift i i periode 3, $\pi_i(s_{ij}^3, s_{-ij}^3)$. Før vi gjør dette antar vi at $\pi_i(\cdot)$ er dobbelt kontinuerlig differensierbar i S , og at hver bedrift sitt strategiset i periode 3 er $S_i^3 = [0, \infty)$.²⁷ Vi vet også at i et Cournot-spill vil $S_i^3 = (s_{i1}^3, s_{i2}^3, \dots) = (q_{i1}^3, q_{i2}^3, \dots)$, der q_{ij}^3 er bedrift i sin produksjonsbeslutning j i periode 3. For å minimere notasjon, vil en vilkårlig strategiprofil $s \in S$ være karakterisert som $s = (q_1, q_2, q_3)$. Vi fortsetter med å formulere bedriftenes profittfunksjoner. Første steg er å beskrive bedriftenes produktfunksjoner. La $q_i(L_i)$ være bedrift i sin produktfunksjon med arbeidskraft L_i som eneste variable innsatsfaktor. Teknologien formuleres som:

$$q_i(L_i) = A_i L_i, \quad \text{hvor } A_i = \begin{cases} \frac{1}{\alpha_i}; \\ \frac{1}{(1-\Delta)\alpha_i}. \end{cases} \quad (4.1.3)$$

Her vil A_i svare til bedrift i sitt produktivitetsnivå avhengig av hvilken teknologi de har implementert. Er $A_i = \frac{1}{(1-\Delta)\alpha_i}$ er dette ekvivalent med at bedrift i har kjøpt lisensrettighet

²⁶Merk at w_2 er eksogent gitt av markedsforholdene i det kompetitive markedet, se diskusjonen i delkapittel 3.4.

²⁷Profittfunksjonen er dobbelt kontinuerlig differensierbar fordi produksjonsnivået er kontinuerlig differensierbar.

og har relativt størst produktivitet. Uavhengig av bedriftens teknologi, ser vi at produktfunksjonen har konstant skalaavkastning fordi produktfunksjonen er homogen av grad 1. Vi kan videre uttrykke bedrift i sin arbeidskraftetterspørsel, L_i , ved å ta utgangspunkt i (4.1.3):

$$L_i = A_i^{-1}q_i = \begin{cases} \alpha_i q_i; \\ (1 - \Delta)\alpha_i q_i. \end{cases} \quad (4.1.4)$$

Generelt vil α_i svare til arbeidskraftinnsatskravet per produserte enhet, q_i , som reduseres med en størrelse $\Delta > 0$ hvis teknologien implementeres. Dette belyser at den nye teknologien er arbeidsbesparende fordi den reduserer arbeidskraftetterspørselen per enhet produsert. Vi normaliserer $\alpha_i = 1 \forall i$ for å rendyrke produktivitetsgevinstene til den nye teknologien. Profittfunksjonen som bedrift i søker å maksimere for gitt overbevisning om de øvrige bedriftenes kvantumstilpasning er

$$\pi_i(q_i, q_{-i}) = q_i \left[P(Q) - w_h A_i^{-1} \right], \quad h = 1, 2, \quad (4.1.5)$$

hvor $w_h A_i^{-1}$ er (de konstante) enhetskostnadene til bedrift i som tilhører sektor h , $h = 1, 2$. Som vanlig vil $P(Q)$ svare til invers etterspørselsfunksjon på prisform, der nivået på $P(Q)$ utgjør likevektspris som klarer markedet. Vi antar at $P(Q)$ er lineær og modelleres som $P(Q) = a - \sum_{i=1}^N q_i$. $a > 0$ indikerer betalingsvilligheten for første enhet og dermed nivået på etterspørselen. Med andre ord vil $P(Q) = a - Q$ for $Q < a$ og $P(Q) = 0$ for $Q \geq a$. Som vi kan se fra (4.1.5), er det to kilder til heterogenitet mellom bedriftene. Heterogeniteten svarer til hvilken type arbeidskraft bedrift i ansetter og hva slags teknologi bedrift i har investert i.

Vi er nå klare til å løse for spilllets delspill-perfekt Nash-likevekt (SPNE). Utnytter vi definisjon 3.4 vet vi at SPNE svarer til en strategiprofil $s^* = (s_1^*, s_2^*, s_3^*)$ som medfører Nash-likevekt i alle delspill. For å finne dette må vi bruke baklengs induksjon: Først løser vi for periode 3 sin Nash-likevekt for enhver teknologibeslutning bedrift i har foretatt, deretter bruker vi denne informasjonen til å finne Nash-likevekt i periode 2, og tilslutt gir dette nivåer på meravkastningen som bestemmer hvilken teknologi bedrift i faktisk vil implementere. Dette gir oss SPNE og delspill-perfekt utfall.

I produktmarkedet løser vi for Nash-likevekt ved å utnytte metodene vi diskuterte kapittel 3. For gitt teknologikombinasjon (A_i, A_{-i}) og $w_1 > w_2$ vil strategiprofilen (q_i^*, q_{-i}^*) være Nash-likevekt i rene strategier hvis, for hver bedrift i , q_i^* løser

$$\underset{0 \leq q_i < \infty}{Max} \pi_i(q_i, q_{-i}^*) = \underset{0 \leq q_i < \infty}{Max} q_i \left[a - q_i - q_{-i}^* - w_h A_i^{-1} \right], \quad h = 1, 2. \quad (4.1.6)$$

Nødvendig FOB for optimum er

$$\frac{\partial \pi_i(q_i, q_{-i}^*)}{\partial q_i} = a - 2q_i - q_{-i}^* - w_h A_i^{-1} = 0,$$

og tilstrekkelig betingelse for optimum, AOB, er

$$\frac{\partial^2 \pi_i(q_i, q_{-i}^*)}{\partial q_i^2} = -2 < 0.$$

Det fremgår tydelig at nødvendig og tilstrekkelig betingelse for optimum er oppfylt, selv om produktfunksjonen er homogen av grad 1. FOB og AOB forteller oss derimot ikke under hvilke betingelser strategiprofilen (q_i^*, q_{-i}^*) gir indre løsning, det vil si at alle bedrifter produserer positive kvanta. Kostnadsbildet til den enkelte bedrift kan være drastisk forskjellig fra de øvrige bedriftene på grunn av lønn og teknologi. Dette kan tvinge bedriften(e) med lavest produktivitet ut av markedet. Det er derfor nødvendig å introdusere følgende forutsetning for å utelukke hjørneløsninger der bedrifter ikke er aktive i Nash-likevekten:²⁸

Forutsetning 4.1. Når $w_1 > w_2$ er eksogent gitt i alle delspill, vil bedriften(e) med lavest produktivitet være aktiv(e) i likevekt hvis lønnsnivået ikke er ekstremt og produktivitetsgevinsten av ny teknologi er ikke-drastisk, derav

$$0 < w_2 < w_1 < \overline{w_1}^{\{IKL, IKL, KL\}} \equiv \frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2},$$

og $\Delta \in [0, 2/3)$.

Vi fortsetter med å løse FOB for q_i . Fra diskusjonen i delkapittel 3.6 vet vi at løsningen gir oss bedrift i sitt beste-svar-funksjon, $BR_i(q_{-i}^*)$:

$$BR_i(q_{-i}^*) = q_i = \frac{a - q_{-i}^* - w_h A_i^{-1}}{2}, \quad (4.1.7)$$

der $h = 1$ for $i = 1, 2$ og $h = 2$ for $i = 3$. Som antydnet i delkapittel 3.6 vil beste-svar-funksjonen ha en negativ helning. Dette kan vi se fra $\partial^2 \pi_i / \partial q_i \partial q_{-i} = -1$ og $BR'(q_{-i}^*) = -\frac{1}{2}$. I Cournot-konurransen er bedriftenes produksjon strategiske substitutter. Eksplisitte

²⁸Restriksjonen som pålegges i forutsetning 4.1 er utledet i appendiks, vedlegg A.

løsninger for kvantum som tilfredsstillter Nash-likevekten får vi ved å sette bedrift i sin overbevisning om beste-svar fra bedrift $-i$, $BR_{-i}(q_i^*)$, inn i (4.1.7). Etersom vi har et marked med tre bedrifter med potensielt ulike kostnader og teknologi, er det hensiktsmessig å løse for de tre ukjente, q_1^* , q_2^* og q_3^* , ved matriseregning. For gitt teknologi, A_i , og lønnsnivå, w_h , har vi følgende likningssett på matriseform

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_1^* \\ q_2^* \\ q_3^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{a-w_1A_1^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_1A_2^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_2A_3^{-1}}{2} \end{pmatrix}$$

og på kompakt form:

$$\underset{3 \times 3}{\mathbf{A}} \cdot \underset{3 \times 1}{\mathbf{Q}} = \underset{3 \times 1}{\mathbf{B}}.$$

Løsningen er representert som

$$\mathbf{Q} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{B} \quad (4.1.8)$$

hvis og bare hvis $|\mathbf{A}| \neq 0$. Hvis $|\mathbf{A}| \neq 0$ har matrise \mathbf{A} en invers og (4.1.8) gir entydig løsning for q_i^* . Determinanten til \mathbf{A} viser seg å være $|\mathbf{A}| = \frac{1}{2}$. Vi kan derfor fortsette vår analyse med å bestemme den inverse, \mathbf{A}^{-1} (ved bruk av elementære rekkeoperasjoner):

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & 0 & 1 & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 0 & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \end{array} \right) = \mathbf{A}^{-1}.$$

Løsningen for q_i^* blir derfor

$$\begin{pmatrix} q_1^* \\ q_2^* \\ q_3^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{a-w_1A_1^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_1A_2^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_2A_3^{-1}}{2} \end{pmatrix}. \quad (4.1.9)$$

Strategiprofilen (q_1^*, q_2^*, q_3^*) utgjør indre løsning Nash-likevekten i periode 3, gitt at forutsetning 4.1 er oppfylt. Fra diskusjonen omkring periode 1 vet vi at teknologivalg for alle bedriftene er $S = (s_{ij}^1, s_{-ij}^1) = (s_{1j}^1, s_{2j}^1, s_{3j}^1)$ og at det finnes 8 ulike strategiprofiler i S . Eksempelvis vil teknologikombinasjonen der alle kjøper lisensrettigheten være gitt som $S = (KL, KL, KL)$ med tilhørende $A^{-1} = (1 - \Delta, 1 - \Delta, 1 - \Delta)$. Ved å innsette alle de 8 mulige teknologikombinasjonene inn i (4.1.9) får vi rapportert Nash-likevektsutfallene for

4. MODELL

hver teknologikombinasjon. Likevektsnivåer for kvantum rapporteres i appendiks vedlegg B, mens profittnivåene for hver bedrift rapporteres i tabellen under. Vi gjør dette for å fokusere på gevinsten den enkelte bedriften mottar ved å spille Nash-likevekt, q_i^* .

	Profitt, $\pi_i^*(s_{ij}^1, s_{-ij}^1), i = 1, 2, 3$.		
Tek.komb. S	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
$S=\{KL,KL,KL\}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2(1-\Delta)+2w_1(1-\Delta))^2}{16}$
$S=\{KL,IKL,KL\}$	$\frac{(a-w_1(2-3\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta))^2}{16}$
$S=\{KL,KL,IKL\}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2+2w_1(1-\Delta))^2}{16}$
$S=\{KL,IKL,IKL\}$	$\frac{(a-w_1(2-3\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-w_1(2+\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2+w_1(2-\Delta))^2}{16}$
$S=\{IKL,KL,KL\}$	$\frac{(a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_1(2-3\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta))^2}{16}$
$S=\{IKL,IKL,KL\}$	$\frac{(a-2w_1+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-2w_1+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2(1-\Delta)+2w_1)^2}{16}$
$S=\{IKL,KL,IKL\}$	$\frac{(a-w_1(2+\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-w_1(2-3\Delta)+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2+w_1(2-\Delta))^2}{16}$
$S=\{IKL,IKL,IKL\}$	$\frac{(a-2w_1+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-2w_1+w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-3w_2+2w_1)^2}{16}$

Vi merker oss at $S = \{KL,IKL,KL\}$ og $S = \{IKL,KL,KL\}$ gir innbyrdes symmetrisk løsning for (π_1, π_2) . Dette gjør også teknologikombinasjonene $S=\{KL,IKL,IKL\}$ og $S=\{IKL,KL,IKL\}$. Dette er fordi bedrift 1 og 2 forholder seg til uniform lønn.

Fra tabellen over ser vi at hver bedrift i har positiv profitt i likevekt for alle teknologikombinasjoner S , gitt at forutsetning 4.1 holder. Profitten avhenger positivt av skifte i residualletterspørselen, $da > 0$, negativt av egne kostnader, men positivt av økte kostnader hos konkurrentene. Egne kostnader har i absolutte termer større effekt på profitt enn konkurrentenes kostnader. Hvis kun bedrift i investerer i ny teknologi vil dette innebære at eget kostnadstrykk dempes og at produksjonen øker som medfører økt profitt. Dette følger fordi ny teknologi øker produksjonsproduktiviteten og dermed reduserer enhetskostnaden. Hvis de øvrige bedriftene kjøper lisensrettighet får vi motsatt effekt på bedrift i sin profitt, og størrelsesordenen øker jo flere som kjøper lisensrettigheten. Den nye teknologien gir økt konkurransekraft hos den enkelte og jo flere konkurrenter som kjøper lisensrettigheten, jo mer negativt spiller dette inn på bedriftens profittnivå. Dette indikerer at den enkelte bedrift har store incentiver til å kjøpe lisensrettigheten fordi, profitten er alltid større når bedriften kjøper lisensrettighet enn når den avstår. Fra tabellen er det likevel vanskelig å fastslå hvilken sektor som opplever den største gevinsten av å kjøpe lisensrettighet. Vi fortsetter analysen derfor med å finne Nash-likevekten i periode

2 før vi bestemmer meravkastningsnivåene i periode 1.

I periode 2 tilpasser bedriftene seg i arbeidsmarkedet, og Nash-likevekten vil være paret (w_h^*, L_i^*) som maksimerer $\pi_i(q_i^*, q_{-i}^*)$. Etersom lønna er gitt eksogent i begge sektorer, kan vi overse lønnsforhandlingene og kun fokusere på Nash-likevekten $L_i^*(q_i^*, q_{-i}^*)$. I periode 2 får vi derfor følgende Nash-likevektsutfall:

$$L_i^*(q_i^*, q_{-i}^*) = A_i^{-1} q_i^*. \quad (4.1.10)$$

Alle $3 \cdot 8 = 24$ ulike nivåene for $L_i^*(q_i^*, q_{-i}^*)$ med tilhørende aggregerte sysselsettningsnivåer for hver teknologikombinasjon er rapportert i appendiks, vedlegg B. Vi vet at ny teknologi medfører at arbeidskraftinnsatskravet per produserte enhet reduseres med en størrelse Δ . På denne måten bidrar teknologien til å automatisere arbeidsstyrken. Den nye teknologien gir også økt produksjon i likevekt fordi den enkelte bedrift er mer produktiv. Det er derfor ikke entydig om teknologien på aggregert nivå faktisk bidrar til en reduksjon i sysselsettingen. Etersom denne oppgaven studerer hvordan incentiver til å investere i ny teknologi påvirkes av fagforeninger og internasjonal konkurranse, og ikke hvordan den nye teknologien påvirker aggregert sysselsetting, vil vi ikke gå i en dypere diskusjon rundt arbeidsbesparende teknologi og sysselsetting.

Vi kan endelig fokusere på Nash-likevekt i periode 1. For å finne Nash-likevekt i periode 1 utnytter vi informasjon omkring tilpasning i periode 2 og 3. I periode 1 vil Nash-likevekten(e) bestemme hvilke(n) teknologikombinasjon(er) som gjør at den enkelte bedrift ikke kan komme bedre ut gitt de øvrige bedriftenes teknologivalg. For å bestemme dette, anvender vi meravkastningsprinsippet gitt av likning (4.1.2). Vi bruker likning (4.1.1) til å bestemme eksplisitt meravkastning og rapporterer disse verdiene i påfølgende tabell.²⁹

Tek.komb.	Meravkastning, Ψ_i^* , $i = 1, 2, 3$, gitt $w_1 > w_2$.		
	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
$\{KL, KL, KL\}$	$\frac{3w_1\Delta(2(a+w_2(1-\Delta))-w_1(4-\Delta))}{16}$	$\frac{3w_1\Delta(2(a+w_2(1-\Delta))-w_1(4-\Delta))}{16}$	$\frac{3w_2\Delta(2a-3w_2(2-\Delta))}{16}$
$\{KL, IKL, KL\}$	$\frac{3w_1\Delta(2(a+w_2(1-\Delta))-w_1(4-3\Delta))}{16}$	0	$\frac{3w_2\Delta(2a+(2-\Delta)[2w_1-3w_2])}{16}$
$\{IKL, KL, KL\}$	0	$\frac{3w_1\Delta(2(a+w_2(1-\Delta))-w_1(4-3\Delta))}{16}$	$\frac{3w_2\Delta(2a+(2-\Delta)[2w_1-3w_2])}{16}$

²⁹Se appendiks, vedlegg C, for utregning av nivåene på meravkastning.

4. MODEL

$\{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{3w_1\Delta(2[a+w_2]-w_1(4-3\Delta))}{16}$	0	0
$\{IKL, KL, IKL\}$	0	$\frac{3w_1\Delta(2[a+w_2]-w_1(4-3\Delta))}{16}$	0
$\{KL, KL, IKL\}$	$\frac{w_1\Delta(6(a+w_2)-w_1(4-3\Delta))}{16}$	$\frac{w_1\Delta(6(a+w_2)-w_1(4-3\Delta))}{16}$	0
$\{IKL, IKL, KL\}$	0	0	$\frac{6w_2\Delta(a+2w_1-3w_2(1-\Delta))}{16}$
$\{IKL, IKL, IKL\}$	0	0	0

Nivået på meravkastningen for den enkelte bedrift som velger å kjøpe lisensrettighet utgjør nivået på bedriftens incentiver til å foreta lisenskjøp i periode 1. Dette er fordi nivået på meravkastningen forteller hvor mye bedrift i netto tjener på ny teknologi, gitt teknologibeslutningen hos de andre bedriftene. På denne måten vil meravkastningsnivået også kvantifisere alternativkostnaden forbundet med å avstå fra lisenskjøp, ettersom nivået forteller hvor mye bedriften taper på å ikke implementere teknologien, gitt de øvrige bedriftenes teknologibeslutning. Fra tabellen ser vi at den enkelte sektor er avhengig av at de respektive lønnskostnadene er lave nok for at meravkastningen skal være større enn null, mens motsatt sektor sitt lønnsnivå demper dette kravet. Forutsetning 4.1 sikrer tilstrekkelig lave lønnsnivå for sektor 1 og 2, noe som gjør at meravkastningen alltid være positiv hvis bedriften kjøper lisensrettighet.³⁰ For enkeltbedriften som kjøper lisensrettighet vil det være negativt hvis flere bedrifter gjør det samme fordi konkurransekraften, gjennom redusert relativ produktivitet, har avtatt. Meravkastningen øker jo færre som kjøper lisensrettighet, men det er generelt vanskelig å si om sektor 1 har lavere eller høyere nivåer enn sektor 2. Gitt forutsetning 4.1 kan vi representere hvert meravkastningsnivå med et positivt tall x for sektor 1 og y for sektor 2 (gitt at ρ er tilstrekkelig lav).

I spillmatrisen er strategivalg som representerer beste-svar for gitt motspillers strategi understreket. Strategiprofilen $S=\{KL, KL, KL\}$ vil derfor være beste svar på motspillers beste svar og periode 1 sin Nash-likevekt, så lenge ρ er tilstrekkelig lav.³¹ Dette åpner for å finne spillets delspill-perfekte Nash-likevekt (SPNE). Dette er strategiprofilen for hver spiller i bestående av (KL, L_i^*, w_h, q_i^*) . Dette gir oss delspill-perfekt utfall for modell 4.1 rapportert i tabellen under.

³⁰Se appendiks, vedlegg F, for bevis for denne påstanden.

³¹Hvis ρ er på et nivå som gir strengt positiv meravkastning for sektor 1, men strengt negativ meravkastning for sektor 2, vil SPNE endres til teknologikombinasjonen hvor kun sektor 1 kjøper lisensrettigheten, mens sektor 2 avstår. Hvis dette er tilfellet vil også SPNE endres tilsvarende.

				Bedrift 3			
				KL		IKL	
				Bedrift 2		Bedrift 2	
				KL	IKL	KL	IKL
Bedrift 1	KL	$\underline{x}, \underline{x}, \underline{y}$	$\underline{x}, 0, \underline{y}$	$\underline{x}, \underline{x}, 0$	$\underline{x}, 0, 0$	$\underline{x}, \underline{x}, 0$	$\underline{x}, 0, 0$
	IKL	$0, \underline{x}, \underline{y}$	$0, 0, \underline{y}$	$0, \underline{x}, 0$	$0, 0, 0$	$0, \underline{x}, 0$	$0, 0, 0$

SPNE	Kvantum	Profitt	Teknologibeslutning
Bedrift 1	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	KL
Bedrift 2	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{(a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta))^2}{16}$	KL
Bedrift 3	$\frac{a-3w_2(1-\Delta)+2w_1(1-\Delta)}{4}$	$\frac{(a-3w_2(1-\Delta)+2w_1(1-\Delta))^2}{16}$	KL

Når lønnsnivåene er eksogent gitt og kontraktene er fullstendige, vil den enkelte bedrift investere i arbeidsbesparende teknologi så lenge ρ er tilstrekkelig lav. Dette kommer av at alternativkostnaden forbundet med å avstå fra lisenskjøp er positiv uansett hva de øvrige bedriftene velger å gjøre. Denne beslutningen støttes opp av nivået på etterspørselen, a , og motpartens kostnader. Økt etterspørsel betyr at bedriften kan selge relativt flere enheter og denne mengden vil tilta jo høyere produktivitet bedriften har. Høyere lønnskostnader hos motsatt sektor vil incentivere kjøpet av lisensrettighet, fordi bedriften kan kapre større markedsandeler når motparten har lav konkurransekraft. For den enkelte bedrift vil egne kostnader derimot ha to motstridende effekter: Bedriften sparer inn mer på å investere i arbeidsbesparende teknologi når lønna er høy enn lav, men ny teknologi betyr også økt produktivitet og dermed økt produksjon. Dette gir større totale kostnader når lønna er høy enn lav. Denne effekten modererer incentivet til å kjøpe lisensrettighet. For sektor 1 som alltid har høyere lønn enn sektor 2 kan den sistnevnte effekten dominere innsparingspotensialet som gjør det vanskelig å rangere meravkastningsnivåene mellom sektorene. Modellen forklarer derfor i begrenset grad hvordan fagforeninger påvirker bedrifter sine incentiver til å investere i ny teknologi. Dette leder oss inn på neste delkapittel. Her endogeniserer vi fagforeningslønna for å bedre svare på oppgavens problemstilling.

4.2 To sektorer, tre bedrifter, endogent bestemt lønn, gitt globalisering

I dette delkapittelet benytter vi identisk rammeverk og spesifikasjoner som i delkapittel 4.1, men nå endogeniserer vi den fagorganiserte lønna, w_1 . Vi går derfor fra en situasjon med fullstendige til ufullstendige kontrakter (fordi lønnsnivået bestemt før periode 1 kan endres som respons på teknologibeslutningene i sektor 1). Vi vil fortsatt beholde antagelsen om at transaksjonskostnaden, c , er tilstrekkelig høy for at sektor 1-bedriftene godtar lønnskravet til fagforeningen. Endogenisering av lønnsnivået til sektor 1 vil berike modellen og føre til nye innsikter rundt oppgavens problemstilling.

For å sikre at hvert delspill gir Nash-likevekt kjennetegnet ved indre løsning for alle mulige teknologikombinasjoner, må vi foreta en lignende forutsetning som i delkapittel 4.1. Vi vet at produktivitetsøkningen den nye teknologien fører med seg, kan drive bedrifter med lav relativ produktivitet ut av markedet. Vi skal derfor utlede en betingelse som sikrer at bedriftene med lavest produktivitet (dvs. de som ikke har kjøpt lisensrettigheter) vil være aktive i likevekt for enhver teknologikombinasjon. Forutsetningen er forskjellig fra forutsetning 4.1 fordi den fagorganiserte lønna bestemmes endogent. Vi må derfor legge restriksjoner på den eksogent gitte lønna, w_2 , og produktivitetsøkningen, Δ , for å sikre indre løsning. Forutsetningen er som følger:³²

Forutsetning 4.2. *Den produktivitetsfremmede teknologien tilgjengelig på markedet leder til ikke-drastisk produktivitetsøkning slik at bedriften(e) med lavest produktivitet er aktiv(e) i likevekt for enhver teknologikombinasjon. Lønnsnivået for sektor 2-bedriften må derfor ligge i intervallet*

$$0 < w_2 < \frac{a[(1 - \Delta) - 2\theta(1 + \Delta)]}{2 - \Delta(1 + \Delta) - \theta(1 - \Delta)} \equiv \overline{w_2}^{\{KL,IKL,IKL\}}$$

med tilhørende $\Delta \in [0, 1/5)$ når $\theta = 1/3$.

Modellen løses fortsatt ved hjelp av baklengs induksjon. Ettersom modellens rammeverk og spesifikasjoner er identisk med modellen i kapittel 4.1, vet vi at Nash-likevekten i periode 3, for gitt teknologi og lønn, vil være gitt av likning (4.1.9). Vi kan derfor gå direkte til periode 2. I periode 2 vil tilpasning i arbeidsmarkedet bli gjort av sektor 1 og sektor 2-bedriftene. Vi fokuserer først på hvordan bedrift 3 tilpasser seg, før vi diskuterer

³²Forutsetning 4.2 er utledet i appendiks, vedlegg D. Utledningen er ganske omfattende, men viktig. Det gis en innledning til metodene som anvendes og det blir gitt en grafisk representasjon av restriksjonene.

hvordan sektor 1-bedriftene tilpasser seg.

Fra diskusjonen i delkapittel 3.4 vet vi at bedrift 3 er pristaker i arbeidsmarkedet og ansetter arbeidskraft med hensyn på både faktorprisen og effekten sysselsetting har på produktprisen. Bedrift 3 sitt sysselsettingsnivå for gitt lønnsnivå, w_2 , vil være

$$L_3^* = A_3^{-1}q_3^*.$$

I sektor 1 er lønna ikke gitt, men avhengig av lønnsforhandlingene mellom bedriftene og fagforeningen. Vi studerer sentraliserte forhandlinger, der fagforeningen representerer alle arbeidstakerne i sektoren på tvers av de to bedriftene. De sentraliserte forhandlingene følger styringsrettsprinsippet: forhandlingene er over uniform lønn, mens bedriftene bestemmer sysselsetting ensidig. Fagforeningene har monopolmakt betinga på størrelsen på c og kan derfor sette lønnskrav som godtas med sikkerhet så lenge lønna ikke overskrider $w_2 + c$ eller eliminerer overskuddet i bedriftene. Fagforeningen setter lønn, w_1 , som maksimerer differansen til kompetitiv lønn, w_2 , men som også tar hensyn til fagforeningens preferanser over sysselsetting. Lønnskravet påvirkes positivt av størrelsen på bedriftenes overskudd fordi fagforeningen har en større "kake" å tilkjempe seg lønn fra. Vi vet at investering i ny teknologi øker produktiviteten og dermed størrelsen på "kaka" som medfører at lønnskravet tiltar. Etersom de sentraliserte forhandlingene gir uniformt lønnskrav til begge bedriftene i sektor 1, vil økte lønninger som følge av at den ene bedriften kjøper lisensrettighet belastes begge. De to konkurrerende bedriftene i sektor 1 kan på denne måten påføre motparten en negativ eksternalitet hvis bedriften er alene om investeringen.

Det er nå hensiktsmessig å introdusere fagforeningens målfunksjon. Gitt diskusjonen i delkapittel 3.7.1 kan vi representere fagforeningens målfunksjon som en Stone-Geary nyttefunksjon:

$$w_1^* = \arg \max_{w_1 > 0} L^f(w_1 - w_2)^\theta; \quad w_1 > w_2 > 0. \quad (4.2.1)$$

Her representerer L^f aggregert sysselsetting i fagorganisert sektor, $L^f = L_1^* + L_2^*$, mens $(w_1 - w_2)$ representerer lønnsgapet fagforeningen søker å maksimere. Parameteren $\theta \in (0, 1)$ representerer fagforeningens relative vektning av lønnsgapet over sysselsetting og gir dermed innsikt i hvordan fagforeningen forholder seg til avveiningen mellom lønnsgap og sysselsetting. Vi kan nå løse ut for fagforeningens lønnskrav på generell form for å illustrere atferden til fagforeningen på en intuitiv måte. Nødvendig betingelse for optimum er:

$$\text{FOB: } \frac{\partial L^f}{\partial w_1} (w_1 - w_2)^\theta + L^f \theta (w_1 - w_2)^{\theta-1} = 0,$$

der $\frac{\partial L^f}{\partial w_1} < 0$ beskriver den negative sammenhengen mellom arbeidskraftetterspørsel og lønn (faktorpris). FOB forteller oss at fagforeningen sitt optimale lønnskrav er et lønnskrav som balanserer marginalnyttens av høyere lønn, $L^f \theta (w_1 - w_2)^{\theta-1} > 0$, mot verdien av det marginale tapet i sysselsetting som følge av økningen i lønna, $\frac{\partial L^f}{\partial w_1} (w_1 - w_2)^\theta < 0$. Tilstrekkelig betingelse for optimum er:

$$\text{AOB: } \frac{\partial^2 L^f}{\partial w_1^2} (w_1 - w_2) + \frac{\partial L^f}{\partial w_1} \theta \leq 0.$$

AOB er strengt oppfylt dersom etterspørselsfunksjonen er enten konkav eller ikke for konveks. Løser vi FOB for w_1 finner vi w_1^* :

$$\begin{aligned} w_1^* &= w_2 - \theta \frac{1}{\frac{\partial L^f}{\partial w_1} L^f} \\ \frac{w_1^* - w_2}{w_1^*} &= \theta \frac{1}{-\frac{\partial L^f}{\partial w_1} \frac{w_1}{L^f}} \\ \frac{w_1^* - w_2}{w_1^*} &= \theta \frac{1}{\eta} \end{aligned} \tag{4.2.2}$$

hvor η utgjør absoluttverdien til arbeidskraftetterspørselselastisiteten i sektor 1. Fra (4.2.2) ser vi at $w_1 > w_2$ så lenge $0 < \theta < 1$. Når $\theta \rightarrow 0$ vil $w_1 \rightarrow w_2$ og motsatt når $\theta \rightarrow 1$. Jo mer fagforeningen vektet sysselsetting, jo lavere må lønnskravet være for å dempe nedgangen i etterspørselen etter arbeidskraft. Er fagforeningen risikonøytral og ikke bryr seg om sysselsetting, vil fagforeningen ha ensidig fokus på størst mulig lønns-gap. Vi ser også fra (4.2.2) at fagforeningens spillerom til å sette lønn blir større jo mer uelastisk arbeidskraftetterspørselen er, alt annet likt. Dette følger intuitivt: Jo mer uelastisk etterspørselen er, desto mindre endres sysselsettingsnivåene i respons på en lønnsøkning. η indikerer derfor hvor stor makt fagforeningen har. θ forstås som vekten fagforeningen legger på lønns-gapet gitt etterspørselselastisiteten.

Vi er nå klare til å løse modellen skissert i delkapittel 4.1 med endogent bestemt lønnsnivå. Periode 3 sin Nash-likevekt forblir uendret for gitt lønn og teknologi. I periode 2 må vi nå løse problem (4.2.1) for å finne Nash-likevektsnivåer for lønn til gitt teknologikombinasjon. For å gjøre dette drar vi nytte av periode 3 sin Nash-likevekt (ligning 4.1.9) til å løse for

aggregert sysselsetting i sektor 1 for gitt teknologikombinasjon og lønn blant bedriftene. Deretter inkluderer vi nivået på aggregert sysselsetting i problem (4.2.1) og løser for lønna. Dette gir Nash-likevektsnivåer i periode 2 for lønn. Aggregert sysselsetting i sektor 1 vil være:

$$\begin{aligned}
 L^f &= L_1^* + L_2^* \\
 L^f &= A_1^{-1}q_1^* + A_2^{-1}q_2^* \\
 L^f &= A_1^{-1} \frac{a - w_1(3A_1^{-1} - A_2^{-1}) + w_2A_3^{-1}}{4} + A_2^{-1} \frac{a - w_1(3A_2^{-1} - A_1^{-1}) + w_2A_3^{-1}}{4} \\
 L^f &= \frac{(A_1^{-1} + A_2^{-1})[a + A_3^{-1}w_2] - 3w_1(A_1^{-2} + A_2^{-2} - \frac{2}{3}A_1^{-1}A_2^{-1})}{4} \quad (4.2.3)
 \end{aligned}$$

Vi kan nå determinere lønnskrevet til fagforeningen i periode 2, for gitt teknologikombinasjon:

$$w_1^* = \arg \max_{w_1 \geq 0} \frac{(A_1^{-1} + A_2^{-1})[a + A_3^{-1}w_2] - 3w_1(A_1^{-2} + A_2^{-2} - \frac{2}{3}A_1^{-1}A_2^{-1})}{4} (w_1 - w_2)^\theta.$$

FOB gir oss:

$$w_1^* = \frac{1}{1 + \theta} \left[\theta \frac{a(A_1^{-1} + A_2^{-1})}{3(A_1^{-2} + A_2^{-2} - \frac{2}{3}A_1^{-1}A_2^{-1})} + w_2 \frac{A_1^{-1}(3A_1^{-1} + \theta A_3^{-1}) + A_2^{-1}(3A_2^{-1} + \theta A_3^{-1}) - 2A_1^{-1}A_2^{-1}}{3(A_1^{-2} + A_2^{-2} - \frac{2}{3}A_1^{-1}A_2^{-1})} \right] \quad (4.2.4)$$

For enhver teknologikombinasjon blant bedriftene impliserer (4.2.4) at $w_1^* > w_2$ så lenge $0 < \theta < 1$. Er derimot $\theta = 0$ reduseres (4.2.4) til $w_1^* = w_2$. Vi ser også at den inverse av sektor 2 sin produktivitet, A_3^{-1} , inngår *negativt* i lønnskrevet til fagforeningen, *hvis* fagforeningen har preferanser overfor sysselsetting. Fagforeningen tar derfor hensyn til konkurransekraften i utlandet/sektor 2 når lønnskrevet utformes, ved at økt konkurransekraft ute skal medføre lavere lønnsnivå i sektor 1 for å sikre egne arbeidsplasser (ved å forbedre egen konkurransekraft).³³

Vi er interessert i hvilket uniformt lønnsnivå bedriftene i sektor 1 må forholde seg

³³Merk at bedrift i , $i = 1, 2, 3$, sin produktivitet er gitt som A_i . En nivåøkning i produktiviteten skyldes økning i Δ . Derfor vil en nivåøkning i produktiviteten være ekvivalent med at A_i^{-1} avtar. Relasjon (4.2.4) gir innsikt i hvordan norske fagforeninger utarbeider lønnskrev overfor konkurranseutsatt sektor: Konkurransesatte bedrifter sin konkurransekraft vektlegges når lønnskrevet i konkurranseutsatt sektor designes.

4. MODELL

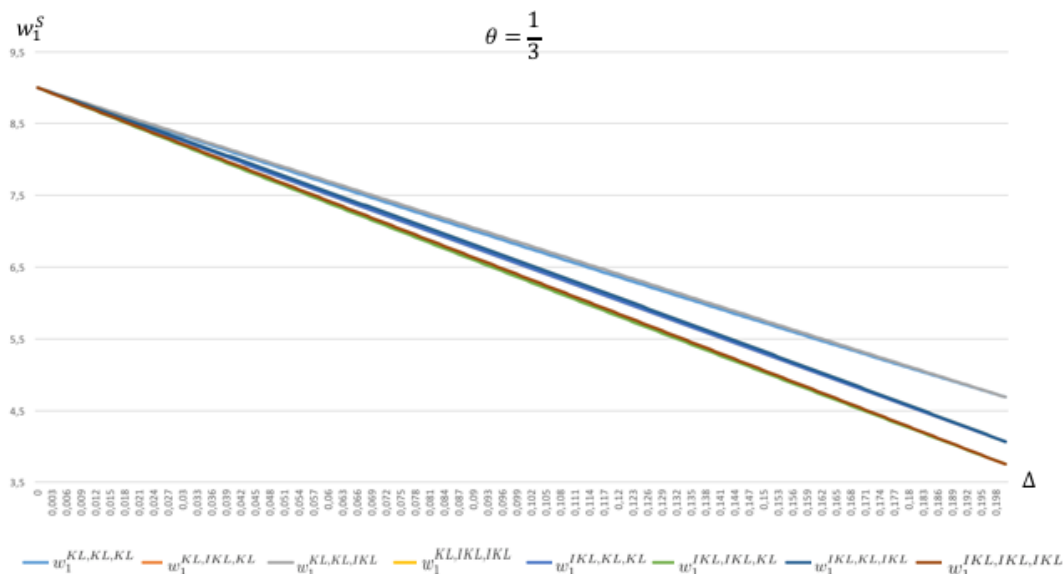
til for ulike teknologikombinasjoner. Vi går derfor frem med å løse for alle de 8 ulike lønnsnivåene vi kan ha ved å sette inn spesifikke verdier for A_i^{-1} i (4.2.4). Når vi gjør dette er det viktig å huske på at strategivalget KL i første periode gir teknologien $A_i^{-1} = 1 - \Delta$ i tredje periode, mens IKL gir teknologien $A_i^{-1} = 1$.

Tek.komb. S	Uniformt lønnskrav rettet mot sektor 1, w_1^*
1. $S = \{KL, KL, KL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a}{2(1-\Delta)} + w_2 \left(\frac{\theta}{2} + 1 \right) \right]$
2. $S = \{KL, IKL, KL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + w_2 \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1 \right) \right]$
3. $S = \{IKL, KL, KL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + w_2 \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1 \right) \right]$
4. $S = \{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + w_2 \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1 \right) \right]$
5. $S = \{IKL, KL, IKL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + w_2 \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1 \right) \right]$
6. $S = \{KL, KL, IKL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a}{2(1-\Delta)} + w_2 \left(\frac{\theta}{2(1-\Delta)} + 1 \right) \right]$
7. $S = \{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a}{2} + w_2 \left(\frac{\theta(1-\Delta)}{2} + 1 \right) \right]$
8. $S = \{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{1}{1+\theta} \left[\frac{\theta a}{2} + w_2 \left(\frac{\theta}{2} + 1 \right) \right]$

Det fremgår tydelig at lønnskrevet reduseres til $w_1^* = w_2$ hvis $\theta = 0$ for alle teknologikombinasjoner S . Vi ser også at teknologikombinasjonene i rad 2 og 3 gir identisk lønnskrav. Det samme gjelder for teknologikombinasjonene i rad 4 og 5. Dette følger logisk fordi aggregert sysselsetting i sektor 1 er konstant for hver av de to parene.

Vi har tidligere argumentert for at økt produktivitet hos kun én av sektor 1-bedriftene er tilstrekkelig for at fagforeningen velger å tilkjempe seg deler av profittøkningen ved å øke det uniforme lønnskrevet. For bedriften som ikke kjøper lisensrettighet vil dette oppleves som en negativ eksternalitet. Det fremgår ikke tydelig fra tabellen over at lønnskrevet faktisk er høyere når kun en av sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet enn hvis ingen gjør det. Vi simulerer derfor de ulike lønnskravene for å utforske om dette har hold i vår modell. Simulering er rapportert i figur 1.

På den horisontale akse vises verdier for Δ mellom 0 og 1/5. Forutsetning 4.2 impliserer at økte verdier for Δ må resultere i lavere verdier for w_2 for at alle bedrifter skal finne det lønnsomt å være aktiv i likevekt. Intuisjonen er som følger: Hvis sektor 2 ikke kjøper lisensrettighet, er den avhengig av lavere lønnskostnader hvis produktivitetsgevins-



Figur 1: Lønnskrav for sektor 1 for ulike teknologikombinasjoner. Forutsetning 4.2. krever at $0 \leq \Delta \leq 1/5$, $0 < w_2 < \bar{w}_2^{\{KL,IKL,IKL\}}$ når $\theta = 1/3$. Vi setter $a = 30$. Nivået på a definerer interaksjonen med vertikal akse.

ten blir større. Hvis kun en eller ingen av sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet, vil bedriften(e) som ikke kjøper lisensrettighet være avhengig av lavere kompetitiv lønn, w_2 , jo større produktivetsgevinsten blir. Dette er fordi lavere w_2 reduserer lønnskravet til fagforeningen, alt annet likt. Se likning (4.2.4). På den vertikale akse vises verdier for den fagorganiserte lønna for enhver teknologikombinasjon, w_1^S . Vi er interessert i nivåforskjellene mellom linjene for å si noe konkret om ulike teknologikombinasjoner gir relativt ulik lønn.

Vi ser at det er globalt sant at økt produktivitet hos kun én av sektor 1-bedriftene er tilstrekkelig for at fagforeningen krever høyere lønn fra begge sektor 1-bedriftene enn hvis ingen kjøper lisensrettighet. Dette er representert ved mørkeblå (som sammenfaller med gul) linje som er strengt større enn brun linje hvor ingen kjøper lisensrettighet. Differansen øker jo høyere nivåøkningen i produktivitet er. Vi ser også at lønnskravet alltid vil være høyest for alle nivåer på Δ når begge sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet (grå linje). Marginalt lavere er lønnskravet når alle tre bedriftene kjøper lisensrettighet (lyseblå linje). Grafen forteller også at lønnskravet er lavest når kun sektor 2 bedriften kjøper lisensrettighet (grønn linje). Dette kommer av at fagforeningen setter lav lønn for å styrke sektor 1-bedriftenes konkurransekraft mot utlandet.

4. MODELL

Vi retter fokuset nå på determinering av bedriftenes kvantum- og profittnivåer i periode 3 for å si noe konkret rundt bedriftenes incentiver til å kjøpe lisensrettighet. Denne informasjonen bruker vi til å beregne de ulike meravkastningsnivåene vi trenger for å finne spillets SPNE. Fra periode 3 vet vi at Nash-likevekten tilfredsstillers ligning (4.1.9). Ved å sette inn de 8 løsningene for w_1^* for gitt teknologikombinasjon i (4.1.9) kan vi beregne likevektsnivåene på profitt og kvantum. Vi rapporterer her profittnivåene, mens nivåene for kvantum er rapportert i appendiks, vedlegg E.

Tek.komb.S	Profitt , π_1^* , for gitt w_1^* .
	Bedrift 1
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}\left[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}\right]\right)^2$
2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{2-3\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{2+\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{2-3\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{2+\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}\right]\right)^2$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}\right]\right)^2$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{\theta+2}{1+\theta}\right]\right)^2$

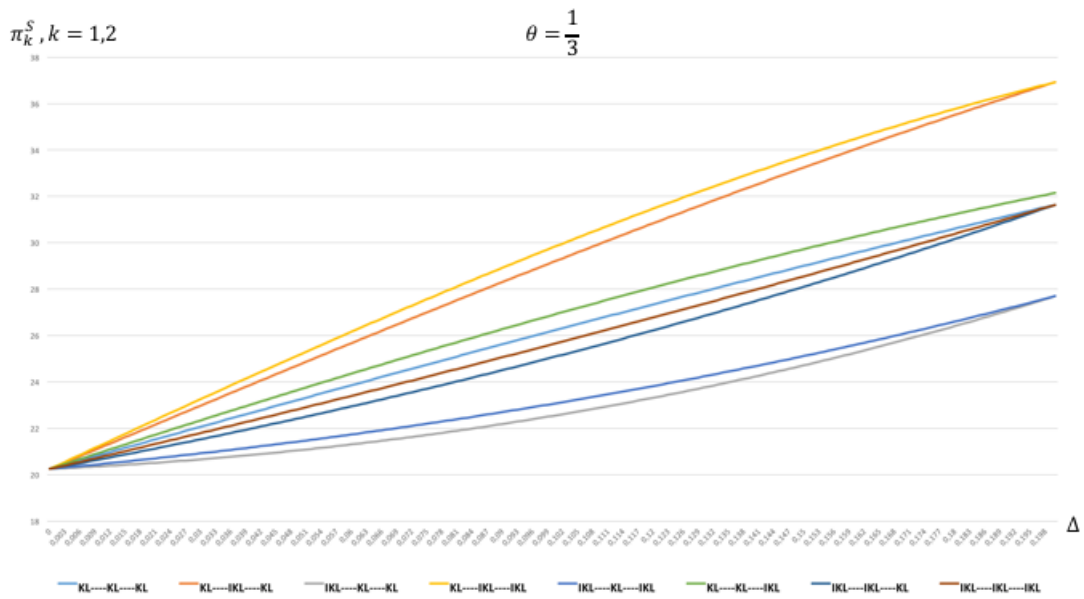
Tek.komb.S	Profitt, π_2^* , for gitt w_1^* .
	Bedrift 2
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}\left[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}\right]\right)^2$
2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{2+\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{2-3\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{2+\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{2-3\Delta}{1+\theta} \left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}\right]\right)^2$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2}{4}\left[(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}\right]\right)^2$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 - \frac{\theta}{1+\theta}\right] + \frac{w_2}{4}\left[1 - \frac{\theta+2}{1+\theta}\right]\right)^2$

Tek.komb. S	Profitt, π_3^* , for gitt w_1^* .
	Bedrift 3
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta}\right] - \frac{w_2(1-\Delta)}{4}\left[3 - \frac{2+\theta}{1+\theta}\right]\right)^2$
2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3(1-\Delta) - \frac{2-\Delta}{1+\theta}\left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3(1-\Delta) - \frac{2-\Delta}{1+\theta}\left(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3 - \frac{2-\Delta}{1+\theta}\left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3 - \frac{2-\Delta}{1+\theta}\left(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1\right)\right]\right)^2$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}\right]\right)^2$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}\right]\right)^2$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\left(\frac{a}{4}\left[1 + \frac{\theta}{1+\theta}\right] - \frac{w_2}{4}\left[3 - \frac{\theta+2}{1+\theta}\right]\right)^2$

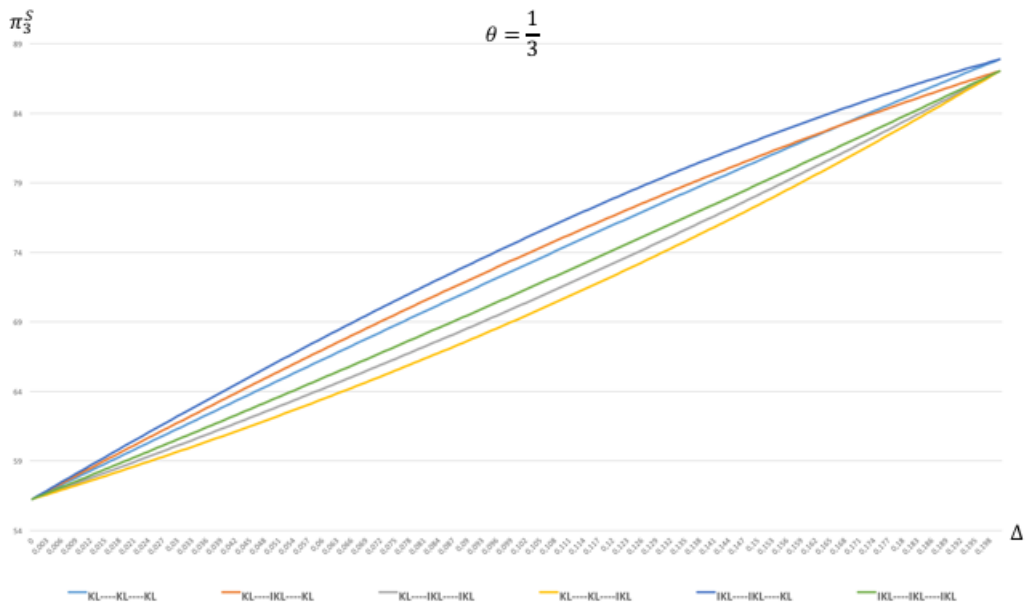
Det fremgår tydelig at verdien på θ har stor innvirkning på profittnivået til den enkelte bedrift. Hvis $\theta = 0$ vil profittnivåene for bedrift 1 og 2 reduseres til profittnivåene for bedrift 3 for den enkelte teknologikombinasjon. Dette er et klassisk resultat i Cournot-spillet: Er bedriftene symmetriske, vil Nash-likevekten innebære at de tilpasser seg identisk. I vår modell er $0 < \theta < 1$ som gjør at profittnivåene ikke kan forenkles videre. Fra tabellene over er det vanskelig å rangere profittnivåene for ulike teknologikombinasjoner opp mot hverandre og det er tilsvarende vanskelig å finne ut om en eventuell rangering er global sann for intervallene til forutsetning 4.2. Vi foretar derfor en simulering av profittnivåene innenfor rammen til forutsetning 4.2. En simulering hjelper oss med å si noe konkret om incentivene til å kjøpe lisensrettighet og hvordan fagforeningen påvirker disse.

På den horisontale akse til figur 2 og 3 vises verdier for Δ mellom 0 og $1/5$. Forutsetning 4.2 impliserer at økte verdier for Δ må resultere i lavere verdier for w_2 for at alle bedrifter skal finne det lønnsomt å være aktiv i likevekt. På den vertikale akse i figur 2 og 3 vises profittnivå for henholdsvis sektor 1 og 2 til gitt teknologikombinasjon S . Figurene viser derfor profittnivå for hver av teknologikombinasjonene innenfor intervallet til forutsetning 4.2. La oss først tolke figur 2. Figur 2 er simulert for bedrift 1, men konklusjonene er de samme hvis vi hadde simulert profitt for bedrift 2. Vi merker oss først at profittnivåene er distinkte innenfor forutsetning 4.2. Den gule linjen forteller oss at profittnivået for den enkelte sektor 1-bedriften, hvis kun den kjøper lisensrettighet, vil profittnivået være høyest. Den grønne linjen forteller oss at profittnivået til den enkelte

4. MODELL



Figur 2: Utvikling i profitt for enkeltbedrift i sektor 1 for de ulike teknologikombinasjonene når forutsetning 4.2 er oppfylt: $\Delta \in (0, 1/5), 0 < w_2 < \bar{w}_2^{\{KL,IKL,IKL\}}, \theta = 1/3, a = 30$.



Figur 3: Utvikling i profitt for bedrift 3 i sektor 2 for de ulike teknologikombinasjonene når forutsetning 4.2 er oppfylt: $\Delta \in (0, 1/5), 0 < w_2 < \bar{w}_2^{\{KL,IKL,IKL\}}, \theta = 1/3, a = 30$.

sektor 1-bedriften hvis begge sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet. Dette gir drastisk reduksjon i profittnivået relativt til når kun en bedrift kjøper lisensrettighet. Hvis alle tre bedriftene kjøper lisensrettighet ser vi at profittnivået ligger på medianen, representert ved lyseblå linje. Hvis derimot bedrift 1 ikke kjøper lisensrettighet, mens motparten gjør det og bedrift 3 avstår, vil bedriften komme nest dårligst ut, representert ved fiolett linje. Den dårligste teknologikombinasjonen er tilstanden hvor bedriften avstår mens de to øvrige bedriftene kjøper, gitt ved grå linje. Teknologikombinasjonen der ingen kjøper lisensrettighet gir profittnivå for sektor 1-bedriftene på medianen representert ved brun linje, mens tilfellet der kun bedrift 3 kjøper lisensrettighet gir profittnivået under brun linje. Figur 2 indikerer et klart skille i profittnivå avhengig av om sektor 1-bedriften vi studerer kjøper lisensrettighet eller ikke. Alle profittnivå under medianen svarer til tilfeller der bedriften ikke kjøper lisensrettighet. Det fremgår derfor tydelig at incentivene til å kjøpe lisensrettighet er større enn fra å avstå. Vi kan også merke oss at spredningen i profittnivå mellom de ulike teknologikombinasjonene er mye større enn den er for sektor 2 og spredningen øker for økte verdier på Δ . Dette indikerer at alternativkostnaden av å ikke kjøpe lisensrettighet er større for sektor 1 enn for sektor 2 og kostnaden for sektor 1 øker i absolutt og relativ forstand jo større produktivitetsøkningen er.

Når bedrift 1 i sektor 1 er den eneste som kjøper lisensrettighet vet vi at bedriftens kostnadsnivå er relativt lavt samtidig som produktiviteten er absolutt høyest. Dette skjer samtidig som bedrift 2 har lav produktivitet og får påført høye lønnskostnader som følge av bedrift 1 sitt lisenskjøp. Bedrift 3 har også lav produktivitet, noe som samlet sett betyr at bedrift 1 kommer klart best ut. Den enkelte bedrift i sektor 1 har derfor store incentiver til å kjøpe lisensrettighet, fordi et slikt valg alltid vil sikre at bedriften kommer bedre ut enn hvis den frastår. Dette forteller oss at økt lønn initiert av bedriften som kjøper lisensrettighet er beskjeden sammenlignet med markedsmakten økt produktivitet fører med seg.

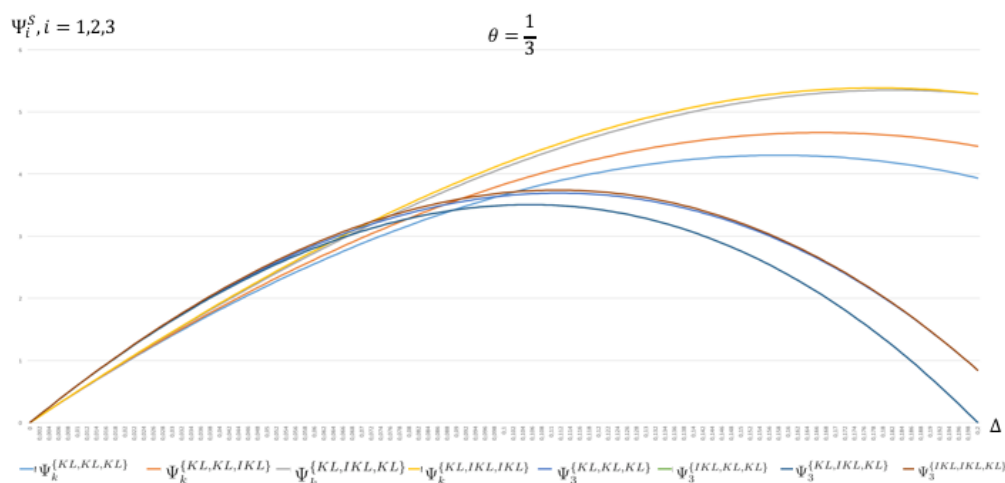
I figur 3 ser vi også at sektor 2 sine profittnivåer er større enn null for alle relevante verdier på Δ . Vi ser også at bedrift 3 har mer enn dobbelt så høyt profittnivå enn sektor 1-bedriftene. Dette kommer av at bedrift 3 har betydelig lavere lønnskostnader enn sektor 1. For bedrift 3 er profittnivået høyest hvis kun den kjøper lisensrettighet (fiolett linje), mens nivået er nest høyest hvis også en av sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet (oransje linje). Bedriften kommer desidert dårligst ut hvis den frastår samtidig som sektor 1 kjøper lisensrettighet (gul linje). Dette er fordi bedrift 3 har lav produktivitet samtidig som konkurrentene i sektor 1 har høy produktivitet. Nest dårligst ut kommer bedriften hvis kun én av sektor 1-bedriftene kjøper lisensrettighet (grå linje). Kjøper be-

drift 3 lisensrettighet, vil den alltid komme bedre enn hvis den frastår å kjøpe, uansett teknologikombinasjon i sektor 1. Dette indikerer at bedrift 3 alltid har større incentiver til å kjøpe lisensrettighet enn å frastå, men incentivene er nødvendigvis ikke så store etter som spredningen mellom de ulike profittnivåene er lav. Dette kommer av bedriftens lave kostnader; alternativkostnaden forbundet med å avstå lisenskjøp er relativt lav.

Med bakgrunn i diskusjonen som er ført, kan vi kort diskutere betydningen av fagforening og sentraliserte lønnsforhandlinger på bedriftenes incentiver til å implementere arbeidsbesparende teknologi. Jo høyere produktivitet den fagorganiserte industrien har, desto høyere lønnsnivå søker fagforeningen å tilkjempe seg. Isolert sett skal dette redusere enkeltbedriftens incentiver til å kjøpe produktivitetsfremmende teknologi. Men siden lønnskravet er uniformt, vil en høy-produktivtetsbedrift klare å påføre lav-produktivtetsbedriften høyere kostnader og dermed lavere konkurransekraft enn den allerede har. Denne negative eksternaliteten er så sterk at den mer enn oppveier de økte lønnskostnadene høy-produktivtetsbedriften blir påført av fagforeningen.

Bedriftene med fagorganisert arbeidskraft tar også innover seg at de konkurrerer med en bedrift som ansetter arbeidskraft fra et kompetitivt marked. Dette betyr at de alltid vil ha høyere lønnskostnader per arbeider enn ikke-fagorganiserte bedrifter. Sektor 1-bedriftene vil derfor ha relativt lavere konkurransekraft, alt annet likt. De vet også at økt konkurransekraft ute medfører redusert lønnskrav som isolert sett er positivt for de fagorganiserte bedriftene, men kostnadsreduksjonen mer enn motveies av sektor 2 sin økte konkurransekraft. Dette er fordi sektor 2 har både lavere lønninger og høyere produktivitet. Sektor 1-bedriftene kommer derfor svært dårlig ut om den ikke anskaffer produktivitetsfremmende teknologi. Det betyr at kostnadseffekten fagforeningen påfører har i absolutte termer mindre effekt enn produktivitetseffekten. Kort oppsummert betyr dette at jo mer produktiv den ikke-fagorganiserte konkurrenten er, desto større incentiver har de fagorganiserte bedriftene til å øke egen produktivitet for å forsvare egen markedsmakt. Internasjonal konkurranse vil derfor forsterke incentivene til å kjøpe lisensrettighet for bedrifter med fagorganisert arbeidskraft.

Fra denne diskusjonen kan vi konkludere med to effekter som drar i retning av at fagforeningen stimulerer bedrifter til å kjøpe lisensrettighet på arbeidsbesparende teknologi. Den første effekten viser til hvordan en enkeltbedrifts investering i arbeidsbesparende teknologi kan påføre konkurrenten økte kostnader som følge av fagforeningens uniforme lønnskrav. Den andre effekten viser til hvordan fagforeningen implisitt forsterker de negative sidene med økt produktivitet i ikke-fagorganisert sektor, fordi fagforeningslønna alltid vil være høyere enn kompetitiv lønn. Jo høyere produktiviteten er utenfor fagorganisert



Figur 4: Merk at $k = 1, 2$ viser til sektor 1 sine meravkastningsnivåer. Bedrift 1 og 2 har identisk meravkastning for gitt teknologikombinasjon. Eksempelvis vil bedrift 1 sitt meravkastningsnivå når kun den kjøper lisensrettighet være identisk med meravkastningsnivået til bedrift 2 når kun den kjøper lisensrettighet. Ψ_3^S viser til bedrift 3 sine meravkastningsnivåer. Vi tar hensyn til forutsetning 4.2 når vi beregner meravkastningsnivåer.

sektor, jo mer har de fagorganiserte bedriftene å tjene på å øke egen produktivitet trass i at dette medfører økte lønnskostnader. Spredningen i profittnivåene for sektor 1 tydelig viser at tilstedeværelse av fagforening gjør alternativkostnaden forbundet med å avstå fra lisenskjøp høy.

Vi er endelig klare til å løse for periode 1 sin Nash-likevekt. Denne Nash-likevekten bruker vi til å finne SPNE. Ved å utnytte de ulike profittnivåene i periode 3 for gitt lønnskrav fra fagforeningen, kan vi beregne hver bedrift sin meravkastning for den enkelte teknologikombinasjon ved å utnytte formel (4.1.1). Ettersom lønnsrelasjonene i delkapittel 4.2 er kvadrerte og relativt komplekse uttrykk vil jeg kun simulere meravkastningsnivåene innenfor rammene til forutsetning 4.2.

Tolkningen av den horisontale aksene i figur 4 er identisk med figur 1, 2 og 3. Den vertikale aksene viser meravkastningsnivåer for alle tre bedrifter for alle teknologikombinasjoner. Alle meravkastningsnivåer for bedriftene er strengt positive, samt at den enkelte bedrift opplever at meravkastningen er høyest hvis den er den eneste som har kjøpt lisensrettighet, representert ved henholdsvis gul og burgunderrød linje.

Vi kan også se at meravkastningsnivåene for bedrift 3 er høyere enn for sektor 1 for tilstrekkelig lave verdier på Δ (tilhørende høye verdier på w_2). Intuisjonen bak dette finner vi fra ligning (4.2.4) og figur 1: Lønnskrevet til fagforeningen avhenger positivt av

w_2 og for tilstrekkelig lave verdier på Δ vil w_2 være tilsvarende høy for at forutsetning 4.2 skal være oppfylt. Det høye kostnadsnivået i kombinasjon med lav produktivitsgevinst medfører at fagforeningens lønnskrav påfører relativt større kostnader enn fordeler. Dette reduserer meravkastningen til sektor 1 til å bli lavere enn sektor 2 sine nivåer. Så fremt produktivitsgevinsten av lisenskjøp er tilstrekkelig høy (rundt $\Delta = 0,12$) vil sektor 1 alltid ha høyere meravkastning og spredningen på de ulike meravkastningsnivåene øker for økt verdi på Δ . Samtidig opplever sektor 2 et toppunkt for sine meravkastningsnivåer. Dette illustrer sektor 2 sin lave alternativkostnad av å frastå fra lisenskjøp når lønna w_2 avtar: Høy produktivitsvekst har lite nytte for en bedrift som allerede har lave kostnader relativt til konkurrentene. Litt overraskende vil teknologikombinasjonen hvor kun en av sektor 1-bedriftene og den ene sektor 2-bedriften kjøper lisensrettighet gi sektor 2 bedriften lavest meravkastning (representert ved mørkeblå linje). Dette kommer av at sektor 1-bedriften påfører den andre sektor 1-bedriften økte kostnader og vil utgjøre en hardere konkurrent for bedrift 3, enn hvis begge sektor 1 bedriftene kjøpte lisensrettigheten.

Vi kan bruke figur 4 til å utforme normalformspillet i periode 1. Figuren gir oss informasjon om hvilke verdier vi må plote inn i spillmatrisen for de ulike teknologikombinasjonene (merk at dette er verdier som *ikke* er fratrukket lisensprisen, ρ). Et høyere tall representerer et høyere meravkastningsnivå. La oss anta at produktivitsgevinsten ved ny teknologi er tilstrekkelig høy slik at sektor 1 alltid har høyest meravkastning. Vi kan da representere figur 4 i følgende spillmatrise (hvor vi har understreket beste-svar for hver spiller):

		Bedrift 3			
		KL		IKL	
Bedrift 1	KL	Bedrift 2		Bedrift 2	
		KL	IKL	KL	IKL
	IKL	<u>4,4,2</u>	<u>9,0,1</u>	<u>6,6,0</u>	<u>10,0,0</u>
		0,9,1	0,0,3	0, <u>10</u> ,0	0,0,0

Periode 1 sin eneste Nash-likevekt er teknologikombinasjonen og strategiprofilen $S = \{KL, KL, KL\}$ (gitt at lisensprisen ρ er tilstrekkelig lav).³⁴ Vi kan endelig karakterisere

³⁴Hvis $\rho = 2$ er dette tilstrekkelig til å endre Nash-likevekten til strategiprofilen $S = \{KL, KL, IKL\}$

spillet SPNE i rene strategier. SPNE i dette spillet vil være Nash-strategiprofilen i hvert delspill hvor alle kjøper lisensrettigheten (betinget på at ρ er tilstrekkelig lav). Vi oppsummerer spillets SPNE i tabellen under:

SPNE	Kvantum	Profitt	Lønnskrav
Bedrift 1	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}]$	$(\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}])^2$	$\frac{1}{1+\theta}[\frac{\theta a}{2(1-\Delta)} + w_2(\frac{\theta}{2} + 1)]$
Bedrift 2	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}]$	$(\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}])^2$	$\frac{1}{1+\theta}[\frac{\theta a}{2(1-\Delta)} + w_2(\frac{\theta}{2} + 1)]$
Bedrift 3	$(\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta}] - \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[3 - \frac{2+\theta}{1+\theta}])$	$(\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta}] - \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[3 - \frac{2+\theta}{1+\theta}])^2$	w_2

Gitt at lisensprisen er tilstrekkelig lav, gir modellen løsning for SPNE hvor alle kjøper lisensrettighet på ny teknologi. Dette er fordi den enkelte bedrift betrakter alternativkostnaden som større enn profitten man får ved å avstå fra lisenskjøp. Omfanget av alternativkostnaden kritisk avhenger av hvilket arbeidsmarked bedriften ansetter arbeidskraft fra, fordi en fagforening med monopolmakt entydig øker alternativkostnaden relativt til et arbeidsmarked uten fagforening. Dette er det tre grunner til. For det første vil uniform lønnsdannelse gjøre det strategisk viktig for den enkelte bedrift å investere i ny teknologi (for å kunne påføre motparten økte kostnader). For det andre vil fagforeningen alltid påføre sektor 1 de relativt største kostnadene uansett teknologikombinasjon, som gjør at den enkelte sektor 1-bedriften må kompensere med å ha høy produktivitet. For det tredje må sektor 1-bedriftene kompensere med høy produktivitet for å hevde seg i den harde konkurransen fra utlandet/sektor 2. Sektor 2 har på sin side ikke mulighet til å påføre noen av sine konkurrenter økte kostnader ved å kjøpe lisensrettighet og bedriften har uansett de laveste kostnadene. Vi har observert at forskjellen i alternativkostnad mellom sektorene at for tilstrekkelig høy lisenspris kan vi ende opp i SPNE hvor kun sektor 1 kjøper lisensrettigheten. Vi kan derfor konkludere med at bedrifter som må forholde seg til en fagforening har de relativt største incentivene til å investere i ny arbeidsbesparende teknologi, og incentivene øker jo mer drastisk produktivitetsøkningen den nye teknologien fører med seg.

Denne konklusjonen er imidlertid avhengig av at fagforeningen klarer å kontrollere arbeidstilbudet inn og ut av sektor 1. Dette klarer de fordi transaksjonskostnaden, c , er tilstrekkelig høy. Vi skal i neste delkapittel studere hvordan konklusjonen fra dette delkapittelet endres hvis vi har ”komplett globalisering”, $c \rightarrow 0$.

(når meravkastningen er lik null vil bedriften avstå fra lisenskjøp). Dette forteller oss at sektor 2 sin investeringsbeslutning avhenger i stor grad av nivået på lisensprisen.

4.3 To sektorer, tre bedrifter, endogent bestemt lønn, komplett globalisering

I denne modellspekifikasjonen antar vi at globaliseringen er komplett. I vårt rammeverk betyr dette at transaksjonskostnaden går til null, $c = 0$. Dette impliserer at fagforeningens monopolkraft ikke lenger er reell, fordi den ikke lenger har kontroll på arbeidstilbudet i sektoren den representerer. Etthvert lønnskrav over den kompetitive lønna, $w_1 > w_2$, vil ikke bli godtatt av sektor 1-bedriftene, fordi de nå kan ansette arbeidskraft som produserer de samme produktene til en lavere kostnad.

Komplett globalisering betyr at sektor 1 og 2 sitt arbeidsmarked integreres til et stort kompetitivt marked. I det kompetitive arbeidsmarkedet står arbeidstakeren fritt til å tilby sin arbeidskraft til den lønna den måtte ønske. Hvis arbeideren tilbyr sin arbeidskraft til en lønn over kompetitiv lønn, vil arbeideren ikke bli ansatt fordi det eksisterer tilstrekkelig mengde med andre arbeidere som kan gjøre jobben til en lavere pris. Hvis arbeideren derimot setter lønna lavere enn den kompetitive lønna, vil enhver arbeidsgiver ønske å ansette den, men da må den unødvendig avstå fra fortjeneste fordi arbeideren kan få solgt sin arbeidskraft til en høyere lønn. Dette kan forstås som at arbeidstakeren i et kompetitivt arbeidsmarked står overfor en perfekt elastisk etterspørselskurve, $\eta \rightarrow \infty$. Effekten av komplett globalisering på lønnsforhandlingene i sektor kan vi formelt se fra likning (4.2.2):

$$\frac{w_1 - w_2}{w_1} = \theta \frac{1}{\eta},$$

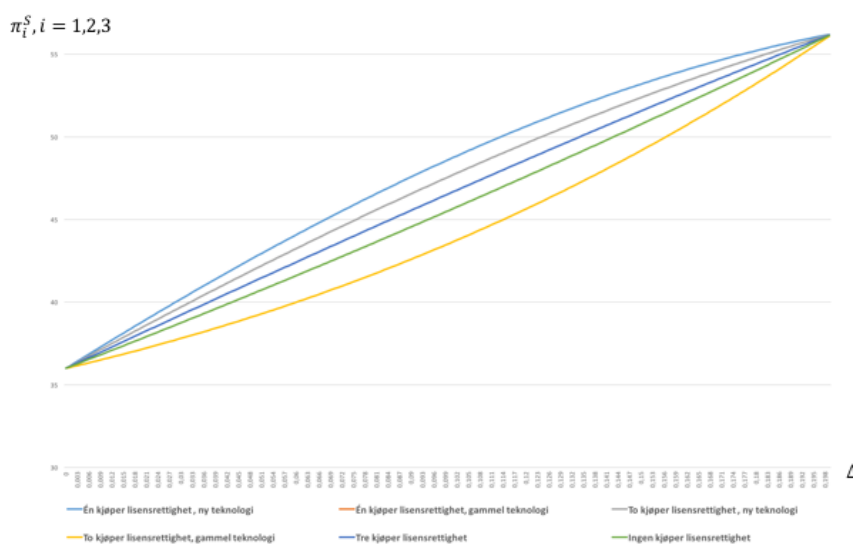
som reduseres til

$$w_1 = w_2. \quad (4.3.1)$$

Ikke overraskende har dette stor betydning for likevektsnivåer i periode 3. Etter som $w_1 = w_2$ vil den asymmetriske Nash-likevekten (4.1.9) reduseres til en symmetrisk Nash-likevekt for gitt teknologikombinasjon. Periode 3 sine Nash-likevektsnivåer for profitt reduseres til (med påfølgende simulering innenfor rammene til forutsetning 4.2):

Profitt for bedrift $i, \pi_i^*, i = 1, 2, 3, c = 0$.			
Tek.komb. S	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\frac{(a-w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-\Delta))^2}{16}$

2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\frac{(a-w_2(1+2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{(a-w_2(1-3\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-3\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-2\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+2\Delta))^2}{16}$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1+\Delta))^2}{16}$	$\frac{(a-w_2(1-3\Delta))^2}{16}$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{(a-w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-w_2)^2}{16}$	$\frac{(a-w_2)^2}{16}$



Figur 5: Ulike profittnivåer for den enkelte bedrift når $c = 0$ og forutsetning 4.2 er oppfylt. Merk at her vil profitten kun være forskjellig mellom bedriftene når de har ulik teknologi.

Vi merker oss først at profittnivået til bedriften som avstår å kjøpe lisensrettighet i realiteten sammenfaller med profitten til situasjonen hvor to bedrifter velger å avstå fra lisenskjøp (gul og oransje linje sammenfaller i figur 5). Som tidligere er det alltid mer profitabelt å kjøpe lisens enn å avstå (representert ved alle linjene over grønn linje), men relativt til modellen i 4.2 vil nå sektor 1-bedriftenes incentiver til å kjøpe lisensrettighet avta, fordi alternativkostnaden ved å avstå fra lisenskjøp har avtatt. Dette er fordi lønnsnivået har avtatt samtidig som sektor 1-bedriftene ikke lenger har mulighet til å påføre motparten økte kostnader. Komplet globalisering har også medført at nedsiden av internasjonal konkurranse har avtatt for sektor 1. Ved å sammenligne spredningen i

profittnivå i figur 2 og 5 ser vi at alternativkostnaden har avtatt for sektor 1. For sektor 2-bedriften har incentivene til å kjøpe lisensrettighet ikke endret seg betydelig, fordi bedriftens lønnskostnader er uendret. Vi kan også tyde fra figuren at sektor 1-bedriftene har et høyere profittnivå for alle teknologikombinasjoner enn i modell 4.2, men merk at dette øker ikke størrelseordenen på incentivene til å investere i arbeidsbesparende teknologi. Bedrift 3 får redusert profittnivå, fordi konkurransen i produktmarkedet er hardere uten tilstedeværelse av fagforening i sektor 1.

Vi kan dermed konkludere delkapittel 4.3 med at komplett globalisering nøytraliserer monopolkraften til fagforeningen, fordi den ikke lenger klarer å kontrollere arbeidstilbudet i sektor 1. Nash-likevekten i periode 1 og spillets SPNE endres likevel ikke, fordi meravkastningen fortsatt er strengt større enn null (gitt at ρ er tilstrekkelig lav). Er derimot lisensprisen på et nivå som medfører at meravkastningen er lik null eller negativ for de tre bedriftene vil SPNE endres til teknologikombinasjonen hvor ingen kjøper lisensrettighet. Dette er et realistisk scenario, fordi brutto meravkastning er lav når alle bedriftene forholder seg til w_2 . Dette forteller oss at fagforeningers evne til å yte reell makt overfor arbeidsgivere gir bedriftene relativt store incentiver til å investere i ny arbeidsbesparende teknologi.

5 Oppsummering og konklusjon

Denne oppgaven søker å svare på problemstillingen:

Hvordan, og i hvilken grad, påvirker fagforeninger incentivene blant konkurranseutsatte bedrifter til å implementere ny og arbeidsbesparende teknologi?

Vi gjør dette ved å utvikle en spillteoretisk modell over tre perioder med tre bedrifter som spillere. I periode 1 skal bedriftene bestemme hvilken produksjonsteknologi de skal investere i, ved enten å kjøpe eller ved å frstå fra å kjøpe lisensrettigheter på ny produktivitetsfremmende (og arbeidsbesparende) teknologi. I periode 2 tilpasser bedriftene seg i arbeidsmarkedet, hvor bedrift 1 og 2 ansetter fagorganisert arbeidskraft fra sektor 1, mens bedrift 3 ansetter arbeidskraft fra det kompetitive arbeidsmarkedet i sektor 2. De to sektorene eksisterer fordi det er kostbart å flytte arbeidskraft mellom sektorene. Dette muliggjør fagforeningen sin monopolmakt over lønnbestemmelsen i sektor 1, hvor lønna settes uniformt blant bedriftene, mens bedriftene ensidig bestemmer sysselsettingen. I periode 3 konkurrer alle tre bedriftene mot hverandre i et internasjonalt produktmarked. Modellrammeverket følger Haucap og Wey (2004) og Ulph og Ulph (1994), men denne modellen åpner for internasjonal konkurranse samt at alle bedriftene kan implementere den nye teknologien. Dette har vi gjort for å beskrive hvilke strategiske aspekter som er knyttet til investering i ny teknologi når bedrifter må forholde seg til både internasjonale konkurrenter og fagforeninger.

Modellens funn skiller seg fra tidligere litteratur på feltet. Vi finner at tilstedeværelse av fagforeninger *øker* incentivene til å investere i ny teknologi relativt til sektoren hvor fagforeninger ikke er tilstedeværende. Dette skjer selv om fagforeningen tilkjemper seg deler av profittpotensialet den nye teknologien fører med seg i form av høyere lønn. Det er flere årsaker til dette. For det første åpner internasjonal konkurranse for at konkurrenten i utlandet kan ansette billigere ikke-fagorganisert arbeidskraft for enhver teknologikombinasjon. Dette betyr at bedriftene med fagorganisert arbeidskraft har store incentiver til å øke produktiviteten for å hevde seg i konkurransen til tross for de økte lønningene som teknologien fører med seg. Dette er fordi den negative effekten av økte lønninger har i absolutte termer mindre effekt enn de positive gevinstene ved økt produktivitet. For det andre vil den uniforme lønnsdannelsen i fagorganisert sektor medføre at den enkelte bedrift kan påtvinge konkurrenten en negativ eksternalitet i form av økte lønnskostnader. Dette klarer bedriften fordi det er tilstrekkelig at kun én bedrift kjøper lisensrettighet for at lønna tiltar. Både internasjonal konkurranse og den negative eksternaliteten drar i

retning av økt alternativkostnad av å avstå fra lisenskjøp for bedrifter med fagorganisert arbeidskraft, fordi bedriften har relativt mer å tape ved å avstå fra lisenskjøp. Bedriften som ansetter arbeidskraft fra det kompetitive markedet har relativt lavere, men positive, incentiver til å investere i ny teknologi fordi lønnskostnadene allerede er lave og forblir lave uansett hva konkurrentene gjør. Modellen predikerer derfor delspill-perfekt Nash-likevekt hvor alle kjøper lisensrettighet så fremt lisensrettighetsprisen er tilstrekkelig lav. Er lisensprisen på et nivå som medfører at bedriften med ikke-fagorganisert arbeidskraft har en meravkastning som er negativ eller lik null ved å kjøpe lisensrettighet, så predikerer modellen en delspill-perfekt Nash-likevekt hvor kun bedriftene med fagorganisert arbeidskraft kjøper lisensrettigheten.

Tidligere litteratur som Grout (1984), Ulph og Ulph (1994) og tildels Haucap og Wey (2004) finner motsatte effekter av det vi gjør. Dette er fordi studiene ikke åpner for internasjonal konkurranse, sentraliserte forhandlinger og endogenisering av teknologibeslutningen. Dette leder oss inn på oppgavens siste hovedfunn. Når det er tilnærmet kostnadsfritt å flytte arbeidskraft mellom de ulike arbeidsmarkedene (som vi argumenterer for når globaliseringen er komplett) vil fagforeningen ikke lenger ha reell forhandlingsmakt. Sysselsetting og lønn bestemmes derfor i et integrert kompetitivt arbeidsmarked. Dette reduserer incentivet til å kjøpe lisensrettighet på ny teknologi, fordi alternativkostnaden ved å avstå fra lisenskjøp avtar. Vi kan derfor konkludere med at fagforeninger i høyeste grad påvirker incentivene positivt til å implementere ny og arbeidsbesparende teknologi, og incentivene øker jo mer drastisk produktivetsgevinsten er og jo sterkere konkurransekraft den utenlandske bedriften har.

Oppgavens hovedfunn står i stil med forskning som Moene og Wallerstein (1997) og Agell og Lommerud (1993), som peker på at sentraliserte lønnsforhandlinger med høy grad av uniform lønnsdannelse fremskynder strukturell endring og vekst i økonomien.

Referanser

- Agell, J. & Lommerud, K.E. (1993). Egalitarianism and Growth. *The Scandinavian Journal of Economics*, 559–579.
- Beath, J., Katsoulacos, Y. & Ulph, D. (1989). The Game-Theoretic Analysis of Innovation: A Survey. *Bulletin of Economic Research*, 41(3), 163–184.
- Bertrand, J. (1883). Théorie Mathématique de la Richesse Sociale. *Journal des Savants*, 499–508.
- Blau, F.D. & Kahn, L.M. (1999). Institutions and Laws in the Labor Market. *Handbook of Labor Economics*, 3, 1399–1461.
- Booth, A.L. (1995). *The Economics of the Trade Union*. Cambridge University Press.
- Calmfors, L. & Driffill, J. (1988). Bargaining Structure, Corporatism and Macroeconomic Performance. *Economic policy*, 3(6), 13–61.
- Cournot, A.-A. (1838). *Recherches sur les Principes Mathématiques de la Théorie des Richesses*. chez L. Hachette.
- Dhami, S. (2016). *The Foundations of Behavioral Economic Analysis*. Oxford University Press.
- Eeckhoudt, L., Gollier, C. & Schlesinger, H. (2011). *Economic and Financial Decisions under Risk*. Princeton University Press.
- Flanagan, R.J. (1999). Macroeconomic Performance and Collective Bargaining: An International Perspective. *Journal of Economic Literature*, 37(3), 1150–1175.
- Freeman, R. & Schettkat, R. (2001). Skill Compression, Wage Differentials, and Employment: Germany vs the US. *Oxford Economic Papers*, 53(3), 582–603.
- Freeman, R.B. (1988). Labour Market Institutions and Economic Performance. *Economic policy*, 3(6), 63–80.
- Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- Fudenberg, D. & Tirole, J. (1991). *Game Theory*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gibbons, R. (1992). *A Primer in Game Theory*. Prentice Hall.
- Grout, P.A. (1984). Investment and Wages in the Absence of Binding Contracts: A Nash Bargaining Approach. *Econometrica*, 52(2), 499–460.
- Haucap, J. & Wey, C. (2004). Unionisation Structures and Innovation Incentives. *The Economic Journal*, 114(494), 149–165.
- Hörner, J. (2002). Reputation and Competition. *American Economic Review*, 92(3), 644–663.

- Job lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation.* (2017, November). McKinsey Global Institute.
- Johansen, K. (2000). *Labour Economics – Macroeconomic Issues.* (Forelesningsnotat, ISØ NTNU)
- Lommerud, K.E. & Straume, O.R. (2012). Employment protection versus flexicurity: On technology adoption in unionised firms. *The Scandinavian Journal of Economics*, 114(1), 177–199.
- Mas-Colell, A., Whinston, M.D. & Green, J.R. (1995). *Microeconomic Theory* (vol. 1). New York: Oxford University Press.
- Moene, K.O. & Wallerstein, M. (1997). Pay Inequality. *Journal of Labor Economics*, 15(3), 403–430.
- Nash, J. (1950). The Bargaining Problem. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 155–162.
- Nash, J. (1951). Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, 286–295.
- Nash, J. (1953). Two-Person Cooperative Games. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 128–140.
- Nickell, S. (1997). Unemployment and Labor Market Rigidities: Europe versus North America. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 55–74.
- OECD. (1997). *OECD Employment Outlook 1997 – Low-Wage Jobs: Stepping Stones to a Better Future or Traps?* <http://www.oecd.org/els/emp/oecdemploymentoutlook1997-low-wagejobssteppingstonestoabetterfutureortraps.htm>.
- Pajarinen, M., Rouvinen, P. & Ekeland, A. (2015). Computerization and the Future of Jobs in Norway. *Statistisk Sentralbyrå, hentet fra <http://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2014/05/Computerization-andthe-Future-of-Jobs-in-Norway.pdf>*, 43.
- Rehn, G. (1952). *The Problem of Stability: An Analysis and Some Policy Proposals* (R. Turvey, red.). London: W. Hodge and Co.
- R. Freeman, J.M. (1984). *What Do Unions Do?* New York: Basic Books.
- Roth, A.E. (1978). The Nash Solution and the Utility of Bargaining. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 587–594.
- Rubinstein, A. (1982). Perfect Equilibrium in a Bargaining Model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 97–109.
- Ståhl, I. (1972). *Bargaining Theory.* Stockholm School of Economics.
- Tauman, Y. & Weiss, Y. (1987). Labor Unions and the Adoption of New Technology.

- Journal of Labor Economics*, 5(4, Part 1), 477–501.
- Ulph, A. & Ulph, D. (1994). Labour Markets and Innovation, ex-Post Bargaining. *European Economic Review*, 38, 195-210.
- Ulph, A. & Ulph, D. (1998). Labour Markets, Bargaining and Innovation. *European Economic Review*, 42(3-5), 931–939.
- Varian, H.R. (1992). *Microeconomic Analysis* (Tredje utg.). New York: WW Norton & Company.
- Wallerstein, M. (1999). Wage-Setting Institutions and Pay Inequality in Advanced Industrial Societies. *American Journal of Political Science*, 649–680.
- World Development Report 2016: Digital Dividends*. (2016). Washington, DC: The World Bank.

Appendiks

A Utledning av forutsetning 4.1

Likning (4.1.9) utgjør strategiprofilen som gir Nash-likevekt i periode 3. Vi skal nå utlede betingelsen som sikrer at strategiprofilen (q_1^*, q_2^*, q_3^*) er indre løsning til optimeringsproblemet til bedrift i når $w_1 > w_2$ er eksogent gitt i alle delspill. Vi vet allerede at FOB og AOB er oppfylt, vår oppgave er derfor å utlede restriksjon(er) som sikrer at FOB og AOB faktisk gir indre løsning, det vil si at alle bedrifter produserer positive kvanta i Nash-likevekt for enhver teknologikombinasjon, (A_1, A_2, A_3) . Det er ikke gitt at indre løsning kjennetegner Nash-likevekten av to grunner. For det første har bedrift 1 og 2 høyere lønnskostnader enn bedrift 3. Dette krever at w_1 må være strengt lavere enn en øvre grense for at bedrift 1 og 2 skal finne det lønnsomt å produsere for gitt teknologikombinasjon blant bedriftene. For det andre kan teknologien gi så store produktivitetsgevinster at ikke alle bedrifter finner det lønnsomt å produsere positive kvanta for alle teknologikombinasjoner gitt lønnsprofil (w_1, w_2) .

Første steg er derfor å finne under hvilke omstendigheter (q_1^*, q_2^*, q_3^*) i (4.1.9) er strengt større enn null. Da er det hensiktsmessig å skrive (4.1.9) som ulikhet:

$$\begin{pmatrix} q_1^* \\ q_2^* \\ q_3^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{a-w_1A_1^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_1A_2^{-1}}{2} \\ \frac{a-w_2A_3^{-1}}{2} \end{pmatrix} > \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (\text{A.1})$$

Som kjent er $A_i, i = 1, 2, 3$, gitt som

$$A_i = \begin{cases} 1; \\ \frac{1}{(1-\Delta)}. \end{cases}.$$

Vi kan nå løse likning (A.1) for henholdsvis w_1 og w_2 . Dette forteller oss hvor lavt lønnsnivået må være for gitt teknologikombinasjon (A_1, A_2, A_3) blant bedriftene. Dette gir oss:

$$0 < w_1 < \frac{a + w_2A_3^{-1}}{3A_1^{-1} - A_2^{-1}} \equiv \bar{w}_1^S; \quad (\text{A.2})$$

$$0 < w_1 < \frac{a + w_2 A_3^{-1}}{3A_2^{-1} - A_1^{-1}} \equiv \bar{w}_1^S; \quad (\text{A.3})$$

$$0 < w_2 < \frac{a + w_1(A_1^{-1} + A_2^{-1})}{3A_3^{-1}} \equiv \bar{w}_2^S. \quad (\text{A.4})$$

\bar{w}_1^S og \bar{w}_2^S svarer til øvre grense på lønnsnivået til henholdsvis bedrifter i sektor 1 og 2, hvor S svarer til hvilken teknologikombinasjon vi studerer, $S = (s_{1j}^1, s_{2j}^1, s_{3j}^1)$. Eksempelvis vil teknologikombinasjonen der alle kjøper lisensrettigheten være gitt som $S = (KL, KL, KL)$ med tilhørende $A^{-1} = (1 - \Delta, 1 - \Delta, 1 - \Delta)$. Ulikhetene (A.2)-(A.4) uttrykker hvor lavt lønnsnivået må være under teknologikombinasjon S for at alle bedrifter skal være aktive. Dersom lønnsnivået er høyere vil ikke bedriften finne det lønnsomt å produsere i likevekt.

Ettersom $w_1 > w_2$ per definisjon, er det tilstrekkelig å fokusere på øvre grense til fagforeningslønna, \bar{w}_1 . Da kan vi alltid sette $w_2 < w_1$ og bedrift 3 vil produsere positivt kvantum. Vårt mål er derfor å finne den teknologikombinasjonen som gir den *laveste* øvre grensa på w_1 . Alle lønnsnivå under denne grensa sikrer at alle bedrifter produserer positive kvanta for alle mulige teknologikombinasjoner i likevekt. Vi har 8 mulige teknologikombinasjoner og derav 8 ulike øvre grenser for w_1 . Disse er oppsummert i de to påfølgende tabellene:

Tabell 9

Tek.komb. S	$S = \{KL, KL, KL\}$	$S = \{KL, KL, IKL\}$	$S = \{KL, IKL, KL\}$
\bar{w}_1^S	$\frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2(1 - \Delta)}$	$\frac{a + w_2}{2(1 - \Delta)}$	$\frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2 - 3\Delta}$

Tabell 10

Tek.komb. S	$S = \{KL, IKL, IKL\}$	$S = \{IKL, IKL, KL\}$	$S = \{IKL, IKL, IKL\}$
\bar{w}_1^S	$\frac{a + w_2}{2 - 3\Delta}$	$\frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2}$	$\frac{a + w_2}{2}$

Merk at vi her kun rapporterer 6 øvre grenser for w_1 . Dette er fordi teknologikombinasjon $S = \{KL, IKL, KL\}$ gir identisk verdi for \bar{w}_1^S som $S = \{IKL, KL, KL\}$ gjør. Det samme gjelder for $S = \{KL, IKL, IKL\}$ og $S = \{IKL, KL, IKL\}$.

Fra ulikhetene (A.2)-(A.4) vet vi at lønnsnivået for bedrift i alltid må være positivt. Fra tabellene over ser vi at Δ må ilegges restriksjon for at lønnsnivået alltid er positivt for alle

bedrifter og alle teknologikombinasjoner. Vi ser fra kolonne 4 og 2 i henholdsvis tabell 1 og 2 at $\Delta \in [0, 2/3)$. Teknologien må gi opphav til ikke-drastiske produktivetsgevinster for at $w_h > 0, h = 1, 2$ i likevekt.

Vi er endelig klare til å finne den strengeste restriksjonen på \bar{w}_1^S som sikrer at alle bedrifter produserer positive kvanta i likevekt, for alle mulige teknologikombinasjoner. Ved å sammenligne alle \bar{w}_1^S mot hverandre, gitt $\Delta \in [0, 2/3)$, finner vi at

$$0 < w_2 < w_1 < \bar{w}_1^{\{IKL,IKL,KL\}} = \frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2}, \quad \Delta \in [0, 2/3) \quad (\text{A.5})$$

gir den strengste restriksjonen på w_1 . Jo høyere nivået på Δ er, jo lavere må paret (w_1, w_2) være. Restriksjon (A.5) må være oppfylt for at alle bedrifter skal finne det lønnsomt å produsere i likevekt. Kun da vil ligning (4.1.9) representere Nash-likevekt med indre løsning.

B Likevektsnivåer i delspill 2 og 3, modell 4.1.

Vi rapporterer her likevektsnivåene for kvantum og sysselsetting hos den enkelte bedrift for enhver teknologikombinasjon. Vi rapporterer også aggregert sysselsetting for hver av teknologikombinasjonene. Resultatene gjelder for modell 4.1 med eksogent gitt lønnsnivå.

Teknologi.komb. S	Kvantum, $q_i^*, i = 1, 2, 3$.		
	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
$S = \{KL, KL, KL\}$	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-3w_2(1-\Delta)+2w_1(1-\Delta)}{4}$
$S = \{KL, IKL, KL\}$	$\frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta)}{4}$
$S = \{KL, KL, IKL\}$	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+2w_1(1-\Delta)}{4}$
$S = \{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+w_1(2-\Delta)}{4}$
$S = \{IKL, KL, KL\}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a+w_1(3\Delta-2)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta)}{4}$
$S = \{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{a-2w_1+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-2w_1+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-3w_2(1-\Delta)+2w_1}{4}$
$S = \{IKL, KL, IKL\}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+w_1(2-\Delta)}{4}$
$S = \{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{a-2w_1+w_2}{4}$	$\frac{a-2w_1+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+2w_1}{4}$

Tek. komb S	Sysselsetting, $L_i^*, i = 1, 2, 3$.		
	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
$\{KL, KL, KL\}$	$(1-\Delta) \frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a-3w_2(1-\Delta)+2w_1(1-\Delta)}{4}$
$\{KL, IKL, KL\}$	$(1-\Delta) \frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta)}{4}$
$\{KL, KL, IKL\}$	$(1-\Delta) \frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a-2w_1(1-\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+2w_1(1-\Delta)}{4}$
$\{KL, IKL, IKL\}$	$(1-\Delta) \frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+w_1(2-\Delta)}{4}$
$\{IKL, KL, KL\}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a+w_1(3\Delta-2)+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta) \frac{a-3w_2(1-\Delta)+w_1(2-\Delta)}{4}$

B. LIKEVEKTSNIVÅER I DELSPILL 2 OG 3, MODELL 4.1.

$\{IKL,IKL,KL\}$	$\frac{a-2w_1+w_2(1-\Delta)}{4}$	$\frac{a-2w_1+w_2(1-\Delta)}{4}$	$(1-\Delta)\frac{a-3w_2(1-\Delta)+2w_1}{4}$
$\{IKL,KL,IKL\}$	$\frac{a-w_1(2+\Delta)+w_2}{4}$	$(1-\Delta)\frac{a-w_1(2-3\Delta)+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+w_1(2-\Delta)}{4}$
$\{IKL,IKL,IKL\}$	$\frac{a-2w_1+w_2}{4}$	$\frac{a-2w_1+w_2}{4}$	$\frac{a-3w_2+2w_1}{4}$

Teknologi.komb. S	Aggregert sysselsetting; $L^* = \sum_1^3 L_i^*$
$S = \{KL, KL, KL\}$	$\frac{1-\Delta}{4}[3a - 2w_1(1-\Delta) - w_2(1-\Delta)]$
$S = \{KL, IKL, KL\}$	$\frac{1}{4}[a(3-2\Delta) - w_1(2(1-\Delta^2) - \Delta) - w_2(1-\Delta(3-2\Delta))]$
$S = \{KL, KL, IKL\}$	$\frac{1}{4}[a(3-2\Delta) - w_1(2+\Delta^2) - w_2(1+2\Delta)]$
$S = \{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{1}{4}[a(3-\Delta) - w_1(2-3\Delta(1-\Delta)) - w_2(1+\Delta)]$
$S = \{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{1}{4}[a(3-\Delta) - 2w_1(1+\Delta) - w_2(1-\Delta(4-3\Delta))]$
$S = \{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{1}{4}[3a - 2w_1 - w_2]$

Vi kan lese rett fra tabellen at aggregert sysselsetting vil alltid være lavere under teknologikombinasjon $S = \{KL, KL, IKL\}$ enn referansepunktet (ingen bedrifter kjøper lisensrettighet). For de andre teknologikombinasjonene må vi ilegge lønnsnivået restriksjoner for at det skal være globalt sant at ny teknologi fører til en nedgang i aggregert sysselsetting.

C Utregning meravkastning periode 1, modell 4.1

Det er 8 ulike teknologikombinasjoner og påfølgende 24 eksplisitte meravkastningsnivåer vi må løse for. Vi gjengir formelen for meravkastning, likning (4.1.1):

$$\Psi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) = \pi_i(s_{i1}^1, s_{-ij}^1) - \pi_i(s_{i2}^1, s_{-ij}^1) - \rho. \quad (\text{C.1})$$

Vi løser for meravkastning for bedrift i ved å ta differansen mellom profittnivå med og uten ny teknologi, gitt de øvrige bedriftenes teknologitilpasning, og samtidig trekke fra lisensprisen, ρ . For eksempel vil bedrift 1 sin meravkastning i tilfellet der alle innoverer, $S = \{KL, KL, KL\}$, være gitt ved

$$\Psi_1(KL, KL, KL) = \pi_1(KL, KL, KL) - \pi_1(IKL, KL, KL) - \rho \quad (\text{C.2})$$

$$\Psi_1(\cdot) = \frac{(a - 2w_1(1 - \Delta) + w_2(1 - \Delta))^2}{16} - \frac{(a - w_1(2 + \Delta) + w_2(1 - \Delta))^2}{16} - \rho \quad (\text{C.3})$$

$$\Psi_1(KL, KL, KL) = \frac{3w_1\Delta(2(a + w_2(1 - \Delta)) - w_1^2(4 - \Delta))}{16}. \quad (\text{C.4})$$

Denne prosessen repeteres for alle 8 teknologikombinasjoner for alle de tre bedriftene. For sektor 2, bedrift 3 vil eksempelvis meravkastningen til teknologikombinasjon $S = \{IKL, KL, KL\}$ være:

$$\Psi_1(IKL, KL, KL) = \pi_3(IKL, KL, KL) - \pi_3(IKL, KL, IKL)\rho^{1/2} \quad (\text{C.5})$$

$$\Psi_1(IKL, KL, KL) = \frac{(a - 3w_2(1 - \Delta) + w_1(2 - \Delta))^2}{16} - \frac{(a - 3w_2 + w_1(2 - \Delta))^2}{16} - \rho. \quad (\text{C.6})$$

$$\Psi_1(IKL, KL, KL) = \frac{3w_2\Delta(2a + (2 - \Delta)[2w_1 - 3w_2])}{16}. \quad (\text{C.7})$$

D Utledning av forutsetning 4.2

Vi starter dette vedlegget med å beskrive kort atferdsmønsteret til fagforeningen i lønnsforhandlingene. Denne innsikten er viktig for utledning av forutsetning 4.2. Deretter finner vi restriksjonen som oppfyller forutsetning 4.2. Kort sagt rapporterer forutsetningen hvilke betingelser som må være oppfylt for at de minst produktive bedriftene ikke drives ut av markedet i likevekt.

Modellen i kapittel 4 anvender styringsrettsprinsippet: Fagforeningen setter lønnskrav og bedriftene bestemmer deretter sysselsetting ensidig. Siden vi har antatt at transaksjonskostnaden av å flytte arbeidskraft mellom sektorer, c , er tilstrekkelig høy vil bedriftene godta lønnskravet til fagforeningen. Vi modellerer lønnsforhandlingene i periode 2 som

$$w_1^* = \arg \max_{w_1 > 0} L^f(w_1 - w_2)^\theta, \quad (\text{D.1})$$

hvor $L^f = L_1^* + L_2^*$ utgjør sysselsetting av fagorganiserte arbeidere og $\theta \in (0, 1)$ utgjør fagforeningens relative vektning av lønns-gap over sysselsetting. $(w_1 - w_2)$ utgjør lønns-gapet fagforeningen søker å maksimere. Se delkapittel 3.7.1 for en mer detaljert diskusjon rundt fagforeningens målfunksjon. Utledning av forutsetning 4.2 gjøres ved å finne øvre grense for lønnsnivået i sektor 2 som sikrer positiv produksjon for alle bedrifter for enhver teknologikombinasjon. Ettersom den faktiske lønna må ligge i intervallet $0 < w_2 < \overline{w_2}^S$, vil $\overline{w_2}^S$ fortelle oss hvilke verdier Δ kan ta (for gitt θ) som sikrer at w_2 faktisk ligger i intervallet. Vårt mål er derfor å finne det laveste nivået på $\overline{w_2}^S$ av de 8 mulige teknologikombinasjonene (den strengeste restriksjonen). Dette forteller oss hvor w_2 må ligge for at alle teknologikombinasjonene skal gi likevektsutfall kjennetegnet ved indre løsning.

Før vi begynner med utledning av de ulike restriksjonene, kan vi løse (D.1) på generell form. Dette gir oss innsikt i hvordan atferden til fagforeningen er. Vi utnytter her at etterspørselen etter fagorganisert arbeidskraft er fallende i faktorprisen w_1 : $\partial L^f / \partial w_1 < 0$. FOB og AOB gir oss:

$$\frac{\partial L^f}{\partial w_1}(w_1 - w_2)^\theta + L^f \theta (w_1 - w_2)^{\theta-1} = 0$$

og

$$\frac{\partial^2 L^f}{\partial w_1^2}(w_1 - w_2) + \frac{\partial L^f}{\partial w_1} \theta \leq 0.$$

Vi antar at AOB er strengt oppfylt ved at etterspørselsfunksjonen er enten konkav

eller ikke for konveks. Løsning av FOB for w_1 gir entydig indre løsning:

$$w_1 = w_2 - \theta \frac{L^f}{\partial L^f / \partial w_1}. \quad (\text{D.2})$$

Vi vet at $\partial L^f / \partial w_1 < 0$, noe som impliserer at $w_1 > w_2$ når $0 < \theta < 1$. Vi ser at $w_1 \rightarrow w_2$ når $\theta \rightarrow 0$ og motsatt når $\theta \rightarrow 1$. Etersom det er bedriftene som ensidig bestemmer sysselsetting er denne effekten intuitiv: jo mer fagforeningen bryr seg om sysselsetting, jo lavere må lønnskrevet være for å dempe nedgangen i etterspørsel etter arbeidskraft. Lønnskrevet vil aldri settes lavere enn den kompetitive lønna. Vi merker oss at lønna w_1 må gjelde for bedrift 1 og 2, uavhengig deres respektive teknologibeslutning.

Før vi starter med utledningen, tar vi innover oss at parene $S = \{KL, IKL, KL\}$ og $S = \{IKL, KL, KL\}$ samt $S = \{KL, IKL, IKL\}$ og $S = \{IKL, KL, IKL\}$ gir innbyrdes identiske løsninger for bedrift 1 og 2, fordi lønna er uniform for begge parter og teknologivalget hos bedrift 3 er konstant. For eksempel, under $S = \{KL, IKL, KL\}$ vil bedrift 1 sitt produksjonskvantum være identisk med bedrift 2 sitt produksjonskvantum når $S = \{IKL, KL, KL\}$ og vice versa. Bedrift 3 har identisk produksjonskvantum i begge de to casene. Vi kan derfor gå fra 8 til 6 teknologikombinasjoner som gir unike restriksjoner på w_2 .

Vi starter analysen med teknologikombinasjonen $S = \{KL, IKL, IKL\}$. Da kjøper kun bedrift 1 lisensrettigheten. Anta så at bedrift 2 og 3 er inaktive som følge av teknologibeslutningen, i.e. $q_2 = q_3 = 0$. Da vil bedrift 1 tilpasse seg som monopolist i markedet:

$$\text{Max}_{q_1 \geq 0} q_1 [a - q_1 - w_1(1 - \Delta)]$$

FOB gir oss monopoltilpasningen til bedrift 1, antatt at AOB er oppfylt:

$$q_1^m = \frac{a - w_1(1 - \Delta)}{2}. \quad (\text{D.3})$$

Fagforeningen i periode 2 utnytter informasjonen om bedrift 1 sin monopoltilpasning. Sysselsettingen er gitt som $L_1^m = (1 - \Delta)q_1^m$ og lønnskrevet til fagforeningen finner vi ved å løse:

$$w_1 = \arg \max_{w_1} (1 - \Delta) \frac{a - w_1(1 - \Delta)}{2} (w_1 - w_2)^\theta$$

FOB gir oss:

$$-\frac{(1-\Delta)^2}{2}(w_1-w_2)^\theta + (1-\Delta)\frac{a-w_1(1-\Delta)}{2}\theta(w_1-w_2)^{\theta-1} = 0.$$

Ved å løse FOB for w_1 finner vi fagforeningens lønnskrav:

$$w_1^m = \frac{1}{1+\theta} \left[\frac{a\theta + w_2(1-\Delta)}{1-\Delta} \right] \quad (\text{D.4})$$

Utfall $\{q_1^m, w_1^m\}$ kan ikke være en likevekt når $S = \{KL, IKL, IKL\}$ hvis bedrift 2 og 3 finner det optimalt å sette $q_2 > 0$ og $q_3 > 0$. Bedrift 2 og 3 sine responsfunksjoner:

$$q_2(q_1^m, w_1^m, q_3) = \max\left\{\frac{a - q_1^m - q_3 - w_1^m}{2}, 0\right\}$$

$$q_3(q_1^m, w_1^m, q_2) = \max\left\{\frac{a - q_1^m - q_2 - w_2}{2}, 0\right\}.$$

Vi reduserer responsfunksjonene til kun å gjelde for paret (q_1^m, w_1^m) ved å sette inn for q_2 i q_3 og q_3 i q_2 . Dette gir oss:

$$q_2(q_1^m, w_1^m) = \max\left\{\frac{a - q_1^m + w_2 - 2w_1^m}{2}, 0\right\}$$

$$q_3(q_1^m, w_1^m) = \max\left\{\frac{a - q_1^m + w_1^m - 2w_2}{2}, 0\right\}.$$

Ved å utnytte utfallene for w_1^m og q_1^m kan vi finne restriksjonene for Δ og w_2 som medfører at beste svar er å være aktiv for bedrift 2 og 3. Ved å sette inn i responsfunksjonen for bedrift 2 finner vi at bedrift 2 er aktiv hvis

$$q_2 = \frac{a - \frac{a - \frac{1}{1+\theta} \left[\frac{a\theta + w_2(1-\Delta)}{1-\Delta} \right] (1-\Delta)}{2} + w_2 - 2 \frac{1}{1+\theta} \left[\frac{a\theta + w_2(1-\Delta)}{1-\Delta} \right]}{3} > 0$$

som betyr at

$$0 < w_2 < \frac{a[(1-\Delta) - 2\theta(1+\Delta)]}{2 - \Delta(1+\Delta) - \theta(1-\Delta)} \equiv \overline{w_2}_{\text{Bedrift 2}}^{KL, IKL, IKL}. \quad (\text{D.5})$$

Ved å sette inn i responsfunksjonen for bedrift 3 finner vi at bedrift 3 er aktiv hvis

$$q_3 = \frac{a - \frac{a - \frac{1}{1+\theta} \left[\frac{a\theta + w_2(1-\Delta)}{1-\Delta} \right] (1-\Delta)}{2} + \frac{1}{1+\theta} \left[\frac{a\theta + w_2(1-\Delta)}{1-\Delta} \right] - 2w_2}{2} > 0$$

som betyr at

$$0 < w_2 < \frac{a[(1 - \Delta) + 2\theta(2 - \Delta)]}{(1 - \Delta)(1 + \Delta + 4\theta)} \equiv \overline{w_2}^{KL,IKL,IKL}_{Bedrift\ 3}. \quad (D.6)$$

Vi kan tyde fra restriksjon (D.5) og (D.6) at (D.5) er den strengeste restriksjonen. (D.5) forteller oss at $0 < \theta < 1/2$ og $\Delta < 1$ for at $\overline{w_2}^{KL,IKL,IKL} > 0$. Setter vi $\theta = 1/3$ må $\Delta < 1/5$ for at $\overline{w_2}^{KL,IKL,IKL} > 0$. Under restriksjon (D.6) vil $\overline{w_2}^{KL,IKL,IKL} > 0$ for $\Delta < 1$, $\theta < 1$.

Vi fortsetter analysen med å studere teknologikombinasjonen $S = \{KL, KL, IKL\}$. Vi bruker samme metode som over for å finne øvre grense på w_2 som sikrer at den minst produktive bedriften er aktiv i likevekt (som er bedrift 3 i dette tilfellet).

Nå vil bedrift 1 og 2 i sektor 1 kjøpe lisensrettigheten, mens bedrift 3 avstår. Anta at bedrift 3 er inaktiv på grunn av sin relativt lave produktivitet. Da vil bedrift 1 og 2 konkurrere i et duopol. Definér så $k = 1, 2$ og $-k \neq k$. Da er bedrift k sitt optimeringsproblem gitt som

$$\underset{q_k}{Max} q_k [a - q_k - q_{-k} - w_1(1 - \Delta)].$$

Problemets FOB er gitt ved:

$$a - q_k - q_{-k} - w_1(1 - \Delta) - q_k = 0,$$

og tilhørende responsfunksjon for bedrift k er gitt ved:

$$q_k = \frac{a - q_{-k} - w_1(1 - \Delta)}{2}.$$

Duopollikevekten i dette scenarioet er gitt som

$$q_k^D = \frac{a - w_1(1 - \Delta)}{3}. \quad (D.7)$$

Fagforeningen vil utnytte informasjonen omkring bedrift 1 og 2 sin tilpasning og benytte dette til å komme med lønnskrav. Lønnskravet finner vi ved å løse

$$w_1^D = \underset{w_1}{arg\ max} 2(1 - \Delta) \frac{a - w_1(1 - \Delta)}{3} (w_1 - w_2)^\theta$$

FOB for optimum gir løsning for lønnskrav, w_1^D :

$$w_1^D = \frac{a\theta + (1 - \Delta)w_2}{(1 - \Delta)(1 + \theta)} \quad (\text{D.8})$$

Utfall $\{q_1^D, q_2^D, w_1^D\}$ kan ikke være likevekt når $S = \{KL, KL, IKL\}$ hvis bedrift 3 finner det optimalt å sette $q_3 > 0$. Bedrift 3 sin responsfunksjon vil være:

$$q_3(q_1^D, q_2^D, w_1^D) = \max\left\{\frac{a - q_1^D - q_2^D - w_2}{2}, 0\right\}.$$

Ved å utnytte utfallene for q_k^D og w_1^D kan vi finne restriksjonene på Δ og w_2 som medfører at beste svar for bedrift 3 er å være aktiv. Bedrift 3 vil være aktiv under teknologikombinasjon $S = \{KL, KL, IKL\}$ hvis

$$q_3 = \frac{a - 2 \frac{a - \frac{a\theta + (1 - \Delta)w_2}{(1 - \Delta)(1 + \theta)}(1 - \Delta)}{3} - w_2}{2} > 0$$

som betyr at

$$0 < w_2 < \frac{a[1 + 3\theta]}{3(1 + \theta) - 2(1 - \Delta)} \equiv \overline{w_2}^{KL, KL, IKL}. \quad (\text{D.9})$$

Fra restriksjon (D.9) ser vi at for alle $0 < \theta < 1$ og $0 < \Delta < 1$ vil $\overline{w_2}^{KL, KL, IKL} > 0$. Så fremt $0 < w_2 < \overline{w_2}^{KL, KL, IKL}$ vil $\{q_1^D, q_2^D, w_1^D\}$ aldri være en likevekt fordi bedrift 3 sin beste svar er å være aktiv.

Vi vender oss nå mot teknologikombinasjonen $S = \{KL, IKL, KL\}$. Restriksjonen som påføres w_2 i dette tilfellet vil være identisk med restriksjonen som blir pålagt hvis $S = \{IKL, KL, KL\}$. I dette tilfellet er det bedrift 1 og 3 som kjøper lisensrettighet, mens bedrift 2 avstår. Anta så at bedrift 2 er inaktiv som følge av sin lave produktivitet. Da vil bedrift 1 og 3 konkurrere i et duopol. Bedriftenes respektive beslutningsproblem fremstilles som

$$\begin{aligned} \max_{q_1} q_1[a - q_1 - q_3 - w_1(1 - \Delta)]; \\ \max_{q_3} q_3[a - q_1 - q_3 - w_2(1 - \Delta)]. \end{aligned}$$

Tilhørende FOB som gir responsfunksjonene til bedrift 1 og 3 er:

$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{a - q_3 - w_1(1 - \Delta)}{2}; \\ q_3 &= \frac{a - q_1 - w_1(1 - \Delta)}{2}. \end{aligned}$$

Likevektstilpasning vil nå være:

$$q_1^D = \frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2w_1(1 - \Delta)}{3}; \quad (\text{D.10})$$

$$q_3^D = \frac{a + w_1(1 - \Delta) - 2w_2(1 - \Delta)}{3}. \quad (\text{D.11})$$

Fagforeningen vil i dette scenarioet sette lønnskrav basert på bedrift 1 sin tilpasning. Lønnskravet er gitt ved løsningen på følgende problem:

$$w_1^D = \underset{w_1}{\text{arg max}} (1 - \Delta) \frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2w_1(1 - \Delta)}{3} (w_1 - w_2)^\theta.$$

FOB gir følgende løsning på fagforeningens lønnskrav:

$$w_1^D = \frac{a\theta + w_2(1 - \Delta)[2 + \theta]}{2(1 - \Delta)(1 + \theta)}. \quad (\text{D.12})$$

Utfall $\{q_1^D, q_3^D, w_1^D\}$ kan ikke utgjøre likevektsutfall når $S = \{KL, IKL, KL\}$ hvis bedrift 2 finner det optimalt å sette $q_2 > 0$. Bedrift 2 sin responsfunksjon vil derfor være:

$$q_2(q_1^D, q_3^D, w_1^D) = \max\left\{\frac{a - q_1^D - q_3^D - w_1^D}{2}, 0\right\}.$$

Ved å utnytte resultatene for q_1^D, q_3^D og w_1^D kan vi finne restriksjonene på Δ og w_2 som medfører at beste svar for bedrift 2 er å være aktiv. Bedrift 2 vil være aktiv under teknologikombinasjon $S = \{KL, IKL, KL\}$ hvis

$$q_2 = \frac{a - \frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2\frac{a\theta + w_2(1 - \Delta)[2 + \theta]}{2(1 - \Delta)(1 + \theta)}(1 - \Delta)}{3} - \frac{a + \frac{a\theta + w_2(1 - \Delta)[2 + \theta]}{2(1 - \Delta)(1 + \theta)}(1 - \Delta) - 2w_2(1 - \Delta)}{3} - w_1^D > 0$$

som betyr at

$$0 < w_2 < \frac{a[2 - \Delta(2 + 3\theta)]}{(1 - \Delta)[3(1 + \Delta) + \theta(1 + 2\Delta)]} \equiv \bar{w}_2^{KL, IKL, KL}. \quad (\text{D.13})$$

Etter nærmere undersøkelse av (D.13) må $\Delta < 2/3$ når $\theta = 1/3$ for at $w_2 > 0$ når $S = \{KL, IKL, KL\}$.

Vi skal nå rette fokuset mot den siste teknologikombinasjonen som er av interesse å studere. Det er ikke nødvendig å studere teknologikombinasjon $S = \{KL, KL, KL\}$ og $S = \{IKL, IKL, IKL\}$, fordi alle bedrifter enten kjøper eller avstår fra å kjøpe lisensrettigheten:

Relativ produktivitet er konstant lik 1 for de to teknologikombinasjonene. Vi kan derfor konsentrere oss om teknologikombinasjonen $S = \{IKL, IKL, KL\}$. I dette tilfellet er det bedrift 3 som kjøper lisensrettighet, mens bedrift 1 og 2 avstår. Anta så at bedrift 1 og 2 er inaktive som følge av lav produktivitet. Da vil bedrift 3 tilpasse seg som monopolist. Bedriftens respektive beslutningsproblem fremstilles som

$$\underset{q_3}{Max} q_3(a - q_3 - w_2(1 - \Delta))$$

FOB gir tilhørende monoptilpasning for bedriften:

$$q_3^m = \frac{a - w_2(1 - \Delta)}{2}. \quad (D.14)$$

Utfallet $\{q_3^m, w_2\}$ kan ikke utgjøre likevektsutfall når $S = \{IKL, IKL, KL\}$ hvis bedrift 1 og 2 finner det optimalt å sette $q_1 > 0$ og $q_2 > 0$. Bedrift 1 og 2 sin responsfunksjon vil være:

$$q_1(q_2, q_3^m, w_1) = \max\left\{\frac{a - q_2 - q_3^m - w_1}{2}, 0\right\};$$

$$q_2(q_1, q_3^m, w_1) = \max\left\{\frac{a - q_1 - q_3^m - w_1}{2}, 0\right\}$$

Vi kan redusere responsfunksjonene ved å sette q_2 inn i q_1 og q_1 inn i q_2 samt q_3^m inn i begge:

$$q_1(w_1) = \max\left\{\frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2w_1}{6}, 0\right\};$$

$$q_2(w_1) = \max\left\{\frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2w_1}{6}, 0\right\}.$$

Vi ser at avgjørelsen om hvorvidt bedrift 1 og 2 velger å være aktiv også avhenger av hvilken lønn fagforeningen krever. Dette lønnskrevet finner vi ved å løse følgende optimeringsproblem for w_1 :

$$w_1 = \underset{w_1}{arg \max} \left(2 \frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2w_1}{6}\right) (w_1 - w_2)^\theta$$

FOB gir følgende løsning på fagforeningens lønnskrav:

$$w_1 = \frac{a\theta + w_2[(1 - \Delta)\theta + 2]}{2(1 + \theta)}. \quad (D.15)$$

Vi kan derfor slå fast at utfall $\{q_3^m, w_1\}$ kan ikke være likevektsutfall når $S = \{IKL, IKL, KL\}$ hvis

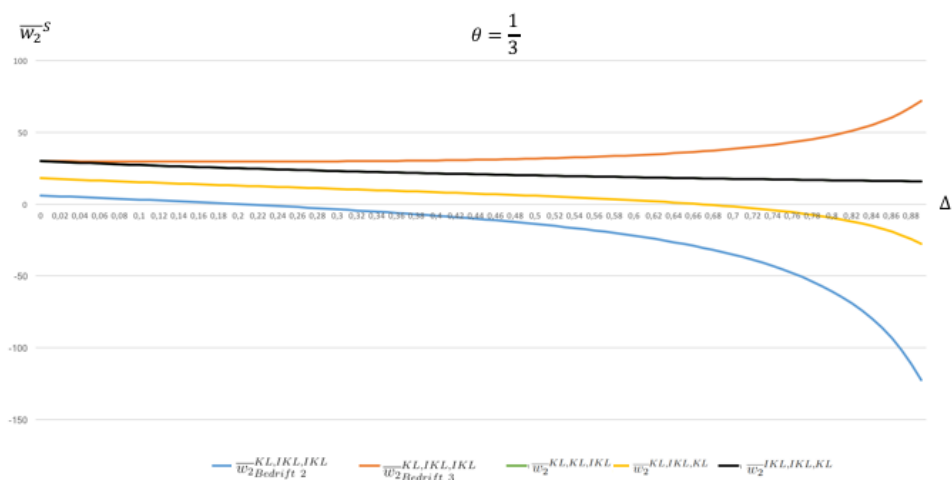
$$q_1 = q_2 = \frac{a + w_2(1 - \Delta) - 2 \frac{a\theta + w_2[(1-\Delta)\theta + 2]}{2(1+\theta)}}{6} > 0$$

som betyr at

$$0 < w_2 < \frac{a}{1 + \Delta} \equiv \bar{w}_2^{IKL,IKL,KL}. \quad (D.16)$$

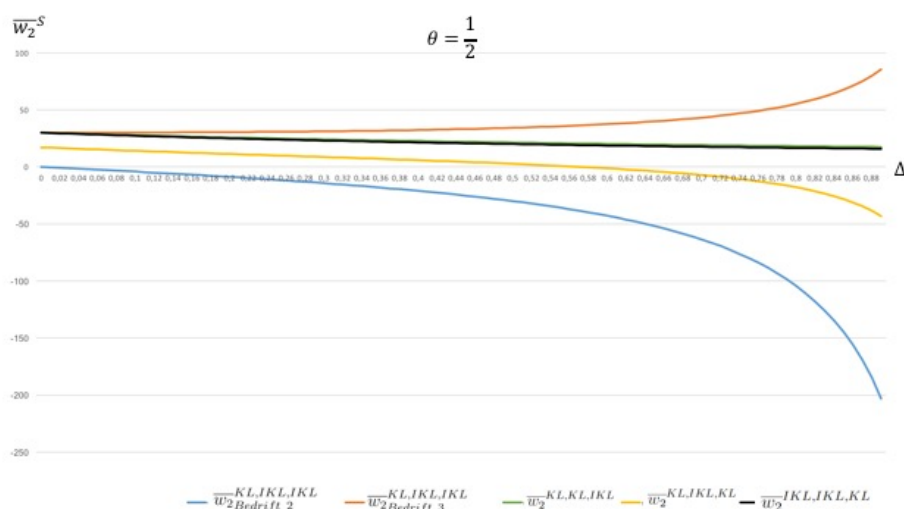
Her ser vi at $w_2 > 0$ for alle $0 < \theta < 1$ og $0 < \Delta < 1$. Så fremt $w_2 < \bar{w}_2^{IKL,IKL,KL}$ vil alle bedriftene finne det optimalt å være aktive.

Det fremgår ikke direkte fra betingelse (D.5), (D.6), (D.9), (D.13) og (D.16) hvem som er den mest restriktive. Det er derfor hensiktsmessig å simulere disse betingelsene for verdier på a, Δ, θ . I simuleringen lar vi $0 < \Delta < 1$, $a = 30$ og fagforeningens relative vekt på lønnsgap ta verdiene $\theta = 1/3$ og $\theta = 1/2$. Resultatene er rapportert i de to påfølgende figurene.



Figur 6: Lønnsrestriksjon for w_2 som sikrer at de minst produktive bedriftene er aktive i likevekt når $\theta = 1/3$.

Som vi ser fra Figur 6 og 7 fremgår det tydelig at det er en negativ sammenheng mellom Δ og \bar{w}_2^S for alle teknologikombinasjoner unntatt $S = \{KL, IKL, IKL\}$. Det betyr at jo mer drastisk økning i produktiviteten den nye teknologien gir opphav til, jo lavere må w_2 være for at bedriften(e) med lavest produktivitet skal være aktiv(e). Dette er intuitivt for bedrift 3: Jo større forskjell i relativ produktivitet, jo lavere må bedriftens lønnskostnader være for at den fortsatt skal finne det lønnsomt å være aktiv i likevekt. For bedrift 1 og



Figur 7: Lønnsrestriksjon for w_2 som sikrer at de minst produktive bedriftene er aktive i likevekt når $\theta = 1/2$.

2 er ikke intuitjonen like direkte hvorfor w_2 må bli lavere jo høyere Δ blir. Vi merker oss først at fagforeningslønna alltid tar utgangspunkt i w_2 som nedre grense, se likning (D.2). En lavere w_2 vil derfor presse fagforeningslønna ned, alt annet likt. Vi vet også at mer drastisk produktivitetsøkning medfører at fagforeningen ønsker å tilkjempe seg høyere lønn. En nivåøkning i produktiviteten hos kun én av sektor 1-bedriftene medfører at lønna w_1 presses opp. Denne kostnaden må bæres av *begge* sektor 1-bedriftene. Derfor vil den minst produktive av sektor 1-bedriftene være avhengig av at lønnsnivået i sektor 2, w_2 , er tilstrekkelig lavt slik at fagforeningslønna ikke presses for høyt. Kun da vil den minst produktive av sektor-1 bedriftene finne det lønnsomt å være aktiv.

Denne intuitjonen er overførbar til tolkningen av θ . En økt θ betyr at fagforeningen er mindre risikoavers og vektlegger lønnsgap relativt mer enn sysselsetting. Da er den minst produktive sektor 1-bedriften avhengig av at w_2 blir enda lavere. Det fremgår at toppunktet for θ som sikrer at alle tre bedrifter er aktive uansett teknologikombinasjon er $\theta = 1/2$, men da må $\Delta = w_2 \leq 0$. Setter vi $\theta = 1/3$ får vi at $\Delta < 1/5$ og $0 < w_2 < \bar{w}_2^{KL,IKL,IKL}$. Restriksjonen på Δ endres ikke av å endre størrelsen på a .

E Likevektsnivåer for kvantum, modell 4.2

Tek.komb.S	Kvantum, q_i^* , $i = 1, 2, 3$, for gitt w_1^* .	
	Bedrift 1	Bedrift 2
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[1 - \frac{2+\theta}{1+\theta}]$
2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{2-3\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{2+\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{2+\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{2-3\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{2-3\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{2+\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)(2+\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{2+\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-3\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{2-3\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}]$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2}{4}[(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}]$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{\theta+2}{1+\theta}]$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta}] + \frac{w_2}{4}[1 - \frac{\theta+2}{1+\theta}]$

Tek.komb. S	Kvantum, q_3^* , for gitt w_1^* .
	Bedrift 3
1. $\{KL, KL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta}] - \frac{w_2(1-\Delta)}{4}[3 - \frac{2+\theta}{1+\theta}]$
2. $\{KL, IKL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] - \frac{w_2}{4}[3(1-\Delta) - \frac{2-\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
3. $\{IKL, KL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 - \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] - \frac{w_2}{4}[3(1-\Delta) - \frac{2-\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(1-\Delta)(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
4. $\{KL, IKL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] - \frac{w_2}{4}[3 - \frac{2-\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
5. $\{IKL, KL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] - \frac{w_2}{4}[3 - \frac{2-\Delta}{1+\theta}(\frac{\theta(2-\Delta)}{4-4\Delta+3\Delta^2} + 1)]$
6. $\{KL, KL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta} \frac{(2-\Delta)^2}{4-4\Delta+3\Delta^2}] - \frac{w_2}{4}[3 - \frac{\theta+2(1-\Delta)}{1+\theta}]$
7. $\{IKL, IKL, KL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta}] - \frac{w_2}{4}[3(1-\Delta) - \frac{\theta(1-\Delta)+2}{1+\theta}]$
8. $\{IKL, IKL, IKL\}$	$\frac{a}{4}[1 + \frac{\theta}{1+\theta}] - \frac{w_2}{4}[3 - \frac{\theta+2}{1+\theta}]$

F Bevis for at meravkastningsnivåer i modell 4.1 er positive

Vi skal her bevise at meravkastningsnivåene for sektor 1 og 2 i modell 4.1 er strengt positive for enhver teknologikombinasjon. Vi tar utgangspunkt i forutsetning 4.1 sine implikasjoner:

$$0 < w_2 < w_1 < \overline{w_1}^{\{IKL,IKL,KL\}} \equiv \frac{a + w_2(1 - \Delta)}{2},$$

og $\Delta \in [0, 2/3)$. Fra tabellen som rapporterer meravkastningsnivåer for bedrift i i modell 4.1, s. xy, tar vi utgangspunkt i meravkastningsnivåene for sektor 1. Vi kan se at sektor 1 sitt laveste meravkastningsnivå vil være teknologikombinasjonen hvor alle tre bedriftene kjøper lisensrettighet, uansett verdi på Δ . Så lenge det laveste meravkastningsnivået er større enn null, vil også meravkastningsnivåene for de resterende teknologikombinasjonene være større enn null. Dette betyr at:

$$\Psi_k(KL, KL, KL) = \frac{3w_1\Delta(2(a + w_2(1 - \Delta)) - w_1(4 - \Delta))}{16} > 0 \quad (\text{F.1})$$

hvor $k = 1, 2$. For at (F.1) skal være strengt positiv, må følgende ulikhet holde:

$$2(a + w_2(1 - \Delta)) - w_1(4 - \Delta) > 0 \quad (\text{F.2})$$

$$w_1 < \frac{2(a + w_2(1 - \Delta))}{4 - \Delta} \quad (\text{F.3})$$

Setter vi produktivitetsøkningen til ny teknologi lik sin øvre grense (definert fra forutsetning 4.1), $\Delta = 2/3$, ser vi at

$$w_1 < \frac{3(a + w_2(1 - \Delta))}{5}. \quad (\text{F.4})$$

Vi ser at umiddelbart at ulikhet (F.4) er *mindre* restriktiv enn forutsetning 4.1. Det betyr at lønna til sektor 1, w_1 , alltid vil være på et nivå som sikrer positiv meravkastning så lenge forutsetning 4.1 er oppfylt. Ettersom lønna til sektor 2, w_2 , kan eksogent settes lavere enn w_1 vil ulikhet (F.4) være tilstrekkelig for at alle bedrifter for enhver teknologikombinasjon vil oppleve positiv meravkastning. ■