

Driver teknologi arbetsmarknadstrender?
Studie om efterfrågan på arbetskraften i
Finland 1985 - 2012



Aada Willberg
Pro gradu-avhandling i nationalekonomi
Handledare: Eva Österbacka
Fakulteten för samhällsvetenskaper och ekonomi
Åbo Akademi 2019

Abstrakt

ÅBO AKADEMI – FAKULTETEN FÖR SAMHÄLLSVETENSKAPER OCH EKONOMI	
Ämne: Nationalekonomi	
Författare: Aada Willberg	
Arbetets titel: Driver teknologi arbetsmarknadstrender? Studie om efterfrågan på arbetskraften i Finland 1985 - 2012	
Handledare: Eva Österbacka	
<p>Abstrakt:</p> <p>Tillväxt, ny teknologi och innovationer innebär att efterfrågan på högutbildad arbetskraft har ökat. Tidigare studier visar att teknologi fungerar som komplement till högutbildad arbetskraft, medan studier från 1990-talet framåt visar resultat som motstrider detta positivt linjära samband mellan teknologi och efterfrågan på utbildning.</p> <p>Arbetsmarknaderna främst i Förenta staterna men även i europeiska länder har blivit polariserade. Efterfrågan på högutbildad arbetskraft har ökat på bekostnad av mellanskiktet i arbetskraftsfördelningen och dessutom har tjänstesektorn ökat avsevärt. En uppgiftsbaserad modell ser teknologi och främst informations- och kommunikationstekniken (IKT) som orsak bakom denna polarisering av arbetsmarknaden. IKT kompletterar icke-rutinmässiga komplexa uppgifter men ersätter rutinmässiga manuella arbetsuppgifter. Samtidigt ökar icke-rutinmässiga rutinuppgifter i till exempel. tjänstesektorn.</p> <p>Avhandlingens syfte är att studera empiriskt om förändringar i efterfrågan på arbetskraften i Finland drivits av informations- och kommunikationsteknik. Avhandlingen omfattar en teoretisk bakgrund om teknologins betydelse i tillväxt, två teoretiska ansatser om teknologins effekt på efterfrågan på arbetskraften. Studien kartlägger förändringar i arbetskraftsstrukturen i Finland 1985–2012 och en empirisk studie om IKT-kapitalets bidrag till mervärde påverkar har till tre olika utbildningsnivåer. Hypotesen är att IKT-kapital påverkar löneandelen för olika utbildningsnivåer olika. För den empiriska studien används EU KLEMS databasen som innehåller data på kapital, mervärde och arbetskraft på industrinivå från och med 1985 fram till 2012.</p> <p>Mina resultat stöder hypotesen om att IKT polariserar arbetsmarknaden. Estimaterna visar att en ökning av IKT-kapitalets bidrag till mervärde ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft medan en ökning minskar löneandelen för arbetskraft med andra stadiets utbildning. Dessa samband är signifikanta, medan resultaten för lågutbildad arbetskraft inte kan påvisa enhetliga och tillförlitliga resultat. Detta kan bero på att lågutbildning inte är ett perfekt mått på arbetskraft som utför icke-rutinmässiga manuella arbetsuppgifter, som antas öka i polariseringen. Detta understryks av att under hela tidsperioden har utbildningsnivån ökat och de minskade löneandelarna för lågutbildad arbetskraft fångar inte ökningen i till exempel tjänstesektorn. Datamaterialet visar också att arbetskraften åldrats och att negativa effekten av att vara kvinna på löneandelen är mycket bestående. Slutsatsen är att IKT har en polariserande effekt på efterfrågan på arbetsmarknaden och denna utveckling har fortsatt och förstärks in på 2010-talet i Finland.</p>	
Nyckelord: arbetsmarknad, arbetskraft, arbetsmarknadsefterfrågan, teknologi, informations- och kommunikationsteknik, polarisering, utbildning, Finland, endogen tillväxt	
Datum: 3.5.2019	Sidoantal: 89

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Teoretisk bakgrund.....	3
2.1	Teknologi och ekonomisk tillväxt	3
2.1.1	Endogen teknologisk förändring	5
2.2	Teoretiska ansatser om teknologins effekter på arbetsmarknaden	15
2.2.1	Teknologi ökar efterfrågan på högutbildning.....	16
2.2.2	Teknologin ökar efterfrågan på abstrakta och interaktiva arbetsuppgifter....	18
3	Tidigare litteratur	30
3.1	Empiriska resultat av teknologins effekter på arbetsmarknadsefterfrågan	30
3.2	Empiriska resultat av teknologins effekt på inkomster.....	35
3.3	Efterfrågan på arbetsmarknaden i Finland	36
3.4	Andra förklaringar bakom arbetsmarknadstrender	40
4	Metod och data.....	44
4.1	Metod	44
4.2	Förhållandet mellan utbildning och arbetsuppgifter	47
4.3	Data	51
4.3.1	Industriefördelning	51
4.3.2	Variabler	55
4.4	Deskriptiv statistik	57
4.5	Empiriska modell.....	65
5	Resultat och analys	68
5.1	Robusthetstest	73
6	Slutsatser och diskussion.....	78
	Referenser.....	83
	Bilaga 1.....	89

1 Inledning

Teknologi anses vara en central drivkraft i ekonomisk tillväxt. Teorier om ekonomisk tillväxt framhäver kunskap och främst teknologisk framgång som orsak bakom tillväxt, till exempel Solow-modellen och Paul Romers modell om endogen kunskap som driver ekonomisk tillväxt (Romer, 1990). De teknologiska innovationerna har varit otaliga under det senaste århundradet och främst de industrialiserade länderna har fått uppleva en högre tillväxt och välfärd som följd av detta.

Samtidigt som stora teknologiska förändringar har präglat den postmodernistiska tidseran har arbetsmarknaden genomgått lika omvälvande förändringar. Ny teknologi och skapandet av innovationer innebär att efterfrågan på högutbildad arbetskraft har ökat, och studier visar att teknologi fungerar som komplement till högutbildad arbetskraft (Acemoglu och Autor, 2011). Trots ny kunskap och teknologi kommer hög sysselsättning alltid ligga som grund till välfärd. Därför är det viktigt att förstå hur teknologi förändrar arbetsmarknaden och hur tillväxt och välfärd kan säkras i framtiden. Under perioder av omstrukturering bestämmer arbetskraftens kompetens och motsvarighet till efterfrågan långt arbetslöshetens nivå (utredningen *Työvoima 2025*, 2007).

Men Autor, Levy and Murnane (2003) hävdar att utveckling på arbetsmarknaden och förhållandet mellan teknologi och arbetskraft är mer nyanserad än så. I Förenta staterna har andelen arbetskraft i yrken med högutbildning ökat i slutet av 1990-talet i enlighet med tidigare teori. Förutom detta hade även andelen arbetsplatser inom branscher med lågutbildad arbetskraft ökat, medan mellanskiktet upplevt en nedgång i andelen arbetsplatser. Denna U-formade kurva ger en bild av en polariserad arbetsmarknad. Teknologi och speciellt tillväxten av datorisering samt informations- och kommunikationsteknik har framförts som förklaringar till denna trend. Motivation till att införa teknologi är strävan efter tillväxt. Frågan är hur relationen mellan teknologi och arbetsmarknad ser ut? Vilka följder har teknologin på arbetsmarknadsefterfrågan och därmed löner, struktur, ojämlikhet och utbildning?

Syftet med denna avhandling är att studera ifall förändringar i efterfrågan på arbetskraften i Finland drivits av införandet av informations- och kommunikationsteknik. Kan vi se en lika tydlig polarisering av arbetsmarknaden även i Finland och drivs den av informations- och kommunikationstekniken? Polariseringsen av arbetsmarknaden har studerats flitigt, speciellt

i Förenta staterna men även av europeiska länder. Michaels, Natraj och Van Reenen (2014) har studerat informations- och kommunikationsteknikens effekter på tre olika utbildningsgrupper i europeiska länder. Skillnaderna mellan länderna är ändå stora och i min avhandling kommer jag att fördjupa mig i förändringar i Finlands arbetsmarknadsstruktur. Dessutom omfattar min studie nyare data fram till 2012.

För empiriska studien använder jag mig främst av EU KLEMS databasen som innehåller data på kapital, mervärde, arbetskraft, utbildning och IKT på industrinivå från och med 1985 fram till 2012. Deskriptiv statistik över löneandelar hos arbetskraft, utbildning, köns- och åldersfördelning berättar om utvecklingen av arbetsmarknadsstrukturen från 1985 fram till 2012 i Finland. Som stöd för denna empiriska studie kartlägger avhandlingen förutom teknologins betydelse för tillväxt i ekonomin teknologins effekter på arbetsmarknadsefterfrågan.

2 Teoretisk bakgrund

Den teoretiska bakgrunden för avhandlingen behandlas i detta kapitel. Jag inleder med att åskådliggöra vad teknologi är, hur den bidrar till tillväxt och vilken uppgift fördelningen av arbetskraften har för tillväxt. Därefter presenterar jag två teorier om hur teknologi kan påverka efterfrågan på arbetskraft genom att ändra efterfrågan på kunskap eller arbetsuppgifter.

2.1 Teknologi och ekonomisk tillväxt

Strävan efter tillväxt ligger som grund för all ekonomisk aktivitet. Tillväxt är beroende av förändringar i produktion eller snarare produktivitet, som i sin tur är beroende av insatsfaktorer som arbetskraft och teknologi. Historia och nuläge visar att länder växer i olika takt och har olika nivå på inkomster och välfärd. Dessa skillnader har intresserat nationalekonomer i årtionden och skapat flera tillväxtteorier. Innan andra världskriget präglades utvecklingen i världen av divergens, där tillväxttakten i vissa länder skiljde sig avsevärt från andra, medan efter andra världskriget kan man vittna en konvergens i utvecklingen hos industrialiserade länder (Baumol 1968). Dessa skillnader i utvecklingen visar hur svår uppgift tillväxtteorin har. Förändringar på arbetsmarknaden sker i stort sätt på grund av ekonomisk tillväxt, men skapar även ekonomisk tillväxt. Eftersom sysselsättning och teknologi är centrala faktorer i produktion och tillväxt är förståelsen för hur tillväxt uppkommer grundläggande i diskussionen om förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden och ifall de drivs av teknologisk framfart.

Hur kunskap och teknologisk förändring definieras skiljer sig mellan olika tillväxtteorier. Kasim (2017) diskuterar de olika teoretiska definitionerna för teknologi som ändrat i samband med utveckling av tillväxtmodeller. Solows (1956) modell behandlar teknologin som en exogen global vara som är tillgänglig för alla länder och områden. Shell (1967) framhäver att teknologi och dess framgångar är en offentlig tillgångsfaktor som erbjuds av staten för att förklara uppkomsten av teknologi i perfekt konkurrens. Traditionella neoklassiska tillväxtmodeller baserade på Cobb-Douglas produktionsfunktioner förklarar skillnader i tillväxttakt mellan länder genom skillnader i sparandegraden och produktiviteten. Högre inkomstnivå korrelerar med högre sparandegrad, men skillnaderna i sparandegraden och därmed investeringar är små för att förklara varför höginkomst- och låginkomstländer verkar växa i olika takt. Sparandegraden är inte tillräckligt mycket högre i

höginkomstländer. Dessutom är skillnader i länders teknologinivå svåra att förklara i nationalekonomiska termer med kunskap som är tillgänglig för alla länder. I verkligheten investerar privata aktörer i forsknings- och innovationsaktiviteter, vilket inte stöder Shells antagande om teknologi som en offentlig vara.

För att fånga inläring och kunskapsökning genom aktiviteter introducerar Arrow (1962) en utvidgad neoklassisk Solow-modell där ökningarna i kapital innebär proportionella ökningarna i kunskap genom inläring från praktisk erfarenhet. Modellen behandlar teknologi och kunskap fortsättningsvis som en offentlig vara. Fördelen med denna inlärningsprocess av kunskap är att takten av kunskapsökningen är endogen, men däremot är svagheten att modellen antar en strikt proportionalitet mellan kunskap och fysiskt kapital. Dessutom krävs det att kunskapen som produceras genom inläring ska vara tillgänglig för alla på marknaden för att vara icke-uteslutbar.

Neoklassiska modeller där teknologi är en exogen variabel visar sig problematisk då teknologins egenskaper som en icke-rivaliserande och åtminstone delvis icke-uteslutbar vara introduceras. En ekonomisk vara har nämligen två karaktärsdrag; nivån av rivalitet och uteslutbarhet (Romer 1990). Användningen av en icke-rival produkt begränsar inte dess användning av andra företag eller personer. En uteslutbar produkt kännetecknas av att ägaren kan hindra andra att använda produkten. Vanliga ekonomiska varor är både rivaliserande och uteslutbara, medan offentliga varor är icke-rivaliserande och icke-uteslutbara. Detta visar att begreppen går ofta hand i hand, vilket innebär att varor som är icke-rivaliserande men ändå uteslutbara kan te sig motsägelsefulla i teorin.

Solows (1956) neoklassiska modeller undviker denna motsättning genom att behandla teknologi som en exogen offentlig vara. Ägarna av teknologin får inte någon kompensation i modellen och alla företag antas kunna fritt använda sig av all teknologi. Med andra ord följer modellen Romers (1990) antagande om att teknologi driver tillväxt och är en icke-rival vara men förnekar att vinstmaximerande beteende bidrar till t. Denna kontrovers ligger i kärnan för kritiken mot neoklassiska tillväxtmodeller, tillsammans med studier (Autor, Levy och Murnane, 2003) som visar att Solow-modellen inte lyckas fånga skillnader i inkomster och tillväxttakter mellan länder. Det finns dock flera utvidgningar för Solow-modellen som humankapital och skillnader i sparandegraden och Mankiw, Romer and Weil (1992) visar att dessa utvidgningar förklarar relativt konsistent skillnaderna i per capita inkomster och tillväxttakter mellan länder. Svagheten är ändå att i empiriska studien bör

författarna göra restriktioner till modellen, som att länder antas vara stängda för internationella kapitalflöden och har samma nivå på teknologisk framgång.

Romers (1990) modell är ett försök att lösa teknologins roll i tillväxt och inkomstskillnader mellan länder genom att anta att teknologi är både en icke-rivaliserande och uteslutbar vara. Icke-rivalitet innebär att när någon åtagit sig kostnaden för att skapa nya idéer kan denna kunskap användas om och om igen utan ytterligare kostnader. Innovationen om hur råvaror kan utnyttjas på ett nytt sätt behöver inte skapas på nytt och användning av den begränsar inte andras utnyttjande av innovationen. Dessutom genom att behandla kunskap som icke-rivaliserande tillåter det delvis uteslutbarhet, med andra ord finns det möjlighet för kunskapsspridning. Nya idéer är till en del uteslutbara eller åtminstone för en tid, vilket ger företag och individen chansen att ta högre pris än marknadspris. Med andra ord är teknologi inte en kollektiv offentligt producerad vara eftersom individer och företag kan förtjäna monopolräntor på marknaden för sina innovationer.

I Paul Romers modell (1990) påverkar insatsfaktorer tillväxten genom att ändra på fördelningen av arbetskraften mellan varuproduktion och forskning. Innan vi behandlar teorier om teknologins relation till arbetskraften och mer specifikt arbetsuppgifter och kunskap, ser vi närmare på Paul Romers modell om endogen teknologisk förändring. Modellen ger en fortsatt förståelse för vad teknologi är, men mer väsentligt hur teknologi uppstår och hur marknaden själv strävar efter ny kunskap för att uppnå vinst. Denna strävan efter ny kunskap har betydelse för fördelningen av arbetskraften som innehar kunskapen i samhället. Förändringar i efterfrågan på arbetskraft har således följder för tillväxt och i och med att endogen teknologisk förändring skapar tillväxt fortsatta förändringar i efterfrågan på arbetskraft. Ifall ny kunskap är drivande faktorn i tillväxt, driver teknologi även förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden?

2.1.1 Endogen teknologisk förändring

P. Romers (1990) tillväxtmodell där teknologisk förändring sker som en följd av medvetna vinst-maximerande handlingar behandlas mer detaljerat i detta kapitel. Vi ser att fördelningen av arbetskraften mellan varuproduktion och forskning och utveckling har en stor betydelse för tillväxt. All teknologisk förändring sker ändå inte som ett resultat av marknadsincitament, där offentligt finansierad forskning är ett bra exempel (Romer, 1990). Marknadsincitament har ändå en avgörande roll i processen där kunskap omvaldas till varor med praktisk användning. Grundläggande forskning ger även grundläggande kunskap men

flera varor och apparater har kommit till av företags vilja att tjäna avkastning på att omvandla denna kunskap till praktiska varor. Dessa incitament och nya innovationer i sin tur förändrar marknads efterfråga på arbetskraft

Denna modell för endogen teknologisk förändring är ett försök att skapa en robust modell, som omfattar bevis om tillväxt som nationalekonomer tagit som givet men haft svårigheter att innefatta i en modell på aggregatnivå (Romer, 1994). Dessa innefattar grundläggande antaganden om att det finns flera företag i en marknadsekonomi, teknologiska förändringar sker till följd av människors aktivitet, vilket innebär att ju mer aktivitet desto fler innovationer, och det är möjligt att kopiera och upprepa fysiska aktiviteter. Förutom dessa ska den endogena modellen tillåta icke-rivalitet, där innovationer skiljer sig från andra faktortillgångar i den bemärkelsen att många människor kan använda den samtidigt men även uteslutbarhet på marknaden, där många individer och företag har övertag på marknaden och förtjänar monopolräntor på innovationer.

D. Romer (2012) visar, med hjälp av P. Romers modell om endogen teknologisk förändring, varför det är viktigt att överge tanken om företag som pristagare och introducera monopolkonkurrens i tillväxtmodeller. För tillfället behandlas nivån av kunskap, A , som given och positiv. Kunskap representerar alla olika idéer på hur faktorandelar kombineras till slutgiltiga produkter. Det finns oändliga möjligheter att använda dessa faktorandelar i produktion. Ju fler kombinationer av faktorandelar tillämpas på samma mängd faktorandelar desto större produktion i jämförelse med att endast fördubbla faktorandelar enligt ursprungliga innovationer. Detta innebär en stor fördel, där nya idéer ökar produktiviteten. Anta att $L(i)$ står för mängden arbetskraft som producerar faktorandel i och mängden av faktorandelen i som används i produktionen. D. Romer (2012) använder Ethiers (1982) produktionsfunktion som grund för hur faktorandelar förenas för att producera slutgiltiga produkter, Y . ϕ är en parameter mellan 0 och 1.

$$Y = \left[\int_{i=0}^A L(i)^\phi di \right]^{1/\phi}, 0 < \phi < 1 \quad (2.1)$$

Låt L_Y motsvara totala antalet arbetstagare som producerar faktorandelar och anta att antalet arbetstagare som producerar varje tillgänglig faktorandel är lika. Då gäller det att $L(i) = L_Y/A$ för alla i och produktionsfunktionen kan omskrivas till

$$Y = \left[A \left(\frac{L_y}{A} \right)^\theta \right]^{\frac{1}{\theta}} \quad (2.2)$$

$$= A^{\frac{1-\theta}{\theta}} L_y.$$

Först och främst innebär produktionsfunktionen ovan konstant avkastning för L_y , där en fördubbling av faktorandelar fördubblar även produktionen då nivån på kunskap är konstant. För det andra ökar produktionen med idéer/kunskap A . Det innebär att ifall faktorandelar hålls oförändrade medan nivån på kunskap höjs ökar produktionen. Kunskap och ny teknologi skapar därmed tillväxt.

För att kunna säga mer om konsekvenserna av en produktionsfunktion där kunskap höjer produktionen behöver antaganden om att det finns monopolister på marknaden introduceras. Monopolisterna kan betraktas som patenthållare för sin idé på kombinationen av råvaror. Patenthållaren sysselsätter arbetskraft för att producera faktorandelen, som förverkligar kombinationen av råvaror, för att sedan sälja den till tillverkare av slutprodukten för ett konstant pris per enhet. Här finns möjlighet till avkastning, eftersom patenthållaren inte upplever konkurrens i försäljning. Konkurrens på marknaden av slutprodukten leder till att företagen säljer produkterna till marginalkostnad. Detta innebär att tillverkare av slutprodukten inte kommer att förtjäna vinster, vilket belyses av följande kostnadsminimeringsproblem som företagen står inför. Lagrange-funktionen för att producera en enhet av en vara för ett företag i slutproduktion är

$$\mathcal{L} = \int_{i=0}^A p(i)L(i)di - \lambda \left\{ \left[\int_{i=0}^A L(i)^\theta di \right]^{1/\theta} - 1 \right\} \quad (2.3)$$

$p(i)$ står för priset på idé i som patenthållare tar för varje såld enhet av sin patenterade faktorandel. Patenten och därmed faktorandelen innefattar även idén och kunskapen om framställningen av faktorandelen. Företagets alternativ är alla möjliga kombinationer av andelen arbetskraft som producerar faktorandel i , $L(i)$, och mängden i från 0 till A . Första ordningsvillkoret för en individ $L(i)$ är

$$p(i) = \lambda L(i)^{\theta-1}, \quad (2.4)$$

givet att $\int_{i=0}^A L(i)^\theta di = 1$. Ekvationen ovan innebär också att $L(i)^{\theta-1} = p(i)/\lambda$, vilket leder till att

$$L(i) = \left[\frac{p(i)}{\lambda} \right]^{\frac{1}{\theta-1}}$$

$$L(i) = \left[\frac{\lambda}{p(i)} \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (2.5)$$

D. Romers (2012) härledningar visar att patenthållaren för en idé upplever en nedåtsluttande efterfrågakurva för faktorandelen som förkroppsligar idén. $L(i)$ är med andra ord en avtagande funktion av $p(i)$. När parametern θ närmar sig värdet 1, avtar marginella produkten för en faktorandel långsammare i samband med att mängden av faktorandelen ökar. Det innebär att faktorandelarna är närmare substitut och att elasticiteten för efterfrågan, $\frac{1}{1-\theta}$, är för varje faktorandel större. Varje företag inom slutproduktionen upplever konstant avkastning eftersom kostnader för faktorandelar som förverkligar idéer hålls konstanta. Följaktligen upplever företag i slutproduktion inga vinster eftersom marginella kostnaden kommer motsvara snittkostnaden.

Hittills har jag redogjort för hur producenter av slutprodukten inte kommer att tjäna vinster medan kunskapsskapare, dvs. patenthållare har makt på marknaden. Härfter följer fyra uppsättningar av antaganden med vilka jämvikten för modellen kan lösas. I jämvikt sker teknologisk förändring endogent som följd av vinst-maximerande handlingar. Avgörande är också att modellen visar att tillväxt beror på hur stor del av arbetskraften arbetar inom forskning och utveckling. D. Romer (2012) antar att totala populationen är konstant och definieras av $\bar{L} > 0$. Arbetskraften är antingen sysselsatt i produktionen av faktorandelar eller forskning och utveckling. När $L_A(t)$ står för andelen av arbetskraften som är sysselsatt inom forskning och utveckling vid tidpunkten t kan jämvikten på arbetsmarknaden beskrivas på följande sätt

$$L_A(t) + L_Y(t) = \bar{L} \quad (2.6)$$

Produktionsfunktionen för ny kunskap och idéer (2.7) är linjärt gällande antal individer som är sysselsatta inom forskning och utveckling och proportionell med mängden existerande kunskap. Slutligen antas utgångsnivån av kunskap, $A(0)$, vara strikt positiv, $A > 0$.

$$\dot{A}(t) = BL_A(t)A(t), \quad B > 0 \quad (2.7)$$

Tillväxttakten för kunskap, $\dot{A}(t)$, indikerar att ifall andelen arbetskraft inom forskning och utveckling hålls konstant kommer kunskapsnivån öka konstant. Således är tillväxttakten en ökande funktion av andelen arbetskraft inom forskning och utveckling, se (2.7).

Följande uppsättning av antaganden behandlar hushållets beteende under mikroekonomiska premisser. Individer maximerar sin nytta över sin livstid. Modellen antar att individer lever oändligt (D. Romer, 2012) och beskriver nyttofunktionen för livstid

$$U = \int_{t=0}^{\infty} e^{\rho t} \ln C(t) dt \quad (2.8)$$

där $C(t)$ är individens konsumtion vid tidpunkt t . Individens budgetrestriktion innebär att nuvärdet av konsumtion över livstid inte kan vara större än individens förmögenhet i utgångspunkt tillsammans med nuvärdet av inkomster under livstiden. Modellen antar att alla har samma förmögenhet i utgångspunkt och att räntenivån är konstant och därmed ser budgetrestriktionen ut på följande vis:

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-rt} C(t) dt \leq X(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-rt} w(t) dt, \quad (2.9)$$

där r motsvarar räntenivån, $X(0)$ står för individens förmögenhet i utgångspunkt och $w(t)$ indikerar lönen vid tidpunkt t .

Mikroekonomin för forsknings- och utvecklingsbeteende skiljer sig från hushållen och utgör följande område för modellens antaganden. Först och främst antas skaparen av idén få permanenta patenträttigheter för att använda idén till att producera faktorandelen i fråga för varuproduktion. Det är fritt inträde till idéskapandet och under skydd av patenträttigheter väljer idéskaparen mängd och pris för faktorandelen. En ökning i kunskap A antas öka produktiviteten av forskning och utveckling, men eftersom idéskaparen inte behöver kompensera för tidigare innovationer skapar forskning och utveckling en positiv externalitet för framtida innovationer (D. Romer, 2012).

För att uppfylla villkoret för fritt inträde till marknaden krävs det att nuvärdet för avkastningen på en ny idé inte överstiger kostnaderna för att skapa en innovation. Ifall en idé i skapas vid tidpunkt t och patenthållarens vinst betecknas som $\pi(i, \tau)$ vid tidpunkt τ kan villkoret beskrivas enligt funktion (2.10). Kostnaderna utgörs av lönen delat med tillväxttakten för kunskap.

$$\int_{\tau=t}^{\infty} e^{-r(\tau-t)} \pi(i, \tau) d\tau = \frac{w(t)}{BA(t)} \quad (2.10)$$

Lönerna inom forskning och utveckling och i produktion av faktorandelarna är lika i en konkurrenskraftig arbetsmarknad. Ekonomins enda tillgångar är patent och därmed är ursprungliga nivån av förmögenhet nuvärdet av framtida vinster av innovationer som redan är uppfunna (D. Romer, 2012). I jämvikt konsumeras all varuproduktion och eftersom individer antas vara lika kommer de även att välja samma konsumtionsbeteende. Följaktligen beskrivs jämvikt i varuproduktionen på följande vis

$$C(t)\bar{L} = Y(t). \quad (2.11)$$

2.1.1.1 Jämviktslösning

Förutsatt antaganden som presenterades innan kan jämviktslösningen för tillväxt med endogen teknologisk förändring räknas ut. Jämviktslösningen underbygger teorin om att kunskap skapar tillväxt och att arbetskraftsfördelningen har betydelse för tillväxt. Eftersom modellen motsvarar en linjär tillväxtmodell på aggregatnivå antyder den att i jämvikt förändras inte fördelningen av arbetskraft över tid (D. Romer, 2012). För att lösa modellen behöver vi först och främst räkna ut priset på idén som patenthållaren väljer. D. Romer (2012) använder sig av ett standardresultat inom mikroekonomin där vinst-maximerande monopolist antas välja ett pris som motsvarar $n/(n-1)$ multiplicerat med marginalkostnaden, där n står för elasticiteten på efterfrågan. Kostnadsminimeringsproblemet för produktion av slutgiltiga varor på marknaden innebär att elasticiteten för efterfrågan på faktorandelar är $1/(1-\phi)$. Modellen berättar också att en enhet av arbetskraften kan producera en varuenhet. Följaktligen är marginalkostnaden för att producera en enhet av faktorandelen vid tidpunkt t $w(t)$. Genom att ersätta n med efterfrågan $1/(1-\phi)$ och marginalkostnaden med $w(t)$ får vi att priset för vinstmaximerande patenthållaren är $\frac{[1/(1-\phi)]}{[1/((1/(1-\phi))-1)]}$ multiplicerat med $w(t)$ eller $w(t)/\phi$.

Med hjälp av priset kan vi härleda vinsterna av en idé för en specifik tidpunkt. Priset på alla faktorandelar är lika och därmed är även mängden av varje faktorandel i produktion lika vid en viss tidpunkt. Antagandet om att fördelning av arbetskraft över tid är lika, innebär att L_A är konstant i jämvikt och vi kan anta att mängden av varje faktorandel är $(\bar{L} - L_A)/A(t)$. Varje patenthållares vinster kan beskrivas på följande vis

$$\begin{aligned}\pi(t) &= \frac{\bar{L} - L_A}{A(t)} \left[\frac{w(t)}{\phi} - w(t) \right] \\ &= \frac{1 - \phi \bar{L} - L_A}{\phi A(t)} w(t).\end{aligned}\quad (2.12)$$

För att avgöra om det finns incitament att skapa innovationer löses nuvärdet av vinsterna för en uppfinning. Ekonomins tillväxttakt och räntenivå krävs för att härleda nuvärdet av vinsterna. Vi tar hjälp av tidigare ekvationer för att lösa denna härledning. Ifall L_A är konstant antyder ekvationen för produktionen av kunskap, $\dot{A}(t) = BL_A(t) A(t)$, att tillväxttakten för ny kunskap, $\dot{A}(t)/A(t)$, är BL_A . Från tidigare vet vi att alla producenter av faktorandelar tar betalt samma pris och därmed produceras samma mängd av alla faktorandelar. Ekonomins produktionsfunktion i utgångspunkt var, $Y = A^{\frac{1-\phi}{\phi}} L_y$, och ger oss att tillväxttakten av produktionen i ekonomin, Y , är $(1 - \phi)/\phi$ multiplicerat med tillväxttakten av kunskap A , givet att $L_y(t)$ är konstant. Alternativt $[(1 - \phi/\phi)]BL_A$.

Både konsumtion och löner växer i samma takt med produktion i modellen. All produktion konsumeras i modellen, vilket även leder till att konsumtion och produktion har samma tillväxttakt. Intuitionen bakom löner ligger i att all vinst från slutgiltiga konsumtionsvaror betalas till producenter av faktorandelar och eftersom vinsten är konstant kommer även arbetarna inom produktionen av faktorandelarna tilldelas en konstant andel av vinsterna. Därmed växer lönerna i samma takt som produktionen. Eftersom fördelningen på arbetsmarknaden också är konstant följer att tillväxttakten för löner motsvarar tillväxttakten för produktion. Med hjälp av dessa slutsatser kan tillväxttakten för vinsterna av en innovation bestämmas. $\bar{L} - L_A$ är konstant, lönen w ökar med ekonomins tillväxttakt $[(1 - \phi/\phi)]BL_A$ och kunskap A ökar med takten BL_A . Ekvationen för patenthållarens vinster ovan visar att vinster för en given innovation ökar med takten $[(1 - \phi/\phi)]BL_A - BL_A$ eller $[(1 - 2\phi/\phi)]BL_A$.

För att räkna ut räntenivån behöver vi även tillväxttakten för konsumtion. För hushåll med en konstant relativ riskavers nytta beskriver D. Romer (2012) konsumtionens tillväxttakt såhär: $\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = [r(t) - \rho]/\theta$, där θ står för koefficienten för relativa riskaversjonen. I frågan om en logaritmerad nytta är $\theta = 1$ och därmed kommer räntenivån i jämvikt vara

$$\begin{aligned}
r(t) &= \rho + \frac{\dot{C}(t)}{C(t)} \\
&= \rho + \frac{1 - \phi}{\phi} BL_A \quad (2.13)
\end{aligned}$$

I och med att fördelning mellan arbetskraften är konstant är även L_A konstant, vartefter följer att reala räntenivån också är konstant. Med hjälp av härledningar av vinsterna för en given innovation vid tidpunkt t (2.12), tillväxttakten för uppfinningar och räntenivån för diskontering (2.13) följer att *nuvärdet* av vinsterna från en uppfinning av en ny idé vid tidpunkt t är

$$\begin{aligned}
\pi(t) &= \frac{\frac{1 - \phi}{\phi} (\bar{L} - L_A) \frac{w(t)}{A(t)}}{\rho + \frac{1 - \phi}{\phi} BL_A - \frac{1 - 2\phi}{\phi} BL_A} \\
&= \frac{1 - \phi}{\phi} \frac{\bar{L} - L_A}{\rho + BL_A} \frac{w(t)}{BA(t)} \quad (2.14)
\end{aligned}$$

Kostnaderna för skapandet av ny kunskap är $w(t)/BA(t)$, där lönen delas med antalet idéer en individ kan producera per tidsenhet. Genom att väga nuvärdet av vinsterna och kostnaderna från en innovation kan vi lösa jämviktsvärdet för L_A och se att det finns incitament att skapa innovationer.

$$\frac{1 - \phi}{\phi} \frac{\bar{L} - L_A}{\rho + BL_A} \frac{w(t)}{BA(t)} = \frac{w(t)}{BA(t)} \quad (2.15)$$

$$L_A = (1 - \phi)\bar{L} - \frac{\phi\rho}{B} \quad (2.16)$$

Mängden forskning och utveckling behöver inte vara strikt positivt enligt D. Romer (2012), vilket kräver några justeringar till ekvationen.

$$L_A = \max\left\{(1 - \phi)\bar{L} - \frac{\phi\rho}{B}, 0\right\} \quad (2.17)$$

Med hjälp av produktionens tillväxttakt $[(1 - \phi)/\phi]BL_A$ kan vi beskriva hur tillväxt på lång sikt i ekonomin bestäms av underliggande mikroekonomiskt beteende:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \max\left\{\frac{(1 - \phi)^2}{\phi} B\bar{L} - (1 - \phi)\rho, 0\right\} \quad (2.18)$$

Några slutsatser kan dras om tillväxt med hjälp av modellen. Forskning och utveckling verkar som en investering i modellen, vilket innebär att ifall individer är mindre tålmodiga (värdet på ρ är högre) kommer färre personer att engagera sig i forskning och utveckling och tillväxten förblir lägre. Om faktorandelar är bättre substitut (högre värde på \emptyset) kommer färre arbetstagare att arbeta inom forskning och utveckling. Dessutom kommer marknadsmakten vara mindre då en ny idé bidrar mindre till varuproduktionen på grund av högre grad av substitution. Ekvation (2.17) visar att en given ökning av forskning och utveckling (FoU) förvandlas till lika stor ökning av kunskap A, medan en given tillväxt av A förvandlas till en långsammare produktionstillväxt enligt ekvation (2.18). Båda mekanismer minskar attraktiviteten av FoU och innebär lägre tillväxt. En ökning i produktiviteten av FoU (B) och populationen (\bar{L}) ökar däremot tillväxt. Flera mekanismer är bakom dessa effekter. I fråga om ökning av produktiviteten ökar tillväxttakten för arbetskraften inom FoU, men en ökad produktivitet attraherar också fler arbetstagare till FoU. En ökning i populationen bidrar i sin tur till en ökning i andelen arbetstagare inom FoU men även till en större marknad i sin helhet. En större marknad betyder högre avkastning på innovationer för patenthållare.

Alla fyra variabler påverkar tillväxt åtminstone till en del genom att ändra på andelen arbetskraft inom forskning och utbildning. Detta är en stor skillnad från tidigare neoklassiska modeller där fördelningen av arbetskraft antas vara given. Modellen visar därmed att tillväxt är till en del följd av förändringar i fördelningen av arbetskraften, vilket är en viktig slutsats med tanke på att förstå förändringar i efterfrågan på arbetskraften. Intuitionen här är att ifall teknologi representerar största delen av ökningen i tillväxt under de senaste årtiondena är det även teknologi som står bakom förändringar på arbetsmarknaden, främst fördelningen mellan arbetskraften inom forskning och utveckling och varuproduktionen.

Till modellens innebörd hör även att jämvikts- och socialt optimala tillväxten inte möter varandra. Antagandet om att ekonomin inte kännetecknas av perfekt konkurrens följer att jämviktsresultatet inte är socialt optimalt. D. Romer (2012) visar att trots externaliteter som konsumentöverskott kommer andelen arbetskraft inom forskning och utveckling alltid att vara mindre i jämvikt än vad som är socialt optimalt. Följaktligen kommer tillväxten att vara ineffektivt låg. Graden av substitution mellan faktorandelar bestämmer hur stort gapet är mellan jämvikten och socialt optimala tillväxten. Ju större \emptyset är, dvs. ju mer lika faktorandelar är desto större skillnad mellan tillväxt i jämvikt och socialt optimala tillväxten. Gapet mellan socialt optimala tillväxten och tillväxten i jämvikt ger offentligt finansierad forskning en avgörande roll. Marknadsincentiv har avgörande roll i processen där kunskap omvaldas till

varor med praktisk användning, men all teknologisk förändring sker ändå inte som ett resultat av marknadsincentiv. Även Romer (1990) bekräftar detta trots att hans teori bygger på att tillväxt drivs av teknologisk förändring som skapas av medvetna investeringsbeslut gjord av vinstmaximerande agenter. Grundläggande forskning ger även grundläggande kunskap men flera varor och har kommit till av företags vilja att tjäna avkastning på att omvandla denna kunskap till praktiska varor.

Modellen av D. Romer (2012) presenterad i detta kapitel skiljer sig från P. Romers ursprungliga modell från 1990 i fråga om fysisk kapital. I P. Romers modell uttrycks idéer i specialiserade kapitalvaror istället för faktorandelar som i denna modell av D. Romer (2012). Dessa kapitalvaror används tillsammans med arbetskraft för att producera slutgiltiga produkter. Att modellen inte omfattar fysisk kapital förenklar analysen avsevärt, men modellens avgörande slutsatser hålls lika (D. Romer, 2012). Att införa fysisk kapital i modellen möjliggör att undersöka policy som påverkar tudelningen av produktion mellan konsumtion och investering. Läsare intresserade av ämnet hänvisas till P. Romers modell (1990). D. Romers modell (2012) lyckas belysa hur tillväxt sker endogen till följd av vinstmaximerande handlingar i fråga om kunskap. Dessutom har fördelningen av arbetskraft mellan forskning och utveckling och produktion en stor betydelse.

2.1.1.2 *Alternativa syn på endogen tillväxt*

Det finns flera utvidgningar av Romers (1990) modell och alternativa modeller för endogen tillväxt. För denna avhandling belyser Romers modell ändamålsenligt endogena teknologins natur och fördelningen av arbetskraftens betydelse för tillväxt. Denna innebörd delas av de flesta endogena tillväxtmodeller. Jag kommer likväl behandla kort några utvidgningar och alternativa syn till Romers modell i detta kapitel.

I Romers modell sker teknologisk förändring genom att antalet faktorandelar i produktionen ökar. Grossman och Helpman (1994) bidrar till teorin om endogen teknologisk tillväxt med ett alternativt synsätt på den teknologiska processen och ser innovationer som förbättringar av existerande faktorandelar. I Grossman och Helpmans modell existerar ett konstant antal faktorandelar och innovationer är små diskreta förbättringar av dessa. Denna förbättring i kvalitet ger slutsatsen att priset för patenthållaren beror inte endast på neråtlutande efterfråga på faktorandelen utan även på möjligheten för varuproduktionen att byta till en äldre version, men sämre kvalitet på faktorandelen. Jämvikt kännetecknas av konstant tillväxt eftersom råvaror förbättras kontinuerligt, medan populationen förblir konstant och ekonomin har

ingett fysisk kapital. Tillväxttakten på långsikt, dvs. i vilken takt faktorandelar ökar i kvalitet, bestäms av kostnaderna av och avkastning på industriell forskning.

Redan innan P. Romer (1990) har tillväxtmodeller betonat tillfälliga monopolmaktens betydelse i motiveringen av innovationsprocesser och därmed frångått neoklassiska modellens antaganden om perfekt konkurrens och kunskap som en icke-uteslutbar kollektiv. Arrows (1962) modell om teknologisk framgång och inläring till följd av aktiviteter på privata sektorn påminner om Grossman och Helpmans syn om teknologi som förbättringar på existerande faktorandelar. I Arrows neo-schumpeterianska modell förses teknologi endogent som en sidoeffekt av privata investeringsbeslut, men för kunderna är teknologi fortfarande en kollektiv vara. Därför kan företag behandlas som pristagare och flera företag finns i jämvikt.

Flera endogena tillväxtteorier, däribland Romer (1990), antar en linjär tillväxtmodell. Jones (1995) argumenterar för att skalavkastning som flera modeller förespråkar är inte konsistent med statistik över tid i industrialiserade länder. Intuitionen är i endogena modeller att en fördubbling av arbetskraften inom forskning och utbildning skulle medföra en fördubbling av tillväxttakten. Eftersom det finns lite stöd empiriskt för denna prediktion, förespråkar Jones (1995) en förändring av Romers modell där skalavkastning har uteslutits men andra aspekter från Romers modell har bevarats. I denna semi-endogena modell skapas tillväxt endogent genom forskning och utveckling men till skillnad från Romer påverkas tillväxt på lång sikt endast av parameter som antas vara exogena, till exempel tillväxttakten för population. Modellen skiljer sig ändå från neoklassiska Solow (1956) modellen genom att tillväxten uppkommer endogent av teknologisk förändring som är ett resultat av forskning och utveckling av vinst-maximerande agenter.

2.2 Teoretiska ansatser om teknologins effekter på arbetsmarknaden

I förra kapitlet illustrerades vad kunskap är, dess roll vid tillväxt och därmed även arbetskraftens betydelse för tillväxt i ekonomin. Syftet med detta kapitel är att teoretiskt underbygga relationen mellan teknologi och arbetskraft. Ny kunskap är beroende av arbetskraft som handhar all kompetens. Vilka följder har teknologisk förändring för efterfrågan på arbetskraft och mer specifikt på arbetskraftens kompetens.

Det finns två alternativa teorier, där den ena bygger på den tidigare. De första stöder hypotesen om att teknologin ökar efterfrågan på högutbildning medan den andra är en

uppgiftsbaserad modell, där teknologi förändrar efterfrågan på olika typer av arbetsuppgifter som kräver olika nivå av kompetens.

2.2.1 Teknologi ökar efterfrågan på högutbildning

Machin och Van Reenen (1998) hittade redan på 1990-talet bevis på att ny teknologi ökar efterfrågan på högutbildad arbetskraft. På senare tid har Acemoglu och Autor (2011) definierat ekonomiska analyser med grund i en högre relativ efterfrågan på högutbildad arbetskraft under *canonical model*. Grundläggande för dessa modeller är att arbetskraften delas in i två grupper enligt kompetens, inte färre och inte fler. Vanligtvis definieras en arbetstagare med minst lägre högskoleexamen som högutbildad och arbetstagare med examen högst från andra stadiets utbildning som lågutbildad (Acemoglu och Autor, 2011). Medan teknologin anses förstärka efterfrågan på högutbildad arbetskraft, ersätter teknologi lågutbildad arbetskraft i modellen.

Eftersom teknologi ökar efterfrågan på högutbildad arbetskraft kommer avkastningen för högre utbildning även att öka, för att skapa incitament att utbilda sig. Det logaritmerade löneförhållandet mellan högutbildad och lågutbildad arbetskraft fungerar som mått för den avkastning högutbildade tjänar i förhållande till lågutbildad arbetskraft. Det relativa utbudet och efterfrågan på utbildning påverkar detta förhållande och denna avkastning. Över tid ökar teknologin, som höjer efterfrågan på utbildning, som i sin tur ökar utbudet av utbildning. Därmed beror avkastningen för högutbildning på om ökningarna i utbud och efterfrågan sker i samma takt. Goldin och Katz (2007) lyfter fram denna tävling mellan ny teknologi och utbudet av kompetens. Här följer en närmare genomgång av *canonical model* där teknologi ökar efterfrågan på högutbildning.

I denna modell är hög- och lågutbildad arbetskraft bristfälliga substitut vid produktionen av varor. Teknologier ses som partiska och ökar produktiviteten av antingen hög- eller lågutbildad arbetskraft. Anta att teknologier delas in i A_L och A_H enligt sin partiskhet gentemot hög- eller lågutbildad arbetskraft, där L står för lågutbildad arbetskraft och H för högutbildad arbetskraft. Modellen antar att varje lågutbildad arbetstagare är lika i förhållande till sina färdigheter och effektivitet, det råder med andra ord en jämn fördelning av effektivitet inom utbildningsgrupperna. Låt \mathcal{L} stå för andelen lågutbildad arbetskraft och \mathcal{H} för andelen högutbildade individer. Varje lågutbildad individ $i \in \mathcal{L}$ har l_i enheter av effektivitet för lågutbildad arbetskraft och på motsvarande vis har varje högutbildad individ $i \in \mathcal{H}$ h_i enheter av effektivitet för högutbildad arbetskraft. Varje arbetstagares utbud av

effektivitet antas vara oelastisk och följaktligen kan det totala utbudet av högutbildad och lågutbildad arbetskraft i ekonomin beskrivas som $L = \int_{i \in \mathcal{L}} l_i di$ och $H = \int_{i \in \mathcal{H}} h_i di$. Produktionsfunktionen för den totala ekonomin har formen av konstant elasticitet för substitution:

$$Y = \left[(A_L L)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (A_H H)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.19)$$

Elasticiteten för substitution mellan hög- och lågutbildad arbetskraft betecknas $\sigma \in [0, \infty)$. Det är elasticiteten för substitution mellan dessa olika kompetensnivåer som är avgörande för förståelsen av teknologins effekter på modellen. Ifall elasticiteten av substitution är $\sigma > 1$ är hög- och lågutbildad arbetskraft substitut medan ifall elasticiteten är $\sigma < 1$ fungerar de olika färdigheterna som komplement. Det är viktigt att förstå att modellen inte uttryckligen påstår att teknologier ersätter arbetskraft. En ökning i A_L eller A_H kan antingen komplettera eller substituera hög- och lågutbildad arbetskraft beroende på värdet av elasticiteten för substitution.

Produktionsfunktionen visar som tidigare nämnts att hög- och lågutbildad arbetskraft är bristfälliga substitut i produktionen av en vara. Konsumenters nyttofunktion av två varor i en ekonomi, som kännetecknas av produktionsfunktionen ovan, är $\left[Y_l^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + Y_h^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$. Varan Y_l produceras endast av lågutbildad arbetskraft och Y_h med hjälp av högutbildad arbetskraft. Produktionsfunktionen för dessa varor är $Y_h = A_h H$ och $Y_l = A_l L$. Med hjälp av denna information kan lönen bestämmas för lågutbildad arbetskraft i en ekonomi med två sektorer som producerar varor som är bristfälliga substitut och hög- och lågutbildad arbetskraft är sysselsatt i båda sektorerna. Acemoglu och Autor (2011) härleder inkomsterna för individ $i \in \mathcal{L}$ är $W_i = w_L l_i$ och för $i \in \mathcal{H}$, $W_i = w_H h_i$. Lönen för lågutbildad och högutbildad arbetskraft motsvarar värdet av marginalproduktiviteten för lågutbildad respektive högutbildad arbetskraft i enlighet med en konkurrenskraftig arbetsmarknad.

Från formeln för löner kan Acemoglu och Autor (2011) dra två viktiga slutsatser. Då andelen av högutbildad arbetskraft ökar borde lönen för lågutbildad arbetskraft öka ($\frac{\partial w_L}{\partial H} > 0$), som en följd av bristfällig substitution mellan hög- och lågutbildad arbetskraft. Samtidigt faller lönen för högutbildad arbetskraft. Intuitionen är att en ökning i det relativa utbudet av högutbildad arbetskraft ökar efterfrågan på tjänster av lågutbildad arbetskraft. Andra

slutsatsen är att en ökning av teknologisk framgång, oavsett om den är partisk mot lågutbildad arbetskraft A_L eller högutbildad arbetskraft A_H , ökar lönen för lågutbildad arbetskraft. Detta gäller också lönen för högutbildad arbetskraft. Eftersom teknologisk framgång oavsett typ kommer öka lönen för båda utbildningsnivåerna, kan modellen inte förklara fall i löner utan en tillbakagång av teknisk utveckling. Avkastning för utbildning representeras av lönen för högutbildad arbetskraft delat med lönen för lågutbildad arbetskraft.

En efterfrågemodell baserat på att teknik gynnar högutbildad arbetskraft i enlighet med Acemoglu och Autor (2011) är attraktiv och har fått stöd i tidigare studier (Machin och Van Reenen, 1998), men lyckas inte förklara de senaste arbetsmarknadstrender som polarisering. Främsta svagheten är att modellen inte skiljer på kompetens och arbetsuppgifter. En åtskillnad mellan dessa är betydelsefull då arbetskraft med en viss typ av färdigheter kan utföra flera olika slags arbetsuppgifter. Dessutom kan arbetsuppgifterna ändra som en följd av ändringar i förhållandena på arbetsmarknaden och teknologi. Eftersom teknologi enligt modellen förstärker faktorer, tar den inte ställning till hur ny teknologi, automatisering och robotisering substituerar arbetskraft. Ekonomiska analyser baserat på modellen lyckas inte heller förklara fall i reala löner eller polariseringen av inkomster och efterfrågan på arbetskraften. Industrier anställer annorlunda kompetensnivå än förr och utbildning är en allt sämre prognos för framtida inkomster (Acemoglu and Autor, 2011). Sist men inte minst kan modellen inte besvara hur teknologi reagerar på ändringar på arbetsmarknaden eftersom teknologi behandlas som en exogen faktor.

2.2.2 Teknologin ökar efterfrågan på abstrakta och interaktiva arbetsuppgifter

I förgående kapitel belystes svagheter i teorin, där teknologi ökar efterfrågan på högutbildning. Autor, Levy och Murnane (2003) hör till de nationalekonomer som ser att förhållandet mellan teknologi och efterfrågan på arbetskraften är mer nyanserad än så. Deras modell skiljer på kompetens och arbetsuppgifter, där en arbetsuppgift en aktivitet som producerar avkastning medan utbildning och färdigheter syftar till arbetskraftens kompetens att utföra dessa uppgifter. Autor et al. (2003) delar in arbetsuppgifter i fem olika grupper beroende på ifall de är rutinmässiga, icke-rutinmässiga, analytiska, interaktiva eller manuella arbetsuppgifter (se figur 3. s.31).

Autor et al. (2003) underbygger sin teori med en analys av datorers inverkan på dessa fyra olika typer av arbetsuppgifter och antyder följande växelverkan mellan investeringar i

datorer och arbetskraft. Framöver hänvisas investeringar i datorer och teknik med kapital. Kapital och arbetskraft är perfekta substitut, medan kapital och icke-rutinmässiga uppgifter är komplement. Fall i priset på datorer är drivande faktorn i Autor et al. (2003) modell. Ett fall i priset på datorer minskar lönen för rutinmässiga arbetskraften, eftersom investeringar i maskiner och teknik är billigare. Detta leder till att efterfrågan på insatsfaktorer för rutinmässiga uppgifter ökar och kan åtgärdas antingen genom att öka arbetstagare eller kapital. Eftersom investeringar i teknik är billigare och lönerna för abstrakta arbeten är högre, kommer ökade efterfrågan mötas med mer kapital istället för att öka arbetskraften inom rutinmässiga arbetsuppgifter. Författarna kunde påvisa att för varje årtionde blev relationen mellan kapital och uppgiftsförändringar inom branscher starkare.

Autor och Dorn (2009) bygger också sin teori på fler än två kompetensgrupper och priset på datorer som drivande faktorn till polariseringen. Lågutbildad arbetskraft kommer flytta från varuproduktionen till tjänster i och med fallande löner inom produktion, medan högutbildad arbetskraft stannar i produktionen av varor. Förutom polarisering av arbetskraften sker polarisering av lönerna då substitutionselasticiteten mellan varor och tjänster i konsumtion inte överskrider en enhet; dvs att varor och tjänster är åtminstone i något mån komplementära. Då varor och tjänster inte är komplementära kommer lönerna för manuella arbeten att ständigt öka med en högre takt än för rutinmässiga arbeten.

Acemoglu och Autor (2011) försöker samla den breda litteraturen inom detta uppgiftsbaserade synsätt för att formalisera en enhetlig modell för hypotesen om att rutinuppgifter blir ersatt av nya maskiner, medan teknologi kompletterar abstrakta och interaktiva arbetsuppgifter. Modellen behandlar flera av *canonial models* brister, samtidigt som tankesättet bakom Autor, Levy och Murnanes (2003) och Autor och Dorns (2009) analyser följer långt samma logik som i *canonial model*. Största utvecklingen är att modellen tillåter i jämvikt att allokeringen av kompetens till arbetsuppgifter avgörs av utbud på arbetskraft, teknologi och efterfrågan på arbetsuppgifter. Dessutom gör modellen en klar åtskillnad mellan arbetskraftens kompetens och arbetsuppgifter. Kännetecknande är också att färdigheter delas in i åtminstone tre kompetensgrupper, istället för två, och en viss kompetensgrupp har komparativa fördelar i utförandet av specifika arbetsuppgifter. Detta underlättar förståelsen för hur olika teknologier kan påverka efterfrågan på kunskap, inkomster och allokeringen av kompetens till olika uppgifter.

Jag presenterar Acemoglu och Autors (2011) modell i detalj för att demonstrera hur teknologisk framgång påverkar allokeringen av kompetens till olika uppgifter och därmed efterfrågan på kunskap. I utgångspunkten antar teorin en sluten ekonomi som producerar endast en unik vara. Varan produceras genom att förena en uppsättning av arbetsuppgifter mellan ett enhetsintervall $[0,1]$ och det är inte möjligt att byta arbetsuppgifterna mot varandra.

$$Y = \exp \left[\int_0^1 \ln y(i) di \right] \quad (2.20)$$

Acemoglu och Autor (2011) antar en Cobb-Douglas produktionsfunktion för teknologi. Y i ekvationen ovan står för produktionen av varan i ekonomin och $y(i)$ för produktionsnivån av alla arbetsuppgifter i inom enhetsintervallet som krävs för att producera varan. Produktionsnivån av arbetsuppgift i hänvisar till tjänsterna eller färdigheterna som krävs för att producera arbetsuppgift i . Här efter kommer jag att hänvisa till arbetstagare som utför arbetsuppgift i . Arbetstagares färdigheter delas in i höga, medelmåttiga och låga. Till en början antas att utbudet av dessa tre typer av arbetstagare är fast och oelastisk och benämner dem H , M och L . Förändringar i teknologi påverkar utbudet av dessa tre kompetensnivåer, men dessa förändringar behandlas senare i kapitlet. I och med tre kompetensgrupper bland arbetstagare kan produktionsfunktionen för varje arbetsuppgift se ut på följande vis:

$$y(i) = A_L \alpha_L(i) l(i) + A_M \alpha_M(i) m(i) + A_H \alpha_H(i) h(i) + A_K \alpha_K(i) k(i) \quad (2.21)$$

A står för teknologi som ökar faktorandelar och A_L ska tolkas som teknologi som är partisk mot lågutbildad arbetskraft och på motsvarande sätt A_M och A_H för arbetstagare med medel och höga färdigheter. Denna komparativa fördel fångas upp av α termen i produktionsfunktionen. $\alpha_L(i)$, $\alpha_M(i)$ och $\alpha_H(i)$ representerar produktiviteten för varje kompetensgrupp i produktionen av arbetsuppgift i . Produktiviteten hos de olika kompetensgrupperna skiljer sig beroende på arbetsuppgiften i enlighet med kompetensgruppens färdigheter att utföra uppgiften. $l(i)$ i sin tur berättar antalet individer med låga färdigheter som allokeras för produktionen av uppgift i och samma innebär för individer med medelmåttiga och höga färdigheter.

I modellen står k för kapital (maskiner och teknik) som utför arbetsuppgiften och därmed A_K för teknologi som förstärker användningen av kapital och $\alpha_K(i)$ för produktiviteten av denna teknologi. Produktionsfunktionen visar att varje arbetsuppgift kan utföras av alla kompetensgrupper eller kapital, men kompetensgruppernas komparativa fördel att utföra en

uppgift skiljer sig mellan uppgifterna. Dessa skillnader i komparativa fördelar spelar en avgörande roll i modellen framöver och kristalliserar modellens syfte att skilja mellan kompetens och arbetsuppgifter.

Anta att ju mer arbetsuppgifter krävs för att producera en vara (högre tal inom intervallet $[0,1]$), desto mer komplex är uppgiften att utföra. Uppbyggnaden av komparativa fördelarna innebär att arbetstagare med höga färdigheter är bättre på att utföra en mer komplex uppgift än arbetstagare med medelmåttiga färdigheter. Personer med medelmåttiga färdigheter är emellertid bättre på att utföra komplexa uppgifter än arbetstagare med låga färdigheter. Med andra ord karaktäriseras jämvikten i ekonomin av att kunskap och utbildning ger färdigheter för mer komplexa uppgifter. I nästa kapitel visar jag hur dessa kompetensnivåer allokeras till arbetsuppgifter och löner bestäms i jämvikt. Detta ger oss en förståelse för hur förändringar i efterfrågan på arbetskraft beror på allokeringen av kompetens till de olika arbetsuppgifterna.

2.2.2.1 *Jämvikt utan kapital*

Jämvikt karaktäriseras av att produktionen av varan maximerar vinsterna och arbetsmarknaden är balanserad. För att förstå hur kunskap och kompetens allokeras till arbetsuppgifter förbiser vi först kapital i produktionen. Maskiner kan med andra ord inte överta arbetsuppgifter i en jämvikt utan kapital. Följaktligen förkortas produktionsfunktionen (2.21) till $y(i) = A_L \alpha_L(i) l(i) + A_M \alpha_M(i) m(i) + A_H \alpha_H(i) h(i)$.

För allokeringen av kompetens till arbetsuppgifter gäller att varors alla arbetsuppgifter i utförs av antingen låg, medel eller hög kompetent arbetskraft beroende på nivån av komplexitet på enhetsintervallet $[0,1]$. Det existerar därmed två gränsvärden i jämvikt inom detta enhetsintervall, som fördelar arbetsuppgifter mellan olika kompetenta arbetstagare. Intuitionen bakom att alla arbetsuppgifter utförs av samma nivå av färdigheter är att olika kompetensgrupper har komparativa fördelar i att utföra vissa arbetsuppgifter. Eftersom löner för alla kompetensgrupper anses vara lika kommer företaget att minimera kostnader genom att anställa den kompetensnivå som är mest produktiv att utföra arbetsuppgiften.

Avgörande för modellen är initiala antagandet om att utbudet är konstant släpps. Gränsvärdena bestäms endogent och påverkas av utbudet av kunskap och teknologi (Acemoglu och Autor, 2011), antagandet om att utbudet gränsdragningen mellan kompetensgrupperna inte är hugget i sten; möjliggör modellen substitution av kompetens mellan arbetsuppgifter. Följaktligen kan arbetsuppgifter i framtiden utföras av en annan

kompetensgrupp än tidigare och ge upphov till förändringar strukturella förändringar på arbetsmarknaden.

I jämvikt kommer således varje kompetensgrupp att utföra olika uppgifter, men lönen kommer att vara densamma för alla kompetensgrupper enligt lagen om ett pris i en konkurrenskraftig arbetsmarknad. Jämviktslönerna för alla kompetensgrupper kan härledas ur modellen för att underbygga antagandet. Priset för utförandet av arbetsuppgift i betecknas $p(i)$. Vi har valt värdet på den slutgiltiga varan som standard och sätter dess pris till 1. Följaktligen får vi

$$\exp \left[\int_0^1 \ln p(i) di \right] = 1. \quad (2.22)$$

Lönen för arbetsuppgifter inom varje kompetensgrupp bör vara lika, eftersom arbetstagare inte kommer att ge sina tjänster till förfogande för arbetsuppgifter med lägre lön ifall det finns möjlighet till högre lön. Därmed är också värdet för marginella produkten för alla arbetstagare inom en kompetensgrupp lika. Med hjälp av produktionsfunktionen och antagandet om gränsvärden som delar upp kompetensgrupperna får vi följande funktioner för löner enligt kompetensnivå.

$$w_L = p(i)A_L\alpha_L(i) \text{ för alla } i < I_L \quad (2.23)$$

$$w_M = p(i)A_M\alpha_M(i) \text{ för alla } I_L < i < I_H \quad (2.24)$$

$$w_H = p(i)A_H\alpha_H(i) \text{ för alla } i > I_H, \quad (2.25)$$

där I_L och I_H står för gränsvärdena i fördelningen av arbetsuppgifter mellan arbetstagare med låg, medelmåttig och hög kompetens. För att lönen för alla arbetstagare ska vara lika bör prisskillnaden mellan två uppgifter motsvara arbetstagares produktivitetsskillnad i dessa två uppgifter. Anta två skilda arbetsuppgifter utförs av arbetstagare inom samma kompetensgrupp, i detta fall arbetstagare med låga färdigheter L . Prisförhållandet för låga färdigheter P_L representeras av en ekvation där prisskillnaden mellan dessa uppgifter och skillnaden i produktivitet motsvarar varandra. Acemoglu och Autor (2011) kallar det för prisindexet P_L för låg kompetent arbetskraft.

$$p(i)\alpha_L(i) = p(i')\alpha_L(i') \equiv P_L, \quad (2.26)$$

För ekvation (2.26) gäller att båda uppgifterna i och $i' < I_L$ och därmed utförs av arbetstagare med låg kompetens. På motsvarande vis kan vi härleda prisindex för P_M och P_H , då $I_L < i, i'$

$< I_H$ och i och $i' > I_H$. Det är skäl att beakta att priset bestäms endogent till följd av utbud och efterfrågan, men också på grund av att de arbetsuppgifter som utförs av arbetstagare med låg kompetens bestäms endogent. Cobb-Douglas funktionens uppbyggnad innebär att kostnader mellan alla arbetsuppgifter borde jämnas ut och dessa kostnader ska motsvara värdet av totala produktionen. Uttryckt i formler är första ordnings villkoret för kostnadsminimering i produktionen av varan $p(i)y(i) = p(i')y(i')$ för alla i, i' . Ideala prisindexet, P , för varan kan definieras på följande vis $y(i)/Y = p(i)/P$. Eftersom att varan är som standardmått följer att $P = 1$ och vi kan skriva ut produktionen av varan

$$p(i)y(i) = Y, \text{ för all } i \in [0,1] \quad (2.27)$$

Tidigare konstaterades att produktiviteten mellan kompetensgrupper skiljer sig och ifall vi jämför kostnaderna mellan två uppgifter som utförs av individer med medelmåttig och hög kompetens kan vi härleda följande förhållande mellan dem:

$$\frac{P_M A_M M}{I_H - I_L} = \frac{P_H A_H H}{1 - I_H}$$

$$\frac{P_H}{P_M} = \left(\frac{A_H H}{1 - I_H} \right)^{-1} \left(\frac{A_M M}{I_H - I_L} \right) \quad (2.28)$$

där P_H och P_M står för prisindexet, A_M och A_H för teknologi var medelmåttiga färdigheter respektive höga färdigheter har komparativ fördel i. M och H indikerar kompetensgruppen och i nämnaren ser ni gränsvärdena I_H, I_L . Dessa gränsvärden och därmed fördelningen av arbetsuppgifter till kompetensgrupperna spelar följaktligen en central roll i jämviktslösningen. Det är skäl att poängtera att modellen inte tillåter arbitrage mellan kompetensgrupper, genom att likställa kostnaderna för att producera uppgifter vid dessa gränsvärden oavsett kompetensgrupp. Se Acemoglu och Autor (2011) för lösningen av denna likställning.

En lösning för dessa gränsvärden innebär att det blir enkelt att redogöra för lönenivåer och skillnader i inkomster mellan kompetensnivåer. I all sin enkelhet fås löner genom värdet för marginalprodukten av kompetensnivån. Till exempel för låga färdigheter gäller $w_L = P_L A_L$, men ännu intressantare för efterfrågan av arbetskraft är förhållandet i lönenivåer mellan dessa kompetensgrupper och inte själva lönenivån. Relativa löner kan enkelt uttryckas som en funktion av relativa utbud och fördelning av arbetsuppgifter i jämvikt enligt gränsvärdena. Genom att definiera löner som värdet av marginalprodukten fås med hjälp av ekvation (2.28) att förhållandet för löner mellan arbetstagare med medelmåttiga och höga färdigheter är:

$$\frac{w_H}{w_M} = \left(\frac{1 - I_H}{I_H - I_L} \right) \left(\frac{H}{M} \right)^{-1} \quad (2.29)$$

och på motsvarande sätt medelmåttiga individers lön i relation till individer med låga färdigheter är:

$$\frac{w_M}{w_L} = \left(\frac{1 - I_L}{I_L} \right) \left(\frac{M}{L} \right)^{-1} \quad (2.30)$$

Ekvationerna visar att relativa löner kan bestämmas endast som en funktion av relativa utbud och fördelningen av uppgifter i jämvikt. Ett ytterligare bevis på hur avgörande allokeringen av uppgifter till arbetstagare är för modellen. Figur 1. förtydligar hur gränsvärdena för allokeringen av kompetensgrupper till arbetsuppgifter bestäms och visar att det finns en unik jämviktslösning i modellen. Tidigare konstaterades att kostnaderna för att producera en vara oavsett arbetares kompetensnivå har likställts och det existerar inte arbitrage mellan H och M och M och L. Med hjälp av detta antagande härleder Acemoglu och Autor (2011) två kurvor som representerar detta icke- arbitrage förhållandet. Kurvorna är båda uppåtsluttande medan den andra är brantare. Detta ger en unik lösning på gränsvärdena I_H och I_L . Se Acemoglu och Autor (2011, s. 1127) för bevis.

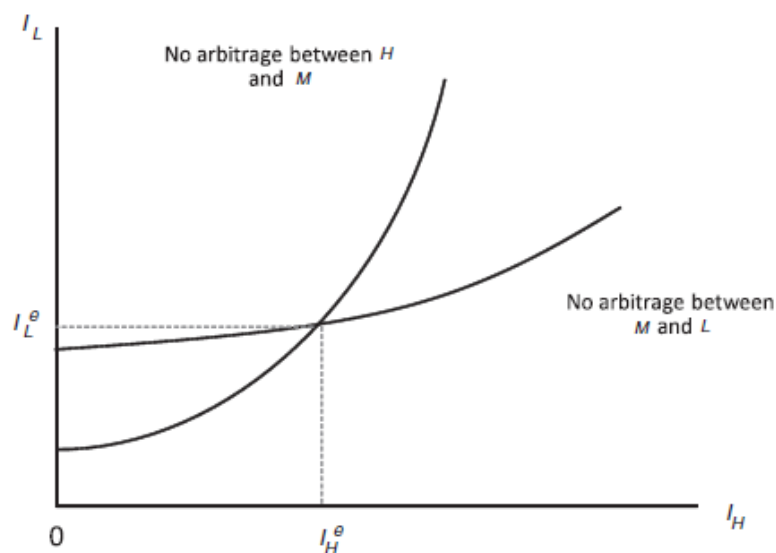


Figure 22 Determination of equilibrium threshold tasks.

Figur 1. Gränsvärden i jämvikt
Acemoglu and Autor (2011)

Denna figur visar hur gränsvärdena bestäms men illustrerar inte hur arbetsuppgifterna fördelas mellan kompetensgrupperna, vilket vi kan se istället i Figur 2. Från antagandet av icke-arbitrage mellan H och M och M och L kan även efterfrågan och utbudet i förhållande till andra kompetensnivån bestämmas. Högra kurvan i Figur 2. Står för relativa efterfrågan på högutbildad arbetskraft i förhållande till arbetskraft med medelutbildning och likaså vänstra kurvan för efterfrågan på medelutbildad arbetskraft i förhållande till lågutbildad arbetskraft. Linjerna står för utbudet av H i förhållande till M och M i förhållande till L. Där utbudet och efterfrågan möts för H och M respektive M och L indikerar även gränsvärdet mellan dessa kompetensnivåer. Det är skäl att påpeka att i denna figur är gränsvärdena inte beroende varandra, men kan istället illustrera hur arbetsuppgifterna allokeras mellan kompetensnivåerna i jämvikt.

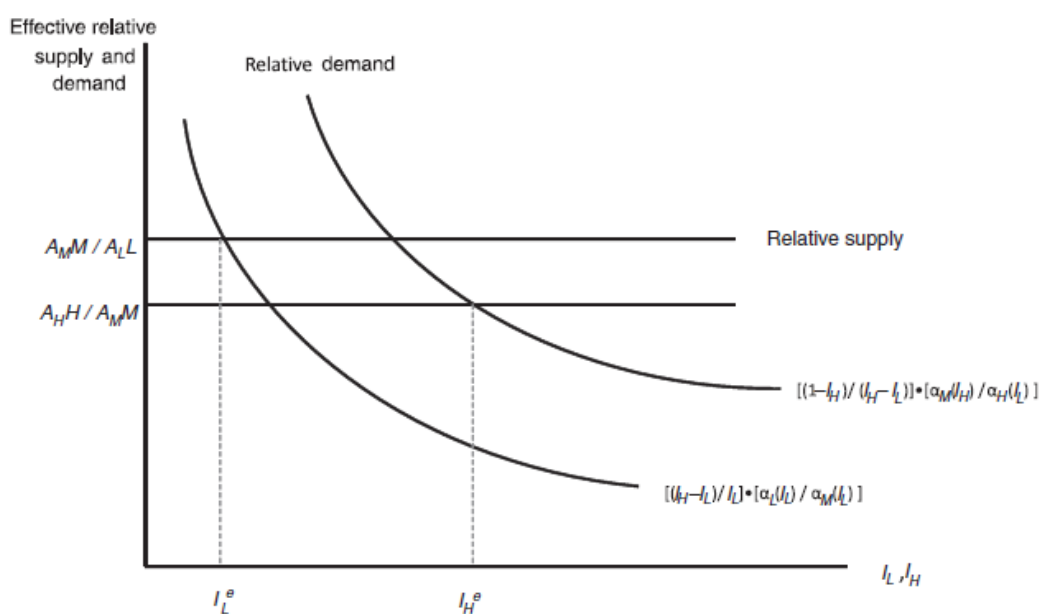


Figure 23 Equilibrium allocation of skills to tasks.

Figur 2. Allokering av kompetens till arbetsuppgifter
Acemoglu and Autor (2011)

2.2.2.2 Konsekvenser av uppgiftsbaserade modellen

Fördelen med denna uppgiftsbaserade modell är att den kan användas för att studera hur kapital genom maskiner och annan teknik kan ersätta arbetskraft. Gå tillbaka till den ursprungliga produktionsfunktionen (2.21) som innefattar kapital. Detta kapitel inleddes med Autor et al. (2003) studie om att arbetsuppgifter kan delas upp i fyra kategorier och

författarna visar att rutinuppgifter drabbas av introduktionen av ny teknologi. Författarna visar också att oftast, dock inte alltid, utförs dessa uppgifter av individer med medelmåttiga färdigheter. Trots dessa resultat tillåter modellen rent tekniskt att alla arbetsuppgifter kan ersättas av maskiner och teknik, oavsett vilken kompetensgrupp som utför uppgifterna. Ifall det existerar kapital som har komparativa fördelar att utföra ett antal uppgifter kommer fördelningen av uppgifter mellan kompetensgrupper att ändras och nya gränsvärden uppstår i jämvikt, \hat{I}_L och \hat{I}_H . I sin tur ifall kapital ersätter uppgifter som utförts av arbetstagare med medelmåttiga färdigheter kommer dessa arbetstagare i nya jämvikten att utföra uppgifter som tidigare utförts av arbetstagare med låg kompetens. Utbudet av dessa uppgifter ökar med andra ord, vilket vi kan se i nästa kapitel om tidigare litteratur har skett i en polariserad arbetsmarknad.

Vilka slutsatser kan vi dra med hjälp av uppgiftsbaserade modellen? En ökning i teknik som arbetstagare med höga kunskaper har komparativ fördel i, A_H , leder till att gränsvärdena I_L och I_H sjunker. Intuitionen bakom detta är att ifall högutbildad arbetskraft blir mer produktiva genom teknologisk förändring som stöder deras arbetsuppgifter, kan de utföra fler arbetsuppgifter än tidigare. Kompetensgruppen kommer att ha en komparativ fördel i en större andel av arbetsuppgifter, vilket leder till att de också i jämvikt utför en större andel av arbetsuppgifterna. Det sker en endogen flytt av fördelningen av arbetsuppgifter från individer med medelmåttiga färdigheter till hög kompetenta individer. Gränsvärdet mellan låg och medel kompetensgruppen minskar likaså, eftersom annars skulle det finnas ett för högt utbud av individer med medelmåttiga färdigheter. I nya jämvikten kommer arbetsuppgifter som tidigare utfördes av arbetstagare med låg kompetens att utföras av arbetstagare med medelmåttiga färdigheter.

En ökning i teknik där lågutbildad arbetskraft har en komparativ fördel i kommer ha motsatt effekt och öka gränsvärdena I_L och I_H enligt samma logik. En ökning i A_M däremot kommer enligt modellen att minska värdet på I_L och öka värdet på I_H . Förändringar i lönesammansättningen beror på hur I_L ändras i förhållandet till I_H (Acemoglu och Autor, 2011). Acemoglu och Autors (2011) härledningar visar att en ökning i A_M leder till fallande löner för arbetstagare med låga och höga kompetenser, men inverkan på relativa lönen w_H/w_L är tvetydig och beror på hur komparativa fördelarna beter sig vid gränsvärdena. Ifall individer med låg kompetens har en stark komparativ fördel vid uppgifter nära I_L kommer individer med genomsnittliga kunskaper att lättare ersätta arbetskraft med hög kunskap vid en ökning av A_M . Då sjunker den relativa lönen w_H/w_L , medan en stark komparativ fördel

hos individer med hög kompetens vid I_H leder till att M arbetstagare ersätter arbetstagare med låg kompetens och w_H/w_L ökar. Denna tvetydighet och beroende av förhållanden mellan komparativa fördelar skiljer sig från *canonial models* slutsatser. Ifall läsaren är intresserad av specifika modeller för löneförhållanden rekommenderas Acemoglu and Autors bok om "Labour Economics" (2011, s.1133–1136).

Alla variabler i jämvikt är beroende på fördelning av uppgifter som utförs av dessa tre kompetensgrupper, vilket gör modellen mycket tilltalande och användbar. Beroende på vilken uppsättning av uppgifter ökar eller minskar mer kommer öka eller minska lönen för kompetensgrupper i fråga. Gällande modellens effekter på själva lönenivåer vill jag lyfta upp en skillnad till *canonial model* presenterad i förra kapitlet. I *canonial model* ökar en teknologisk förbättring lönen för alla anställda, medan i Acemoguls och Autors (2011) uppgiftsbaserade modell kan en ökning i A_H minska lönen för arbetstagare med medelmåttiga färdigheter eftersom teknologiförbättringen försämrar deras komparativa fördel och flyttar dem bort från uppgifter de tidigare utförde. Detta ger oss en grund för att analysera samtidig förekomst av högre utbud av högutbildad arbetskraft, förändringar i efterfrågan beroende av kompetens och lägre inkomster för lågutbildad arbetskraft.

Förutom förändringar i allokering av arbetsuppgifter till kompetens vilka följer har modellen för inkomster på arbetsmarknaden? Lönerna för uppgifter som nu kan utföras mera produktivt av maskiner minskar inom kompetensgruppen för medelmåttiga färdigheter, vilket innebär att w_H/w_M ökar och w_M/w_L minskar, medan förhållandet mellan w_H/w_L är fortfarande tvetydigt och beror på om medelmåttiga individer är bättre substitut för individer med låga eller höga färdigheter. Studier presenterade i följande kapitel underbygger antagandet att arbetstagare inom dessa ersätta arbeten är bättre substitut för arbetsuppgifter som kräver låg kompetens t.ex. inom tjänstesektorn (Autor och Dorn, 2009). Följaktligen ger modellen en möjlig förklaring till polarisering och U-formade kurvan av efterfrågan på arbetsmarknaden. I en situation där arbetstagare med medelmåttiga färdigheter ersätter hög kompetent arbetskraft, blir lågutbildad arbetskraft största vinnarna av denna nya fördelning. Med andra ord beror följderna och därmed också vinnarna och förlorarna av ersättning av maskiner på substitutionsbarheten mellan kompetensgrupperna.

Substitutionen av kompetens mellan olika arbetsuppgifter har behandlats som en följd av förändringar i efterfrågan. En kraft som verkar samtidigt är substitutionen av arbetstagare mellan olika kompetensgrupper. Fördelningen av arbetsuppgifter är inte enda förändringen

som sker, eftersom även arbetstagare kommer att ändra utbudet av sin kompetensnivå som en följd av förändringar i fördelningen. Efterfrågan på maskiner ersätter arbeten som kräver medelmåttiga färdigheter och då kommer arbetstagare som erbjudit tidigare medelmåttiga färdigheter att flytta sig till exempel till arbeten som kräver låga färdigheter och börja erbjuda en lägre kompetensnivå. Utbudet av kompetens påverkas av förändringar i lön som en följd av teknologisk förändring och kompletterar substitutionen av kompetens mellan olika arbetsuppgifter. Acemoglu och Autor (2011) använder dessa krafter för att grovt tolka senaste utvecklingen på arbetsmarknaden, speciellt i USA. En ökning i A_H/A_M och A_M/A_L har lett till minskade löner och färre arbeten för lågutbildad arbetskraft, men däremot höjda löner och fler arbetsplatser för högutbildad arbetskraft. Polariseringen däremot kunde tolkas som en följd av teknologi som ersätter arbetsuppgifter med medelmåttiga färdigheter och minska arbetskraften i dessa. Även deras löner faller och vi antar att arbetstagare med medelmåttiga färdigheter är i högre grad substituerbar med arbetsuppgifter som kräver låg kompetens, vilket skulle förklara en ökning av speciellt tjänstesektorn bland arbetsuppgifter som kräver låg kompetens.

Trots att denna avhandling behandlar teknologins inverkan på efterfrågan på arbetsmarknaden är det skäl att nämna att denna modell lämpar sig även för en alternativ förklaring där internationell handel och mer specifikt utlokalisering av verksamhet står bakom förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden. Istället för att maskiner ersätter arbetstagare, förflyttas produktionen utomlands och utländska arbetstagare ersätter de inhemska som ger liknande följder som maskiner.

Hittills har *canonical model* utvidgats genom att tillåta endogen fördelning av kompetensnivåer mellan arbetsuppgifter men även arbetstagare mellan kompetensnivåer. Denna utvidgning har tillåtit studier om hur teknologi och även utlokalisering av verksamhet utomlands påverkar denna process. I kapitlet om endogen tillväxt visade vi att även teknologin är endogen. Hur beter sig denna uppgiftsbaserade modell och arbetsmarknaden ifall vi tillåter att teknologisk förändring dvs. kapital/maskiner sker endogent? Autonoma förändringar i utbudet av kunskap som en följd demografiska förändringar, utveckling i preferenser och förändringar i utbildningsystem leder till endogena förändringar i teknologi som i sin tur ökar efterfrågan på utbildning. Efterfrågeökningarna påverkar i sin tur utbudet av kunskap endogent och därefter teknologiska processen. Endogenitet i modellen innebär att förändringar i utbud och efterfrågan av teknologi och kunskap förstärker varandra. I uppgiftsbaserade modellen kan utbudet av kompetens påverka teknologi endogent på två

sätt. Förändringar i utbudet av kunskap påverkar teknologier som förstärker olika kunskaper (A_L, A_M och A_H). Dessutom påverkar förändringar i utbudet av kunskap i vilka arbetsuppgifter och teknologier arbetskraft har komparativ fördel i. Förståelsen för hur och i vilken mån utbudet av kunskap påverkar dessa variabler är inte relevant för denna avhandling, eftersom avhandlingen behandlar teknologins effekter på efterfrågan. Det är ändå centralt att inse att teknologi produceras endogen till följd av påverkan av utbud av kunskap.

Acemoglu och Restrepo (2018) utvidgar teorin bakom rutinmässiga arbetsuppgifter och skiljer mellan två olika typer av teknologisk förändring. Automation antas vara en endogen tillökning av uppgifter som kan produceras med kapital, samtidigt som den ersätter arbetskraft. Arbetskraft har däremot en komparativ fördel i skapandet av nya mer komplexa arbetsuppgifter. Eftersom utbudet på arbetskraften är elastisk i deras modell, kommer automatisering att sänka sysselsättningen medan skapandet av nya uppgifter ökar sysselsättningen. Detta innebär att båda typerna av teknologisk förändring skapar ekonomisk tillväxt men leder till väldigt olika följder för faktorfördelningen av inkomst och sysselsättning. Ifall kapital i långa loppet är billigt i jämförelse till arbetskraft kommer automatisering att öka snabbt och sysselsättningen kommer sjunka, medan ifall kapital i långa loppet inte är lika billigt i jämförelse till arbetskraft kommer båda typerna av innovation öka i takt.

Enligt modellen kommer marknaden inte nödvändigtvis skapa en effektiv sammansättning av teknologi, trots att marknaden skulle arbeta mot en stabilitet. Om löner och alternativkostnaden skiljer sig från varandra skapar det en förvrängning på marknaden. Företagen gör beslut av allokering enligt lönenivå inte enligt lägre alternativkostnaden, vilket leder till en oskälig automatisering. Dessutom kopplar modellen till Goldin och Katz (2007) tankar om tävlingen mellan utbildning och teknologi. Frågan är ifall utbildningen hinner med för att bidra med kunskap som skapar nya mer komplexa arbetsuppgifter. Acemoglu och Restrepös tankar är en intressant ny synvinkel på diskussionen hur teknologiska förändringar påverkar arbetskraft.

Innan empiriska resultat av teknologins effekter på arbetsmarknadsefterfrågan och löner är det skäl att framhäva att förändringar i efterfrågan på arbetskraft påverkar löneutvecklingen, i och med att ökad (minskad) efterfrågan tenderar att höja (sänka) löner.

3 Tidigare litteratur

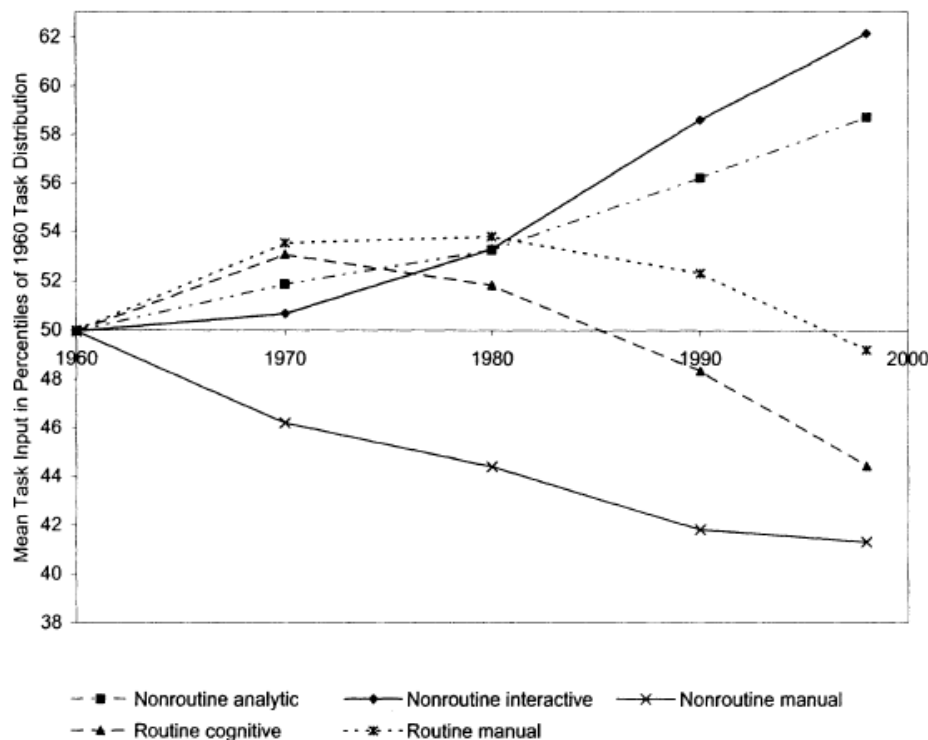
Löne- och sysselsättningsstrukturen har de senaste årtiondena genomgått stora förändringar både i Finland och internationellt. Inte minst har de ökade inkomstskillnaderna i Förenta staterna väckt uppmärksamhet. Men även flera europeiska länder har upplevt förändringar i arbetsmarknadsstrukturen och ökad inkomstjämlighet. Teknologiska förändringar och speciellt införandet av informations- och kommunikationsteknik anses bidra till polarisering av arbetsmarknadsstrukturen, efterfrågan såväl som inkomsterna (Autor och Dorn, 2009; Michaels, Natraj och Van Reenen, 2014). I detta kapitel diskuteras teknologi effekter på arbetsmarknaden utifrån empiriska resultat från tidigare forskning. De förkastar eller bekräftar teoretiska ansatser för teknologins effekter på arbetsmarknadsefterfrågan. De empiriska resultaten är indelade i teknologins effekter på efterfrågan på arbetskraft och löner. Dessutom diskuteras andra förklaringar till polariseringen av arbetsmarknaden.

3.1 Empiriska resultat av teknologins effekter på arbetsmarknadsefterfrågan

Tidiga studier som studerat förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden utgår från teorin om teknologi som ökar efterfrågan på högutbildad arbetskraft. Machins och Van Reenens (1998) studie för sju OECD-länder visar att en ökad relativ efterfrågan på högutbildad arbetskraft gäller förutom USA och Japan också fem europeiska länder. Intressant är att förskjutningar mot högre utbildad arbetskraft sker i högre grad inom industrier, istället för mellan industrier. Branscher utnyttjar i allt högre grad högutbildad arbetskraft framför förflyttning till och expansion av branscher med intensivt bruk av högutbildad arbetskraft. Anmärkningsvärt är att lönestrukturen förblev mycket stabilare i Japan, Danmark, Sverige, Frankrike och Tyskland i jämförelse med Storbritannien och Förenta staterna, trots att en efterfrågeökning på utbildning påvisades i alla studerade länder.

Studier använder ofta kapital i form av datorer eller investeringar i informations- och kommunikationsteknik som variabler för teknologi. O'Mahonys, Robinsons och Vecchis (2008) studie om informations- och kommunikationsteknikens (IKT) effekter i USA, Storbritannien, Frankrike och Tyskland stöder teorin om att IKT kan förklara sysselsättningens utveckling för olika kompetensnivåer. Effekterna på sysselsättningen och inkomstandelarna är positiva hos högutbildad arbetskraft och negativa på lägsta utbildningsnivån. Resultaten för 1980- och 1990-talen stöder teorin om att teknologi är partisk mot högutbildad arbetskraft. Samtidigt visar studien att effekten av IKT avtar över

tiden och speciellt den negativa effekten på den lågutbildade arbetskraften ser ut att ha försvunnit. Flera studier (Autor, Levy och Murnane, 2003 och Goos, Manning och Salomons, 2009) speciellt från USA och Storbritannien från början av 2000-talet tyder på samma utveckling som O'Mahony et al. (2008).



Figur 3. Arbetsmarknadsandelar indelat enligt arbetsuppgifter, USA, 1960-2000

Autor, Levy och Murnane (2003)

En indelning i icke-rutinmässiga och rutinmässiga arbetsuppgifter ger en mer mångfacetterad bild av utvecklingen. Autor, Levy och Murnane (2003) visar en stor förändring i trenderna av arbetskraftsefterfrågan kring år 1980. Figur 3 visar att fram till 1980-talet stöds utvecklingen av teorin att teknologi ökar efterfrågan på högutbildad arbetskraft, då icke-rutinmässiga manuella uppgifter upplevt ett kontinuerligt fall i arbetskraftsandelar. Efter år 1980 har andelen arbetskraft i icke-rutinmässiga analytiska och interaktiva uppgifter ökat avsevärt, medan rutinmässiga kognitiva och manuella uppgifter börjat minska. Fallet i icke-rutinmässiga manuella uppgifters marknadsandel avtog fram till 2000 där tidsperioden för studien tar slut. Ökningarna berodde främst på att teknologi intensiva branscher introducerade nya icke-rutinmässiga kognitiva arbetsuppgifter som ersatte rutinmässiga kognitiva uppgifter.

Förutom Autor, Levy and Murnane (2003) har flera studier anammat det uppgiftsbaserade perspektivet framför modellen baserad på kompetens för att studera förhållandet mellan teknologi och arbetskraft. Autors och Dorns (2009) studie visar att lokala arbetsmarknader specialiserade på rutinuppgifter tog i bruk informationsteknologi i högre grad och upplevde en förflyttning av lågutbildad arbetskraft till serviceyrken (polarisering av sysselsättning). Dessutom ökade andelen högutbildad arbetskraft i dessa lokala arbetsmarknader, och författarna kunde påvisa inkomstökningar i båda ändorna av distributionen (polarisering av löner). Deras hypotes är att polarisering drivs av två interagerande faktorer: konsumenternas preferenser som föredrar diversitet framför specialisering och icke-neutrala teknologiska förändringar som minskar kostnaden för rutinmässiga uppgifter men inte kostnaden för personliga serviceuppgifter. Liksom i Machin och Van Reenens studie (1998) berodde förändringarna i arbetskraftsstrukturen inte på byte mellan sektorer utan förändringar inom branscher. Arbetskraft flyttar inte till mer tjänsteintensiva sektorer utan sektorer erbjuder flera tjänster (Acemoglu och Autor, 2011).

Polariseringen av arbetsmarknaden berör även Europa. I sin jämförelse av europeiska länder finner Goos, Manning och Salomons (2009) att efterfrågan på lågutbildad arbetskraft ökat medan efterfrågan på arbetskraft i mellansiktet av lönefördelningen minskat drastiskt. Dessutom fortsätter trenden där efterfrågan på arbetskraft förflyttats från lägre till högre utbildningsnivåer. För Finlands del har andelen arbetstimmar i de lägst betalda branscherna ökat jämförelsevis mycket. Fallet i mellansiktet av lönedistributionen motsvarar ökningen i de lägst betalda branscherna, medan de högst betalda arbetsuppgifterna står oförändrade eller med en liten negativ förändring. Trots att Finland i stort sett följer trenden för resten av de europeiska länderna i studien, är inte Finlands U-formade kurva lika skarp och arbetskraftsandelar för de högst betalda arbetena har uteblivit (Goos, Manning och Salomons, 2009). För Europa som helhet är ökningen hos de högst betalda yrkena mycket marginell och drivs av stora förändringar i några få europeiska länder.

En nyare studie från år 2014 av Goos, Manning och Salomons visar en fortsatt polarisering i Europa genom ökade arbetskraftsandelar hos de åtta högst betalda yrkena och de fyra lägst betalda yrkena, medan arbetskraftsandelarna i mellanskiktet av lönefördelningen minskat. För Finlands del skiljer sig resultaten avsevärt från Goos et al. (2009) studie för 1993–2006. Den nyare studien för tidsperioden 1993–2010 visar nämligen en stor ökning i andelen arbetstimmar för de åtta högst betalda yrkena i Finland (Goos et al., 2014). Denna ökning har skett främst på bekostnad av sänkning i arbetstimmar hos de nio yrken i medelskiktet av

lönefördelningen. Förändringen i arbetstimmar hos de fyra lägst yrken är negativ men mycket liten. Detta antyder att efterfrågan på rutinmässiga kunskapsuppgifter minskat och arbetskraften förflyttats mer komplexa och interaktiva arbetsuppgifter i Finland. Trots att andelen arbetstimmar inte ökat i de lägst betalda yrken är det viktigt att påpeka att sänkningen i arbetstimmar i medelskiktet av lönefördelningen är större och bidrar till en polarisering av arbetsmarknaden. Särskilt intressant gör att Goos et al. ser ut att ha använt samma data och yrkesfördelning för båda studierna, för Finlands del skiljer sig resultaten avsevärt mellan den kortare tidsperioden och längre (Goos et al., 2009 och Goos et al., 2014).

Ytterligare resultat som stöder att polariseringen inte är endast ett fenomen i USA är att under århundradets första årtionde ses en klar U-formad kurva i EU för förändringar i efterfrågan på arbetskraft indelad i tre kompetensgrupper (Maselli, 2012). Efterfrågan på högutbildad arbetskraft ökade avsevärt, med ett ännu större fall i efterfrågan på lägre högskoleutbildning och en liten ökning i efterfrågan på lågutbildad arbetskraft. Skillnaderna är ändå stora på lands nivå och polarisering förekom i 17 av 27 medlemsländer i EU. Intressant är att t.ex. Belgiens utveckling i efterfrågan på arbetskraft liknar mer en linjär linje i enlighet med hypotesen om teknologi som ökar efterfrågan på högutbildad arbetskraft. Sverige är däremot ett modellexempel för den uppgiftsbaserade modellen. Maselli (2012) ser att utbildningsnivån kommer fortsatt att öka i EU, samtidigt som lågutbildade servicearbeten som inte går att utlokalisera utomlands ökar. Artikelns prognoser för efterfrågan och utbudet på arbetskraften i Finland skiljer sig stort för innevarande årtiondet, 2010–2020, och ger antydning om ett allt större problem med matchning på arbetsmarknaden.

Michaels, Natraj och Van Reenen (2015) finner stöd för sin hypotes om att informations- och kommunikationsteknik polariserar arbetsmarknader genom att öka efterfrågan på högutbildad arbetskraft på bekostnad av arbetskraft med lägre högskoleexamen. Författarna hävdar att utbildningsnivå är starkt kopplad till manuella, rutinmässiga och analytiska arbetsuppgifter, och de kopplar sina resultat till Autor, Levy och Murnanes (2003) modell om polarisering av arbetsuppgifter. Branscher med högst tillväxt i IKT upplevde också de största ökningarna i efterfrågan på högutbildad arbetskraft och stora fall i efterfrågan på arbetskraft med andra stadiets utbildning. Som ett mått på införande av IKT använder sig författarna av statistik på IKT-kapital i förhållande till mervärde på industrinivå över en relativt lång tidsperiod, 1980–2004. Hidalgo Pérez, O’Kean Alonso och López (2016) visar att intensiteten i ökningen av IKT-kapital inte har betydelse för om IKT-kapital höjer efterfrågan på högutbildad arbetskraft. Hypotesen håller även i Spanien trots att

adopteringsen av IKT varit mycket långsammare i Spanien än i andra OECD-länder (Hidalgo Perez, O’Kean Alonso och Lopez, 2016).

Studierna visar att en standardmodell för teknologi som förstärker efterfrågan på högutbildad arbetskraft kan inte längre förklara den entydiga polariseringen av arbetskraftstrukturen. Studierna från 2000-talet, som återgetts här, lyckas visa en mer nyanserad bild av utveckling av efterfrågan på arbetsmarknaden. Från och med 1990-talet har efterfrågan på tjänsteyrken ökar avsevärt, samtidigt som efterfrågan på högutbildad arbetskraft fortsatt ökat. Figur 4 belyser de olika tidstrenderna i USA väldigt tydligt. De tidigare presenterade två teoretiska ansatserna ser ut att förklara två olika tidsperioder. Rutinmässiga arbetsuppgifter som går lätt att automatisera har drabbats negativt av teknologins framväxt. Informations- och kommunikationstekniken har enligt tidigare studier en stor inverkan på denna arbetsmarknadstrend, men trendernas tidsbundenhet väcker frågan om informations- och kommunikationsteknikens effekt på efterfrågan fortsätter. Förändringar i efterfrågan på arbetskraft har även följder för arbetstagarnas inkomster. Studier som mer specifikt behandlar teknologins inverkan på inkomster behandlas i följande kapitel.

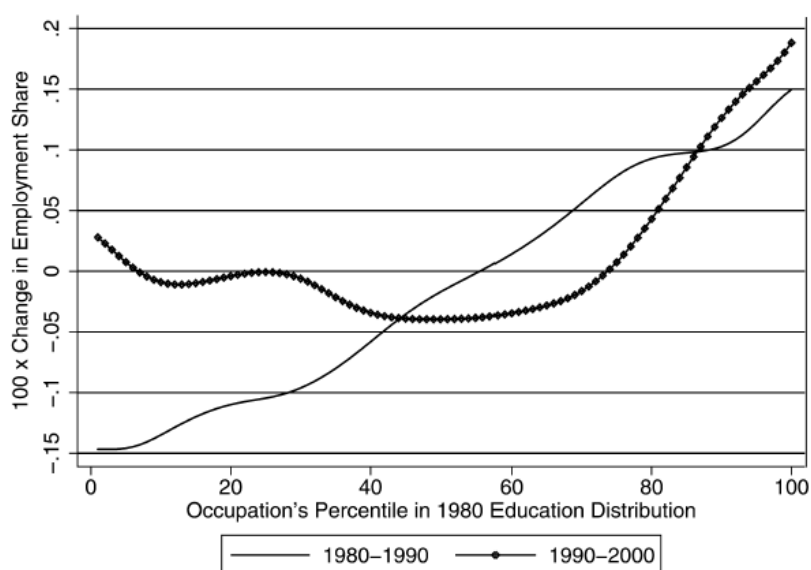


FIGURE 3. SMOOTHED CHANGES IN OCCUPATIONAL EMPLOYMENT SHARES 1980–2000, WITH OCCUPATIONS RANKED BY THEIR 1980 AVERAGE YEARS OF SCHOOLING

Source: Census Integrated Public Use Microsamples 1980, 1990, and 2000.

Figur 4: Fördelning av arbetskraftsandelar enligt utbildning, USA, 1980–2000

Autor, Katz och Kearny (2006)

3.2 Empiriska resultat av teknologins effekt på inkomster

Förändringar i arbetsmarkandsefterfrågan är starkt kopplade till förändringar i inkomster och speciellt inkomstjämlighet. En utvidgning av *canonical model* (s. 15) lyfter upp en ökning av relativ efterfrågan på högutbildad arbetskraft tillsammans med förändringar i det relativa utbudet av kunskap som orsak till ökad inkomstjämlighet (Goldin och Katz, 2007). Denna relativt enkla modell baserad på utbud och efterfrågan kan fungera som modell och orsak bakom förändringar i lönefördelning och ojämlikhet, speciellt om utvidgningar som arbetserfarenhet och heterogenitet i kompetens inom utbildningsnivåerna tas i beaktande.

Machins och Van Reenens (1998) studie för sju OECD-länder visar en mycket stor ökning i inkomstskillnader i USA och Storbritannien jämfört med resten av studiens länder. Autor, Katz och Kearny (2006) visar att förutom polarisering av arbetsmarknadsandelarna har löneökningarna i USA varit polariserade från och med slutet av 1980-talet. Löneökningarna var högre i den lägsta fjärdedelen av lönefördelningen i jämförelse med mellersta två fjärdedelar mellan 1988 och 2004. Högst upp i fördelningen fortsatte lönerna att öka för fjärdedelen med de högsta lönerna som det gjort också innan 1990-talet. Studiens styrka är en lång tidsperiod från 1973 till 2004. Detta antyder att någonting förändrades i USA i slutet av 1980-talet som resulterade i ändringen av utvecklingen, i enlighet med förändringen i utvecklingen av arbetsmarknadsandelarna i figur 4 (s. 34).

Autor och Dorn (2009) visar en polarisering av arbetsmarknaden i USA både gällande sysselsättning och löner. Författarna lyfter speciellt fram ökningen bland tjänstearbeten med låga krav på kompetens. Dessa uppgifter visade även stora löneökningar i USA under perioden 1980–2005. I enlighet med den uppgiftbaserade modellen (s. 18) har lönerna för rutinmässiga uppgifter sjunkit under samma tidsperiod, medan resultaten för till exempel administrativa yrken visar motsatsen. Autor och Dorn (2009) hävdar att detta beror på att efter en minskning av arbetsplatser inom dessa yrken har arbetsuppgifterna blivit mer krävande. Arbetet kräver högre kompetens än tidigare och har därmed upplevt öknings i lönerna.

Goldin och Katz (2007) visar att avkastningen för utbildning föll under första halvan av 1900-talet i USA för att sedan öka under resten av århundradet, samtidigt som ny teknologi och därmed en högre efterfrågan på högutbildad arbetskraft kännetecknade hela århundradet. Deras analys antyder att avkastningen för utbildning inte endast beror på det relativa utbudet av kompetens utan också på tillväxttakten för teknologiska förändringar. Ifall utbudet av

högutbildad arbetskraft inte ökar i samma takt som ny teknologi introduceras kommer avkastningen för högutbildad arbetskraft att öka. Likaså om utbudet av högutbildad arbetskraft ökar i högre takt än ny teknologi, kommer avkastningen att falla. Utbudet av högutbildad arbetskraft bör öka i samma takt som efterfrågan på högutbildad arbetskraft för att undvika ökad ojämlikhet. Det innebär att arbetstagare bör ha flexibel kompetens och en ökad möjlighet till vidareutbildning. Därmed hålls tillväxttakten i ekonomin och avkastningen för utbildning i balans. De är ändå inte realistiska antaganden, och Goldin och Katz (2007) menar att ny teknologi innebär vinnare och förlorare; teknologi ökar inkomsterna hos vissa yrkesgrupper mer än hos andra.

Inkomstskillnader har också framförts som en orsak till polariseringen av arbetsmarknadsandelar och inte tvärtom. Speciellt i USA har allt större andelar av inkomsterna tilldelats de allra rikaste i samhället och det kan ha lett till en ökad efterfrågan på tjänster hos de allra rikaste (Goos, Manning och Salomons, 2009). Michaels, Natraj och Van Reenen (2015) uppskattar att tekniska förändringar kan förklara upp till en fjärdedel av ökningen i de högutbildades andel av inkomsterna. Taimio (2004) hittar dock inget samband mellan ökade inkomstskillnader och polarisering av arbetskraften eller ökad arbetslöshet. Arbetsmarknadsinstitutionerna kan enligt Taimio (2004) istället ha spelat en roll för lägre inkomstskillnader i Europa jämfört med USA.

Teknologins effekter på inkomstfördelningen illustrerar att polariseringen av arbetsmarknaden inte endast har betydelse för efterfrågan på kompetens utan även för inkomstojämlikhet i samhället. Dessutom är förändringar i löneandelar en god indikator på förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden. Nästa kapitel koncentrerar på studier gällande arbetsmarknadsefterfrågan i Finland.

3.3 Efterfrågan på arbetsmarknaden i Finland

Huttunen (2002) studerar förändringar i efterfrågan på utbildning på den finska arbetsmarknaden under 1990-talet. Dessutom studerar Huttunen (2002) teknologins inverkan på förändringar i den relativa efterfrågan på utbildning. Det speciella med Huttunens studie är att kompetensnivån mäts med hjälp av både utbildning och ålder, baserat på teorin om humankapital där arbetstagares kompetens beror på utbildning och arbetserfarenhet. Motiveringen är att teknologi kan ha olika effekt på olika åldersgrupper med samma utbildningsnivå och att utbildningsnivåerna skiljer sig stort mellan åldersgrupper i Finland. Resultaten visar att både andelen över 45-åriga arbetstagare och

högutbildade har ökat inom den privata sektorn i Finland under tidsperioden 1988–1998. Medan ökningarna hos de äldre arbetstagarna skett inom branscherna ökade andelen unga högutbildade till följd av en flyttning mellan branscher och genom skapande av nya branscher. Dessutom har de högsta ökningarna bland unga högutbildade skett i export-, utbildnings- och forskningsbranscherna. Huttunen (2002) använder produktivitetsoökningar som variabel för teknologiska förändringar.

Ilmakunnas och Maliranta (2005) visar att högre utbildning har en positiv effekt på produktivitet, men att effekten är större för icke-teknisk utbildning i jämförelse med teknisk utbildning. Teknologisk förändring kunde därmed vara nära kopplat med högre utbildning för att skapa produktivitetsoökningar. Studien (Ilmakunnas och Maliranta, 2005) innefattar data där arbetstagarinformation parats ihop med arbetsgivarinformation. Detta ger en unik möjlighet att studera löner, utbildning och produktivitet på industri- och yrkesnivå. Intressant är att resultaten belyser att löner inte kompenserar för all produktivitetsoökning, trots att utbildning ökar produktivitet. Detta gäller speciellt arbetstagare som har icke-teknisk utbildning på högsta nivån. Frågan blir hur bra löner kompenserar för investering i utbildning och individens produktivitet på arbetsmarknaden.

Kopplingen mellan utbildning och produktivitet samt teknologi och produktivitet anknyter till diskussionen om efterfrågan på arbetsmarknaden. Globala företag är de som bidragit mest till förändringar i yrkesstrukturen i Finland (Maliranta, 2013). Maliranta (2013) rapporterar att förändringar i yrkesstrukturen har skapat högre produktivitet, men däremot har företagets lönsamhet inte ökat. Det indikerar att största delen av produktivitetsoökningen i globala företag riktats till arbetstagare som löneökningar. Detta strider mot Ilmakunnas och Malirantas (2005) upptäckt att löner inte alltid baseras på produktivitet. Maliranta (2013) ser att polariseringen på arbetsmarknaden beror på skillnader i skapandet av nya arbetsplatser på olika lönenivåer. Förlusten av arbetsplatser är stabilare fördelad över arbetskraften medan nya jobb skapas mer inom tjänstesektorn och högkompetenta yrken, jämfört med mellanskiktet i lönedistributionen. Stora multinationella företag och företag som har utlokaliseringsverksamhet bidrar mest till förändringar i yrkesstrukturen, speciellt i produktionsindustrin (Maliranta, 2013). Argumentet om globaliseringen och utlokaliseringsverksamheten som drivkrafter bakom förändringar i yrkesstrukturen, behandlas närmare i följande kapitel. Maliranta (2013) argumenterar för att omstrukturering på yrkesnivå blir relevant i och med införande av IKT-kapital, trots att globaliseringen också underlättar omstrukturering.

Maliranta och Rouvinen (2004) studerar relationen mellan IKT och de finska företagens produktivitet och finner att produktiviteten hos företag ökar med ca 10 % till följd av investeringar i IKT. Tero Kuusi (2015) pekar på att flera modeller och studier underskattar betydelsen av IKT och ser att relationen mellan IKT och produktivitetsskillnader mellan länder kan vara starkare. Produktivitetsökningen med hjälp av IKT är större i unga företag, vilket stöder Maliranta och Rouvinens (2004) argument om att effekterna av IKT är starkt kopplade med organisatoriska förändringar. Särskilt stora företag kräver omfattande förändringar av organisatoriska strukturen och arbetet för att utnyttja potentialen i IKT och realisera produktivetsökningar. Även Maliranta, Böckerman och Kauhanen (2012) framhäver att IKT och organisatorisk förändring är komplement och att IKT inte självständigt kan åstadkomma produktivetsökning. De hittar även svaga bevis på att IKT och utbildning utgör komplement, men framhåller kopplingen mellan produktivitet och IKT. Indirekt kan man tänka sig att IKT-investeringar och organisatoriska förändringar kräver arbetstagare med högre kompetens.

För att återgå till efterfrågan på arbetsmarknaden och särskilt förändringar på arbetsuppgiftsnivå har Malirantas (2009) studie om arbetskraftsströmmar i den finska företagssektorn 1990–2004 mycket att bidra med. Maliranta definierar arbetskraftsströmmar som nya arbetsplatser eller nedläggning av arbetsplatser på företagsnivå och studerar detta genom att jämföra antalet arbetsplatser i företag med tidigare år. Nämnvärt är att statistiken inte ger information om förändringar i arbetsuppgifternas innehåll. Nya arbetsuppgifter kan skapas och försvinna inom företag utan att ändra det sammanlagda antalet arbetsuppgifter, vilket inte fångas upp av statistiken. Malirantas (2009) resultat stöder polariseringen av arbetsmarknaden i Finland och hypotesen om en U-formad efterfrågan på arbetsmarknaden. Arbetskraftsökningen var störst bland experter och sakkunniga, och yrken med de lägsta kompetenskraven har upplevt en större ökning i arbetsplatser jämfört med mellanskiktet. En lägre sysselsättningsutveckling bland kontorsarbeten beror i allra högsta grad på att arbetsplatser har lagts ner i stor utsträckning. Inom tillverkning har arbetsplatser inte försvunnit i lika hög grad men däremot har inte nya arbetsplatser heller skapats i något större utsträckning. Däremot har arbetskraftsströmmarna varit mycket större på de högsta yrkeskompetensnivåerna.

På branschnivå kunde Maliranta (2009) se att textil, el-, gasindustrier och tillverkning av elektronik- och elprodukter minskat medan forskning och utveckling ökat i Finland. Dessutom har många tjänstebranscher ökat uppgifter som kräver både hög och låg

kompetens, så som konsultering, städning och informationsbehandling. En indikator på omfattande investeringar i IKT och förändringar i yrkesstrukturen inom flera branscher är att under IKT-högkonjunkturen vid sekelskiftet förflyttades största delen av de arbetstagare som bytte arbetsgivare i Finland från IKT-branschen till bland annat produktions- eller tjänstesektorn (Nikulainen och Pajarinen, 2013).

Maliranta, Böckerman och Kauhanen (2012) betonar att IKT-kapital ökar nedläggning av arbete inom företag. Dessvärre finner Böckerman et al. (2012) ingen relation mellan antalet nya arbetstagare och IKT-kapital. Däremot ökar IKT-kapital andelen interaktiva och kunskapsintensiva arbetsuppgifter i företag. IKT-kapital ser också ut att minska de negativa löneeffekterna som följer av nedläggning av arbetsuppgifter. Det innebär lägre inkomster för de arbetstagare som fortsättningsvis arbetar med sådana arbetsuppgifter som minskat inom företaget. Ensamt har IKT ändå inte en effekt på löneökningen.

Asplund och Lilja (1998) lyfter fram en viktig aspekt i diskussionen om efterfrågan på arbetsmarknaden, nämligen konjunkturernas påverkan. Deras studie om strukturella förändringar på den finska arbetsmarknaden 1980–2000 framhäver att lågutbildad arbetskraft lyckades anpassa sig bra till förändringar fram till 1990-talskrisen. Trots att arbetsuppgifterna krävde allt högre kompetens och populationens utbildningsnivå ökade, anpassade sig lågutbildad arbetskraft relativt bra under ekonomins goda tider på 1980-talet men inte under recessionen på 1990-talet. Löneutvecklingen i Finland har också varit starkt kopplad till ekonomins konjunkturer. Under tidigare högkonjunkturer var det vanligt att arbetstagare bytte till andra arbetsgivare lockade av högre löner, medan löneutvecklingen var bättre för arbetstagare under lågkonjunkturer som stannade hos samma arbetsgivare (Maliranta, 2009).

Finlands arbetsministeriums utredning *Työvoima 2025* (2007) om arbetskraftens efterfrågan och utbud i framtiden i Finland är intressant med tanke på avhandlingens resultat. I utredningen förväntar man sig att informationsteknologins betydelse kommer att stärkas även i fortsättningen, trots att tillväxtnivåerna på 1990-talet är svåra att toppa i Finland. Utredningen *Työvoima 2025* (2007) skiljer mellan en basutveckling och en målutveckling för Finland, där basutvecklingen står för den sannolika utvecklingen utgående från statistik fram till år 2006. Målbilden för utvecklingen illustrerar situationen i framtiden ifall samhällspolitiken lyckas öka sysselsättningen och sänka arbetslösheten. Basutvecklingen målar däremot upp en bild utan dessa åtgärder. Yrkesstrukturen för målbilden karaktäriseras

av hög standard på teknisk-, affärs- och miljöexpertis, men även expertis inom tjänstesektorn (speciellt hälsa och socialt arbete). Utredningen stöder en klar tillväxt inom yrken med krav på högre utbildning. Och förväntningen är att behovet av yrkesutbildning på andra stadiet kommer att sjunka i början av 2010-talet. Den största skillnaden i behovet av arbetskraft mellan basutvecklingen och målutvecklingen är att behovet av högutbildade ökar markant mer i jämförelse med basutvecklingen.

Eftersom efterfrågan på högutbildad arbetskraft fortsättningsvis kommer öka är det oroväckande att Utbildningsstyrelsen förutspår att utbildning och forskning sysselsätter färre personer i Finland år 2020 än år 2004 (Hanhijoki et al., 2009). Dessutom växer behovet att skapa nya, mer komplexa arbetsuppgifter sig allt större. Utbildning och forskning är den enda industrin tillsammans med tillverkningsindustrin som förutspås ha färre arbetsplatser år 2020 (Työvoima, 2025). Informations- och kommunikationstekniken är inte den enda förklaringen som framförts som orsak till den senaste polariseringen på arbetsmarknaden. Andra förklaringar bakom arbetsmarknadstrender behandlas i följande kapitel.

3.4 Andra förklaringar bakom arbetsmarknadstrender

Förutom hypotesen om teknologi som ersätter rutinmässiga uppgifter, har globalisering och den utlokalisering av verksamhet till utlandet framförts som orsak bakom polariseringen på arbetsmarknaden. Frånvaro av handelshinder har lett till att en del av arbetsuppgifterna i produktionen av en vara kan utlokaliseras utomlands. Till exempel eftersom lönerna är lägre än i hemlandet. Därmed kunde globalisering vara en orsak bakom en lägre efterfråga på vissa arbetsuppgifter och indirekt polariseringen av arbetsmarknaden. Acemoglu och Autor (2011) påpekar att detta gäller speciellt informationsbaserade uppgifter, som med dagens teknik är enkelt och relativt billigt att utlokalisera. Autor och Dorn (2013) hävdar också att uppgifter mest lämpliga för utlokalisering är flera rutinmässiga uppgifter inom exempelvis produktion. I jämförelse kan många tjänsteyrken vara svåra att utlokalisera på grund av behovet av personlig kontakt. Dessa hypoteser stöder polariseringen av efterfrågan på arbetskraft.

Företagens utlokalisering av verksamhet utomlands som drabbar även högutbildad arbetskraft kunde också framställas som förklaring. Utredningen *Työvoima 2025* visar att år 1997 arbetade 1% av utländska arbetskraften hos finska industriföretag inom R&D och år 2002 var antalet redan 5%.

Flera studier mäter utlokalisering oftast genom en variabel av potentiell utlokalisering, d.v.s. genom att identifiera andelen arbetsuppgifter som inte kräver kontakt ansikte mot ansikte eller en specifik belägenhet. Autor och Dorn (2009) studerar ifall lokala arbetsmarknader i USA med en högre potential till utlokalisering upplevde en högre tillväxt i sysselsättning av servicearbeten bland lågutbildad arbetskraft. Positiva sambandet mellan högre potential för utlokalisering och högre tillväxt av tjänstesektorn är dock liten och icke signifikant. Deras resultat visar att andelen rutinmässiga arbeten förklarar bättre tillväxt av tjänsteyrken och påverkas inte av utlokaliseringsvariabeln. Regressionsresultaten förblir robusta och signifikanta trots flera olika kontroller. Däremot är sambandet mellan tjänsteyrken och potentiella utlokaliseringsvariabeln fortsättningsvis icke-signifikant trots robusthetskontroller. Autor, Dorn och Hanson (2015) hävdar att handel och teknologi har olika effekter på arbetsmarknaden. Industrier som stått inför ökad importkonkurrens från Kina har upplevt lägre sysselsättningsnivåer i USA under tidsperioden 1980–2007, medan ny teknologi har förändrat yrkesstrukturen på de lokala arbetsmarknaderna i USA men inte minskat andelen arbetsplatser. Detta stöder hypotesen om att teknologi polariserar arbetsmarknaden, men behöver inte sänka sysselsättningsnivåerna.

Bland annat Goos, Manning, Salomons (2014), Michaels, Natraj och Van Reenen (2015) undersökningsresultat är i linje med Autors och Dorns (2009) resultat när de testar för globaliseringens inverkan. Varken ökad handel eller utlokalisering förklarar arbetsmarknadstrenderna lika bra som ny teknologi. Goos, Manning och Salomons (2009) studerar polariseringen på arbetsmarknaden i 16 europeiska länder och finner samma resultat för Europa; utlokalisering av verksamhet utomlands har inte lika stark effekt som hypotesen om teknologi som ersätter rutinuppgifter.

Studier är ändå inte enhälliga i sina resultat och Elia, Mariotti och Piscitello (2009), Ekholm och Hakkala (2006) och Foster-McGregor, Stehrer, de Vries (2013) finner stöd för att utlokalisering av verksamhet utomlands har effekter för efterfrågan på arbetskraften. Elia et al. (2009) redovisar att italienska företag som investerat utomlands gav upphov till lägre efterfrågan på lågutbildad arbetskraft i samma industriregion. Om FDI (=foreign direct investment) var riktat till höginkomstländer sjönk även efterfrågan på högutbildad arbetskraft i företagens hemmarknad. Ekholm och Hakkala (2006) studerar utlokaliseringens effekter i Sverige och skiljer mellan utlokalisering till låg- och höginkomstländer. För undersökningsperioden 1995–2000 visar resultaten att utlokalisering till låginkomstländer förflyttar efterfrågan på arbetskraft bort från individer med medelmåttiga färdigheter. De

finner ändå inte samma samband för utlokalisering till höginkomstländer, vilket enligt författarna kunde förklara de motstridiga resultaten i tidigare litteraturen. Även Foster-McGregor et al. (2013) använder sig av information om importerade insatsvaror på industrinivå för till och med 40 länder under en 15 års tidsperiod och kan påvisa ett negativt samband mellan efterfrågan på alla kompetensnivåer och utlokalisering. Foster-McGregor et al. (2013) testar även för ICT-kapitalets inverkan, men finner ändå stöd för utlokaliseringens betydelse för efterfrågan på arbetskraft. Huttunens (2002) studie om utbildningsstrukturen av arbetsmarknadsefterfrågan i Finland på 1990-talet framhäver åldersstrukturen i effekterna och ser ett positivt samband mellan handel och ökad efterfrågan på ung arbetskraft oavsett utbildningsnivå.

Foster-McGregor et al. (2013) menar sig bidra till diskussionen genom att erbjuda ett bättre mått på utlokalisering än till exempel Michaels et al. (2015) som använder (import + export) /BNP som mått för globalisering och utlokalisering. Det som präglar litteraturen och de motstridiga resultaten är de olika måtten för globalisering, förutom Michaels et al. (2015) definition används mått som FDI (Elia et al., 2009) och databaser med information om import- och exportandelar länder emellan på industrinivå. Det är skäl att förhålla sig kritisk till mått på handel och globalisering i diskussion om globaliseringens effekter. Idag kan man argumentera för att globalisering i sig inte driver arbetsmarknadstrender, men speciellt studier med exakta mått på utlokalisering har påvisat effekter på yrkesstrukturen.

En möjlighet är att handel inte påverkar direkt arbetsmarknadstrender utan genom att öka ibruktandet av teknik (Goel, 2017) (Van Reenen, 2011). Handel har en indirekt effekt på löneskillnader enligt Van Reenen (2011), eftersom handel stimulerar snabbare innovation och diffusion. Van Reenen (2011) argumenterar att studier inte lyckas förklara arbetsmarknadstrender med hjälp av handel eftersom Hecksher-Ohlins handelsmodeller påvisar att en ökning i högutbildad arbetskraft är ett fenomen mellan industrier medan undersökningsresultat visar att ökningarna i högutbildad arbetskraft skett inom industrier. Goels (2017) hypotes är att import av insatsfaktorer producerade av lågutbildad arbetskraft ökar efterfrågan både för låg- och högutbildad arbetskraft genom att påverka teknologisk förändring i hemlandet. Som stöd för denna argumentation finner Goel (2017) att utlokalisering påverkar positivt variabler som intensiteten av forskning och utveckling och efterfrågan på speciellt hög- och lågutbildad arbetskraft.

Teknologi och globalisering påverkar de flesta länder i världen och åtminstone OECD länder, trots det har utvecklingen varit väldigt olika till exempel inom Europa och mellan USA och Europa. En fråga som även kallats europeiska sysselsättningsproblemet har plågat Europa; varför är sysselsättnings- och arbetslöshetssituationen i medeltal sämre än i USA, samtidigt som vissa EU länder har bättre resultat än USA? En hypotes är att inkomstskillnaderna har ökat i USA och andra länder med flexibla arbetsmarknader, medan i många europeiska länder har inkomstskillnader inte ökat avsevärt tack vare starka arbetsmarknadsinstitutioner (Taimio, 2004). Däremot har skillnader i sysselsättningsnivåerna ökat i Europa. Enligt hypotesen skulle en högre efterfråga på högutbildad arbetskraft än utbudet lett till en polarisering av löner i USA och högre arbetslöshet och polarisering av arbetskraften i Europa. Denna hypotes kallas även den transatlantiska konsensusen och har varit populär till exempel inom OECD. Taimio (2004) visar ändå att speciellt i fråga om sysselsättningens polarisering håller inte hypotesen. Taimio (2004) finner inte samband mellan ökade inkomstskillnader och ökad arbetslöshet.

Trots att transatlantiska konsensusen är tvivelaktig, visar skillnaderna på landnivå att arbetsmarknadsinstitutionerna spelar en roll för arbetsmarknadstrender och hur till exempel teknologi påverkar arbetsmarknaden. Teknologins effekter på arbetskraftens struktur och löner kan därmed skilja sig avsevärt länder emellan beroende på statliga förhållanden (Goos, Manning och Salomons, 2011).

4 Metod och data

I kommande kapitel kommer jag att beskriva närmare metoden för min undersökning och underbygga mitt val av metod för att studera hypotesen om uppgiftsbaserade modellen för polariseringen och IKT som drivande faktorn bakom förändringar i arbetsmarkandsefterfrågan. Dessutom kommer jag att beskriva mitt datamaterial och presentera min empiriska modell i detalj.

4.1 Metod

Michaels, Natraj och Van Reenen (2014) studerar IKT-kapitalets effekter på efterfrågan på arbetsmarknaden i elva industrialiserade länder över en 25 års tid. De finner att högre tillväxt av IKT-kapital på industrinivå flyttat efterfrågan till högutbildad arbetskraft på bekostnad av arbetstagare med genomsnittlig utbildning under tidsperioden 1980–2004. Det finns dock stora skillnader mellan europeiska länderna och min avsikt är att se specifikt på Finland och utöka tidsperioden att räckta fram till år 2012. Van Ark och Jäger (2017) poängterar att tillväxten varit mycket låg under 2000-talet till följd av globala finansiella krisen 2008 - 2009 och eurokrisen 2011–2012. Deras artikel bygger på nyaste publiceringen av EU KLEMS data år 2017, med ny information om tillväxt, produktivitet, arbetskraft och kapital på industrinivå i Europa fram till år 2015. En längre tidsperiod fram till 2012 i jämförelse med Michaels, Natraj och Van Reenen (2014) ger mig möjligheten att undersöka ifall IKT-kapital bidragit till förändringar i arbetsmarknadsstrukturen in på 2010-talet. Dessutom innebär mitt fokus på Finland en mera djupgående analys av förändringar på industrinivå.

För att studera förändringar i efterfrågan på arbetskraft härleder flera studier (Michaels et al., 2014; Huttunen, 2002) ekvationer för andelen löneutgifter för olika kompetenster med hjälp av en translog kostnadsfunktion. Förändringar i löneutgifter fungerar i denna metod som ett mått för förändringar i efterfrågan. Genom att fördela löneutgifter enligt tre kompetensnivåer är det möjligt att studera efterfrågan på arbetsmarknaden mera ingående och testa hypotesen om polariseringen av arbetsmarknaden. Vad mäter en translog kostnadsfunktion och vilka ekvationer står som grund för min empiriska modell?

Fördelen med utgångspunkten i en translog produktionsfunktion i jämförelse med en Cobb-Douglas produktionsfunktion är att modellen tillåter varierande elasticitet för substitution mellan variabler. En translog kostnadsfunktion tillåter att elasticiteten för substitution mellan

till exempel arbetskraft och kapital varierar. Hypotesen är att IKT-kapital substituerar arbetskraft olika beroende på arbetstagarnas kompetens, vilket tillåts i en translog kostnadsfunktion. Kostnadsfunktionen är en funktion av lönekostnader.

Anta följande kostnadsfunktion på kort sikt

$$CF(w^H, w^M, w^L, C, K, Q) \quad (4.1)$$

Relativa lönen w är delad in i tre kompetensnivåer, där H står för höga färdigheter, M för genomsnittsfärdigheter och L för låga färdigheter. Ekvationen innefattar även två variabler för kapital där K står för allt kapital förutom investeringar i informations- och kommunikationsteknologin, medan C står för kapital ämnat för IKT. Genom denna uppdelning är det möjligt att studera skilt IKT-kapitalets effekter på efterfrågan av arbetskraften. Q representerar mervärde. Kostnaderna i ekonomin utgörs med andra ord av lönekostnader enligt utbildning samt kapital som är fördelat enligt tillgång och mervärde. Anta att allt kapital är kvasi fast och priser för insatsfaktorer är exogena. Nedan har kostnadsfunktionen omvandlats till en translog kostnadsfunktion, som tar i beaktande tre arbetskraftsgrupper med olika nivå av utbildning. En translog kostnadsfunktion är en approximation i logaritmer av Taylors serie av andra ordningen.

$$\begin{aligned} \ln CF = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln w_i + \sum_{n=1}^N \alpha_n \ln x_n + \\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \sum_{i=1}^3 \sum_{n=1}^N \beta_{in} \ln w_i \ln x_n \quad (4.2) \end{aligned}$$

w_i står fortsättningsvis för relativa löneandelarna där i står för de tre kompetensnivåerna H, M och L. w_j står för totala kostnaderna för arbetskraftens insatsfaktorer d.v.s. alla w_i . x_n representerar i sin tur alla fasta insatsfaktorer och andra strukturella variabler. För n gäller $n=1, \dots, N$ och representerar alla fasta insatsfaktorer. Jag använder mig av mått på IKT-kapital, allt annat kapital och mervärde som fasta insatsfaktorer. En ytterligare strukturell variabel kunde vara ett mått på utlokalisering av verksamhet utomlands. I ekvationen nedan har alla x_n substituerats med de variabler jag använder i min studie. C står för ett mått på IKT-kapital och K för allt annat kapital.

$$\begin{aligned} \ln CF = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln w_i + \alpha_c \ln C + \alpha_k \ln K + \alpha_q \ln Q + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \frac{1}{2} \ln w_i \ln w_j \\ & + \sum_{i=1}^3 \beta_{ic} \ln w_i \ln C + \sum_{i=1}^3 \beta_{ik} \ln w_i \ln K + \sum_{i=1}^3 \beta_{iq} \ln w_i \ln Q \quad (4.3) \end{aligned}$$

Karaktäriserande för en translog kostandsfunktion är dess lämplighet att beräkna optimala andelen av insatsfaktorer för att minimera totala kostnaderna i produktion. För att minimera translog kostnadsfunktionen (4.3) kan Shephards Lemma teoremet tillämpas och vi kan differentiera translog kostnadsfunktionen (4.2.) med hänsyn till w_i .

$$\frac{d \ln CF}{d \ln w_i} = \left(\frac{dCF}{dw_i} \right) \left(\frac{w_i}{CF} \right) \quad (4.3)$$

Första ordningens derivata i hänsyn till w_i avslöjar även efterfrågan $\left(\frac{dCF}{dw_i} \right)$ på insatsfaktorn i , i detta fall löneutgifter för kunskapsnivå i . Förändringar i löneutgifter för olika utbildningsnivåer i relation till totala kostnader indikerar med andra ord förändringar i efterfrågan på utbildning i fråga. Eftersom härledningar av translog kostnadsfunktion kan ge oss information om efterfrågan på insatsfaktorer lämpar den sig väl som grund för min undersökning. Ekvationen (4.3) motsvarar kompetensnivå i :s andel av de totala kostnaderna ($andel^i$) och är utskriven i ekvation (4.4).

$$andel^i = a_i + \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{ic} \ln C + \beta_{ik} \ln K + \beta_{iq} \ln Q \quad (4.4)$$

$Andel^i$ står för optimala löneandelen för kompetensnivå i på lång sikt. Löneandelen beror på totala lönekostnaderna w_j , IKT-kapital, allt annat kapital och mervärde. Enligt restriktionen för homogenitet följer att $\sum_{j=1}^3 \beta_{ij} = 0$ för alla kompetensnivåer i . Homogenitet i modellen innebär att en ökning i löner ökar kostnader proportionerligt. Det innebär att kostnadsandelar inte kommer att ändras ifall löner/priser ändras med en gemensam faktor. Summan av kostnadsandelarna är 1, därmed gäller $a_H + a_M + a_L = 1$. Modellen antyder att fördelningen av kunskap inom ett företag, givet mervärde Q , beror på priset på arbetskraftens insatsfaktorer w_j , fasta insatsfaktorer som IKT-kapital C och allt annat kapital K . Ifall vi skriver ut fasta insatsfaktorerna och skiljer mellan kompetensnivåerna kan optimala andelen av lönekostnaderna skrivas ut. I enlighet med tidigare ekvationer står H för höga färdigheter i ekvation 4.5, M för medelmåttiga färdigheter

i ekvation 4.6 och L för låga färdigheter i ekvation 4.7. Min huvudsakliga empiriska modell bygger på dessa specifikationer.

$$andel^H = \frac{dlnCF}{dlnw_H} = a_H + \sum_{j=1}^3 \beta_{Hj} lnw_j + \beta_{HC} \ln C + \beta_{HK} \ln K + \beta_{HQ} \ln Q \quad (4.5)$$

$$andel^M = \frac{dlnCF}{dlnw_M} = a_M + \sum_{j=1}^3 \beta_{Mj} lnw_j + \beta_{MC} \ln C + \beta_{MK} \ln K + \beta_{MQ} \ln Q \quad (4.6)$$

$$andel^L = \frac{dlnCF}{dlnw_L} = a_L + \sum_{j=1}^3 \beta_{Lj} lnw_j + \beta_{LC} \ln C + \beta_{LK} \ln K + \beta_{LQ} \ln Q \quad (4.7)$$

4.2 Förhållandet mellan utbildning och arbetsuppgifter

Min modell bygger på att förändringar i löneandelar enligt kompetensnivå indikerar förändringar i efterfrågan. Enligt uppgiftsbaserade modellen påverkar IKT arbetsuppgifter olika beroende på uppgiftens natur, istället för att direkt komplettera högutbildad arbetskraft. För att kunna besvara frågan ifall IKT-kapital polariserar arbetsmarknaden enligt uppgiftbaserade modellens hypotes, behandlar jag i detta kapitel förhållandet mellan utbildning och arbetsuppgifter och argumenterar för att löneutgifter är en fungerande variabel för att studera efterfrågan på arbetskraft och närmare uppgiftsbaserade modellen. Väsentligt är att studier funnit att korrelationen mellan utbildningsnivå och löneinkomster är hög (Koerselman och Uusitalo, 2014). Pehkonen och Ojala (2013) visar genom en historisk översikt över utvecklingen av yrken och löner inom sjöfarten att arbetsuppgiftens natur korrelerar starkt både med kompetens och lönenivå. De lägst betalda yrkena krävde också minst kompetens.

Autor et al. (2003) studerar uppgiftsbaserade modellen i Förenta staterna med hjälp av mikrodata om identifierade karaktärsdrag hos yrken och arbetsuppgifter. Eftersom deras modell skiljer mellan fem typer av arbetsuppgifter enligt figur 3 (s.30), väljer de några karaktärsdrag som representerar de olika typerna av arbetsuppgifter. Till exempel för icke-rutinmässiga kognitiva uppgifter, väljer de ett karaktärsdrag/ en arbetsuppgift inom yrket som representerar interaktiva färdigheter och en annan som representerar analytiska förmågor. Detta unika datamaterial om yrken och deras arbetsuppgifter på industrinivå ger

en möjlighet att rakt studera kapitalets inverkan på arbetsuppgifter¹. Frågan förblir hur utbildningsstrukturen ser ut i dessa yrken.

Michaels et al. (2014) utnyttjar också mikrodata från Förenta staterna för yrken och standardiserar mått för yrkens nivå av rutinmässighet och därefter mått på ifall yrkena är av manuellt eller kognitivt slag. Författarna visar dessa mått för de tio yrken som har högst andel högutbildad, genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft. Statistiken visar att yrken med högutbildad arbetskraft och lågutbildad arbetskraft har låga värden för rutinmässighet. Däremot utför yrken med hög andel arbetskraft med andra stadiets utbildning dessa arbetsuppgifter. Härmed argumenterar författarna för att hypotesen om att tekniska innovationer drabbar rutinmässiga arbetsuppgifter kan utvidgas till att ibruktage av ny teknik minskar efterfrågan på arbetskraft med genomsnittsutbildning. Med hjälp av data av uppgifternas natur i Förenta staterna underbygger Michaels et al. (2014) studien i Europa och valet av att studera förändringar i andelen lönekostnader på tre utbildningsnivåer och inte yrkesnivå. Förändringar i utbildningsstrukturen ger också information om vilken typ av kompetens efterfrågas av arbetsuppgifter på arbetsmarknaden, vilket förändringar i olika arbetsuppgifter inte kan göra i lika stor utsträckning.

Yrken och arbetsuppgifter är långt lika över nationsgränser och resultaten från Autor et al. studie (2003) lär vara långt användbara i andra industrialiserade länder. Michaels et al. (2014) är ett gott exempel på en studie som gör detta antagande. Finland lär inte heller vara ett undantag och tabell 1 visar de yrken med högst, lägst och genomsnittsmedellön år 2017 i Finland. Lönenivån behöver inte alltid avslöja utbildningsnivån, men studier har funnit korrelationen mellan dessa två variabler är hög (Koerselman och Uusitalo, 2014). De högst betalda yrkena enligt medellönen var olika chefspositioner och höga tjänstemän och sakkunniga inom olika områden. Dessa yrken har klart de högsta kraven på kognitiva och interaktiva färdigheter. Arbetsuppgifter är inte rutinmässiga utan planerings- och samordningsfärdigheter samt analytiska kunskaper kommer till användning. Goos et al. (2009) fördelar också yrken enligt lönedistributionen för år 1993 och de åtta högst betalda yrken motsvarar långt tabellen ovan för år 2017. Autor et al. (2003) och Michaels et al. (2014) stöder att högutbildad arbetskraft i högst grad arbetar inom liknande arbetsuppgifter och IKT stöder kompletterar deras arbete.

¹ Autor et al. (2003) studie och dess resultat behandlas närmare i kapitel 3.1

Tabell 1. Medellön på yrkesnivå i Finland år 2017

Högst betalda yrken	Medellön
Verkställande direktörer	7942
Läkare	7288
Verksamhetsledare	7097
Administrativa ledare	6855
Informations- och kommunikationsledare	6780
Försäljnings-, marknadsförings- och utvecklingschefer	6684
Högsta tjänstemän och organisationers ledare	6397
Ledare inom produktionsverksamhet och samhällets omsorgstjänster samt försäkrings- och bankbranschen	5828
Chefer inom hotell- och restaurangbranschen samt inom detaljhandel	5798
Sakkunniga inom juridik	5541
Ledare och instruktörer inom hamn-, fartygs- och flygtransporten	5369
Officerare	5014
Sakkunniga inom försäljning, marknadsföring och information	4754
Sakkunniga inom elteknologi	4713
Nio yrken i mitten av lönefördelningen	Medellön
Administrativ arbetskraft inom transport och lagerverskamhet	3215
Arbetskraft inom el- och elektronikbranschen	3184
Barnträdgårdslärare och lärare i grundskolans lägre klasser	3123
Bibliotekarie och arkivarie samt sakkunniga inom museibranschen	3121
Elektronik- och datakommunikations installatörer	3086
Arbetskraft inom installation och reparation av maskiner	3077
Arbetskraft inom process- och transporttjänster	3049
Arbetskraft inom skydds- och vaktbranschen	3045
Sjukskötare, barnmorskor m.m.	3035
De tio lägst betalda yrken	Medellön
Jordbrukare, skogsbrukare m.m.	2366
Åkerbruk och trädgårdsodling	2254
Kassörer och biljettförsäljare	2236
Processarbetstagare inom textil-, päls- och läderindustrin	2185
Barnskötare och skolgånsbiträden	2173
Frisörer, barberare, kosmetologer m.m.	2144
Köksbiträden	2086
Städerskor, hembiträden och andra rengöringsarbetstagare	2060
Hem-, hotell- och kontorsstäderskor	2059
Biträden inom jordbruks- skogs- och fiskebranschen	1740

Källa: egen bearbetning. Statistikcentralen. http://www.stat.fi/til/pra/index_sv.html

Yrken i medelskiktet och de lägst betalda arbeten skiljer sig mellan Goos et al. (2009) statistik för år 1993 och år 2017 i tabell 1, dessutom gäller lönefördelningen för 1993 i Goos et al. (2009) för hela Europa och inte enbart Finland. Utbildningsnivån och efterfrågan på arbetsuppgifter kan antas skilja sig i Europa från öst- och sydeuropeiska länder med lägre BNP per capita och levnadsstandard. Medan Goos et al. (2009) finner chaufförer och

arbetare inom hantverk bland mitten av lönefördelningen år 1995 hittas yrken som kräver mer utbildning som barnträdgårdslärare från medelskiktet år 2017 i Finland. Samtidigt är installatörer och reparatörer av maskiner kvar i mellanskiktet efter 25 år. Dessa skillnader kan bero på en högre utbildningsnivå 25 år senare.

Yrken i mitten av fördelningen representerar inte yrken närmast hela Finlands medellön utan bokstavligen de nio yrken som ligger i mitten av fördelningen av medellönen för yrken. De allra högst förtjänande yrken som verkställande direktörer och läkare höjer medellönen för hela Finland oskäligt mycket. Flera av dessa yrken i medelskiktet är lätta att automatisera. Bibliotekstjänster är i allt högre grad digital och transporttjänster automatiseras med hög fart. Samtidigt är det svårt att automatisera yrken där personlig service är avgörande, som sjukskötare eller barnträdgårdslärare. De hör i högre grad till icke-rutinmässiga manuella uppgifter, som kännetecknar även de yrken med lägst medellön år 2017. Frisörer och skolgångsbiträden är svåra att ersätta med maskiner likaså av orsaken att de kräver interaktion mellan människor och arbetsuppgifter följer inte ett upprepande mönster.

Arbets- och näringsministeriet publicerar två gånger per år en yrkesbarometer tillsammans med närings-, trafik- och miljöcentralerna och TE-tjänster. Barometern anger de 15 yrken det råder störst brist på, men även de 15 industrier som har mest arbetssökande. I mars 2019 uppskattades det finnas mycket stor brist på arbetskraft inom två yrken och inom ett yrke alltför många sökande. Mest brist var det på audiologer och logopedier samt kontors- och hotellstädare, medan alltför många söker till arbeten som kontorssekreterare. Detta är en väldigt tydlig förenkling av att polariseringen av arbetskraften fortsätter och är kopplad med utbildning. Logopedier genomgår en högutbildning, medan hotellstädning kan utföras av lågutbildade. För kontorsarbeten krävs någon form av utbildning, men kontorssekreterarens uppgifter är rutinuppgifter som är lättare att automatisera än städning och logopedi. Yrkesbarometern avslöjar att efterfrågan är hög i högutbildade yrken som läkare och logopedier, men även flera tjänsteyrken som närvårdare, telefonförsäljare och restaurangpersonal. Samtidigt är rekryteringsbehovet avtagit i bland bibliotekspersonal, ledningsassistenter men även specialister inom reklam och marknadsföring.

Mitt datamaterial innefattar inte data på medellön på yrkesnivå utan löneutgifter på industrinivå. Tabell 1 illustrerar däremot det starka sambandet mellan arbetsuppgifter och utbildningsnivå. Statistik om IKT-kapital på existerar endast på industrinivå och begränsar min möjlighet att studera IKT-kapitalets påverkan på efterfrågan av arbetsuppgifter.

Datamaterialet för löneandelar är däremot indelat i tre olika utbildningsgrupper på industrinivå. Detta ger mig möjlighet att studera närmare förändringar av tre olika arbetskraftsgrupper och inte två, där arbetskraften skulle endast vara indelad i högutbildad och lågutbildad arbetskraft. Därmed lämpar sig datamaterialet för att studera ifall det skett en polarisering av efterfrågan på arbetsmarknaden och om IKT-kapital ligger bakom dessa förändringar.

4.3 Data

För att undersöka hypotesen om informations- och kommunikationstekniken driver förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden i Finland innefattar min modell löneutgifter enligt utbildningsnivå som utfallsvariabel och information om IKT-kapital, kapital och mervärde som förklarande variabler. Eftersom skillnaderna i efterfrågan på arbetskraft och IKT-kapital är stora mellan industrier det av intresse att ha data på industrinivå.

EU KLEMS databasen, som är tillgänglig via www.euklems.net, ger oss information på industrinivå om arbetskraften, mervärde och kapital för flera länder inom EU. ”KLEMS” förkortningen syftar till upplösningen av produktionstillväxt till faktorinsatser, som kapital (K), och arbetskraft (L) och att faktorinsatserna är angivna på industrinivå som energi (E), material (M) och tjänster (S). Datamaterialet för min ekonometriska studie utnyttjar endast variabler från EU KLEMS databasen. Datamaterialet sträcker sig från 1985 fram till 2012 då information om löneutgifter enligt utbildningsnivå och IKT-kapital existerar för varje år för Finlands del. Allt data är fördelat i 29 industrier. Finland är en av de få EU länder som har data på industrinivå tillgänglig för en så lång tidsperiod.

Som utfallsvariabel fungerar löneandelen för högutbildad, medelutbildad och lågutbildad arbetskraft. IKT-kapital och allt annat kapital representeras av produktivitetmått som mäter IKT-kapitalets respektive allt annat kapitals bidrag till mervärde från år till år. Dessa variabler beskrivs mer i detalj i senare i kapitlet, men först behandlas industrifördelningen för datamaterialet.

4.3.1 Industrifördelning

EU KLEMS databasen har publicerat data flera gånger under tidsperioden 2007–2017. EU KLEMS databasen fördelar all data på industrinivå. Utmaningen är att industriklassificeringen i Europa och internationellt har ändrat sedan första publiceringen.

Idag används i Europa lång NACE 2 industriklassifikationen, men fram till ca. år 2010 har data publicerats enligt NACE 1.1 industriklassifikationen. Detta innebär att för att skapa enhetliga data för hela tidsperioden från olika publiceringar bör skillnader i industrifördelningen harmoniseras. Till följd av denna harmonisering är mitt datamaterial fördelat i 29 industrier. I detta kapitel redogör jag för hur jag har harmoniserat industrifördelningen för att konstruera jämförbara data över tid för alla variabler.

Som grund använder jag EU KLEMS databasen nyaste publicering från år 2017, som innehåller information om kapitaltjänster och mervärde för 34 industrier (Jäger, 2017). I motsats till andra europeiska länder, sträcker sig dataserien för Finlands del över lång tidsperiod 1985–2015. Publiceringen från år 2017 använder sig av NACE 2, vilket är en enhetlig industriklassificering utvecklad av Eurostat². Industriklassificeringen är relativt ny från 2008, vilket innebär att data från 2010 framåt använder sig av klassificeringen. NACE 2 är enhetlig med internationella industriklassificeringen ISIC Revision 4, och är en uppdatering av NACE 1 och 1.1.

I samband med den nyaste publiceringen år 2017 har EU KLEMS gett ut data för arbetskraftens del endast tillbaka till år 2008 och med industrier aggregerade från 34 till endast 19. Lyckligtvis har EUKLEMS publicerat data för arbetskraftens del år 2013 som täcker tidsperioden 1998–2012 och följer NACE 2 industrifördelningen. För att utöka tidsperioden ytterligare bakåt i tiden innefattar jag data för åren 1985–1997 för arbetskraftens del från första utgåvan av EU KLEMS data utgiven år 2007 (O'Mahony and Timmer (2009). Nackdelen är att data är utgiven enligt NACE 1 industriklassificeringen. Jag följer Goumas och Timmers (2013) anvisningar över industrierna överstämmelse mellan NACE 1 och NACE 2 för att harmonisera data över hela tidsperioden. Jäger (2017) rekommenderar detta ifall någon vill konstruera data för arbetskraftens del för en längre tidsperiod.

Första publiceringen av EU KLEMS från år 2007 uppdelar data för arbetskraftens del endast i 15 industrier till följd av statistikens tillgänglighet (Timmer, van Moergastel, Stuivenwold, Ypma, O'Mahony och Kangasniemi, 2007). Dessa 15 aggregerade industrier kan uppdelas i en mer detaljerad industrifördelning. Statistiken för lönekostnader bygger till största delen

² EUROSTAT; Nace Rev. 2 - Statistical classification of economic activities
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/nace-rev2/overview>

på nationella arbetskraftsenkäter där samplen är för små för att anta tillförlitliga resultat för en mer detaljerad industriklassificering (Timmer et al., 2007). Speciellt eftersom statistiken är uppdelad ytterligare enligt kön och tre åldersgrupper. För Timmer et al. (2007) blev det ett val mellan detaljerade karaktärsdrag för individer som ålder och kön eller statistik på en mer detaljerad industrinivå.

EU KLEMS valde att behålla karaktärsdragen och anta att sammansättningen av arbetskraften är den samma för underavdelningar av dessa 15 överordnade industrier. Eftersom skillnaderna i fördelningen av arbetskraft mellan utbildningsnivåerna kan antas vara väldigt små, väljer EU KLEMS att behålla karaktärsdragen för individer och antar att sammansättningen av arbetskraften är den samma för underavdelningar av dessa 15 överordnade industrier (Timmer et al., 2007). Detta antagande är förstås inte oproblemiskt, men ett medvetet val i brist på bättre statistik. Michaels, Natraj och Van Reenens studie från år 2014 tillämpar detta antagande och studerar IKT-kapitalets inverkan på löneandelar för 27 industrier med hjälp av statistik från EU KLEMS första publicering år 2007.

Därmed strävar jag att behålla så långt det går klassificeringen för 34 industrier som statistiken för kapital, mervärde och arbetskraften för tidsperioden 1998–2012 innefattar. Jag är ändå tvungen att frångå en mer detaljerad uppdelning av information och kommunikationsindustrin och överordnade industrin som innefattar kultur, konst, friluftaktiviteter och andra tjänsteyrken som inte innefattas av andra industrier. Dessutom bör jag anta att telekommunikation motsvarar det som i NACE 2 står för information och kommunikation. Information och kommunikation i dagens läge innefattar förutom telekommunikation bland annat IT tjänster och digital publicering, vilket även reflekteras i NACE 2 klassificeringen.

Idag kan det kännas problematiskt att jämföra arbetskraftssammansättningen i posttjänster och information och kommunikation i sin helhet. Situationen var ändå annan år 1985 och detta är branschen som genomgått stora förändringar under tidsperioden 1985–2012. Att överensstämna telekommunikation och information- och kommunikationsbranschen över tid är inte problematiskt, men ett argumenterat val eftersom nya arbeten skapats under tidsperioden och statistik som överensstämmer exakt inte är möjligt att konstruera på grund av detta. Nya arbetsplatser skapas också till följd av ny kunskap och teknologi.

Tabell 2. Fördelning av data i 29 industrier (NACE 2 klassificering)

	Industriklassificering	Förkortning
1	Jordbruk, skogsbruk och fiske	Jordbruk, skogsbruk och fiske
2	Utvinning av mineraler	Utvinning av mineraler
3	Livsmedelsframställning och tobaksvarutillverkning	Livsmedelsframställning
4	Textilvarutillverkning, tillverkning av kläder, läder, läder- och skinnvaror m.m.	Tillverkning av textilier
5	Tillverkning av trä och varor av trä, kork, pappers- och pappersvarutillverkning	Trä- och pappersvarutillverkning
6	Tillverkning av stenkolsprodukter och raffinerade petroleumprodukter	Stenkols- och petroleumprodukter
7	Tillverkning av kemikalier och kemiska produkter	Tillverkning av kemikalier
8	Tillverkning av gummi- och plastvaror och andra icke-metalliska mineraliska produkter	Tillverkning av gummi- och plastvaror
9	Stål- och metallframställning och tillverkning av metallvaror utom maskiner och apparater	Stål- och metallframställning
10	Tillverkning av elapparater, datorer, elektronikvaror och optik	Tillverkning av elapparater, elektronikvaror och optik
11	Tillverkning av övriga maskiner	Tillverkning av övriga maskiner
12	Tillverkning av motorfordon, släpfordon, påhängsvagnar och transportmedel	Tillverkning av motorfordon
13	Annan tillverkning; Reparation och installation av maskiner och apparater	Reparation och installation av maskiner
14	Försörjning av el, gas, värme, kyla och vatten	El, gas och vatten
15	Byggverksamhet	Byggverksamhet
16	Handel samt reparation av motorfordon och motorcyklar	Handel av motorfordon
17	Parti- och provisionshandel utom med motorfordon	Parti- och provisionshandel
18	Detaljhandel utom med motorfordon och motorcyklar	Detaljhandel
19	Transport och magasinering	Transport
20	Post- och kurirverksamhet	Postverksamhet
21	Hotell- och restaurangverksamhet	Hotell- och restaurangverksamhet
22	Informations- och kommunikationsverksamhet	Informations- och kommunikationsverksamhet
23	Finans- och försäkringsverksamhet	Finans- och försäkringsverksamhet
24	Fastighetsverksamhet	Fastighetsverksamhet
25	Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik	Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik
26	Offentlig förvaltning och försvar: obligatorisk socialförsäkring	Offentlig förvaltning och försvar
27	Utbildning	Utbildning
28	Vård och omsorg; sociala tjänster	Vård och omsorg
29	Kultur, nöje och fritid och annan serviceverksamhet	Annan serviceverksamhet

Källa: egen bearbetning från EU KLEMS. Information om industriklassificeringen och överensstämmelse mellan NACE 1 och NACE i bilaga 1 och mer detaljerat på www.euklems.net

Till följd av denna överensstämmelse har jag data för löneandelar enligt utbildning, kön och ålder för 29 industrier för hela tidsperioden. Bilaga 1 visar industrifördelningen för studien och hur NACE 1 och NACE 2 industriklassifikationer överensstämmer över de två olika tidsperioderna. Michaels, Natraj och Van Reenen (2014) har en industrifördelning på endast 27 industrier eftersom deras tidsperiod som sträcker sig tillbaka till 1980, vilket är nära oljekrisen år 1979. Därför utesluter de energirelaterade industrier från studien. Eftersom jag använder mig av nyare data för speciellt kapital och mervärde där statistiken sträcker sig endast tillbaka till 1985, har jag inte samma behov av att utesluta energirelaterade industrier.

Industrifördelningen på 29 industrier visas i tabell 2. För att enklare kunna hänvisa till detaljerade industriklassificeringen, har jag inkluderat förkortade benämningar för industrierna. Förkortningarna är inte standardiserade men används i avhandlingen och tabellen är till för att ange detaljerad industriklassificering och definition för förkortningarna. Skillnader i industriklassificeringen kan ha följder för studiens resultat och dessa möjligheter behandlas i samband med studiens resultat.

4.3.2 Variabler

Mitt datamaterial innehåller information om löneandelar enligt utbildning, kapital fördelat i kapital ämnat för informations- och kommunikationsteknologi och allt annat kapital samt mervärde. Alla variabler kommer från EU KLEMS databasen. Variablerna omfattar statistik på industrinivå och mitt paneldata har en fördelning på 29 industrier. Till följd av restriktioner i datamaterialet omfattar jag data för tidsperioden 1985–2012. Här följer en detaljerad beskrivning av variablerna.

Löneandelar

Löneandel för högutbildad arbetskraft

Variabeln beskriver hur stor andel av lönekostnaderna inom industri i tilldelas arbetskraft med hög utbildning. Andelen anges i procent. Som hög utbildning definieras arbetstagare med examen på tredje stadiet. Högskoleutbildning som motsvarar en kandidatexamen från universitet eller yrkeshögskola samt högre klassas som hög utbildning. Löneandelen för högutbildad arbetskraft indelas ytterligare enligt ålder och kön. Arbetskraften indelas in i tre åldersgrupper som är 15–29 år, 29–49 år och över 49 åriga. Data ger med andra ord detaljerad information om hur stor del av lönekostnaderna tilldelas högutbildad arbetskraft på

industrinivå. Till exempel ger statistiken information om hur stor löneandelen var inom transportindustrin år 2000 för kvinnor med högutbildning och mellan 29–49 år.

Löneandel för arbetskraft med andra stadiets utbildning

Variabeln beskriver hur stor andel av lönekostnaderna inom industri *i* tilldelas arbetskraft med andra stadiets utbildning. Andra stadiets utbildning innebär att arbetstagare deltagit i undervisning i ett gymnasium eller yrkesskola. Till denna grupp hör studerande på andra stadiet (Timmer et al., 2007). Likaså här indelas löneandelen enligt kön och ålder. Åldersgrupperna är lika som för högutbildad arbetskraft, 15–29 år, 29–49 år och över 49 åriga.

Löneandel för lågutbildad arbetskraft

Som lågutbildning klassas grundskoleutbildning eller lägre. Dessutom hör arbetstagare med okänd utbildning till kategorin lågutbildad arbetskraft. I enlighet med tidigare variablerna beskriver löneandelen för lågutbildad arbetskraft hur stor procent av lönekostnaderna inom industri *i* tilldelas arbetstagare med högst grundskoleutbildning. Likaså här har löneandelen förutom indelning i 29 industrier delats in enligt kön och ålder. Åldersgrupperna är lika som för högutbildad arbetskraft, 15–29 år, 29–49 år och över 49 åriga.

Kapital

EU KLEMS bygger variabler för kapitaltjänster med hjälp av *perpetual inventory* metoden (Timmer et al., 2007). Metoden utnyttjar estimat på aktiekapital enligt tillgång och kapitalersättningens andel av totala produktionsvärdet i sina uträkningar³. Detta görs på industrinivå. EU KLEMS har ytterligare konstruerat mått på produktivitet med hjälp av data om bland annat kapitaltjänster, mervärde och arbetskraft. För min studie är jag intresserad av IKT-kapitalets betydelse för produktivitet. Ett av EU KLEMS databasens härledningar är hur stor andel av tillväxten i mervärde beror på förändringar i kapital. Kapitalet har fördelats i informations- och kommunikationsteknologi och all annat kapital förutom investeringar i IKT. Denna indelning möjliggör en studie om hur förändringar i IKT-kapitalets bidrag till mervärde påverkar löneandelen. Jag inkluderar produktionsvariabler för IKT- kapital och kapital i mitt datamaterial. Till näst följer en närmare definition på dessa mått.

³ Timmer et al. (2007) beskriver metoden för konstruktionen av kapitalvariabler. Tillgänglig på www.euklems.net

IKT-kapitalets bidrag till mervärde

EU KLEMS har konstruerat ett mått på hur stor andel av tillväxten i mervärde på industrinivå utgörs av förändringar i IKT-kapital. Informations- och kommunikationskapital har definierats som datorutrustning, kommunikationsvaror och programvara (Timmer et al., 2007). IKT-kapitalets bidrag till mervärdet definieras enligt följande

$$\bar{w}_{it}^{IKT} \Delta \ln IKT_{it}.$$

\bar{w}_{it}^{IKT} står för andelen av IKT-kapital i mervärde, d.v.s. IKT-kapital dividerat med mervärde. it indikerar att data är angett på industrinivå och över tid. $\Delta \ln IKT_{it}$ står däremot för tillväxten av IKT. I tabeller och figurer för deskriptiva statistiken och resultaten kommer detta mått att benämnas IKT-kapital för enkelhetens skull.

Allt annat kapitals bidrag till mervärde

Detta är i sin tur ett mått på hur stor andel av tillväxten i mervärde beror på förändringar i allt annat kapital. Kapital definieras i detta fall som all annan kapital förutom informations- och kommunikationsteknologin. Definitionen av kapitalets bidrag till mervärde följer föregående variabel:

$$\bar{w}_{it}^K \Delta \ln K_{it}.$$

\bar{w}_{it}^K står för andelen av kapital i mervärde, d.v.s. kapital dividerat med mervärde. it indikerar att data är angett på industrinivå och över tid. $\Delta \ln K_{it}$ står däremot för tillväxten av kapital. I resterande delen av avhandlingen kommer värdet kapitalets bidrag i mervärde att benämnas som endast kapital.

Mervärde

Som mått på mervärde använder jag logaritmerade värdet på totala mervärdet. EU KLEMS har justerat totala mervärdet till 2010 års priser. Mervärdet är igen angett på industrinivå för hela tidsperioden. Eftersom IKTs bidrag till mervärde är beroende av mervärde är jag även intresserad över sambandet mellan mervärde och löneandel.

4.4 Deskriptiv statistik

I detta kapitel presenteras beskrivande statistik i form av tabeller för att skapa en bättre förståelse för studiens datamaterial.

Tabell 3. Deskriptiv statistik. Löneandelar enligt utbildning och industri

	1985			2012			Förändring 1985-2012		
	Andel högutbildad arbetskraft	Andel arbetskraft med andra stadiets utbildning	Andel lågutbildad arbetskraft	Andel högutbildad arbetskraft	Andel arbetskraft med andra stadiets utbildning	Andel lågutbildad arbetskraft	Andel högutbildad arbetskraft	Andel arbetskraft med andra stadiets utbildning	Andel lågutbildad arbetskraft
Industri									
Jordbruk, skogsbruk och fiske	22,28	33,17	44,55	23,04	56,37	20,59	0,76	23,21	-23,96
Utvinnning av mineraler	32,98	31,64	35,38	31,52	46,74	21,73	-1,46	15,10	-13,64
Livsmedelsframställning	15,05	35,35	49,60	29,47	51,14	19,40	14,42	15,79	-30,21
Tillverkning av textilier	15,05	35,35	49,60	29,55	52,20	18,25	14,50	16,85	-31,35
Trä- och pappersvarutillverkning	23,34	31,72	44,93	32,65	51,29	16,06	9,30	19,57	-28,88
Stenkols- och petroleumprodukter	23,34	31,72	44,93	47,55	42,33	10,12	24,20	10,61	-34,81
Tillverkning av kemikalier	23,34	31,72	44,93	54,05	35,67	10,28	30,71	3,95	-34,66
Tillverkning av gummi- och plastvaror	23,34	31,72	44,93	34,76	46,51	18,73	11,41	14,79	-26,20
Stål- och metallframställning	23,34	31,72	44,93	30,64	54,35	15,00	7,30	22,63	-29,93
Tillverkning av elapparater, elektronikvaror och optik	27,48	40,08	32,44	68,01	22,97	9,03	40,53	-17,11	-23,42
Tillverkning av övriga maskiner	27,48	40,08	32,44	54,69	37,26	8,05	27,21	-2,82	-24,40
Tillverkning av motorfordon	27,48	40,08	32,44	35,93	51,62	12,45	8,45	11,54	-19,99
Reparation och installation av maskiner	27,48	40,08	32,44	34,85	52,95	12,20	7,37	12,87	-20,24
El, gas och vatten	32,98	31,64	35,38	47,85	39,30	12,84	14,87	7,66	-22,53
Byggsverksamhet	19,70	35,10	45,20	24,90	56,03	19,07	5,20	20,93	-26,13
Handel av motorfordon	23,84	34,25	41,91	23,19	59,10	17,71	-0,65	24,84	-24,19
Parti- och provisionshandel	23,84	34,25	41,91	55,45	32,25	12,30	31,61	-2,00	-29,61
Detailhandel	23,84	34,25	41,91	32,56	50,70	16,74	8,72	16,45	-25,17
Transport	15,92	32,01	52,06	20,12	55,14	24,74	4,19	23,13	-27,32
Postverksamhet	15,86	30,09	54,05	19,25	51,34	29,41	3,39	21,25	-24,64
Hotell- och restaurangverksamhet	23,84	34,25	41,91	20,03	61,32	18,65	-3,80	27,06	-23,26
Informations- och kommunikationsverksamhet	15,86	30,09	54,05	66,91	26,87	6,22	51,05	-3,22	-47,83
Finans- och försäkringsverksamhet	45,93	23,93	30,14	75,44	18,81	5,75	29,51	-5,12	-24,39
Fastighetsverksamhet	48,54	25,19	26,27	56,92	31,12	11,97	8,37	5,93	-14,30
Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik	48,54	25,19	26,27	59,69	29,47	10,83	11,15	4,29	-15,44
Offentlig förvaltning och försvar	49,23	29,77	21,00	68,89	26,29	4,81	19,67	-3,48	-16,19
Utbildning	70,69	15,87	13,44	84,63	12,57	2,79	13,94	-3,30	-10,64
Vård och omsorg	41,57	37,98	20,45	56,49	38,00	5,51	14,91	0,02	-14,94
Annan serviceverksamhet	35,77	32,10	32,14	48,54	40,08	11,38	12,77	7,99	-20,76

Notera: Värderna för år 1985 och 2012 är angivna i procent medan förändringen i kolumn 4 indikerar förändringen i procentenheter mellan 1985 och 2012. Egen bearbetning av EU KLEMS data.

Tabell 3 visar hur fördelningen av löneandelar mellan utbildningsnivåer var år 1985 och 2012. Löneandelarna är uppdelade enligt industrier och stora skillnader mellan andelen högutbildad och lågutbildad arbetskraft på industrinivå kännetecknar hela tidsperioden. Utbildningsbranschen har högst koncentration av löner till högutbildad arbetskraft, medan i postverksamheten och informations- och kommunikationsbranschen går över hälften av lönekostnaderna till lågutbildad arbetskraft. Informations- och kommunikationsbranschen betalar i mycket större utsträckning löner till högutbildad arbetskraft år 2012, vilket syns då endast dryga 6% av lönekostnaderna gick till lågutbildad arbetskraft i jämförelse med 54% år 1985. Denna dramatiska sänkning förklaras till en del av svårigheter till överensstämmelse av industrier över tid, vilket drabbar främst informations- och kommunikationssektorn där teknik skapat flera nya arbetsuppgifter.

Kolumn 3 visar förändringen i löneandelarna mellan 1985 och 2012 i procentenheter. I sin helhet visar statistiken att utbildningsnivån i Finland ökat och lönekostnaderna riktats i allt större utsträckning till mer högutbildad arbetskraft. Det finns ändå några undantag och till exempel i utvinning av mineraler och hotell- och restaurangbranschen har löneandelen för högutbildade sjunkit. Däremot har lönekostnaderna koncentrerat sig i allt högre grad till arbetskraft med högre utbildning på bekostnad av lågutbildad arbetskraft i och med att alla branscher har upplevt över 10 procentenheter minskningar i lågutbildade arbetskraftens löneandel.

Utvecklingen för arbetskraften med andra stadiets utbildning skiljer sig stort mellan branscher. Industrier som tillverkning av elapparater, elektronik och optik har upplevt 17 procentenheters sänkning i löneandelen för arbetskraft med genomsnittlig utbildning, medan hotell- och restaurangbranschen upplevt en ökning på 27 procentenheter. Skillnaden i förändringen är över 40 procentenheter. Samtidigt har lönekostnaderna för arbetskraft med andra stadiets utbildning inom hälso- och socialvård hållits så gott som lika under nästan 30 år. Med tanke polariseringen är det intressant att ökningarna i löneandelarna för andra stadiets utbildning är avsevärt högre än för högutbildad arbetskraft. Hypotesen lyder att efterfrågan på lågutbildad arbetskraft och högutbildad arbetskraft ökat på bekostnad av arbetskraft som utför rutinuppgifter i medelskiktet. Deskriptiva statistiken för löneandelar ger oss en bild av en omvänd U-kurva, som antyder på en motsatt polarisering där arbetstagare i medelskiktet har en högre efterfrågan jämfört med övriga. En annan förklaring kan vara att arbetstagarna med andra stadiets utbildning inte utför rutinuppgifter i medelskiktet av lönefördelningen utan idag arbetar med arbetsuppgifter som tidigare utförts

av lågutbildad arbetskraft. En högre efterfrågan på arbetstagare med andra stadiet utbildning är fullt möjlig och kan endast beskriva en högre utbildningsnivå i Finland år 2012 jämfört med 1985. Denna utveckling behöver inte utesluta att teknologi orsakar polarisering av arbetsmarknaden.

Ifall vi gör en uppdelning av lönekostnaderna enligt kön och ålder istället för industri kan vi se i tabell 4.A att år 1985 gick största delen av lönekostnaderna till 30–49 åriga män. Genom att jämföra tabell 4.A och 4.B kan vi se att andelen av lönekostnaderna som går till över 50 åriga har ökat för alla utbildningsnivåer och kön, vilket är i enlighet med Huttunens studie (2002). En naturlig följd av att befolkningen lever längre och att Finland har ett allt större andel arbetsför befolkning som är över 50 år. Detta kan också vara bakomliggande orsaken till att andelen av lönekostnaderna som går till unga sjunkit från år 1985. Och inte att unga skulle arbeta mindre idag i jämförelse med tidigare. Både hos 30–49 åriga kvinnor och män har löneandelen hos lågutbildad arbetskraft sjunkit avsevärt, medan löneandelen för högutbildad arbetskraft fördubblats för kvinnor. Däremot skiljer sig utvecklingen för män och kvinnor i åldern 30–49 år i fråga om löneandelen för arbetskraft med genomsnittsutbildning. För kvinnor har andelen sjunkit medan den ökat för män. Lönekostnaderna koncentrerar sig till män vilket kan bero på att antalet män är högre, att de får högre löner eller både och. Det kan inte datamaterialet svara på och är en skild diskussion.

Tabell 4. Deskriptiv statistik för löneandel enligt utbildning, ålder och kön

A.

Utbildningsnivå	1985					
	15-29 år		30-49 år		över 50 år	
	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna
tredje stadiet	2,47%	2,06%	14,49%	5,66%	3,60%	0,97%
andra stadiet	7,56%	3,66%	12,46%	6,13%	1,49%	1,13%
grundskola	3,32%	1,72%	14,06%	8,84%	5,83%	4,55%

B.

Utbildningsnivå	2012					
	15-29 år		30-49 år		över 50 år	
	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna
tredje stadiet	1,42%	1,41%	15,28%	10,14%	9,95%	5,50%
andra stadiet	5,15%	2,24%	16,02%	5,82%	8,63%	4,54%
grundskola	1,19%	0,37%	4,14%	1,21%	4,63%	2,35%

Källa: egen bearbetning av EU KLEMS data

Tabell 5. Deskriptiv statistik. Kapitalvariablerna och mervärde.

Variabel	Obs.	Medeltal	St.Av.	Min	Max
IKT-kapital	14616	0.239	.537	-3.126	6.415
kapital	14616	0.467	1.817	-6.738	24.332
ln (mervärde)	14616	8.056	.973	5.568	9.856

Notera: IKT- kapital står för IKT-kapitalets bidrag till mervärde och kapital för kapitalets bidrag till mervärde. Dessa värden representerar procentuella förändringen från år till år. Egen bearbetning av EU KLEMS data.

Övriga datamaterialet består av IKT-kapitalets och kapitalets bidrag till mervärde samt mervärde. Tabell 5 åskådliggör mängden observationer, medeltalet, standardavvikelsen samt minimum- och maximumvärden för dessa variabler. Tidigare kapitlet 4.4 definierar variablerna i detalj. Observationerna är över 1400 eftersom datamaterialet är indelat på industrinivå och för tidsperioden 1985–2012. Tabell 5 visar att skillnaderna i kapitalets bidrag till mervärdestillväxten från år till år och per industri är mycket större i jämförelse med IKT-kapitalets bidrag till mervärdestillväxten. Som högst var kapitalets bidrag i mervärdestillväxten 24% medan för IKT-kapitalets del var den lite över 6%. Detta är förstås naturligt då kapitalet innehåller alla andra kapitaltillgångar förutom IKT-kapital. Samtidigt kan vi se att medeltalet för både IKT-kapital och kapital är positiva med nära 0%. Standardavvikelsen för kapitalets observationer är högre än för IKT-kapitalets del. Nämnvärt är också att vissa år kan kompensationen för kapitalet vara negativ, vilket leder till att även tillväxten för kapital är negativ för industrin det året. Därför finns det även observationer som är negativa och indikerar att kapital skulle påverka mervärdestillväxten negativt.

Tabell 6 och 7 visar att år 1985 och 2012 håller sig observationerna för IKT-kapital nära medeltalet och de största avvikelserna från medeltalet på -3% och 6% har skett därmed under tidsperioden. Tabellernas industrifördelning ger en djupare förståelse om hur särskilt IKT-kapitalets betydelse skiljer sig mellan industrier och från tidsperiodens början till slut. Eftersom värdena står för ett mått på kapital och IKT-kapital till mervärde i procent för varje år, ger det inte mening att jämföra förändringen mellan 1985 och 2012. Däremot berättar tabellerna om hur IKT-kapitalets och kapitalets bidrag till mervärde samt hur själva mervärdet skiljer sig mellan industrier.

**Tabell 6. Deskriptiv statistik för kapital och mervärde variabler på industrinivå
År 1985**

Industri	IKT-kapital	Kapital	ln (mervärde)
Jordbruk	0.08	0.01	8.32
Mineraler	0	1.31	5.69
Livsmedel	0.42	0.70	7.42
Textilier	0	-0.41	7.09
Trä och papper	0.29	2.19	8.17
Stenkols- och petroleumprodukter	0	2.42	5.59
Kemikalier	2.46	2.07	7.11
Gummi- och plastvaror	0.18	1.11	7.22
Stål- och metallframställning	0.36	1.26	7.47
Elapparatur, datorer, elektronikvaror och optik	1.22	4.03	6.10
Tillverkning av övriga maskiner	0.15	1.61	7.63
Tillverkning av motorfordon	0	1.54	6.99
Reparation och installation	0.12	1.33	7.44
El, gas och vatten	0.54	1.80	8.13
Byggverksamhet	0.02	0.10	9.21
Handel av motorfordon	0	1.99	7.34
Parti- och provisionshandel	0.38	2.07	8.26
Detaljhandel	0.33	1.09	8.18
Transport	0.37	-0.16	8.62
Postverksamhet	0	0.40	6.59
Hotell- och restaurangverksamhet	0	0.02	7.50
Informations- och kommunikationsverksamhet	1.34	2.53	7.51
Finans- och försäkringsverksamhet	3.12	0.71	8.03
Fastighetsverksamhet	0	4.56	9.13
Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik	0.25	1.59	8.74
Offentlig förvaltning och försvar	0.14	1.42	9.02
Utbildning	0	-0.01	9.50
Vård och omsorg	0.16	0.92	8.84
Annan serviceverksamhet	0.03	1.11	8.06

Källa: egen bearbetning av EU KLEMS data

År 1985 var IKT-kapitalets bidrag till mervärde störst i finans- och försäkringsbranschen. Inom kemikalietillverkningen var bidraget också högt, över 2%, medan de flesta branschens IKT-kapital gav upphov till ett bidrag under 1%. Logaritmerade mervärdet i sin tur var störst i byggverksamhet, fastighetsverksamhet och utbildning. I dessa branscher med högt mervärde var IKT-kapitalets bidrag obefintlig. Allt annat kapital hade en varierande betydelse för mervärde år 1985, inom utbildning var bidraget knappt märkbart samt negativ medan den var bland de högsta för fastighetsverksamheten år 1985. Bidraget av allt annat kapital till mervärde varierade en del år 1985.

**Tabell 7. Deskriptiv statistik för kapital och mervärde variabler på industrinivå
År 2012**

Industri	IKT-kapital	kapital	ln (mervärde)
Jordbruk	0.01	-0.07	8.42
Mineraler	0.32	4.46	6.75
Livsmedel	0.07	-0.39	7.83
Textilier	-1.03	0.02	6.06
Trä och papper	-0.09	-1.44	8.47
Stenkols- och petroleumprodukter	-0.15	-0.66	6.15
Kemikalier	0.24	0.23	7.96
Gummi- och plastvaror	-0.10	-0.79	7.66
Stål- och metallframställning	0.31	0.69	8.13
Elapparat, datorer, elektronikvaror och optik	0.07	-1.81	8.35
Tillverkning av övriga maskiner	0.11	1.32	8.46
Tillverkning av motorfordon	0.28	0.37	6.80
Reparation och installation	0.07	-1.17	7.54
El, gas och vatten	0.03	1.76	8.69
Byggverksamhet	0.04	0.04	9.22
Handel av motorfordon	0.04	-0.02	7.85
Parti- och provisionshandel	0.42	0.51	8.87
Detaljhandel	0.24	0.47	8.76
Transport	-0.03	-0.57	9.01
Postverksamhet	0.54	-0.50	6.76
Hotell- och restaurangverksamhet	.05	0.16	7.93
Informations- och kommunikationsverksamhet	0.20	-0.47	9.13
Finans- och försäkringsverksamhet	-0.66	0.67	8.32
Fastighetsverksamhet	0	1.94	9.85
Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik	0.06	0	9.53
Offentlig förvaltning och försvar	0	0.53	9.22
Utbildning	0.05	0.18	9.64
Vård och omsorg	0.04	0.13	9.13
Annan serviceverksamhet	0.04	-0.01	8.49

Källa: egen bearbetning av EU KLEMS data

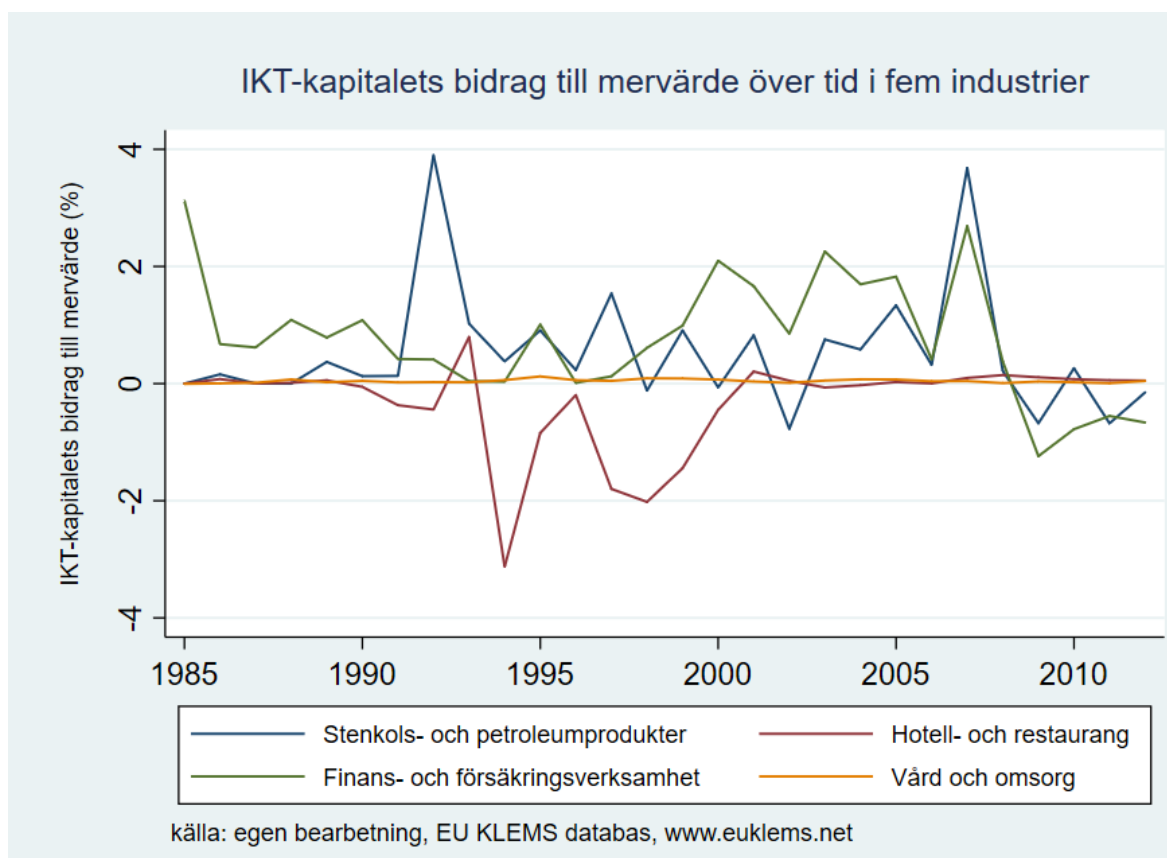
Tabell 7 visar att både IKT-kapitalets och kapitalets bidrag till mervärde är en aning lägre år 2012 i jämförelse med 1985. Särskilt kan man lyfta upp att bidraget varit en aning negativt i finans- och försäkringsbranschen år 2012. Det kan bero på att informations- och kommunikationsteknologin var redan långt adopterad i denna bransch år 2012 och skapade inte längre tillväxt i mervärde. IKT-kapitalets betydelse för tillväxten var negativ också i flera tillverkningsindustrier som textilier, trä och papper och gummi- och plastvaror. Allt annat kapital bidrog mest till mervärde inom utvinning av mineraler och skillnaden till andra industrier är jämförelsevis stor. Likaså inom allt annat kapital var bidraget till mervärde negativ för trä- och pappersindustrin. Van Ark och Jäger (2017) reflekterar över EU KLEMS

data från 2002 framåt och ser att tillverkningssektorn har minskat avsevärt i Europa till följd av de ekonomiska kriserna 2008 och 2011. Detta kunde förklara negativa bidraget i flera tillverkningsindustrier. Däremot har tjänstesektorns signifikans i ekonomin ökat under tidsperioden och lyckats återhämta sig från kriserna bättre än andra sektorer. Indikatorer på detta kunde vara vård och omsorg samt annan serviceverksamhet har högre mervärde år 2012 i jämförelse med 1985 trots kriser bara några år tillbaka.

Mervärdet är fortsättningsvis högt inom bygg- och fastighetsbranscherna i jämförelse med andra industrier. Dessutom ligger informations- och kommunikationsverksamheten och verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap och teknik på lika hög nivå, vilket tyder på att dessa industrier växt. Däremot har tjänstesektorns signifikans i ekonomin ökat under tidsperioden och stöder att tjänstesektorn lyckats återhämta sig från kriserna bättre än andra sektorer. Denna enkla statistik visar att verksamhet som kräver hög utbildning och tjänstesektorn är starka år 2012, vilket stöder hypotesen om polariseringen av arbetsmarknaden.

Däremot har kapital och särskilt IKT-kapital inte bidragit till mervärde i tillverkningssektorn. Tillverkningssektorn kan tänkas innehålla flera rutinuppgifter som skulle drabbas av utveckling av teknik. Samtidigt är de kanske inte industrierna som behöver utnyttja informations- och kommunikationsteknik lika intensivt i jämförelse med maskiner och som Van ark och Jäger (2017) skriver är det tillverkningsindustrin som drabbats mest av kriserna på 2000-talet.

För att illustrera de stora skillnaderna mellan industrierna i IKT-kapitalets bidrag till mervärde kan ni se utvecklingen i fyra branscher i figur 5. Medan IKT-kapitalets bidrag varit obetydlig och konstant för vård och omsorg har den fluktuerat mycket över tid i tillverkningen av stenkolsprodukter och raffinerade petroleumprodukter. Storleken kan ha inverkan på dessa skillnader, men vi kan se även stora skillnader inom finans- och försäkringsverksamheten. I en tjänsteintensiv bransch som hotell- och restaurangverksamheten har bidraget från IKT-kapital haft vissa perioder ett negativt bidrag till mervärde. Figuren med endast några industrier ger oss inte en klar trend för IKT-kapitalets bidrag till mervärde.

Figur 5. Utveckling av IKT-kapitalets bidrag till mervärde över tid i fem industrier

4.5 Empiriska modell

För att undersöka ifall förändringar i efterfrågan på arbetskraft beror på IKT-kapital använder jag mig av multipel regressionsanalys. Som metod fungerar minsta kvadratmetoden, även känd som OLS-metoden (*ordinary least squares*). Eftersom jag vill skilja mellan IKT-kapitalets effekter på tre olika utbildningsnivåer, kommer jag att utföra tre regressioner med olika utfallsvariabler. Kontrollvariablerna är samma för de olika utfallsvariablerna.

$$andel_{it}^H = \delta + \beta_1^S \bar{w}_{it}^{IKT} \Delta \ln IKT_{it} + \beta_2^S \bar{w}_{it}^K \Delta \ln K_{it} + \beta_3^S \ln Q_{it} + \beta_3^S ungdummy + \beta_4^S gammaldummy + \beta_5^S kvinnadummy + u_{it}^S \quad (4.7)$$

$$andel_{it}^M = \delta + \beta_1^S \bar{w}_{it}^{IKT} \Delta \ln IKT_{it} + \beta_2^S \bar{w}_{it}^K \Delta \ln K_{it} + \beta_3^S \ln Q_{it} + \beta_3^S ungdummy + \beta_4^S gammaldummy + \beta_5^S kvinnadummy + u_{it}^S \quad (4.8)$$

$$andel_{it}^L = \delta + \beta_1^S \bar{w}_{it}^{IKT} \Delta \ln IKT_{it} + \beta_2^S \bar{w}_{it}^K \Delta \ln K_{it} + \beta_3^S \ln Q_{it} + \beta_3^S ungdummy + \beta_4^S gammaldummy + \beta_5^S kvinnadummy + u_{it}^S \quad (4.9)$$

I alla tre modeller står i för industri och t får år och modellerna är baserade på ekvationerna (4.4) (4.5) och (4.6) i metodkapitlet. Då kontrollvariablerna är lika, skiljer sig endast utfallsvariabeln i ekvationerna, där H innebär högutbildad, M genomsnittsutbildad och L lågutbildad arbetskraft. Löneandelen för högutbildad arbetskraft, arbetskraft med utbildning på andra stadiet och lågutbildad arbetskraft utgör mina utfallsvariabler. Den huvudsakliga förklarande variabeln är IKT-kapitals bidrag till mervärdestillväxten. Jag vill undersöka ifall variabeln har olika effekter på löneandelen enligt utbildningsnivå. Hypotesen är att variabeln ökar löneandelen hos högutbildad arbetskraft och minskar löneandelen hos arbetskraft med genomsnittsutbildning. Förväntningen är att IKT-kapital även ökar löneandelen hos lågutbildad arbetskraft för att indikera en polariserad efterfrågan på arbetsmarknaden.

En multipel regressionsanalys mäter linjära samband mellan utfallsvariabeln och flera förklarande variabler. Syftet är att hitta statistiska samband mellan utfallsvariabeln, i mitt fall löneandel, och kontrollvariabler som till exempel IKT-kapitalets bidrag till mervärde. En multipel regressionsanalys ger upphov till uppskattningar av statistiska sambandets storlek som kallas estimat, som kan både vara negativa eller positiva. Dessa estimat lyckas sällan motsvara verkligheten fullständigt och förklara utfallsvariabeln till fullo. Skillnaden mellan verkligheten och predikterade estimat fångas upp av feltermen. Residual är ett teoretiskt begrepp för den faktiska skillnaden mellan modellens observationer och predikterade estimaten i modellen. OLS-metoden innebär att man mäter samband genom att kvardera residualerna för olika estimat av förklarande variablerna. Modellen som uppskattar sambandet mellan variablerna utgörs av de estimat som ger minst kvadrerade residualer (Woolridge, 2009).

Jag använder mig av allt annat kapital förutom IKT och mått på mervärde för att få ett mer exakt estimat på sambandet mellan IKT-kapital och förändringar i löneandelen beroende på utbildningsnivå. Dessutom kan exkludering av dessa kontrollvariabler medföra att variabeln för IKT-kapital korrelerar med konstanta feltermen. Estimats storlek kan bli missvisande ifall kontrollvariablerna är starkt korrelerade med feltermen. Fördelen med flera förklarande variabler i en multipel regressionsanalys är mer exakta resultat. Kontrollvariabler som ökar modellens förklaringskraft ger inte lika mycket rum för flera andra faktorer som påverkar utfallsvariabeln men inte tas i beaktande i modellen. Andra faktorer som påverkar utfallsvariabeln men inte inkluderas i modellen fångas upp av feltermen

Förutom fler förklarande variabel inkluderar jag fixa effekter i regressionsanalyserna. Paneldata ger möjligheten till trendanalys, eftersom det ger möjligheten att undersöka samband genom att följa samma enhet över en längre tidsperiod (Woolridge, 2009). Under en längre tidsperiod finns det ändå flera effekter som är konstanta, som till exempel regionala, kulturella eller biologiska effekter. Fixa effekter-modellen tar i beaktande dessa konstanta effekter och delar upp feltermen enligt konstanta och varierande effekter. Genom att icke-observerbara effekter isoleras bort från modellen finns det möjlighet att mer tillförlitligt hitta samband mellan variabler. Deskriptiva statistiken har redan visat att löneutgifter enligt utbildning och kapitalets bidrag till mervärdestillväxten skiljer sig mellan industrier som är konstanta över tid. Det går att anta att IKT-kapitalets betydelse är konstant högre i vissa industrier i jämförelse med andra industrier. Empiriska modellerna utnyttjar årsfixa effekter och industrifixa effekter.

5 Resultat och analys

I detta kapitel presenterar jag resultaten från ekonometriska studien och robusthetstesten. Avhandlingens resultat stöder i sin helhet hypotesen om att teknologi kompletterar högutbildad arbetskraft, ersätter arbetskraft i medelskiktet och har inte en entydig effekt på lågutbildad arbetskraft. I avhandlingen representeras teknologi av IKT-kapital och som mått används IKT-kapitalets bidrag till mervärde.

Jag har tre huvudsakliga modeller där utfallsvariabeln skiljer sig, medan kontrollvariablerna är lika. Utfallsvariablerna är andelen av löneutgifter för högutbildad, genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft. Förklarande variablerna består av IKT-kapitalets och kapitalets bidrag till mervärde och logaritmerade värdet på mervärde. Min studie omfattar tidsperioden 1985–2012 och jag testar även för årsfixa effekter och industrifixa effekter. Dessutom inkluderar jag dummyvariabler för kön och ålder. Dummyvariabeln kvinna visar effekten av att vara kvinna på löneutgifternas andel och på samma vis isolerar ung och gammal dummyvariablerna effekten för ålder. Ung dummyvariabeln innefattar 15–29 åriga arbetstagare och följaktligen står gammal dummyvariabeln för arbetstagare som är äldre 50 år eller äldre.

Resultattabellerna inkluderar sammanlagt sex modeller. Tre av modellerna analyserar endast hur IKT-kapitalets bidrag till mervärde påverkar löneandelen, men inkluderar även dummyvariablerna för kön och ålder. Modell 1 varken i beaktande årsfixa effekter eller industrifixa effekter, medan modell 2 inkluderar årsfixa effekter och modell 3 både årsfixa och industrifixa effekter. Modell 4 till 6 innefattar, förutom IKT-kapitalets bidrag till mervärde, allt annat kapitals bidrag till mervärde och logaritmerade värdet på mervärde. Skillnaden är åter att modell 4 inte inkluderar fixa effekter, medan modell 5 tar i beaktande årsfixa effekter och modell 6 även industrifixa effekter.

För att regressionsresultaten ska ha en stark förklaringskraft och ge tillförlitliga resultat för samband mellan utfallsvariabeln och förklarande variabeln bör estimaten bara både statistiskt och ekonomiskt signifikanta. Statistisk signifikans beror på standardfelens storlek och innebär att estimaten inte beror på slumpmässiga förändringar (Woolridge, 2009). Ekonomisk signifikans handlar i sin tur om estimatens storlek. Förklarande variabelns effekt på utfallsvariabeln kan vara mycket liten, vilket ger en indikation på att ekonomiska signifikansen är liten (Woolridge, 2009). Jag kommer att behandla förklarande variabelernas

och särskilt IKT-kapitalets effekter och förklaringskraft på löneandelen för högutbildad, genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft skiljt. Därefter knyter jag an resultaten.

Tabell 7.1 visar att sambandet mellan IKT-kapitalets bidrag till mervärde och löneandelen för högutbildad arbetskraft är positiv och statistiskt signifikant i modeller utan industrifixa effekter. Det innebär att ifall IKT-kapitalets betydelse i mervärde ökar kommer även löneandelen för högutbildad arbetskraft att öka. Effekten är dock relativt liten, men ökar stadigt från 0,002 till 0,007 i samband med att förklarande variabler och årsfixa effekter tilläggs. I praktiken innebär detta att då IKT-kapitalets bidrag till mervärde höjs med 1 % ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft med 0,7 procentenheter i modell 5. Som högst hade IKT-kapitalets bidrag höjts med 6,4 procentenheter. Det innebär att höjningen i IKT-kapital med ca. 6,4 procentenheter ökade löneandelen för högutbildade ca. 4,5 procentenheter till följd av IKT-kapitalets höjda bidrag i mervärde.

Modell 3 och 6 innefattar industrifixa effekter och då blir estimatet icke-signifikant och så gott som noll, trots ett negativt tecken. R-kvadrat höjs vilket skulle antyda att modellen förklarar bättre förändringar i löneandel, men eftersom estimatet är icke-signifikant är det svårt att dra slutsatser om IKT-kapitalets bidrag till högutbildad arbetskraft då modellen kontrollerar för industrifixa effekter. Det kan bero på att variationen i observationen inom en industri är för liten under tidsperioden och därför förblir sambandet icke-signifikant. Eftersom estimatet är nästan noll, kunde man tänka sig att skillnaderna mellan industrierna är så stora att det är några industrier som adopterat IKT-kapital i större grad som driver utvecklingen som syns i modellerna utan industrifixa effekter.

Bidraget av allt annat kapital till mervärde verkar däremot inte att ha en effekt på löneandelen för högutbildad arbetskraft. I modell 5 med årsfixa effekter är estimatet signifikant och positivt men litet, medan i samband med både industrifixa och årsfixa effekter blir sambandet icke-signifikant. Logaritmerade mervärdet berättar oss att en 1 % ökning i mervärde ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft med 1,4 procentenheter. Estimatet är signifikant och höjs i modellen som kontrollerar för industrifixa effekter till hela 2,1 procentenheter.

Tabell 7.1: OLS- estimat av effekten av IKT-kapital på löneandelen hos de högutbildade i Finland 1980–2012

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKT-kapital	0.002*	0.004***	-0.001	0.006***	0.007***	-0.001
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
ung	-0.102***	-0.102***	-0.102***	-0.102***	-0.102***	-0.102***
	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.001)
gammal	-0.070***	-0.070***	-0.070***	-0.070***	-0.070***	-0.070***
	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.001)
kvinn	-0.037***	-0.037***	-0.037***	-0.037***	-0.037***	-0.037***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
kapital				0.000	0.001***	-0.000
				(0.000)	(0.000)	(0.000)
ln (mervärde)				0.014***	0.014***	0.021***
				(0.001)	(0.001)	(0.002)
Konstant	0.138***	0.123***	0.103***	0.021***	0.014**	-0.067***
	(0.001)	(0.004)	(0.004)	(0.006)	(0.006)	(0.020)
Observationer	4872	4872	4872	4872	4872	4872
R-kvadrat	0.490	0.502	0.639	0.534	0.541	0.645
Årsfixa effekter	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA
Industrifixade effekter	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för högutbildad arbetskraft. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 2 och 5 innefattar årsfixade effekter medan modell 4 och 5 innefattar förutom årsfixade effekter även industrifixade effekter. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

Estimaten för dummyvariablerna i tabell 7.1 visar att löneandelen hos högutbildad arbetskraft är störst hos medelålders män. Att vara högutbildad ung eller gammal arbetstagare, samt kvinna minskar på löneutgifternas andel avsevärt. Det är viktigt att påpeka att resultaten inte berättar om lönenivån eller andelen arbetstimmar och dessa båda kan vara orsaken bakom negativa sambanden mellan dummyvariablerna och utfallsvariabeln. Medelåldersmän kan vara helt enkelt den största arbetstagargruppen inom högutbildade eller så är lönenivån avsevärt högre i jämförelse med unga, gamla och kvinnor. Troligtvis beror en högre löneandel på båda faktorerna. Störst är negativa effekten för unga högutbildade arbetstagare. Där sänks löneandelen med till och med 10 procentenheter ifall man är ung. Estimaten är lika för alla modeller, vilket beror på att effekterna är konstanta och oberoende av andra förklarande variabler.

I tabell 7.2 visas motsvarande resultat för arbetskraft med utbildning på andra stadiet. För genomsnittsutbildade är effekten motsatsen i jämförelse med högutbildad arbetskraft. En ökning i IKT-kapitalets bidrag till mervärde sänker löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft. Sambandet är negativt och statistiskt signifikant för alla modeller utan

industrifixa effekter. Trots att sambandet är igen väldigt litet ökar den i och med att förklarande variabler tillsätts i modellen. Medan en 6,4% ökning i IKT-kapitalets bidrag till mervärde innebär en ökning av den högutbildade arbetskraftens löneandel med ca. 4,5 procentenheter, leder samma ökning till en ca. 4 procentenheters sänkning av löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft.

I modellerna med industrifixa effekter har IKT-kapitalets bidrag till mervärde tappat signifikans och estimatet är noll. Försättningsvis har bidraget från allt annat kapital ingen effekt på utfallvariabeln. Intressant är att sambandet mellan mervärde och löneandel följer IKT-kapitalets utveckling och är negativ i fråga om arbetskraft med andra stadiets utbildning. En ökning i mervärde kunde tänkas öka löneandelen för alla utbildningsnivåer, men ett högre mervärde innebär lägre löneandel för genomsnittligt utbildad arbetskraft. Detta kan bero på att i industrier där mervärde ökar också högutbildningsintensiva. Modell 5 visar att ifall mervärde ökar med 1 % sjunker löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft men 0,7 procentenheter. Då industrifixa effekter inkluderas i modell 6 höjs sambandet till 1,5 procentenheter.

Tabell 7.2: OLS- estimat av effekten av IKT-kapital på löneandelen hos genomsnittsutbildad arbetskraft i Finland 1980–2012

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKT-kapital	-0.005*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	0.000 (0.001)	-0.006*** (0.001)	-0.006*** (0.001)	0.000 (0.001)
ung	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)
gammal	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)
kvinnor	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)
kapital				-0.001* (0.000)	-0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
ln (mervärde)				-0.006*** (0.001)	-0.007*** (0.001)	-0.015*** (0.003)
Konstant	0.138*** (0.001)	0.129*** (0.004)	0.138*** (0.005)	0.188*** (0.006)	0.186*** (0.007)	0.260*** (0.022)
Observationer	4872	4872	4872	4872	4872	4872
R-kvadrat	0.444	0.450	0.500	0.453	0.462	0.503
Årsfixa effekter	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA
Industrifixa effekter	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för högutbildad arbetskraft. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 2 och 5 innefattar årsfixa effekter medan modell 4 och 5 innefattar förutom årsfixa effekter även industrifixa effekter. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

Effekten av att vara ung, gammal och kvinna påverkas inte stort av utbildningsnivån och estimaten är negativa även för arbetskraft med andra stadiets utbildning. Dummyvariablerna gammal och kvinna håller så gått som samma estimat i jämförelse med högutbildad arbetskraft, men vi kan se en liten sänkning i variabeln ung. Att vara ung sänker löneandelen tre procentenheter mindre för genomsnittsutbildad arbetstagare jämfört med högutbildade arbetstagare. Att vara gammal sänker löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft ca 7,5 procentenheter, vilket är en aning mer jämfört med att vara ung.

Tabell 7.3: OLS- estimat av effekten av IKT-kapital på löneandelen hos lågutbildade i Finland 1980–2012

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKT-kapital	0.003*** (0.001)	0.000 (0.001)	0.001 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
ung	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)
gammal	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)
kvinna	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)
kapital				0.000 (0.000)	-0.001** (0.000)	0.000 (0.000)
ln (mervärde)				-0.008*** (0.000)	-0.007*** (0.000)	-0.006*** (0.002)
Konstant	0.072*** (0.001)	0.097*** (0.002)	0.108*** (0.003)	0.141*** (0.004)	0.149*** (0.004)	0.156*** (0.013)
Observationer	4872	4872	4872	4872	4872	4872
R-kvadrat	0.353	0.444	0.542	0.395	0.469	0.543
Årsfixa effekter	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA
Industrifixa effekter	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för högutbildad arbetskraft. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 2 och 5 innefattar årsfixa effekter medan modell 4 och 5 innefattar förutom årsfixa effekter även industrifixa effekter. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

När det gäller lågutbildad arbetskraft visar inte tabell 7.3 några tillförlitliga resultat på att det skulle finnas statistiskt samband mellan IKT-kapitalets bidrag och löneandelen för lågutbildad arbetskraft. Estimatet är statistiskt signifikant endast i modell 1 där allt annat kapital och mervärde samt fixa effekter inte ingår i modellen. Här är estimatet positivt trots att det är väldigt lågt. I modell 5 är estimatet däremot negativt, men icke-signifikant. Allt annat kapital har inte heller en nämnvärd effekt på löneandelen för lågutbildad arbetskraft, vilket följer resultaten för de högre utbildningsnivåerna. Däremot är estimatet för mervärde

negativt, som motsvarar resultatet för genomsnittsutbildad arbetskraft. En ökning i mervärde höjde löneandelen för högutbildad arbetskraft, men sänkte för genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft. Det kunde tolkas som att en ökning i mervärde höjer efterfrågan på högutbildad arbetskraft eller så är det i industrier som är högutbildningsintensiva som upplever de största ökningarna i mervärde.

Fortsättningsvis är sambandet mellan dummyvariablerna och utfallsvariabeln negativa, men estimaten har minskat en del för allas del. Att vara unga, gammal eller kvinna sänker inte löneandelen för lågutbildad arbetskraft lika mycket som för högutbildad och genomsnittsutbildad arbetskraft. Negativa effektens storlek har sjunkit från 10 procentenheter för högutbildad arbetskraft till 5 procentenheter för lågutbildad arbetskraft.

Harmoniseringen av industriklassificeringen över hela tidsperioden för arbetskraftens del kan ha en inverkan på resultaten presenterade ovan. Dessutom har utvecklingen skilt sig mellan olika tidsperioder i tidigare studier⁴ (Autor, Katz och Kearny, 2006). Därför har jag genomfört robusthetstest där jag har delat in datamaterialet i två tidsperioder 1985–1997 och 1998–2012. Framtill år 1997 följer löneandelarna NACE 1 industriklassificeringen som harmoniserats för att överensstämna med NACE 2, medan data för den senare tidsperioden har utgetts enligt NACE 2 industriklassificeringen. Dessa robusthetstest visas i följande tre tabeller och visar en mångsidigare bild av sambandet mellan löneandel och IKT-kapital för högutbildade, genomsnittsutbildade och lågutbildade.

5.1 Robusthetstest

Resultaten för robusthetstesten innefattar sex modeller. Modell 1 och 2 är regressionsmodeller för hela tidsperioden och motsvarar modell 2 och 5 i de tidigare presenterade centrala resultaten. Modell 3 och 4 är i regressionsanalysen visar resultaten för senare tidsperioden 1998–2012. De två sista modellerna 5 och 6 innefattar i sin tur tidigare tidsperioden 1985–1997. Alla sex modeller inkluderar årsfixa effekter och de två modellerna för alla tidsperioder skiljer sig i fråga om andelen förklarande variabler.

Tabell 8.1 visar robusthetstestens resultat för högutbildad arbetskraft. Det är tydligt att resultaten mellan de två olika tidsperioderna skiljer sig från varandra. Under 2000-talet har sambandet mellan IKT-kapital och löneandelen hos högutbildad arbetskraft varit klart starkare jämfört med tidsperioden 1985–1997. Positiva estimatet 0,016 är dubbelt högre än

⁴ se figur 4 s.34

för hela tidsperioden och innebär att då IKT-kapitalets bidrag ökar från med 1% ökar löneandelen med 1,6 procentenheter. Ifall IKT-kapitalets bidrag 0 till 6,4% menar estimaten att löneandelen för högutbildad arbetskraft ökar med hela 10 procentenheter. Estimatet är statistiskt signifikant tillsammans med alla andra förklarande variabler och dummyvariabler.

Tabell 8.1: OLS- estimat av förändringar i löneandelen hos högutbildad arbetskraft i Finland: robusthetskontroller

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKT-kapital	0.004*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.016*** (0.002)	0.016*** (0.002)	-0.004*** (0.001)	0.000 (0.001)
ung	-0.102*** (0.002)	-0.102*** (0.002)	-0.106*** (0.002)	-0.106*** (0.002)	-0.097*** (0.002)	-0.097*** (0.002)
gammal	-0.070*** (0.002)	-0.070*** (0.002)	-0.056*** (0.002)	-0.056*** (0.002)	-0.086*** (0.002)	-0.086*** (0.002)
kvinn	-0.037*** (0.001)	-0.037*** (0.001)	-0.034*** (0.002)	-0.034*** (0.002)	-0.040*** (0.002)	-0.040*** (0.002)
kapital		0.001*** (0.000)		0.001 (0.000)		0.001** (0.001)
ln (mervärde)		0.014*** (0.001)		0.015*** (0.001)		0.011*** (0.001)
Konstant	0.123*** (0.004)	0.014** (0.006)	0.128*** (0.004)	0.004 (0.009)	0.131*** (0.004)	0.042*** (0.008)
Observationer	4872	4872	2610	2610	2262	2262
R-kvadrat	0.502	0.541	0.478	0.522	0.579	0.608
Årsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Sampl	1985-2012	1985- 2012	1998- 2012	1998- 2012	1985- 1997	1985- 1997

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för högutbildad arbetskraft. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 1 och 2 regressioner för hela samplen. Modell 3 och 4 kontrollerar för 1998–2012 då industriklassificeringen är densamma för hela tidsperioden (NACE2). Modell 5 och 6 kontrollerar för tidsperioden med NACE 1 industriklassificering för arbetskraftens del. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

Mervärdets estimat har också ökat, medan kapitalet fortsättningsvis inte har ett samband med löneandelen för högutbildad arbetskraft. Dummyvariablerna för ålder och kön är fortsättningsvis negativa, men att vara gammal verkar inte ha ett helt lika stor negativ effekt på löneandelen på 2000-talet som fram till 1997. Skillnaderna ligger mellan en 5 och 9 procentenheters negativ effekt av att vara gammal. Förvånansvärt är att i modell 5 och 6 för tidigare tidsperioden 1985–1997 tappar IKT-kapitalets bidrag till mervärde förklaringskraft. I modell 5 där IKT-kapitalet är enda förklarande variabeln är sambandet negativt och signifikant, men estimatet litet. I modell 6 där mervärde och allt annat kapital inkluderats förblir estimatet 0 och är inte statistiskt signifikant. Detta kan bero på problem i

datamaterialet i och med olika industriklassificeringar som harmoniserats. Det kan också innebära att sambandet mellan IKT-kapitalets bidrag är mycket högre på 2000-talet i jämförelse med 1985–1997.

Robusthetstesten för löneandelen med arbetskraft med andra stadiets utbildning som utfallsvariabel följer resultaten för högutbildad arbetskraft. Robusthetstesten i tabell 8.2 redogör att det negativa sambandet som visas för hela tidsperioden i modell 1 och 2 ökar då tidsperioden inskränks till 1998–2012. Tidigare gav en 1 % ökning i IKT-kapitalets bidrag till mervärde upphov till en 0,6 procentenheters sänkning i löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft, nu är negativa sambandet så starkt som 1,1 procentenheter.

Tabell 8.2: OLS- estimat av förändringar i löneandelen hos genomsnittsutbildad arbetskraft i Finland: robusthetskontroller

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKT-kapital	-0.004*** (0.001)	-0.006*** (0.001)	-0.011*** (0.002)	-0.011*** (0.002)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
ung	-0.071*** (0.002)	-0.071*** (0.002)	-0.077*** (0.002)	-0.077*** (0.002)	-0.064*** (0.002)	-0.064*** (0.002)
gammal	-0.075*** (0.002)	-0.075*** (0.002)	-0.060*** (0.002)	-0.060*** (0.002)	-0.092*** (0.002)	-0.092*** (0.002)
kvinn	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.055*** (0.002)	-0.055*** (0.002)	-0.042*** (0.002)	-0.042*** (0.002)
kapital		-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)		0.000 (0.001)
ln (mervärde)		-0.007*** (0.001)		-0.009*** (0.001)		-0.005*** (0.001)
Konstant	0.129*** (0.004)	0.186*** (0.007)	0.142*** (0.004)	0.214*** (0.009)	0.127*** (0.003)	0.165*** (0.008)
Observationer	4872	4872	2610	2610	2262	2262
R-kvadrat	0.450	0.462	0.420	0.436	0.553	0.559
Årsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Sampl	1985-2012	1985- 2012	1998- 2012	1998- 2012	1985- 1997	1985- 1997

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för arbetskraft med andrastadiets utbildning. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 1 och 2 regressioner för hela sampl. Modell 3 och 4 kontrollerar för 1998–2012 då industriklassificeringen är densamma för hela tidsperioden (NACE2). Modell 5 och 6 kontrollerar för tidsperioden med NACE 1 industriklassificering för arbetskraftens del. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

Tidigare tidsperioden där industriklassificeringen har harmoniserats mellan NACE 1 och NACE 2, är estimaten för IKT-kapitalets del icke-signifikanta och varvar mellan negativt och positivt beroende på antalet förklarande variabler. Resultaten tyder med andra ord på att

det inte existerat ett klart samband 1985–1997 mellan IKT-kapitalets bidrag och löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft. Resultaten kan ha påverkats av problem i data och kortare tidsperiod, men vi kan åtminstone tyda att sambandet varit starkare på 2000-talet. För genomsnittsutbildade arbetskraften gäller likaså att negativa effekten av att vara gammal arbetstagare var större innan 1998 än efter. I övrigt motsvarar robusthetsresultaten långt estimaten för ursprungliga modellerna.

Tabell 8.3: OLS- estimat av förändringar i löneandelen hos lågutbildad arbetskraft i Finland: robusthetskontroller

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IKTkapital	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.005*** (0.001)	-0.005*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.001 (0.001)
ung	-0.049*** (0.001)	-0.049*** (0.001)	-0.029*** (0.001)	-0.029*** (0.001)	-0.072*** (0.002)	-0.072*** (0.002)
gammal	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.005*** (0.001)	-0.042*** (0.002)	-0.042*** (0.002)
kvinn	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)	-0.023*** (0.001)
kapital		-0.001** (0.000)		-0.000 (0.000)		-0.001*** (0.000)
ln (mervärde)		-0.007*** (0.000)		-0.006*** (0.000)		-0.006*** (0.001)
Konstant	0.097*** (0.002)	0.149*** (0.004)	0.061*** (0.002)	0.112*** (0.004)	0.112*** (0.003)	0.164*** (0.006)
Observationer	4872	4872	2610	2610	2262	2262
R-kvadrat	0.444	0.469	0.400	0.436	0.536	0.556
Årsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Sampl	1985-2012	1985- 2012	1998- 2012	1998-2012	1985-1997	1985- 1997

*Notera: Utfallsvariabeln är löneandelen för lågutbildad arbetskraft. Robusta standardfel framkommer ur parenteserna. ***, ** och * betecknar signifikans på 1-, 5- och 10-procentsnivån. Modell 1 och 2 regressioner för hela samplen. Modell 3 och 4 kontrollerar för 1998–2012 då industriklassificeringen är densamma för hela tidsperioden (NACE2). Modell 5 och 6 kontrollerar för tidsperioden med NACE 1 industriklassificering för arbetskraftens del. Alla regressioner är utförda enligt OLS-metoden och inkluderar dummyvariabler för ålder och kön.*

Tabell 8.3 gör resultaten från robusthetstesten ännu tydligare, eftersom hos lågutbildad arbetskraft kan man också se ett starkare och mer signifikant estimat för senare tidsperioden i jämförelse med regressionsresultaten för tidsperioden 1985–1997. Löneandelen för lågutbildad arbetskraft hade inte ett tydligt samband för hela tidsperioden, medan på 2000-talet verkar varit negativt och signifikant. Då IKT-kapitalet är enda förklarande variabeln bortsett från fixa effekterna för ålder och kön är estimatet positivt och signifikant för

tidsperioden 1985–1997. Det lilla sambandet tappar både statistisk och ekonomisk signifikans då flera förklarande variabler inkluderas i modell 6.

Resultaten för lågutbildad förblir till följd av robusthetstesten tvetydiga och opålitliga. Särskilt intressant är att estimatet är klart negativt för 2000-talet. Hypotesen om uppgiftsbaserade modellen förväntar sig antingen ingen effekt eller en positiv effekt på efterfrågan på rutinmässiga interaktiva uppgifter som utförs ofta av lågutbildad arbetskraft. I Finland verkar löneandelen för lågutbildad arbetskraft däremot ha minskat i samband med att IKT-kapitalets bidrag till mervärde ökat. Det finns flera möjliga orsaker till detta som inte fångas upp av modellen, som till exempel att andelen lågutbildad arbetskraft minskat under perioden eller att uppgifter som tidigare utförts av lågutbildad arbetskraft nu utförs av genomsnittsutbildad arbetskraft.

Löneandelen för kvinnor är 2,3 procentenheter mindre under hela tidsperioden, vilket är mindre än en fjärdedel av närmare 10 procentenheters negativa effekt av att vara högutbildad kvinna. Negativa effekten av att vara kvinna på löneandelen för lågutbildade förblir exakt lika stor under hela tidsperioden. Att vara gammal har fram till 1997 en minskande effekt på löneandelen likaså som för de andra utbildningsnivåerna men under perioden 1998–2012 har sambandet blivit positivt. Löneandelen för äldre höjs dock endast med 0,5 procentenheter, men huvudsaken är att den minskande effekten är borta. Även negativa effekten av att vara unga minskar mellan tidsperioderna från 7,2 procentenheter till 2,9 procentenheter. Skillnaderna i löneutgifterna mellan åldersklasserna har med andra ord minskat. En orsak kunde vara att ingångslönerna höjts under tidsperioden för unga och att åldrande befolkningen medfört en större andel gamla arbetare. Det kunde även bero på att arbetskraften i medelåldern minskat till följd av högre utbildningsnivå.

Sammanfattningsvis visar resultaten att förändringar i IKT-kapitalets bidrag i mervärde påverkar löneandelen med flera procentenheter. Effekterna skiljer sig mellan de tre kompetensgrupperna högutbildad, genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft. IKT-kapitalets bidrag till mervärde ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft, sänker löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft och för lågutbildad arbetskraft finns inte tillförlitliga samband. Robusthetstesten visar att sambanden är mycket starkare för både högutbildad och lågutbildad arbetskraft för senare tidsperioden 1998–2012, vilket tyder på att IKT-kapitalet förändrat i större grad efterfrågan på kompetens på 2000-talet. Samtidigt

är det skäl att påpeka att resultaten för 1985–1997 kan påverkas av skillnader i industrifördelningen.

6 Slutsatser och diskussion

Avhandlingen började med teori om hur tillväxt drivs av teknologisk förändring som inte endast är en exogen vara utan produceras endogen av vinstmaximerande handlingar på marknaden. Marknadsincentiv har således en avgörande roll där kunskap omvandlas till varor och teknik med praktisk användning. Vilka följder har processen av endogen tillväxt som skapar ny kunskap för efterfrågan på arbetsmarknaden?

Jag presenterade två centrala teoretiska ansatser om hur teknologi påverkar efterfrågan på arbetskraft. Den första antar att teknologi ökar efterfrågan på högutbildning och kan anta en positiv linjär efterfrågakurva som ökar medan utbildning ökar. Tidigare litteratur finner motstridiga resultat för denna hypotes och inte minst visar de att utbildning är en allt sämre prognos för framtida inkomster (Acemoglu and Autor, 2011). Ilmakunnas och Maliranta (2005) studerar produktivitetökningar i Finland och finner att löner inte kompenserar för all produktivitetökning trots att utbildning bidrar till högre produktivitet. Litteraturen är entydig om att arbetsmarknadstrenderna är inte lika okomplicerade som tidigare teori pekar på.

Polariseringen av arbetsmarknaden som flera forskare (Autor, Katz och Kearny, 2006; Goos, Manning och Salomons, 2009; Michaels, Natraj och Van Reenen, 2014 och Taimio, 2004) kunnat påvisa ger en mångsidigare bild av arbetsmarknadstrenden i flera OECD-länder. Polariseringen och speciellt inkomstojämlikheten som följer har varit störst i Förenta staterna och skillnaderna i utvecklingen inom europeiska länder är stor. Trots skillnaderna har Michaels, Natraj och Van Reenen (2014) hittat bevis för polarisering i flera europeiska länder. Jag har studerat närmare hur arbetsmarknadsstrukturen i Finland förändrat och ifall förändringar i efterfrågan på arbetsmarknaden skett på grund av införande av informations- och kommunikationsteknik som teori och tidigare studier påvisar.

Mina resultat stöder hypotesen om att IKT polariserar arbetsmarknaden i Finland. Ekonometriska studien visar att en ökning av IKT-kapitalets bidrag till mervärde ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft medan en ökning minskar löneandelen för arbetskraft med andra stadiets utbildning. Dessa samband är signifikanta, medan resultaten för lågutbildad arbetskraft inte kan påvisa tillförlitliga samband. Estimatet för lågutbildad

arbetskraft är signifikant och negativt för senare tidsperioden 1998–2012, vilket strider mot hypotesen om en teknologi höjer efterfrågan på icke-rutinmässiga manuella uppgifter utförda av lågutbildad arbetskraft. Resultaten kan bero på att lågutbildning är ett dåligt mått på icke-rutinmässiga manuella arbetsuppgifter. Dessa centrala resultat diskuteras och kopplas till litteraturen i resterande delen av kapitlet.

Figur 3 (s. 30) visar att i Förenta staterna började polariseringen av arbetsuppgifter kring 1980 (Autor, Katz och Kearny, 2006). Avhandlingens resultat visar att införande av informations- och kommunikationsteknik hade starkare effekt på löneandelar på 2000-talet och därmed polariserade inte IKT arbetsmarknaden i lika hög grad innan 1998. Huttunen (2002) studerar arbetsmarknadsstrukturen i Finland 1988–1998 och finner att andelen högutbildade ökat, vilket stöds även av mina deskriptiva resultat. Teknologi, mätt som nivån av forskning- och utveckling inom branscher verkar ändå inte ha en polariserade effekt i Huttunens studie. Trots att resultaten fram till 1998 kan påverkas av problem i datamaterialet, verkar de stöda att polariseringen skett senare i Finland jämfört med till exempel Förenta staterna.

Deskriptiva statistiken på industrinivå visar också att arbetskraften i alla industrier har blivit mer högutbildade, vilket stöds av flera studier som också finner att förskjutningen mot mer högutbildad arbetskraft har skett inom industrier och inte genom förflyttning mellan industrier (Machin och Van Reenen, 1998 och Huttunen, 2002). Trots att andelen lågutbildad arbetskraft minskat till stor del, påvisar estimaten att denna utvecklingen inte beror på införandet av IKT-kapital. Minskade löneandelar för lågutbildad arbetskraft beror med andra ord på andra faktorer än införande av IKT-kapital. Robusthetstesten kunde ändå visa ett litet negativt samband mellan IKT-kapital och löneandelen för lågutbildad arbetskraft, vilket skulle innebära en mer linjär utveckling istället för polarisering. Teorin och tidigare studier är oeniga om hur teknologi påverkar lågutbildad arbetskraft, som utför interaktiva manuella uppgifter. Autor och Dorn (2013) har funnit en stor ökning av lågutbildade tjänstearbeten, medan Acemoglu och Autor (2011) ser att teknologi inte behöver påverka lägst utbildade arbetskraften. Tidigare studier och litteraturen stöder ändå inte att sambandet skulle vara negativt.

Det negativa sambandet kan bero på att lågutbildning inte är det perfekta måttet för icke-rutinmässiga manuella arbetsuppgifter som antas öka till följd av IKT. Eftersom lågutbildning indirekt beskriver efterfrågan på manuella och interaktiva uppgifter som

tjänster, går det inte att dra slutsatsen från denna studie om tjänstesektorn eller andra icke-rutinmässiga manuella arbetsuppgifter har ökat i Finland under tidsperioden i fråga. Till följd av en mer högutbildad arbetskraft år 2012 i jämförelse med 1985 kan innebära att arbetsuppgifter som utfördes av lågutbildad arbetskraft utförs av arbetskraft med andra stadiets utbildning idag. Utredningen *Työvoima 2025* finner ändå ett högre behov av arbetskraft både inom högutbildning och tjänstesektorn, vilket tyder på en polarisering. Enligt statistikcentralen i Finland har tjänstesektorn vuxit fortsättningsvis år 2017 tack vare transportindustrin.

Särskilt intressant är att trots att marknadsstrukturen visar att löneandelen för genomsnittligt utbildad arbetskraft har ökat i sin helhet under tidsperioden, har införandet av IKT-kapital en minskande effekt på löneandelen. Det är andra faktorer som ökat löneandelen hos genomsnittligt utbildad arbetskraft, samtidigt som IKT-kapitalets bidrag till mervärde haft en negativ effekt på löneandelen. Ett högre bidrag av IKT-kapital till mervärde har däremot en positiv effekt på löneandelen för högutbildad arbetskraft. Totala ökningen i löneandelen för högutbildad arbetskraft har varit lägre jämfört med genomsnittligt utbildad arbetskraft, men positiva sambandet mellan löneandelen för högutbildad arbetskraft och IKT-kapital visar att IKT varit en betydande faktor bakom ökningarna i löneandelen. De motsatta effekterna av IKT-kapitalets bidrag till löneandelen beroende på utbildningsnivå är en stark indikator på att teknologi ökar inkomsterna hos vissa yrkesgrupper mer än hos andra. Man kan se att avhandlingens resultat stöder Goldin och Katz (2007) mening om att teknologi innebär vinnare och förlorare.

Då resultaten kontrolleras för industrifixa effekter kan inget samband mellan IKT-kapitalets bidrag till mervärde och löneandel fastställas. Deskriptiva statistiken visade att skillnaderna i IKT-kapitalets bidrag var stor mellan industrier; i vissa industrier har bidraget knappt ändrats medan i andra industrier har förändringarna varit stora. Ofta gäller det ändå om mindre än 0,05 procentenheters förändringar från år till år. Samtidigt har utbildningsnivån höjts i Finland och alla industrier blivit mer högutbildade. Icke-signifikanta resultaten i och med industrifixa effekterna kan bero på att variationen i observationerna inom en specifik industri varit för liten under tidsperioden. Ett obetydligt estimat i samband med industrifixa effekter kan också vara en följd av att vissa industrier har drivit polariseringen av arbetsmarknaden under tidsperioden. En följd av att vissa industrier som försäkrings- och bankverksamheten adopterat IKT-kapital i högre grad i jämförelse med vård och omsorg, där IKT-kapitalets möjligheter har upptäckts först de senaste åren.

Teknologins betydelse för värdeskapande och tillväxt blir synligt då även sambandet mellan mervärde och löneandelar följer samma tecken som IKT-kapitalet. En ökning i mervärde ökar löneandelen för högutbildad arbetskraft, men minskar löneandelen för genomsnittsutbildad arbetskraft. Mervärde har däremot inte en polariserande effekt som IKT-kapitalet utan ser ut att minska också efterfrågan på lågutbildad arbetskraft. En ökning i mervärde skulle kunna antas öka på efterfrågan på all arbetskraft till följd av tillväxt, men resultaten stöder tanken om att tillväxt ökar efterfrågan på ny kunskap och nya innovationer för att skapa fortsatt tillväxt. Efterfrågan på ny kunskap förvandlas till en högre efterfrågan på högutbildad arbetskraft på bekostnad av genomsnittsutbildad och lågutbildad arbetskraft. Teknologi i form av informations- och kommunikationsteknologi ser ut att vara drivande faktorn bakom tillväxt i enlighet med teorin om endogen tillväxt.

Möjligheten att studera arbetsmarknadsstrukturen för löneandelen i förhållande till ålder och kön förutom utbildning ger en mer detaljerad bild av arbetsmarknadsstrukturen i Finland. Åldersfixa och könsfixa effekterna i regressionerna visar att ålder och kön är mycket konstanta faktorer som påverkar löneandelen. Åldersfördelningen speglar förstås förändringar i demografin och löneandelen för äldre arbetstagare har ökat med åren i samband med en åldrande befolkning. Detta stöds av Huttunens (2002) studie om arbetsmarknadsstrukturen i Finland på 1990-talet. En uppdelning av långa tidsperioden visar att det inte skett stora förändringar i negativa effekten av att vara kvinna på löneandelen. Löneandelen hos högutbildade kvinnor är inte helt lika låg under senare tidsperioden, men för genomsnittligt utbildade kvinnor verkar gapet i sin tur ha växt en aning. För lågutbildade har effekten förblivit lika och i sin helhet visar resultaten att arbetsmarknadsstrukturen fortsättningsvis är ojämlik. Längre föräldraledighet bland kvinnor, lägre löner och yrkesval är bara några exempel på möjliga orsaker bakom det negativa sambandet mellan kön och löneutgifter.

Sammanfattningsvis stöder avhandlingens resultat hypotesen om att informations- och kommunikationsteknik polariserar arbetskraftsefterfrågan i Finland. Med en viss försiktighet kunde man anta att det är några IKT intensiva industrier som drivit denna utveckling. Därmed bekräftas även att efterfrågan på utbildning inte är enbart positivt linjär, trots att utbildningsnivån ökat drastiskt på nästan 30 år. Effekten är också mycket starkare på 2000-talet och resultaten visar att utvecklingen som flera studier (Michaels, Natraj och Van Reenen, 2014) hittat i hela Europa fortsätter i Finland även efter sekelskiftet. Eurokrisen 2008 kunde ha påverkat denna utvecklingen, men detta kan inte åtminstone estimaten ovan

understryka. Utredningen *Työvoima 2025* (2007) predikterade att informationsteknologins betydelse kommer att öka fortsättningsvis. Även om IKT-kapitalets bidrag till mervärde inte berättar om nivån av IKT under denna tidsperiod stöder resultaten att IKT-kapitalets betydelse för förändringar i arbetsmarknadsefterfrågan och mervärde varit förstärkt under perioden 1998–2012.

En högre efterfråga på utbildning trots polarisering är i enlighet med en endogen tillväxtteori där ny kunskap och en högre andel av arbetskraft inom utbildning och forskning skapar tillväxt. En högre efterfråga på utbildning syns i avhandlingens datamaterial men även utredningen *Työvoima 2025* (2007) utlyser ett högre behov på högutbildad arbetskraft i framtiden. Samtidigt är behovet för arbetskraft inom tjänstesektorn i framtiden stort enligt utredningen, vilket stöds IKT kapitalets polariserande. Denna polariserande utvecklingen väcker oro för inkomstjämlighet och även fortsatta möjligheter till endogen tillväxt.

Därför är det viktigt att även i fortsättningen ha förståelse för de krafter som driver arbetsmarknadstrender och polariseringen av arbetsmarknaden. Styrkan i min avhandling är att den visar att IKT har en polariserande effekt och utvecklingen fortsätter även in på 2010-talet i Finland. Det är ändå skäl att påpeka att industrier har adopterat IKT i olika grad och därmed är det vissa industrier som driver denna utveckling. Avhandlingen svarar inte på frågor om arbetsmarknadsstrukturen på yrkesnivå i Finland under denna tidsperiod. Undersökningar som fokuserar på den uppgiftsbaserade modellen kunde ge ytterligare mervärdet till frågan om hur efterfrågan på arbetsuppgifter förändrats i Finland. Dessutom finns det andra förklaringar till polariseringen av arbetskraften, speciellt utlokalisering av verksamhet utomlands som kan vara betydelsefull för en liten öppen ekonomi som Finland. Fortsatta studier som jämför dessa två förklarningars betydelse för arbetsmarknadstrender i Finland kunde vara bidra till diskussion om vad som driver arbetsmarknadstrender.

Referenser

- Acemoglu, D. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). *Chapter 12 - skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings* (Handbook of Labor Economics ed.) Elsevier.
- Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173.
- Autor, D. H., & Dorn, D. (2009). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *National Bureau of Economic Research, Cambridge*, (Working paper 15150) doi: <http://www.nber.org/papers/w15150>
- Autor, D. H., Katz, L. F., & Kearney, M. S. (2006). The polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 96(2), 189-194.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2015). Untangling trade and technology: Evidence from local labour markets. *Economic Journal*, 125(584), 621-646.
- Baumol, W. J. (1967). Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis. *The American Economic Review*, 57(3), 415-426.
- Elia, S., Mariotti, I., & Piscitello, L. (2009). The impact of outward FDI on the home country's labour demand and skill composition. *International Business Review*, 18(4), 357-372.
- Ethier, W. J. (1982). National and international returns to scale in the modern theory of international trade. *The American Economic Review*, 72(3), 389-405.

- Eurostat (European Commission) Nace 2 – Nace 1.1 correspondence table. (hämtad: 12.3.2019). Åtkomstsätt: https://ec.europa.eu/eurostat/web/nace-rev2/correspondence_tables
- Finlands officiella statistik (FOS): Lönestrukturstatistik [e-publikation]. ISSN=1799-0084 Helsinki: Statistikcentralen (hämtad: 15.3.2019). Åtkomstsätt: http://www.stat.fi/til/pra/index_sv.html
- Finlands officiella statistik (FOS): Omsättning inom servicebranschen [e-publikation]. ISSN= 1799-097 December 2017, Kuljetusala varmistu palveluolajen hyvän kasvun vuonna 2017. Helsinki: Statistikcentralen (hämtad: 9.4.2019). Åtkomstsätt: http://www.stat.fi/til/plv/2017/12/plv_2017_12_2018-03-14_kat_001_fi.html
- Foster-McGregor, N., Robert, S., & Gaaitzen J., d. V. (2013). Offshoring and the skill structure of labour demand. *Review of World Economics*, 149(4), 631-662.
- Goel, M. (2017). Offshoring – effects on technology and implications for the labor market. *European Economic Review*, 98(C), 217-239.
- Goldin, C., & Katz, L. F. (2007). The race between education and technology: The evolution of US educational wage differentials, 1890 to 2005. *National Bureau of Economic Research*.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2009). Job polarization in europe. *American Economic Review*, 99(2), 58-63.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2011). Explaining job polarization: The roles of technology, offshoring and institutions.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.
- Gouma, R., & Timmer, M. (2013). EU KLEMS growth and productivity accounts 2013 release. *Description of Methodology and Country Notes for Finland*.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1994). Endogenous innovation in the theory of growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 23-44.

- Hakkala, K., & Karolina, E. (2006). *The effect of offshoring on labour demand: Evidence from Sweden*
- Hanhijoki, I., Hanhijoki, I., & Ranta-aho, K. (2009). *Education, training and demand for labour in finland by 2020*. Helsinki: Finnish National Board of Education.
- Hidalgo Pérez, M. A., O’Kean Alonso, J. M., & López, J. R. (2016). Labor demand and ICT adoption in Spain. *Telecommunications Policy*, 40(5), 450-470.
- Huttunen, K. (2002). *Trade, technology and the skill structure of labour demand in finland*. Helsinki: Labour Institute for Economic Research.
- Ilmakunnas, P., & Maliranta, M. (2005). Technology, labour characteristics and Wage-productivity gaps*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(5), 623-645.
- Jones, C. I. (1995). R & D-based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, 103(4), 759-784.
- Jäger, Kirsten (The Conference Board). (2017, revised 2018). EU KLEMS growth and productivity accounts 2017 release - description of methodology and General Notes.
- Kasim, M. (2018). Endogenous growth-A dynamic technology augmentation of the Solow model. *ArXiv Preprint arXiv:1805.00668*,
- Koerselman, K., & Uusitalo, H. (2014). The risk and return of human capital investments. *Labour Economics*, 30(C), 154-163.
- Kuusi, T. (2015). The dynamics of ICT adaptation and the productivity gaps across advanced nations. *Journal of Productivity Analysis*, 44(2), 175-188.
- Lilja, R., & Asplund, R. (1998). *Labour market transitions in finland. does background matter?* ETLA.
- Machin, S., & Van Reenen, J. (1998). Technology and changes in skill structure: Evidence from seven OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1215-1244.

- Maliranta, M., & Rouvinen, P. (2004). The economic impact of ICT measurement, evidence and implications: ICT and business productivity: Finnish micro-level evidence. *SourceOECD General Economics & Future Studies*, 2004(2), 603-652.
- Maliranta, M. (2009). *Työpaikka- ja työntekijävirrat ja tehtävärakenteiden dynamiikka suomen yrityssectorilla*
- Maliranta, M. (2013). *Globalization, occupational restructuring and firm performance* (ETLA Workingpapers No. 5 ed.)
- Maliranta, M., Böckerman, P., & Kauhanen, A. (2012). *ICT and occupation-based measures of organisational change: Firm and employee outcomes* (ETLA Working papers No. 2 ed.)
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.
- Maselli, I. (2012). The evolving supply and demand of skills in the labour market. *Intereconomics*, 47(1), 22-30.
- Michaels, G., Natraj, A., & Van Reenen, J. (2014). Has ICT polarized skill demand? evidence from eleven countries over twenty-five years. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60-77.
- Nikulainen, T., & Pajarinen, M. (2013). *Industry restructuring in the ICT sector – what does labor mobility tell us about skill relatedness and knowledge spillovers?* (No.17 ed.) ETLA Working Papers.
- O'Mahony, M., Robinson, C., & Vecchi, M. (2008). The impact of ICT on the demand for skilled labour: A cross-country comparison. *Labour Economics*, 15(6), 1435-1450.
- O'Mahony, M., & Timmer, M. (2009). Output, input and productivity measures at the industry level: The EU KLEMS database*. *Economic Journal*, 119(538), F374-F403.
- Pehkonen, J., & Ojala, J. (2013). Ammattiryhmittäiset palkat, palkkahajonta ja teknologiamuutokset. *Kansantaloudellinen Aikakauskirja*, 109(2)

- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3-22.
- Romer, D. (2012). *Advanced macroeconomics* (4th ed ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Shell, K. (1967). A model of inventive activity and capital accumulation. *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*. MIT Press, Cambridge MA,
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Taimio, H. (2004). *Työmarkkinoiden polarisaatio OECD-maissa*. Helsinki: Palkansaajien tutkimuslaitos.
- Timmer, M., van Moergastel, T., Stuivenwold, E., Ypma, G., O'Mahony, M., & Kangasniemi, M. (2007). EU KLEMS GROWTH AND PRODUCTIVITY ACCOUNTS, version 1.0, part 1: Methodology.
- Työvoima 2025 -työryhmä. (2007). *Työvoima 2025 : Täystyöllisyys, korkea tuottavuus ja hyvät työpaikat hyvinvoinnin perustana työikäisen väestön vähentyessä*. Helsinki: Työministeriö.
- Van Ark, B., & Jäger, K. (2017). Recent trends in Europe's output and productivity growth performance at the sector level, 2002-2015. *International Productivity Monitor*, (33), 8-23.
- Van Reenen, J. (2011). Wage inequality, technology and trade: 21st century evidence. *Labour Economics*, 18(6), 730-741.
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introductory econometrics: A modern approach* (4. ed ed.). Mason, OH: South Western, Cengage Learning.

Yrkesbarometer. Arbets- och näringsministeriet, närings-, trafik- och miljöcentraler och
TE-tjänster (hämtad: 5.4.2019). Åtkomstsätt:

<https://www.ammattibarometri.fi/Toplista.asp?vuosi=19i&kieli=sv&maakunta=suomi>

Bilaga 1

Överensstämmelse av två olika industriklassifikationer för två olika tidsperioder

Industrifördelning 1998-2012 (NACE 2)	Industrifördelning 1980-1997 (NACE 1.1)
Agriculture, forestry and fishing	Agriculture, forestry and fishing
Mining and quarrying	Mining and quarrying
Food products, beverages and tobacco	Foods, beverages and tobacco
Textiles, wearing apparel, leather and related products	Textiles, leather and footwear
Wood and paper products; printing and reproduction of recorded media	Wood, pulp, paper, printing and publishing
Coke and refined petroleum products	Coke, refined petroleum and nuclear fuel
Chemicals and chemical products	Chemicals and chemical products
Rubber and plastics products, and other non-metallic mineral products	Rubber, plastics and other non-metallic mineral products
Basic metals and fabricated metal products, except machinery and equipment	Basic metals and fabricated metals
Electrical and optical equipment	Electrical and optical equipment
Machinery and equipment n.e.c.	Machinery, NEC
Transport equipment	Transport equipment
Other manufacturing; repair and installation of machinery and equipment	Manufacturing NEC; recycling
Electricity, gas and water supply	Electricity, gas and water supply
Construction	Construction
Wholesale and retail trade and repair of motor vehicles and motorcycles	Sale, maintenance and repair of motor vehicles and motorcycles; retail sale of fuel
Wholesale trade, except of motor vehicles and motorcycles	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of household goods
Transport and storage	Transport and storage
Postal and courier activities*	Post services and telecommunications*
Accommodation and food services	Hotels and restaurants
Information and communication*	Post services and telecommunications*
Financial and insurance activities	Financial intermediation including insurance
Real estate activities	Real estate activities
Professional, scientific, technical, administrative services and other support services*	Renting of machinery and equipment, research and development and other business activities*
Public administration and defence; compulsory social security	Public administration and defence; compulsory social security
Education	Education
Health and social work	Health and social work
Arts, entertainment, recreation and other services	Other community, social and personal services (including recreational and cultural activities)

Källa: egen bearbetning från EU KLEMS. För detaljerad information av industriklassificering och överensstämmelse mellan NACE 1 och NACE hänvisas till www.euklems.net och Eurostat.