Digitaliseringens dynamik – en ESO-rapport om strukturomvandlingen i svenskt näringsliv

Fredrik Heyman
Pehr-Johan Norbäck
Lars Persson

Rapport till
Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi
2016:4

REGERINGSKANSLIET
Finansdepartementet

Rapportserien kan köpas från Wolters Kluwers kundservice.

Beställningsadress:
Wolters Kluwers kundservice
106 47 Stockholm
Orderfax: 08-598 191 91
Ordertel: 08-598 191 90
E-post: kundservice@wolterskluwer.se
Internet: www.wolterskluwer.se/offentligapublikationer.se

Tryckt av Elanders Sverige AB
Stockholm 2016

ISBN 978-91-38-24461-6

Förord

Sveriges it-politiska mål är att vara bäst i världen på att använda digitaliseringens möjligheter. Hittills har Sverige varit framgångsrikt med att tillämpa digital teknik. I det så kallade DESI-indexet som bedömer EU-ländernas utveckling mot en digital ekonomi och ett digitalt samhälle hamnar Sverige tvåa efter Danmark. Stora delar av världen befinner sig mitt uppe i en digitaliseringsdriven strukturomvandling, vilket innebär både utmaningar och möjligheter för näringslivet. Eftersom automatisering, robotisering och digitala plattformar redan är mycket vanliga både i Sverige och utomlands är det intressant att förstå vilken betydelse digitaliseringen hittills haft för sysselsättningen och produktiviteten i det svenska näringslivet.

I denna rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi (ESO) analyserar forskarna Fredrik Heyman, Pehr-Johan Norbäck och Lars Persson effekterna av en digitaliseringsdriven strukturomvandling på sysselsättning och produktivitet i Sverige mellan 1996-2013.

Resultaten visar på både hot och möjligheter: samtidigt som sysselsättningen relativt sett har minskat inom de yrken som löper störst risk att automatiseras, tycks digitaliseringen också ha lett till högre produktivitet, åtminstone inom tillverkningsindustrin. Författarna finner också att jobbpolariseringen har ökat i det svenska näringslivet. Det innebär förbättrade sysselsättningsmöjligheter inom yrken med relativt sett höga respektive låga löner, i kombination med allt lägre andel sysselsatta inom yrken i mitten av lönefördelningen. Samtidigt har höglönejobben en större risk för att flyttas utomlands, medan låglönejobben fortsatt har en hög automatiseringssannolikhet. Det innebär att samtliga jobb i det svenska näringslivet även i framtiden är utsatta för stark konkurrens - från datorer, robotar och anställda utomlands.

Det är min förhoppning att denna rapport ska kunna utgöra ett underlag i den fortsatta diskussionen om sysselsättningen och produktiviteten i framtidens digitala ekonomi.

Arbetet med denna rapport har följts av en referensgrupp bestående av personer med god insikt i dessa frågor. Gruppen har letts av Sylvia Schwaag Serger, ledamot i ESO:s styrelse. Författarna svarar själva för innehåll, slutsatser och förslag i rapporten.

Stockholm i juni 2016

Hans Lindblad
Ordförande i ESO

Innehåll

Sammanfattning **7**

Summary **11**

1 Inledning **15**

1.1 Syfte 16

1.2 Metod och genomförande 16

1.3 Disposition 19

2 En digitaliseringsdriven strukturomvandling och dess effekt på jobb och produktivitet **21**

2.1 Företagsspecifika faktorer och produktivitets- och jobbutvecklingen 24

2.2 Omvärlds- och institutionella faktorer och en digitaliseringsdriven strukturomvandling 30

3 Produktivitets- och jobbutvecklingen i svenskt näringsliv 1996–2013 – en empirisk analys **43**

3.1 Data 43

3.2 Produktivitetsutvecklingen i näringslivet 45

3.3 Sysselsättningsutvecklingen i näringslivet 48

3.4 Digitalisering och jobbutveckling i näringslivet 49

3.5 Metod för att beräkna automatiseringssannolikheter 50

3.6 Resultat 53

3.7 Jobbpolarisering och automatiseringssannolikhet 77
3.8 Digitalisering och produktivitet: en empirisk analys 88
3.9 Resultat 90

4 Avslutning och policydiskussion 105

Referenser 117

Appendix A 125

Appendix B 131

Sammanfattning

Under senare år har en debatt uppstått om huruvida de utvecklade länderna i världen nu står inför omvälvande förändringar till följd av utvecklingen inom informations- och kommunikationsteknologi (IKT). Det talas om ett andra steg i en så kallad IKT-revolution, där inte bara rutinarbeten utan även mer avancerade arbeten med mer kognitivt innehåll kan utföras av ”smarta” robotar. Brynjolfsson och McAfee (2014) argumenterar t.ex. för att avancerad ny teknologi snart kommer att kunna ersätta en rad yrken såsom yrkeschaufförer, revisorer och laboratorieassistenter.

Denna snabba teknologiska utveckling väcker både farhågor och förhoppningar. Vissa forskare framhåller riskerna för utslagning av viss typ av arbetskraft och att inkomstklyftor, till följd av detta, riskerar att öka. Andra forskare betonar i stället möjligheterna som ny teknologi kan ge upphov till i form av ökad produktivitet och därigenom ökat välstånd.

Ett syfte med rapporten är att ge en översikt av den nationalekonomiska forskning som studerar hur förändrad teknologi (digitalisering) påverkar strukturomvandlingen och jobb- och produktivitetsutvecklingen i näringslivet. Ett annat syfte är att diskutera hur en effektiv teknologidriven strukturomvandling och jobbutveckling kan åstadkommas i näringslivet. Dessa frågeställningar ska belysas dels utifrån den teoribildning som finns, dels utifrån en empirisk analys av det svenska näringslivet.

Den teoretiska analysen visar att avgörande för en lyckad digitaliseringsdriven strukturomvandling är hur företagen använder den nya teknologin. En framgångsfaktor har visat sig vara att använda digitaliseringen för att utveckla strategier som effektivt löser informations- och kommunikationsproblem. Exempelvis kan biluthyrningsföretag minska sina bilförsäkringspremier genom att använda sensorer för att upptäcka eventuella missbruk i användan-

det av den hyrda bilen. En framgångsfaktor är också att utnyttja tekniken för att skapa individanpassade varor och tjänster, samt utnyttja outnyttjade privata tillgångar. Ett exempel på det senare är Uber som använder sig av privata bilar i sin verksamhet.

Digitaliseringen innebär också att företagets roll som distributör (mellanhand) mellan säljare och köpare är under förändring. Många framgångsrika företag som haft en hög produktivitetsutveckling under senare år har utnyttjat digitaliseringens möjligheter genom att verka som plattformsoperatörer där köpare och säljare kan mötas. Det som är viktigt för distributören i denna roll är att ta hänsyn till indirekta nätverkseffekter mellan de olika grupperna och fungera som informationshanterare och certifierare. Ett exempel är Airbnb som använder privata bostäder i sin verksamhet. På dessa marknader ökar ofta värdet på ena sidan av marknaden (exempelvis för dem som hyr ut sin bostad) av att antalet aktörer med önskade egenskaper på andra sidan ökar. Möjligheten till bättre matchning ökar då.

Digitaliseringen av näringslivet innebär vidare att betydelsen av nätverkseffekter i konsumtionen blir allt viktigare, vilket i sin tur kan leda till marknadsmisslyckanden. Exempelvis finns det risk att företag gemensamt kommer att välja (koordinera på) mindre effektiva tekniska standarder. Olika typer av samarbeten kommer då att vara viktiga för att lösa detta problem. Ett exempel på ett lyckat standardförfarande var när branschorganisationer och myndigheter var drivande för GSM-standarden för mobiltelefoner i Europa. Vidare finns det risk att företag försöker använda sin stora kundbas och starka marknadsposition för att hindra nya företag med nya innovationer och affärsidéer från att träda in på marknaden. Åtgärder för att säkerställa en fungerande konkurrens på dessa innovativa marknader är avgörande för en fungerande digitaliseringsdriven strukturomvandling Ett välkänt exempel är EU-kommissionens åtgärder mot Microsoft i avsikt att hindra Microsoft från att koppla olika programvaror till sitt eget operativsystem i syfte att minska konkurrensen på marknaden.

Möjligheten för små innovativa företag att bli uppköpta av stora etablerade företag har också visat sig vara en viktig drivkraft för ett dynamiskt och samhällsekonomiskt effektivt entreprenörskap, inte minst i nätverksindustrier.

Den empiriska analysen undersöker effekterna av digitaliseringen på yrkes-, jobb- och produktivitetsdynamiken i det svenska näringslivet under perioden 1996–2013.

Produktivitetsutvecklingen i svenskt näringsliv har genomgående varit stark under perioden 1996–2007. Under den akuta finanskrisen 2008–2009 sjönk dock produktiviteten kraftigt, för att sedan återhämta sig något under perioden 2010–2013. Den empiriska analysen visar att digitaliseringens effekter på produktiviteten är olika beroende på vilken typ av företag och bransch det rör sig om. En ökning av den genomsnittliga automatiseringssannolikheten (vilket används som ett mått på digitalisering) hos de anställda i ett företag är förknippad med en ökad produktivitet i företag inom tillverkningsindustrin, men inte inom tjänstesektorn. Företagen inom tillverkningsindustrin verkar således ha varit framgångsrika i att utnyttja digitaliseringen för att öka produktiviteten. En ökning av den genomsnittliga automatiseringssannolikheten hos de anställda i ett företag är förknippad med en ökad produktivitet i företag med lågutbildad arbetskraft, men i lägre utsträckning i företag med hög andel anställda med universitetsutbildning. Detta indikerar att automatiseringen hittills har haft effekter framför allt i företag som har en högre andel lågutbildad arbetskraft.

Den empiriska analysen visar också att andelen yrken med hög automatiseringssannolikhet har minskat i näringslivet. Framför allt har minskningen skett i tillverkningsindustrin. Detta tyder på att den digitaliseringsdrivna strukturomvandlingen redan varit kraftfull inom tillverkningsindustrin.

När vi studerar utvecklingen över tid för enskilda yrken ser vi också ett negativt samband mellan automatiseringssannolikhet och förändringen i andelen sysselsatta. Ju högre automatiseringssannolikhet ett yrke har, desto sämre har sysselsättningsutvecklingen varit i termer av yrkets andel av den totala sysselsättningen. Det finns vidare tecken på en ökad jobbpolarisering i näringslivet med en allt större andel sysselsatta i låg- respektive höglöneyrken, kombinerat med en allt lägre andel sysselsatta inom yrken i mitten av lönefördelningen.

Höglönejobb som har ökat sin andel är sådana som har låg automatiseringsrisk, men som också har en hög risk för att flyttas utomlands (s.k. offshoring). De låglönejobb som ökat sin andel av

sysselsättningen har låg risk för offshoring, men i stället hög risk för automatisering.

Slutligen visar analysen att de skattade automatiseringssannolikheterna är starkt förknippade med utbildningsnivåer. Det är nästan tre gånger högre risk att förlora jobbet till följd av automatisering för en person med enbart grundskola jämfört med en person som har disputerat.

Sammantaget har vår analys påvisat att digitaliserings- och automatiseringsprocessen har egenskaper som tyder på att den kommer att ha påverkan på efterfrågan av arbetskraft. Digitaliseringen kan tänkas påverka många olika typer av yrken och kan verka som både substitut och komplement till dessa. Den ser ut att förstärka utväxlingen på vissa kompetenser och talanger vilket innebär att produktivitetsskillnader mellan olika individer i samhället kan förväntas öka. Värdet av rätt utbildning och vidareutbildning blir därmed allt viktigare för möjligheten för sysselsättning och bra löneutveckling.

Hur näringslivets produktivitetsutveckling påverkas av digitaliseringen beror på hur viktiga institutioner i samhället fungerar. En god produktivitetstillväxt i den digitala ekonomin kräver bland annat (i) en väl fungerande produktmarknadskonkurrens, så att inte ett fåtal dominerande företag i nätverksintensiva branscher genererar stora delar av vinsterna, (ii) att arbetsmarknaden kan anpassas till förändringar i efterfrågan på olika yrkeskompetenser, (iii) att det finns väl utformade ägande- och kontraktsrättsregler för att säkerställa att digitaliseringens affärsmöjligheter kan realiseras, och (iv) att regelverk utvecklas för att få ett pålitligt och integritetsskyddande internet. Med väl fungerade institutioner kommer den aggregerade produktiviteten öka, inte bara genom att enskilda företag ökar sin produktivitet utan även genom att mindre produktiva företag och yrken slås ut och mer produktiva företag och yrken ersätter dessa.

Summary

A debate has arisen in recent years about whether the business sectors in developed countries are now facing radical changes in the wake of developments within Information and Communication Technology (ICT). There is talk of a second age in the so-called 'ICT revolution', in which not only routine work but also more advanced work involving more cognitive tasks, may be carried out by 'smart' robots. Brynjolfsson and McAfee (2014) argue, for example, that advanced new technologies will soon replace a number of occupations, such as professional drivers, accountants and laboratory technicians.

These rapid technological developments arouse both threats and expectations. Some researchers highlight the risks of exclusion of certain types of labour and predict that income inequality may increase as a result of this. Other researchers emphasise the opportunities that new technologies may give rise to in the form of increased productivity and thereby increased prosperity.

One aim of this report is to provide an overview of the economic research examining how technological change (digitalisation) is impacting the industrial reorganization of the business sector. Another aim is to discuss how an effective, technology-driven industrial reorganization can be achieved in the business sector. These issues will be addressed in part on the basis of existing theory and in part through an empirical analysis of the Swedish business sector.

The theoretical analysis shows that how firms use the new technologies is crucial for a successful, digitally driven industrial reorganization. One success factor has proved to be using digitalisation to develop strategies that effectively solve information and communication problems. For example, car rental companies can reduce their insurance premiums by using sensors

to detect potential abuses in the handling of their rental cars. Another success factor involves using technology to create personalized goods and services, as well as making use of idle private assets. One example of the latter is Uber, which uses privately owned cars in its operations.

Digitalisation also means that the role of firms as intermediaries between sellers and buyers is changing. Many successful firms that have experienced high productivity growth in recent years have made the most of the opportunities provided by digitalisation by functioning as platform operators where buyers and sellers can meet. It is important in this role to take into account the indirect network effects that occur between the various groups, and to serve in the role of both information manager and certifier. One example of this is Airbnb, which uses private homes in its activities. In such markets, the value often increases on one side of the market (e.g. for those renting out their homes) through an increase in the number of actors with desired qualities on the other side of the market. This increases the potential for better matching.

Moreover, digitalisation of the business sector means that the significance of the impact of networks on consumption is becoming increasingly important, which in turn can lead to market failures. For example, there is a risk that firms will jointly adopt less efficient technical standards. Various kinds of collaboration will be important for solving this problem. One example of a successful development of a standards procedure was when trade organisations and government agencies pushed for the GSM standard for mobile telephones in Europe. There is also a risk that firms will try to use their large customer base and strong market position to prevent new firms or start-ups with new innovations and business ideas from entering the market. Measures to ensure fair competition on these innovative markets will be crucial to ensure an effective, digitally driven structural transformation. One well-known example of this involved the measures taken by the European Commission against Microsoft in order to prevent Microsoft from connecting various software programs to its own operative system to reduce competition on the market.

The possibility of small innovative firms being bought-up by large established firms has also proved to be an important driving

force of dynamic and economically efficient entrepreneurship, particularly in network industries.

The empirical analysis examines the impact of digitalisation on occupational, employment, and productivity dynamics in the Swedish business sector during the period 1996–2013.

Productivity growth in the Swedish business sector was consistently strong during the period 1996–2007. During the acute financial crisis of 2008–2009, however, productivity dropped drastically to then recover somewhat during the period 2010–2013. The empirical analysis shows that the impact of digitalisation on productivity differs depending on the type of firm or industry concerned. An increase in the average probability of automation (used as a measurement of digitalisation) for the employees in a firm is associated with increased productivity in firms in the manufacturing sector, but not in the service sector. Firms in the manufacturing sector thus seem to have been successful at making the most of digitalisation to boost productivity. An increase in the average probability of automation for the employees of a firm is associated with increased productivity in firms that have less qualified workers, but to a lesser extent in firms that have a high proportion of employees with a university education. This indicates that automation has until now had an impact primarily on firms that have a larger proportion of less qualified workers.

The empirical analysis also shows that the share of occupations with a high probability of automation has declined in the business sector. This decline has primarily taken place in the manufacturing industry, which indicates that the digitally driven structural transformation has already had a powerful effect on the manufacturing sector.

When examining trends over time in specific occupations, we also see a negative relationship between the probability of automation and changes in the share of people employed. The higher the probability of automation is in any occupation, the worse its employment development has been in terms of the occupation's share of total employment. Furthermore, there are indications of increased job polarisation, with a growing proportion of people employed in low and high wage occupations, combined with a decreasing proportion of people employed in occupations in the mid-wage category.

High wage jobs that have increased in proportion are those that have a low risk of automation, but at the same time a high risk of being moved abroad (offshoring). The low-wage jobs that have increased their proportion of employment are at low risk of offshoring, but are instead at high risk of automation.

Finally, the analysis shows that the estimated probabilities of automation are strongly associated with education levels. The risk of job loss because of automation is almost three times higher for an individual with only compulsory school education than for an individual who has obtained a doctorate degree.

Overall, our analysis has shown that there are features of the digitalisation and automation process that indicate an impact on the demand for labour. Digitalisation may impact many different types of occupations and may act as both a substitute and a complement to these. It appears to reinforce the transmission of certain skills and talents, which means that differences in productivity between various individuals in society can be expected to increase. The value of the right education and further education will thereby become increasingly important for the opportunity to be employed and for good wage development.

How the growth of business sector productivity will be impacted by digitalisation depends on the effectiveness of important institutions in society. High productivity growth in the digital economy requires: (i) effective product market competition to avoid that a small number of dominant firms in network-intensive industries generate the majority of the profits; (ii) the ability of the labour market to adapt to changes in demand for various occupational skills; (iii) well designed contract law, tax law and ownership regulations to ensure that the business opportunities offered by digitalisation can be realised; and (iv) that regulations are developed to achieve an internet that is reliable and protects privacy. Well-functioning institutions will ensure the growth of aggregate productivity, both by enabling individual firms to increase their productivity and by allowing less productive firms and occupations to be replaced by other, more productive, alternatives.

1 Inledning[1]

Under senare år har en debatt uppstått om huruvida de utvecklade länderna i världen nu står inför omvälvande förändringar till följd av utvecklingen inom informations- och kommunikationsteknologi (IKT). Det talas om ett andra steg i en IKT-revolution, där inte bara rutinarbeten utan även mer avancerade arbeten med mer kognitivt innehåll kan utföras av ”smarta” robotar. Brynjolfsson och McAfee (2014) argumenterar t.ex. för att avancerad ny teknologi snart kommer att kunna ersätta en rad yrken såsom yrkeschaufförer, revisorer och laboratorieassistenter.

I en uppmärksammad studie av Frey och Osborne (2013) beräknas sannolikheter för att olika yrken kommer att kunna ersättas av datorer eller robotar inom en tämligen snar framtid, t.ex. inom 10 till 20 år. Deras huvudresultat är att ca 47 procent av den totala sysselsättningen i USA löper en risk att automatiseras. Högst risk beräknas för yrken inom transport och logistik, yrken inom kategorierna kontor och administration och olika yrken inom produktion.

Denna snabba teknologiska utveckling väcker både farhågor och förhoppningar. Vissa forskare framhåller riskerna för utslagning av viss typ av arbetskraft och att inkomstklyftor, till följd av detta, riskerar att öka. Exempelvis har Autor med medförfattare visat att ökad efterfrågan på icke-rutinjobb med analytiskt innehåll – och icke-rutinjobb som innefattar personlig interaktion – samvarierar med en ökad användning av datorer (se Autor (2014) för en

[1] Författarna är verksamma vid Institutet för Näringslivsforskning (IFN). Analysen har genomförts självständigt av författarna. Ett stort tack till Hanna Thunström och Malin Olsson Tallås för mycket värdefull hjälp med databearbetning och till Fredrik Andersson för genomläsning. Vi är också tacksamma för värdefulla kommentarer från referensgruppens ledamöter (Mårten Blix, Erika Färnstrand Damsgaard, Oskar Nordström Skans, Sten Nyberg och Altin Vejsiu) och från Maria Vredin Johansson. Författarna nås på fredrik.heyman@ifn.se, pehr-johan.norback@ifn.se och lars.persson@ifn.se.

sammanfattning av denna litteratur). Vidare har en polarisering av arbetsmarknader i många länder skett under de senaste decennierna med förbättrade sysselsättningsmöjligheter för högkvalificerade yrken med relativt sett höga löner och lågkvalificerade låglöneyrken, i kombination med sämre utveckling för yrken däremellan, främst olika tjänstemannayrken.

Andra forskare betonar möjligheterna som ny teknologi kan ge upphov till i form av en god utveckling av produktiviteten och som garant för ökat välstånd i samhället. Det har också framhållits att vi står inför en ny industriell revolution där den reella världen (saker) och den virtuella världen (datorer) till allt större del knyts ihop och interagerar, och att artificiell intelligens (robotar) utvecklas till en allt mer sofistikerad nivå. Brynjolfsson och McAfee (2014) menar på att innovationer som ”humanoida” robotar och igenkännande av tal och 3D-skrivare bara är början av utvecklingen eftersom grunden redan är lagd: framväxten av verklig, användbar artificiell intelligens och sammankoppling av människor genom digitalisering.

1.1 Syfte

Ett syfte med denna rapport är att ge en översikt över den nationalekonomiska forskning som studerar hur förändrad teknologi (digitalisering) påverkar strukturomvandlingen och jobb- och produktivitetsutvecklingen i näringslivet. Ett annat syfte är att diskutera hur en effektiv teknologidriven strukturomvandling och jobbutveckling kan åstadkommas i näringslivet. Dessa frågeställningar ska belysas dels utifrån den teoribildning som finns, dels utifrån en empirisk analys av det svenska näringslivet. Utgångspunkten för policyanalysen kommer att vara att identifiera eventuella marknads- och regleringsmisslyckanden som kan vara förknippade med denna digitaliseringsdrivna strukturomvandling.

1.2 Metod och genomförande

Den teoretiska analysen består av en genomgång av den nationalekonomiska litteraturen som studerar teknologidrivna strukturomvandlingar av näringslivet. I en första del ligger fokus på att

beskriva hur olika företagsspecifika faktorer och företagsstrategier kan förklara företagens jobb- och produktivitetsutveckling i samband med en teknikutveckling. I en andra del ligger fokus på att beskriva hur olika omvärldsfaktorer påverkar effektiviteten i teknikdrivna strukturomvandlingar.

Den empiriska analysen av effekterna av digitaliseringen på yrkes-, jobb- och produktivitetsdynamiken i det svenska näringslivet under perioden 1996–2013 baseras på en omfattande och detaljerad databas från Statistiska centralbyrån (SCB). Med hjälp av detaljerad information om företag, arbetsställen och anställda är det möjligt att analysera frågor som berör företagens produktivitetsutveckling och yrkesdynamik på ett ingående sätt. Utgångspunkten för den empiriska analysen är att en rad arbetsuppgifter (yrken) kommer att kunna ersättas av ny teknik i form av digitalisering eller smarta maskiner till följd av den tekniska utvecklingen.

Vi utgår ifrån Frey och Osbornes skattade automatiseringssannolikheter för olika yrken. Dessa anger hur troligt det är att ett yrke inom ett eller ett par decennier försvinner till följd av automatisering. För att anpassa dessa till svensk arbetsmarknad har sannolikheterna översatts till den svenska klassificeringen av yrken. Bakom de skattade sannolikheterna kan man tänka sig en process där en allt större del av de uppgifter som ingår i ett jobb eller yrke succesivt tas över av maskiner, robotar eller digital programvara. Denna process har rimligtvis startats före 2010 – vilket är det år som informationen om yrken kommer från i Frey och Osborne (2013). Automatiseringssannolikheterna kan därför ses som ett grovt mått på hur långt processen hunnit och om denna kommer att fortgå i högre takt i framtiden.

Hittills har Frey och Osbornes mått på automatiseringssannolikheter främst använts för att bedöma framtida yrkes- och jobbflöden (se t.ex. Fölster (2014; 2015) för Sverige och Parjarinen och Rouvinen (2014) för Finland). I vår empiriska analys försöker vi svara på en rad frågor: Hur har utvecklingen sett ut över tiden? Har ökad digitalisering i realiteten lett till minskad efterfrågan på jobb med högt skattade automatiseringssannolikheter? Hur skiljer sig mönstren åt mellan branscher och mellan utbildningsklasser? Har sysselsättningsstrukturen blivit mer eller mindre polariserad under senare tid? Hur påverkar automatiseringssannolikheterna för olika yrken detta mönster?

När automatisering diskuteras finns en tendens att enbart fokusera på risken för att jobb försvinner. Man tenderar då att bortse från att om vissa arbetsmoment automatiseras kommer de anställdas produktivitet – hur mycket personen kan producera under en viss tid – att öka. Om företagen blir mer effektiva och kan erbjuda varor och tjänster till lägre priser, kan en ökad försäljning och produktion ge en motverkande effekt som åtminstone kan dämpa minskningen av antalet anställda till följd av automatiseringen. De företag som använder den nya digitala teknikens möjligheter kan också konkurrera ut rivaler och därigenom expandera sin verksamhet. De framgångsrika företagen kommer då att kunna nyanställa.

Autor (2014) beskriver t.ex. hur anställda hos Amazon ökat sin produktivitet genom en smart användning av robotar. Amazon har gigantiska lager från vilka böcker som beställts över nätet skickas till kunderna. Autor beskriver hur Amazon tidigare anställde elitidrottare som klarar av att springa långt och klättra högt för att hämta böcker från lagerhyllor utspridda över stora ytor. Idag har Amazon istället robotar som är uppkopplade mot Amazons hemsida som flyttar mobila bokhyllor så att böckerna istället förs till ”plockarna” som sedan manuellt, med hjälp av streckkodsläsare, ser till att böckerna finner vägen till rätt beställare. De anställda som tidigare var plockare har nu alltså andra arbetsuppgifter. Andra yrken kan också indirekt gynnas av automatiseringen såsom t.ex. utvecklare av programvara för nätförsäljning. Amazon har därigenom blivit konkurrenskraftigare och kunnat expandera sin verksamhet, och säljer idag inte bara böcker utan en rad olika varor och tjänster via sin webbplats.

I syfte att fånga hur digitalisering påverkar företag kommer vi att studera hur den genomsnittliga automatiseringssannolikheten i ett företag påverkar företagets produktivitetsutveckling. Vilket samband kan då förväntas finnas mellan ett företags genomsnittliga automatiseringssannolikhet och dess produktivitet?

Om företagen automatiserar produktionen och detta minskar andelen anställda med hög automatiseringssannolikhet, bör mer produktiva företag ha lägre genomsnittlig automatiseringssannolikhet. Men de skattade sannolikheterna kan återigen spegla en process där olika uppgifter i ett jobb eller yrke successivt tas över av maskiner, robotar eller digital programvara, vilket ökar

produktiviteten i företaget. Så länge de anställda finns kvar kommer de bli alltmer produktiva. Om den ökade produktiviteten leder till ökad försäljning, lägre kostnader eller ökade marknadsandelar, kan efterfrågan stiga för personer med digital kompetens. Man kan därför också argumentera för att företag som ökar sin genomsnittliga automatiseringssannolikhet – åtminstone under en begränsad period – kan bli mer produktiva.

Komplexiteten i de olika sambanden innebär dock att vi i den empiriska analysen inte kommer att kunna fastställa kausala samband mellan automatiseringssannolikheter och produktivitet och resultaten bör därför tolkas med försiktighet.

1.3 Disposition

I kapitel 2 presenterar vi en övergripande bild av den teoribildning som rör teknologidrivna strukturomvandlingar i näringslivet och dess samhällsekonomiska effekter med särskilt fokus på digitaliseringen.[2] Den empiriska analysen presenteras i kapitel 3. I detta kapitel avgränsar vi oss till att empiriskt analysera effekterna av digitalisering på yrkes-, jobb- och produktivitetsdynamiken i det svenska näringslivet under perioden 1996–2013. Vi redovisar våra slutsatser och har en policydiskussion i kapitel 4.

[2] Se Blix (2015) för en omfattande översikt av digitaliseringens påverkan på samhällsekonomin.

2 En digitaliseringsdriven strukturomvandling och dess effekt på jobb och produktivitet

Huvudfokus i denna studie är att undersöka den digitaliseringsdrivna strukturomvandlingen i det svenska näringslivet under perioden 1996–2013 och dess effekter på jobb, yrkes- och produktivitetsdynamiken. Digitalisering omfattar här både utvecklingen inom informations- och kommunikationsteknologin och utvecklingen inom robotteknologin. Med produktivitet avser vi här allmänt effektiviteten i produktionen: hur mycket av en vara (eller tjänst) som skapas av en given mängd insatsvaror. I praktiken är det dock svårt att mäta produktiviteten eftersom exakta uppgifter över produktion och insatsvaror saknas. Inom nationalekonomisk forskning har man typiskt sett använt två olika mått: (i) total faktorproduktivitet (TFP) som fångar teknologisk utveckling, dvs. den del av produktionen som inte kan förklaras av mätbara insatsvaror, och (ii) arbetsproduktivitet (AP) som fångar hur mycket extra värde alla insatsvaror i företaget skapar uppdelat på varje anställd. I vår empiriska analys har vi valt att använda oss av arbetsproduktiviteten, mätt som förädlingsvärde per anställd, delvis på grund av att det är lättare att mäta utifrån de data vi har tillgång till men också för att det korresponderar mer direkt till välfärdsmått såsom BNP per capita. Det ska noteras att vi inte har tillgång till data gällande arbetstid varför vi inte kan mäta produktivitet per arbetstimme.

Hur har den digitaliseringsdrivna strukturomvandlingen påverkat jobb- och produktivitetsdynamiken i det svenska näringslivet och hur kan den förväntas påverka framöver? För att få en bättre förståelse av dessa fenomen kommer vi att i detta kapitel ge en beskrivning av grundläggande ekonomiska mekanismer som har

betonats som viktiga i den nationalekonomiska forskningslitteraturen för att förklara teknikdrivna strukturomvandlingar och deras effekter på samhället.[3]

Figur 2.1 visar en schematisk bild av hur en digitaliseringsdriven jobb-, yrkes- och produktivitetsutveckling i företag och i näringslivet kan förstås. Figur 2.1 kategoriserar företagsspecifika faktorer som forskningslitteraturen visat är viktiga för att förklara företagens jobb- och produktivitetsutveckling. Dessa är faktorer som företagen själva kan välja och påverka. Figur 2.1 visar också omvärldsfaktorer som forskningslitteraturen har visat är viktiga för att förklara företags jobb- och produktivitetsutveckling. Dessa är faktorer som företagen inte själva kan välja och påverka, men som påverkar deras produktivitet och efterfrågan på arbetskraft både direkt och indirekt genom påverkan på valet av företagsspecifika faktorer. De företags- och omvärldsspecifika faktorerna skapar mätbara företagskaraktäristika såsom jobb- och produktivitetsutveckling.

[3] Se Acs och Audretsch (2005), Caves (1998), Santarelli och Vivarelli (2007) och Sutton (1997) för översikter av litteraturen om marknadsstruktur och företagsdynamik. Litteraturen initierades av Gibrat (1931) och tog i början sin utgångspunkt i att ett företags tillväxt styrdes av slumpmässiga tillväxtchocker, alltså en analys utan maximerande agenter. På 1970-talet växte en litteratur fram som introducerade dynamiska företagsutvecklingsprocesser i analysramar med maximerande agenter. Se t.ex. Audretsch (1991), Bartelsman, Scarpetta och Schivardi (2005), Ericson och Pakes (1995), Hjalmarson (1974), Hopenhayn (1992), Klepper (1996), Jovanovic (1982) och Luttmer (2007). Se även Nelson och Winter (1982) för en ansats om företagsutvecklingsprocesser med begränsat rationella beslutsfattare.

Figur 2.1 **Produktivitets- och jobbutvecklingen i näringslivet: förklaringsfaktorer.**

2.1 Företagsspecifika faktorer och produktivitets- och jobbutvecklingen

På en konkurrensutsatt marknad kommer företag konkurrera med sina rivaler i syfte att maximera sin vinst. Detta sker utifrån en rad olika dimensioner; alltifrån kortsiktiga beslut såsom optimal prissättning och effektiv marknadsföring till beslut på mellanlång sikt gällande lokalisering och personalstyrka och mer långsiktiga beslut angående exempelvis teknologi och organisationsform.[4]

Företagsstrategier och organisation. För att förstå hur digitaliseringen kan tänkas påverka näringslivet börjar vi med ett av de grundläggande problemen för ett företag, nämligen att bestämma sin effektiva organisation och storlek.

Vad som bestämmer optimal arbetsställe- eller företagsstorlek beror på vad som inom nationalekonomi benämns skalekonomi. Ju större skalekonomin är desto mer effektivt är det att bedriva verksamheten i större enheter. Samtidigt finns det motverkande krafter som gör att stora företag riskerar att bli ineffektiva då kostnader för administration, konflikthantering, snålskjutsproblematik och förlorad arbetsmotivation kan bli höga.[5, 6] Skalekonomin beror på företagsspecifika faktorer såsom vilket humankapital företaget har att tillgå och vilka företagsspecifika tillgångar (såsom innovationer) företaget äger. Digitaliseringen påverkar detta i flera dimensioner. Å ena sidan medför digitaliseringen att ett mindre företag lättare kan nå en stor mängd kunder mycket snabbt över internet. Detta gör att skalfördelarna minskar. Å andra sidan gör nätverkseffekter på konsumentsidan att stora företag lättare kan hindra nya aktörer nå nya kunder. Detta ökar skalfördelarna i näringslivet.[7]

Digitaliseringen har inneburit att möjligheter till nyföretagande ökat. Dels har teknologin i sig själv inneburit att många inno-

[4] Se Besanko m.fl. (2003) för en översikt.
[5] Snålskjutsproblematik innebär att aktörerna inte vågar satsa på att utvecklas och jobba hårt då de riskerar att konkurrenter tar avkastningen på dessa investeringar.
[6] Litteraturen som behandlar företagsformering och företagsstorlek startades av Coase (1937) och utvecklades av Williamson (1979). Grossman och Hart (1986) och Hart och Moore (1990) utvecklade sedan formella analysramar för att studera dessa frågor där fokus låg på hur ägandeuppdelningen påverkade de olika intressenternas incitament att investera i företagets utveckling.
[7] Se Economic Analysis of the Digital Economy (2014) och Shy (2011) för översikter och Norbäck, Persson och Tåg (2015) för en modell med innovationer och nätverkseffekter.

vationer av entreprenörer kan kommersialiseras, dels har möjligheten för små företag att nå nya kunder ökat i och med framväxten av handeln på internet.

Vilka mekanismer är då viktiga i själva uppstarten av företagsverksamheten?[8] I detta sammanhang är osäkerhet och asymmetrisk information av betydelse. Det råder ofta stor osäkerhet vid etablering av ett företag, en affärsidé eller vid själva kommersialiseringen av den. Om marknadsförutsättningar visar sig gynnsamma kommer företaget att expandera och generera en högre produktmarknadsvinst. Annars kommer företaget att lägga ned verksamheten.

Den nya "plattformsekonomin"

En viktig aspekt av digitaliseringen är att företagens roll som distributör (mellanhand) mellan säljare och köpare är under förändring.[9] Många företag som under senare år haft framgång och haft en hög produktivitetsutveckling har utnyttjat digitaliseringens möjligheter i denna dimension. För att bättre förstå digitaliseringens påverkan kan man dela upp företagens roll som distributör i fyra olika roller:

(i) *Handlare:* Traditionellt har företag fungerat som distributörer och köpt in varor och sedan sålt dem vidare och skött prissättning, marknadsföring, garanterat kvalitet, etc. Genom att utföra dessa funktioner effektivare än vad en direkt marknad mellan köpare och säljare gör kan företagen skapa nya värden.

(ii) *Plattformsoperatör:* Digitaliseringen har inneburit att en annorlunda distributörsroll har blivit allt vanligare: distributören tillhandahåller en plattform (marknadsplats) där köpare och säljare kan mötas. Köpare och säljare sköter sedan själva största delen av aktiviteterna såsom prissättning, marknadsföring etc. Exempelvis på bostadsplattformar sätter

[8] Se Karlsson och Nyström (2007) för en utförlig översikt av nyföretagande och näringslivsdynamik med fokus på den svenska ekonomin. Se Edquist och Henrekson (2015; 2016) för analyser av hur IKT har påverkat produktiviteten i det svenska näringslivet.
[9] Se kapitel 22 och 23 i Belleflamme och Peitz (2015) för en översikt över företagens roll som mellanhand och deras påverkan av digitaliseringen.

uthyrarna priser och beskriver bostaden och omgivningen. Det som är viktigt för distributören i denna roll är att internalisera indirekta nätverkseffekter mellan de olika grupperna. Ofta ökar värdet på ena sidan av marknaden (exempelvis de som hyr ut bostad), av att antalet aktörer på andra sidan (exempelvis de som söker bostad) blir fler då möjligheten till bättre matchning ökar. Samtidigt finns det indirekta negativa nätverkseffekter då matchningen kan försämras om för många aktörer av olika typer finns på andra sidan av marknaden. Plattformsoperatörens roll är att bestämma hur många aktörer som finns med på plattformen och att sortera olika typer av aktörer i delgrupper: operatören tar sedan betalt i form av medlems- eller transaktionsavgifter. Genom digitaliseringen har antalet aktörer som kan medverka på dessa plattformar ökat påtagligt, både nationellt och internationellt.

(iii) *Informationshanterare:* Distributören kan även fungera som informationshanterare och hjälpa konsumenter att bättre nå och bearbeta information om priser och värdet av produkter och tjänster. Genom att utnyttja digitaliseringens möjligheter och utarbeta effektiva algoritmer och processer kan distributören skapa ett mervärde.

(iv) *Certifierare:* Slutligen kan distributören fungera som certifierare genom att ge tillgång till information om produkters eller säljares tillförlitlighet och kvalitet. Genom att bygga upp trovärdiga mekanismer för utvärdering kan företagen minska asymmetrisk information på marknaden och därigenom skapa ett mervärde. Digitaliseringen har gjort det möjligt att samla in och processa sådan information på ett mer effektivt sätt. Ett utmärkande drag för digitala plattformar är också möjligheten till tvåvägsutvärdering. Både beställare och utförare utvärderar här varandra. En undermålig uppdragsgivare kan då få svårt att få någon att acceptera nya arbeten och omvänt. Man kan säga att en marknad för rykte eller anseende har öppnats som ett sätt att komma förbi och hantera informationsasymmetrier. Annars skulle inte tjänster som exempelvis Airbnb fungera där en viktig del i affärsidén är att de olika aktörerna betygsätter varandra.

Ett företag som tidigt utnyttjade digitaliseringen som återförsäljare och informationshanterare var *Amazon* som 1996 startade som bokhandel på Internet. Amazon köpte in och sålde böcker och utnyttjade ny teknik för att kunna erbjuda sina kunder ett mer effektivt sökande av böcker. Tidigare var kunderna hänvisade till att själva gå runt i bokhandeln och söka. Vidare var Amazon tidig med att använda sig av rollen som certifierare genom att tillhandahålla information om andra köpares åsikter och andra inköp. Amazon använde sedan sitt rykte som trovärdig certifierare för att år 2001 introducera en ny tjänst där kunder och andra företag själva kunde sälja böcker och andra produkter.

Under senare år har plattformsrollen vuxit sig allt starkare genom att digitaliseringen möjliggjort att privatpersoners tillgångar och tid kan användas i transaktioner på plattformar. Uppmärksammade exempel är Uber som erbjuder en plattform för privatpersoner med lediga bilar och chaufförer. Genom effektiva matchningsprocesser och ett effektivt utvärderingssystem erbjuder Uber ett mervärde för säljare och köpare på denna marknad. Detta kan ses som att marknaden för persontransporter fått inträde av ett stort antal egenföretagare som utmanar etablerade taxibolag. Detta i sin tur innebär att de etablerade företagen kommer tvingas förbättra sin verksamhet för att möta den ökande konkurrensen. Vissa menar att Ubers affärsmodell är överlägsen eftersom den använder vilande kapital (bilar som annars står parkerade) och att andra aktörer därigenom kommer att slås ut från marknaden.

Samtidigt finns det en rad fördelar för de etablerade taxibolagen i form av stordriftsfördelar i utbildning, kvalitetssäkring av fordon, försäkringar, administration som innebär att möjligheten för Ubers affärsmodell ändå är begränsad. Därutöver finns det skäl att tro att Ubers framgångar till viss del beror på undvikande av vissa regelverk och skattskyldigheter. Dessa ”fördelar” för Uber kommer troligtvis inte kvarstå då regelförändringar i syfte att jämna ut spelplanen mellan olika typer av företag är att vänta. Ett troligt scenario är att vi i framtiden kommer att se marknader där mer traditionella företag konkurrerar med dessa nya ”plattformsföretag”.

Företagsägande och företagsledning. Varför lyckas då vissa företag att utnyttja digitaliseringsmöjligheterna bättre än andra? Generellt innebär ett effektivt ledningssystem att ekonomiskt

effektiva beslut fattas i rätt tid och att medarbetare motiveras till att arbeta effektivt. Dessa faktorer har troligtvis blivit allt viktigare i digitaliseringens spår då både snabbheten på marknader och interaktionen mellan anställda och kapital (digitalt) har ökat.[10]

Nicholas Bloom, Raffaella Sadun, John Van Reenen och medförfattare har i ett antal uppsatser studerat hur företag organiseras och drivs ur ett ledningsperspektiv.[11] De har visat att kvaliteteten på företagsledarskap skiljer sig systematiskt mellan länder och kopplat dessa resultat till företagens produktivitetsnivåer. De finner att företag med dåliga ledningssystem i genomsnitt har lägre produktivitet.[12]

Hur kommer det sig att vissa företag inte lyckas att implementera effektiva ledningssystem? En förklaring är att vissa familjeägda företag vid generationsskiften inte konkurrensutsätter ledningsfunktionerna i företaget utan överlåter dessa positioner till familjemedlemmar. En annan förklaring är att ägarna i stora företag innehar rätten till kassaflöden, medan kontrollrätten är delegerad till ledningen. Ledningen i företaget kommer dock inte nödvändigtvis att agera i ägarnas intresse.[13]

Kapital och humankapital. En ytterligare viktig förklaring till varför vissa företag har lyckats att utnyttja digitaliseringens möjligheter är att de har tillgång till skicklig arbetskraft och högkvalitativt kapital.

Genom att vara verksamma i länder och områden med god tillgång till välutbildad och skicklig arbetskraft kan företag utnyttja IKT i sina företag och uppnå en effektiv produktion och samtidigt fånga en stor del av överskottet som är förknippat med anställning av kvalificerad arbetskraft. Mer allmänt kan företag, genom att

[10] Se exempelvis Brynolfson och McAfee (2014) och Autor (2014).
[11] Se Bloom and Van Reenen (2007; 2010), Bloom m.fl. (2012a), Bloom m.fl. (2012b), Bloom m.fl. (2012c), och Bloom m.fl. (2014).
[12] Bertrand och Schoar (2003) följer individer som varit VD på olika företag och visar att kvaliteten på VD har effekt på lönsamheten för dessa företag. Andra studier som visar på kopplingen mellan bra ledarskap och hög produktivitet är Lazear (2000) och Bandiera m.fl. (2007; 2009).
[13] Detta problem har studerats i ett stort antal studier inom finansiell ekonomi (exempelvis Fama och Jensen, 2000). Utgångspunkten i denna litteratur är att ledningen delvis agerar i egenintresse, exempelvis genom att underlåta att genomföra besvärliga personalförändringar eller investerar i statusfyllda icke-vinstgivande projekt. Om stor osäkerhet råder kan dessa incitamentsproblem leda till att företaget inte drivs effektivt. En rad olika styrmedel, som prestationslön och övervakning, har utvecklats för att hantera detta problem (se Tirole, 2006).

använda en effektiv personal- och lönepolitik, skapa ett överskott som kan delas med de anställda.[14] Om det överskottet är tillräckligt stort och sökkostnaden för nytt arbete tillräckligt låg kommer de mer produktiva företagen att locka till sig mer arbetskraft och därigenom kunna expandera.[15] En viktig del i en effektiv personalpolitik är kompetensutveckling och vidareutbildning hos anställda för att bättre kunna utnyttja digitaliseringens möjligheter.

Genom användandet av IKT kan företagen mer effektivt hantera informationsflöden inom företaget och med leverantörer. Vidare möjliggör det också ett mer effektivt användande av humankapital. Ho m.fl. (2005; 2008) visar att både en stark produktivitetsutveckling inom IKT-sektorn och en mer modest produktivitetsutveckling i IT-användande sektorer är en viktig förklaring till den starka produktivitetsutvecklingen i den amerikanska ekonomin över de senaste decennierna. Van Ark m.fl. (2008) visar att eftersläpningen i produktivitet i många EU-länder delvis kan förklaras med lägre investeringar inom IKT.

Etablerade företag får även tillgång till nytt kapital och humankapital genom att köpa upp mindre, men expansiva, företag. Alternativt kan de skriva kontrakt med sådana företag som underleverantörer. Om synergier kan realiseras vid ett ägarbyte sker uppköp.[16]

Det kan i detta sammanhang också noteras att samverkan mellan företag kan underlättas om de ligger geografiskt nära varandra eftersom att s.k. agglomerationseffekter kan uppnås i vissa geografiskt begränsade områden. Ett omtalat område internationellt sett är Silicon Valley. Denna typ av regionala kluster finns även i t.ex. Sverige.[17]

---

[14] Se Gibbons och Roberts (2013) och Murphy och Topel (1990) för översikter. Ilmakunnas m.fl. (2004) använder finska data och visar att produktiviteten ökar med utbildningsnivå och ålder hos anställda. Samtidigt visar Fox och Smeets (2011) att stor skillnad i produktivitet mellan företag kvarstår när de kontrollerar för utbildningsnivå, kön, erfarenhet och anställningstid. Således förklarar kvaliteten på arbetskraft en del av produktivitetsskillnader men långt ifrån allt.

[15] Se t.ex. Cahuc m.fl. (2008) och Mortensen (2009).

[16] Maksimovic och Phillips (2001) undersöker arbetsställen i den amerikanska tillverkningsindustrin och finner omfattande ägarbyten, upp till 7 procent vissa år, och att produktiviteten ökar hos de uppköpta arbetsställena.

[17] Se Lerner (2009) för en analys av kluster i USA. Andersson och Johansson (2011) påvisar att regionala skillnader i bl.a. företagsutveckling till stor del är konstant över tiden. Vissa regioner tenderar att år efter år attrahera företag och ha en relativt bättre företagsutveckling

2.2 Omvärlds- och institutionella faktorer och en digitaliseringsdriven strukturomvandling

Exogena omvärldsfaktorer påverkar vilka typer av företag som startar och växer, vilka som krymper eller försvinner, och vilka som kan öka sin produktivitet. Vidare påverkas både efterfrågan och utbud på arbetskraft såväl som på yrken av dessa exogena omvärldsfaktorer. En omfattande teknologiförändring såsom digitaliseringen kan ha stora effekter på näringslivet och leda till stora förändringar för företag, arbetskraft och konsumenter.

Kunskapsutveckling i samhället: Framväxten av IKT och digitaliseringsutvecklingen de senaste decennierna har omdanat företagens verksamheter, förändrat branschers funktionssätt och skapat helt nya branscher. Detta kan också driva på en ökad specialisering mellan arbetsställen inom företag. Detta torde ha inneburit att företagen som utnyttjat dessa möjligheter har kunnat förbättra sin produktivitet avsevärt.

De senaste åren har datorernas uppgifter expanderat till att kunna diagnostisera sjukdomar, lösa matematiska problem som är olösliga för människor och att kommunicera med oss, samtidigt som robotar har börjat köra bilar utan mänsklig inblandning och att vara en betydande del av produktionskedjan (Brynjolfsson och McAfee, 2014). En avgörande faktor för detta är att byggstenar inom datorindustrin – lagringskapacitet, nedladdningshastighet, hastighet hos processer, etc. – har förbättrats med exponentiell hastighet under en lång tid.

Vidare har information i samhället digitaliserats i stor utsträckning. Dokument, musik, fotografier, nyheter, personliga uppgifter, nästan all sorts information går idag att hitta digitalt. Digitaliseringen tillgängliggör en stor mängd data som kan återanvändas och reproduceras. Det faktum att datorer och sensorer blir billigare och effektivare möjliggör fler digitala redskap. Detta kan tänkas påverka företagens verksamhet och intjäningsförmåga på flera olika sätt.[18]

än andra regioner som på motsvarande sätt över en längre tidsperiod har en sämre utveckling av företagsetablering och företagsdynamik.

[18] Se Varian (2014) för en diskussion om hur digitaliseringen kan förväntas påverka näringslivets utveckling.

(i) Stora datamängder (Big data). Stora mängder data gör det möjligt för företagen att alltmer förlita sig på dessa vid marknadsundersökningar och marknadsföring. Exempelvis kan de rekommendera specifika tjänster och produkter till kunder som konsumerar en viss vara eller tjänst (används av bl.a. Amazon och Netflix). Intressant är också att mängden data gör att företag kan utföra mer tillförlitliga analyser genom att använda sig av s.k. naturliga experiment när de utvecklar nya företagsstrategier. Exempelvis kan de enkelt utvärdera hur en grupp kunder reagerar på förändrade priser eller design jämfört med en kontrollgrupp.

(ii) Individanpassade varor och tjänster. Exempelvis kan lastbilstillverkare och speditionsföretag på distans läsa av en trasig lastbils fel och ta med specifika reservdelar vid utryckningar. Vidare kan företag på ett mer avancerat sätt prisdiskriminera mellan kunder med olika preferenser och förmågor. Detta gäller exempelvis flygbolag och försäkringsbolag. Detta kommer dels att öka företagens intjäningsförmågor, dels innebära att en större andel av alla potentiella kunder kan konsumera företagets varor eller tjänster.

(iii) Minskade ”adverse selection”- och ”moral hazard”-problem. Företagen kommer kunna minska problem förknippade med ”adverse selection” och ”moral hazard”. När företag interagerar förekommer ofta s.k. asymmetrisk information, dvs. att olika aktörer har olika informationsmängder. T.ex. kan det vara så att en leverantör känner till om kvalitetsbristen i deras leverans beror på dåligt arbete eller otur, något som dock är okänt hos köparen. För att hantera detta tvingas parterna att skriva ineffektiva kontrakt där leverantören inte i tillräcklig mån belönas för gott arbete. Genom ny teknik kan övervaknings- och verifieringskostnader minska avsevärt och kostnaderna för dessa problem minska. Exempelvis har bilhyrningsföretag börjat använda sig av digitaliserade körjournaler för att säkerställa att fel på bilen inte beror på felmanöver av kunden. Det i sin tur minskar priset på kundförsäkringarna.

(iv) Ökat utnyttjande av privatpersoners reala och finansiella tillgångar i värdekedjan. Det blir lättare att utnyttja ”vilande”

kapital, inte minst privat kapital då transaktions- och övervakningskostnaderna för privat kapital minskar. Exempel på detta är Uber som använder sig av privata bilar i sin verksamhet och Airbnb som använder privata bostäder. Vidare har ”crowd funding” vuxit fram som en alternativ finansieringsform för annorlunda och mindre projekt.

(v) Ökat utnyttjande av (skattefritt) kundarbete i värdekedjan. Exempel på detta är banktjänster och resebokningar som idag till stor del genomförs hemifrån vilket i praktiken är skattefritt hemarbete. ”Crowd sourcing” har också blivit allt vanligare där allmänhetens kunskaper och arbetskraft används i olika former för olika projekt.

Det finns även de som menar att näringslivet just nu är i början av en mer fundamental strukturomvandling, benämnd Näringslivet (Industry) 4.0.[19], där smarta robotar kommer att kunna ersätta människor i en allt större utsträckning. Denna vision beskrivs i box 1 nedan. I en ny studie av Graetz and Michaels (2015) används data på användningen av industrirobotar i 17 länder för perioden 1993–2007. De finner att ökad robotanvändning tenderar att öka produktiviteten.

Box 1: Näringslivet 4.0 (Internet of things)[20]
Många menar att näringslivet just nu är i början av en fundamental strukturomvandling, benämnd Näringslivet (Industry) 4.0. Den fundamentalt nya aspekten i denna strukturomvandling är att den reala världen (saker) och den virtuella världen (datorer) till allt större del knyts ihop och interagerar och att artificiell intelligens (robotar) utvecklas till en allt mer sofistikerad nivå. Brynjolfsson och McAfee (2014) menar att innovationer som ”humanoida robotar”, igenkännande av tal och 3D-skrivare bara är början på utvecklingen eftersom grunden redan är lagd: framväxten av verklig, användbar artificiell intelligens och sammankoppling av människor genom digitalisering.

[19] De tre första är Mekanisering, Massproduktion och Datorisering.
[20] Denna box bygger på resonemang och fakta från Brynjolfsson och McAfee (2014), Ford (2015) och Greengard (2015).

Nya typer av sensorer som sänder och tar emot information från digitala enheter är navet i Näringslivet 4.0. Under de senaste åren har det skett en omfattande teknologiutveckling för sensorer vilket har förbättrat möjligheterna att kommunicera globalt mellan människor och maskiner i olika kombinationer. Genom att kombinera sensorer, internet och datorer förändras möjligheterna till effektiva och snabba beslut inom företag. Exempelvis har Trafikverket byggt sensorer på 13 000 km järnvägsspår som kan kommunicera med övervakningsdatorer och som kan upptäcka överbelastade bäraxlar och felaktigheter på hjul hos tåg som passerar i full hastighet. En viktig beståndsdel i Näringsliv 4.0 är kombinationen av artificiell intelligens och internet. Robotar kan ersätta människor i allt större del av företagens verksamhet. Redan idag sker en stor del av produktionen på löpande band-tillverkning av robotar. De alltmer avancerade robotarna kommer att kunna lära sig av erfarenheter och av varandra. ”Learning by doing” är inte längre bara för människor. I kombination med allt fler och bättre sensorer kommer robotar snabbt kunna ändra beteende beroende exempelvis på väderförhållanden eller energitillgång, och snabbt kunna kalibreras med en precision och hastighet som inte är möjlig för den mänskliga hjärnan.

Sammankopplingen mellan sensorer, internet och datorer innebär att mycket stora mängder information kan ligga till grund för beslut i hastigheter som är enorma jämfört med processer där den mänskliga hjärnan är inblandad. Detta ger helt nya möjligheter för företagen, men ger också upphov till en rad utmaningar för säkerhet och integritetsskydd.

Lagar och institutioner. Digitaliseringens möjlighet och risker påverkas av lagar och institutioner. Väl utformade ägande-, konkurrens- och kontraktsrättsregler runt om i världen underlättar för effektiva IKT-investeringar och har gjort det lättare att vertikalt dela upp verksamheter och därmed driva mindre enheter mer effektivt.[21] Detta gäller inte minst större företag som kan förlägga produktion utomlands eller köpa insatsvaror från företag utom-

[21] Se Anderman och Schmidt (2007).

lands. Produktivitetsvinster har härigenom kunnat realiseras. Samtidigt ställer digitaliseringen nya krav på lagar och institutioner. Hur kan ett säkert internet säkerställas? Avbrott, ”spam” och bedrägerier hämmar de positiva produktivitetseffekterna av digitaliseringen. Ett av de fundamentala problemen med att skapa säkerhet på internet är att säkerheten delvis är en kollektiv vara och därmed kommer att erbjudas i för liten omfattning (Moore och Anderson (2012) och Varian (2014)). Vidare måste lagar och institutioner anpassas till att alltmer av affärer inbegriper privata aktörerers tillgångar och handel mellan privata aktörer. Det innebär att risker flyttas från etablerade företag till privatpersoner vilka kan ha svårt att hantera dessa risker. Vad gäller exempelvis om en olycka händer i en lägenhet uthyrd via Airbnb? Kan uthyraren bli stämd och har uthyraren något försäkringsskydd? Har uthyraren kompetens att säkerställa rimliga säkerhets- och miljökrav? Vilka arbetsrättsliga regler gäller? Vilka skatteregler gäller? Detta är viktiga frågor som regelverket idag inte är utvecklat att hantera (Blix, 2015 och Felländer m.fl., 2015).

En ytterligare aspekt är förekomsten av olaglig kopiering (Peitz och Waelbroeck, 2006). Slutligen är en mer fundamental aspekt hur enskilda människors integritet kan bevaras i ett samhälle som helt är ”övervakat” genom sensorer som är uppkopplade mot datorer.

Arbetsmarknaden. Förändringar av arbetsmarknadsregleringar och arbetsmarknadsinstitutioner kan också påverka förutsättningarna för att använda digitaliseringens möjligheter. Arbetsmarknadsregleringar och arbetsmarknadsinstitutioner har ofta två syften. För det första, att lösa ineffektiviteter såsom bristande matchning mellan arbetsgivare och arbetstagare. Detta är Arbetsförmedlingen ett exempel på. För det andra syftar de till att förstärka en grupps förhandlingsposition, exempelvis fackföreningar och arbetsgivarorganisationer.

Om förändringarna i arbetsmarknadsregleringar och arbetsmarknadsinstitutioner syftar till att mildra en ineffektivitet på arbetsmarknaden innebär detta att förändringen torde ha en positiv effekt på produktiviteten. Om den däremot förstärker en grupps förhandlingsstyrka för mycket är effekten sannolikt negativ.

En rigid arbetsmarknad med centralt styrda löner för alla yrken kan försämra förutsättningarna för företagen att använda digitaliseringens möjligheter. Exempelvis, genom att ”tvinga” unga

företag att betala ”överlöner” initialt riskeras ”learning by doing”-processen att hämmas och därigenom produktivitetsutvecklingen i ekonomin. Samtidigt bör det noteras att en arbetsmarknad där de anställdas andel av det skapade överskottet ökar kan underlätta produktivt nyföretagande och affärsutveckling då ineffektiva etablerade företag snabbare slås ut.

En uppmärksammad fråga är om ökad digitalisering och automatisering kommer att leda till s.k. teknologisk arbetslöshet. Sedan den industriella revolutionen har teknologisk utveckling visat sig vara komplementär med efterfrågan på arbetskraft. Arbetskraftsdeltagandet i befolkningen har stadigt ökat under de senaste århundrandena framförallt genom att kvinnor har blivit yrkesverksamma i allt högre grad. Det finns dock tecken på att teknologiutvecklingen har ändrat karaktär under de senaste decennierna. Maskiner klarar allt fler arbetsuppgifter som det tidigare behövdes människor för att genomföra. Genom programmering kan datorer simulera en arbetsprocess som tidigare utfördes av en människa, exempelvis handlägga ett företags löneutbetalningar. Grundprincipen för datorsimulering av arbetsuppgifter har i princip inte förändrats sedan datorns födelse. Kostnaden har dock minskat avsevärt (Nordhaus, 2007). Detta har inneburit att företagen har substituerat dyr arbetskraft med den allt billigare databeräkningskraften.

De flesta arbetsuppgifter är mångfacetterade och använder en rad olika produktionsfaktorer såsom kapital, humankapital, hjärnkraft, muskelkraft, etc. Om digitaliseringen förbättrar effektiviteten för någon av dessa produktionsfaktorer kan de andra faktorerna också få ett högre ekonomiskt värde. Således är digitalisering ofta komplement till vissa andra ”inputs”. En rad studier har visat att teknologiutveckling har heterogena effekter på efterfrågan på olika typer av arbetskraft (se t.ex. Autor m.fl. (2006), Goos och Manning (2007), Acemoglu och Autor (2010), Autor och Dorn (2009; 2013) och Michaels m.fl. (2014)). Flera av dessa studier visar att ny teknologi är komplement till anställda med jobb som präglas av icke-rutinartade arbetsuppgifter och kognitiva innehåll och substitut till jobb som till stor del består av rutinartade uppgifter. Vidare har ett antal studier funnit evidens för en tilltagande

polarisering av arbetsmarknader under de senaste decennierna (”job polarization”).[22] Med detta åsyftas förbättrade sysselsättningsmöjligheter för högkvalificerade yrken med relativt sett höga löner och lågkvalificerade låglöneyrken, i kombination med sämre utveckling för yrken däremellan, främst olika tjänstemannayrken.[23]

För att förstå denna utveckling har forskningslitteraturen delat in arbetsuppgifter i tre olika kategorier: (i) rutinartade uppgifter, (ii) abstrakta uppgifter och (iii) manuella uppgifter. I tabell 2.1 illustreras de olika kategorierna och vi sammanfattar även hur dessa samvarierar med digitalisering.[24] Eftersom ett flertal av mellankvalificerade yrken kännetecknas av väldefinierade uppgifter kan de i allt högre utsträckning utföras av nya maskiner eller utföras i andra länder (så kallad offshoring). En del av den minskade relativa efterfrågan på dessa jobb är alltså en följd av digitalisering och lägre priser på datorkraft. Samtidigt innebär utvecklingen en ökning av den relativa efterfrågan på jobb som inte kännetecknas av rutinuppgifter och där arbetskraft sålunda har en komparativ fördel gentemot ny teknologi. En vanlig uppdelning av dessa jobb som används i den internationella litteraturen är abstrakta och manuella arbetsuppgifter av icke-rutinkaraktär. Dessa två grupper ligger i den övre och nedre delen av lönefördelningen

Abstrakta arbetsuppgifter kännetecknas av uppgifter som t.ex. innefattar problemlösning, hypotesprövning och intuition. Dessa är genomgående höglönejobb som kräver högre utbildning. Manuella arbetsuppgifter av icke-rutinkaraktär utgörs av yrken som kräver geografisk närhet till det som utförs och personlig interaktion. Exempel är lokalvård, servering och att köra lastbil. Många av dessa yrken är serviceyrken som finns i den nedre delen av lönefördelningen och som inte kräver formell utbildning. De är också svåra att lokalisera utomlands och det potentiella utbudet av arbetskraft för dessa yrken är stort. Sammanfattningsvis är skillnader i dessa olika typer av jobb och hur de är kopplade till

[22] Se t.ex. Goos och Manning (2007), Goos m.fl. (2009;2014), Asplund m.fl. (2011) och Adermon och Gustavsson.
[23] Förklaringar till jobbpolarisering är (i) skillnader i typ av arbetsuppgifter, (ii) graden av risk för ”offshoring” och olika globaliseringseffekter och (iii) ”skill-biased technical change” som innefattar effekter av digitalisering.
[24] Detta är en bearbetning av samband som beskrivs i olika arbeten av David Autor med medförfattare.

ökad datorisering en förklaring till uppkomsten av en alltmer polariserad arbetsmarknad.

I figur 2.2 illustrerar vi hur jobbpolarisering är kopplat till globalisering och digitalisering. Yrken som har en högre grad av rutinmässighet tenderar alltså att finnas i mitten av lönefördelningen, medan yrken som har en hög grad av manuella uppgifter tenderar att finnas i den nedre delen av lönefördelningen. Yrken som har hög grad av abstrakta uppgifter befinner sig i den högre delen av lönefördelningen.

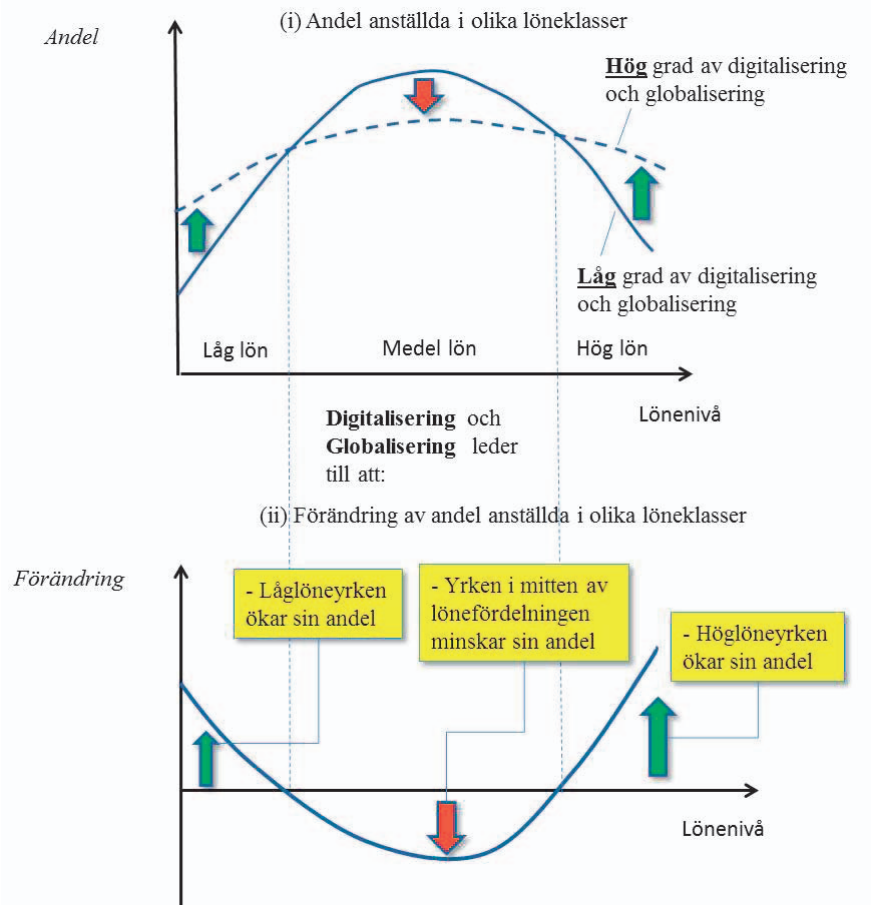
I figur 2.2(i) illustreras hur andelen anställda med rutinmässiga uppgifter minskar genom att de antingen ersätts av datorprogram och robotar eller genom att deras jobb flyttar till låglöneländer. Detta visas i figuren av att andelen jobb i mitten av lönefördelningen minskar. De som förlorar sina jobb till följd av globalisering och digitalisering kommer nu att söka sig till den lägre delen av lönefördelningen där arbetsuppgifterna är manuella och till stor del måste utföras lokalt. Det är också lättare att få jobb i den lägre delen av lönefördelningen eftersom utbildningsnivån är lägre för dessa jobb. Utbildningsnivån är högre i den övre delen av lönefördelningen vilket innebär att anställda som byter yrke från mitten av lönefördelningen måste investera flera år i högskoleutbildning, vilket är svårt för i synnerhet äldre individer. Andelen anställda i den övre delen av fördelningen kommer att öka då det blir attraktivare att välja yrken som har en hög grad av abstrakta uppgifter och som gynnas av användande av digital teknik och en globaliserad arbetsmarknad.

Figur 2.2(ii) visar förändringen av sysselsättningsandelarna över tiden. Globalisering och digitalisering minskar alltså andelen anställda i mitten av fördelningen, medan andelen anställda i både den lägre och den övre delen av lönefördelningen ökar. I den empiriska analysen kommer vi att undersöka förekomst av jobbpolarisering i Sverige.

Tabell 2.1 Ny teknologi och efterfrågan på olika typer av yrken

	Uppgiftsbeskrivning	Yrkesexempel	Potentiell effekt av digitalisering
Rutinartade uppgifter	• Regelbaserade • Repetitiva • Procedurbaserade	• Revisorer • Monteringsarbetare	• Direkt substitution
Abstrakta uppgifter	• Abstrakt problemlösning • Mental flexibilitet	• Vetenskapsmän • Advokater • Företagsledare • Läkare	• Stark komplementaritet
Manuella uppgifter	• Miljöanpassning • Interpersonlig anpassning	• Lastbilschaufförer • Säkerhetsvakter • Flygvärdinnor • Hemhjälp • Servitörer • Städare	• Begränsad komplementaritet eller substitution

Figur 2.2 Illustration av jobbpolarisering



Avslutningsvis kan vi notera att jobbpolarisering inte nödvändigtvis leder till lönepolarisering. Yrken med färre anställda kan uppvisa en förbättrad löneutveckling om den nya teknologin både är substitut och komplement till arbetskraften. Exempelvis kan skickliga byggnadsarbetare med hjälp av datoriseringsmöjligheter nu utföra mer omfattande och snabbare arbeten än för bara några år sedan. Effekterna på löneutvecklingen är också avhängiga hur arbetsutbudet förändras. Om arbetsutbudet av duktiga programmerare skulle öka mer än efterfrågan så kommer det att fungera som en motverkande effekt på löneutvecklingen.

Produktmarknadskonkurrensen. En aktiv konkurrenspolitik kan också vara avgörande för hur digitaliseringsmöjligheter kan

skapa värden för konsumenterna och för samhället i sin helhet. En viktig aspekt från ett samhällsekonomiskt perspektiv är att de privata företagens vinstmaximerande beteende inte internaliserar externaliteter. Det är framförallt på oligopolmarknader som företagen kommer att sätta för höga priser jämfört med de samhällsekonomiskt effektiva priserna. Det finns här risk att företagen agerar för att monopolisera marknader och hindra mer produktiva konkurrenter från att expandera sin verksamhet. Litteraturen har visat att en konkurrenspolitik som motverkar företagssamarbete, missbruk av dominerande ställning och förvärv drivna av marknadsmakt minskar dessa problem (se Motta (2004) och Tirole (1988)).

Norbäck och Persson (2012) och Vives (2008) visar att en konkurrenspolitik som tillåter ägaren av innovationer att hämta hem vinster från dessa, och som samtidigt håller tillbaka vinster för företag som inte innoverar, skapar hög innovations- och produktivitetsutveckling i ekonomin. Vidare kommer den del av konkurrenspolitiken som säkerställer en fungerande budkonkurrens mellan olika potentiella köpare över innovationer bli allt viktigare. Detta till följd av att digitaliseringen skapar nätverkseffekter i konsumtionen och därmed mer koncentrerade marknader. De företag som lyckas kommer då att kunna generera stora produktmarknadsvinster. Detta gör att ett fåtal företag kommer att generera en stor del av de totala vinsterna i ekonomin. I detta fall kan små företag som säljer sina innovationer under budkonkurrens till stora etablerade företag vara ett sätt att bidra till att vinstdelningen mellan små och stora företag i den nya ekonomin blir mer jämn (Norbäck m.fl., 2015).[25]

Ett allmänt tuffare konkurrenstryck genom avregleringar, förstärkta konkurrensregler och ökad internationell konkurrens kommer således att påverka den digitaliseringsdrivna företagsutvecklingen positivt så länge konkurrenstrycket inte är mycket högt redan initialt. Den positiva företagsutvecklingen orsakas dels

[25] Om denna process är effektiv kommer fler små entreprenöriella företag att startas med förhoppning att antingen växa sig stora på egna ben (s.k. gaseller) eller bli sålda till etablerade företag. Denna företagsexpansion kan leda till nyanställningar vilket också innebär att värdeökningen i näringslivet kommer fler till del. Det kan dock noteras att det finns risk att överskotten som genereras i försäljningar kan överföras till utlandet. Mer allmänt är det av vikt att skattesystemet inte missgynnar produktivt entreprenörskap (se t.ex. Henrekson och Johansson (2010) och Henrekson och Sanandaji (2014)).

av att etablerade företag måste effektivisera sin verksamhet och dels av att ineffektiva företag slås ut och nya effektiva företag träder in på marknaden.

Samtidigt kommer också digitaliseringen innebära att den internationella produktmarknadskonkurrensen ökar då företagens lokalisering i många branscher kommer att spela allt mindre roll då kunder mycket lättare kan nås via webben.

En av de fundamentala aspekterna i den digitaliserade ekonomin är att en större del av handeln sker på plattformar. Ur ett konkurrenspolitiskt perspektiv är det av stor vikt att förstå att många av de nya ”plattformsmarknaderna” är tvåsidiga. Med detta avses att plattformsoperatören interagerar både med säljare och också köpare via plattformen. Säljare kan här exempelvis vara personer som hyr ut bostäder och köpare personer som söker boende.

Utvärderingar av företagsfusioner kan bli mer komplicerade. Det räcker inte att utvärdera troliga prisförändringar på ena sidan (exempelvis de som söker bostad) av marknaden utan att ta indirekta nätverkseffekter i beaktande. Om företagsförvärvet innebär att flera aktörer kan interagera på plattformen kan det totala konsumentöverskottet (värdet för konsumenterna minus vad de faktiskt betalar) på de två marknaderna öka även om priserna ökar på den ena sidan av marknaden (exempelvis avgiften för att lägga ut sin bostadsannons på plattformen). Även tolkningen av vad som är underprissättning (priser lägre än de rörliga kostnaderna) blir mer komplicerad på en plattformsmarknad där priserna på den ena sidan av marknaden kan vara under de rörliga kostnaderna i syfte att locka till sig aktörer på denna sida vilket i sin tur ökar värdet för aktörerna på den andra sidan och möjligheten till prishöjningar där. Det låga priset skulle på en ensidig marknad kunna klassas som underprissättning i syfte att konkurrera ut rivaler men på en tvåsidig marknad kan detta vara förenligt med ett lagligt strategiskt prissättningsbeteende.[26]

En av de mer fundamentala effekterna av digitaliseringen är också framväxten av branscher med starka nätverkseffekter i konsumtionen. Detta kan leda till sämre konkurrens på produktmarknaden men också till ökad konkurrens på innovations-

[26] Se avsnitt 21.3 i Belleflamme och Peitz (2015) för en omfattande analys av policy i nätverksindustrier.

marknaden. Norbäck m.fl. (2015) visar hur budkonkurrens uppstår mellan flera etablerade företag, vilket leder till att ett säljande entreprenörsföretag får en stor del av det överskott som skapas av uppköpet. Budkonkurrensen ökar i sin tur incitamenten för att ta fram innovationer, och kan också förklara varför entreprenörer i nätverksindustrier ibland har kunnat sälja sina företag till mycket höga summor.

3 Produktivitets- och jobbutvecklingen i svenskt näringsliv 1996–2013 – en empirisk analys

I den här sektionen ger vi först en beskrivning av det datamaterial vi använder samt ger en övergripande bild av produktivitets- och sysselsättningsutvecklingen i Sverige. Därefter studerar vi hur digitaliseringen kan ha påverkat sysselsättningen och produktiviteten, där sannolikheten för att ett yrke kommer att försvinna som en följd av automatiseringen har uppskattats.

3.1 Data

Den empiriska analysen baseras på data från en omfattande databas från Statistiska centralbyrån (SCB). Databasen omfattar företags-, arbetsställe- och individdata som är sammankopplade via unika löpnummer. Med hjälp av detaljrik information om företag, arbetsställen och de individer som arbetar i företagen är det möjligt att ingående analysera frågor som berör företagens dynamik. Mer specifikt består databasen av följande delar:

(i) Individdata

Individdatasetet innehåller Sveriges officiella lönestatistik som baseras på SCB:s årliga löneundersökning och är kompletterad med en mängd registerdata. Datasetet innehåller information

om lön, arbetslivserfarenhet, utbildning, kön, yrke, sysselsättningskoder, demografisk data m.m.[27]

(ii) Företagsdata

Den finansiella statistiken innehåller en stor mängd företagsinformation, däribland detaljerad bokslutsdata, förädlingsvärde per anställd, investeringar m.m. för perioden 1990–2013. Från och med 1996 omfattar datasetet hela ekonomin medan tidigare år täcker framförallt tillverkningsindustrin. Från och med 1996 förekommer cirka 300 000 företag i datasetet.

(iii) Arbetsställedata

Data på arbetsställenivå innehåller detaljerad information om bl.a. anställdas demografi, inkomster och utbildning. Det finns även koder beträffande hopslagningar och uppdelningar av företag. Datasetet sträcker sig över åren 1990–2013 och inkluderar cirka 500 000 arbetsställen.

Analysen som baseras på sammanfogade företags-, arbetsställe- och individdata kommer att genomföras på företag med åtminstone tio anställda. Databasen omfattar företag och arbetsställen inom alla delar av den svenska ekonomin. Figur 3.1 ger en schematisk bild av hur hela ekonomin kan delas upp i näringslivet och den offentliga sektorn. Näringslivet kan i sin tur delas upp i den traditionella tillverkningsindustrin, tjänstesektorn (där tjänster inom parti- och varuhandel samt företagstjänster dominerar) och övriga sektorer (där byggsektorn dominerar). Fokus i denna rapport är utvecklingen inom näringslivet.

[27] Vi har även tillgång till den s.k. LISA-databasen som omfattar detaljerad information om samtliga personer i Sverige över tidsperioden 1990–2013.

Figur 3.1 Schematisk bild av analysen.

Nedan följer en kort beskrivning av den grundläggande utvecklingen av produktivitet och sysselsättning i svenskt näringsliv.

3.2 Produktivitetsutvecklingen i näringslivet

Figur 3.2 visar produktivitetsutvecklingen i näringslivet mätt som (i) medelvärdet av förädlingsvärdet per anställd och (ii) det sysselsättningsviktade medelvärdet av förädlingsvärdet per anställd. Genomsnittligt förädlingsvärde beräknas genom att för alla aktiva företag med åtminstone tio anställda ett givet år, beräkna det aritmetiska medelvärdet av förädlingsvärdet per anställd. Förädlingsvärde per anställd är ett vanligt förekommande produktivitetsmått. Förädlingsvärdet beräknas som produktionsvärde minus kostnader för inköpta varor och tjänster, dock inte löner och andra personalkostnader, enligt den internationella definition som SCB följer. Enkelt utryckt är förädlingsvärdet det extra värde som företagets produktionsfaktorer, såsom arbetskraft och kapital, skapar utifrån inköpta insatsvaror och tjänster och som kan fördelas till arbetstagare och till ägare av kapitalet (som vinst, som ersättning för förslitet kapital, räntor på lån, och till skatte-

betalningar).[28] Med antal anställda avses antal heltidsanställda på årsbasis (s.k. heltidsekvivalenter).

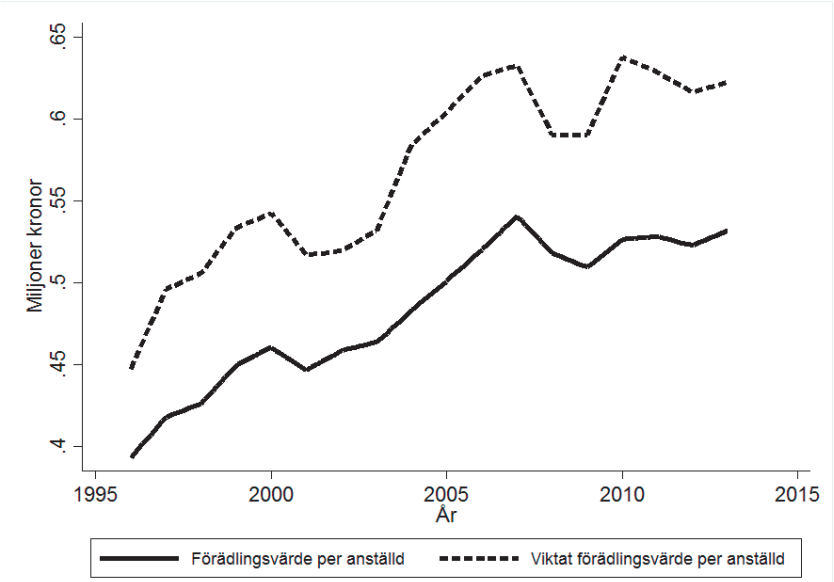
Det sysselsättningsvägda medelvärdet erhålls genom att först multiplicera ett givet företags förädlingsvärde med dess andel av sysselsättningen i näringslivet. Därefter summeras alla viktade förädlingsvärden enligt följande utryck:

$$P_t = \sum_{f \in I} s_{f,t} p_{f,t} \qquad (1)$$

där P_t är sysselsättningsviktat genomsnittligt förädlingsvärde per anställd i näringslivet år *t*, $s_{f,t}$ visar företag *f:s* andel av sysselsättningen år *t* och $p_{f,t}$ är förädlingsvärdet per anställd i företag *f* år *t*.

[28] Ett annat alternativt produktivitetsmått som ofta används är total faktorproduktivitet (TFP). Studier som använder både arbetskraftsproduktivitet och total faktorproduktivitet finner ofta liknande mönster oavsett mått på produktivitet. Detsamma gäller klassificering av företag; produktiva företag är produktiva oavsett vilket mått som används. Se t.ex. Syverson (2011) för en diskussion om olika produktivitetsmått.

Figur 3.2 **Produktivitetsutvecklingen i näringslivet 1996–2013 mätt som (i) genomsnittligt förädlingsvärde per anställd och (ii) sysselsättningsviktat förädlingsvärde per anställd.**



Genom att mäta produktiviteten som sysselsättningsviktat genomsnittligt förädlingsvärde tar vi hänsyn till skillnader i storlek mellan företag. I figur 3.2 ser vi att det viktade förädlingsvärdet är högre än det oviktade vilket indikerar att företag som har högre förädlingsvärde per anställd också har fler anställda. Detta är i linje med våra förväntningar; mer produktiva företag är mer konkurrenskraftiga, och bör därigenom kunna öka sin försäljning och ta marknadsandelar, vilket kräver fler anställda. Med fler anställda får företag med högre produktivitet också en större vikt i det viktade medelvärdet (som ges av ekvation 1).

Oavsett om vi väljer det viktade eller oviktade genomsnittliga förädlingsvärdet per anställd som vårt produktivitetsmått, finner vi i figur 3.2 att näringslivets genomsnittliga produktivitet följer konjunkturens skiftningar.[29] Med undantag för en tillfällig minskning efter millenniumskiftet i efterdyningarna av IT-krisen, finner vi en lång produktivitetsuppgång som fortgår till finans-

[29] Utvecklingen i figur 3.2 visar ett liknande mönster som aggregerad data på förädlingsvärde per arbetad timme. En skillnad är att vi finner en något svagare utveckling i samband med IT-krisen.

krisen 2008. Därefter ser vi en snabb uppgång som sedan ser ut att ha ebbat ut (baserat på att vårt slutår är 2013). Jämför vi den viktade produktiviteten med den oviktade ser vi att den storleksviktade produktiviten till och med minskar, vilket indikerar att det är i företag med fler antal anställda som produktivitetsutvecklingen saktat in. Om vi jämför med produktivitet per arbetad timme i näringslivet kan man påvisa en liknande utveckling.

3.3 Sysselsättningsutvecklingen i näringslivet

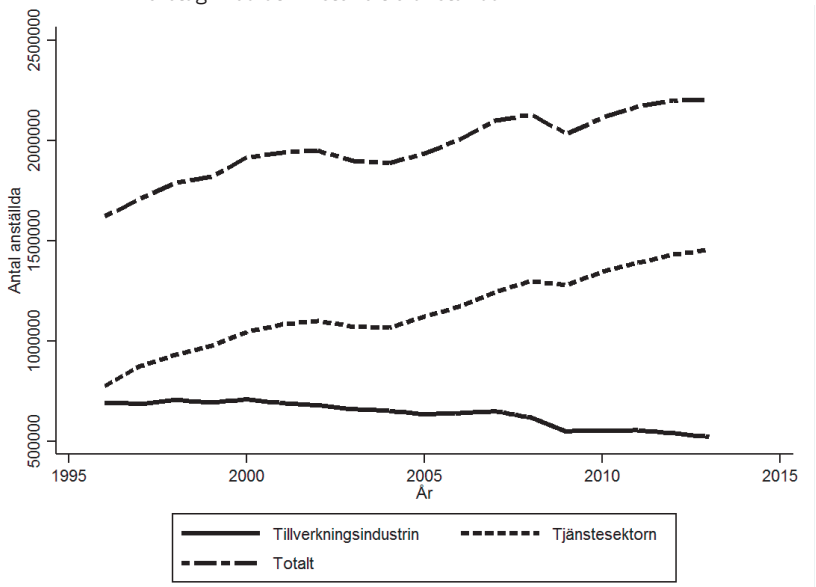
Vi övergår nu till sysselsättningsutvecklingen i svenskt näringsliv under perioden. Figur 3.3 visar på en ökande sysselsättning i näringslivet under perioden 1990–2013.[30] Sysselsättningen i näringslivet följer vidare konjunkturens skiftningar: vi ser en nedgång under l990-talskrisen, därefter en lång uppgång som avslutas med avmattningen under den begynnande finanskrisen.

I figur 3.3 framgår också att sysselsättningsökningen i näringslivet uteslutande drivs av att sysselsättningen ökar inom tjänstesektorn. Tillverkningsindustrin uppvisar däremot en minskning av sysselsättningen. Under perioden 1996–2013, som inte innefattar kostnadskrisen i början av 1990-talet, ökar tjänstesektorn med runt 400 000 jobb medan tillverkningsindustrin minskar med cirka 100 000 jobb.[31] Detta visar på det ökade inslaget av tjänsteproduktion inom den svenska ekonomin under senare år. Det bör noteras att en del av denna utveckling härrör från ändrade affärsmodeller där yrken inom tillverkningsindustrin har flyttats till industrinära tjänster.

[30] Notera att figuren visar på utvecklingen i näringslivet för företag med åtminstone tio anställda.
[31] Data på branschtillhörighet på företagsnivå finns enbart fr.o.m. år 1996. Se Hammarberg, Heyman, Norbäck och Persson (2013) för figurer på arbetsställenivå där information om branschtillhörighet finns för hela perioden 1990–2009.

Figur 3.3 Sysselsättningsutvecklingen i näringslivet 1996–2013.

Företag med åtminstone tio anställda



3.4 Digitalisering och jobbutveckling i näringslivet

Efter denna korta beskrivning av hur sysselsättning och produktivitet utvecklats under de senaste 20 åren kommer vi nu att undersöka digitaliseringens roll. Digitalisering kan förstås mätas på en mängd olika sätt. Det mått som vi kommer att använda oss av har sitt ursprung i en studie av Frey och Osborne (2013) där forskarna försöker beräkna sannolikheten för att ett jobb kommer att kunna ersättas av datorer eller robotar. När vi sedan undersöker hur digitaliseringen påverkat produktivitetsutvecklingen kommer vi att försöka se om det finns ett samband mellan den genomsnittliga automatiseringssannolikheten i ett företag (mätt utifrån den genomsnittliga sannolikheten för de anställda i ett företag) och dess produktivitet. Innan vi går in på detaljer i denna analys kommer vi först att beskriva Frey och Osbornes mått på automatiseringssannolikhet och sedan undersöka om det finns något samband mellan automatiseringssannolikheter, sysselsättning och löner för olika typer av yrken.

3.5 Metod för att beräkna automatiseringssannolikheter

Beräkningarna av sannolikheter för att enskilda yrken ska datoriseras, dvs. att de kommer att ersättas av datorer eller robotar, utgår från en studie av Frey och Osborne (2013). Frey och Osborne skattar sannolikheter för 702 yrken på den amerikanska arbetsmarknaden för år 2010. Deras huvudresultat är att cirka 47 procent av den totala sysselsättningen i USA löper en risk att automatiseras. Högst risk beräknas för yrken inom transport och logistik, inom kontor och administration och för olika yrken inom produktion. Den skattade risken ska på yrkesnivå tolkas som att ett enskilt yrke riskerar att automatiseras inom en tämligen snar framtid, t.ex. inom 10 till 20 år.

Frey och Osborne använder både en objektiv och en subjektiv bedömning av sannolikheten för att ett yrke ska automatiseras. Den objektiva bedömningen utgår ifrån kombinationer av kunskaper, färdigheter och förmågor. Utifrån dessa kombinationer skattas en objektiv rangordning av yrken. Den subjektiva rangordningen kategoriserar och delar upp yrken med utgångspunkt i de olika arbetsuppgifter de innebär.

Bedömningarna utgår ifrån de olika egenskaper som ett yrke kräver och information om kvalifikationer som krävs kommer från *O*NET*. *O*NET* är en onlinetjänst som utvecklats av *US Department of Labor* och innefattar mycket detaljerad och uppdaterad information om aktiviterer förknippade med olika yrken. Databasen omfattar data på nästan 1 000 yrken. För yrkena finns information om nästan 300 variabler.

De olika yrkena kräver olika egenskaper, innefattande kombinationer av kunskaper, färdigheter och förmågor, och består av olika uppgifter och användandet av diverse metoder. Informationen beskriver det dagliga arbetet, kompetensen och intressen hos den typiska utföraren av de olika yrkena. Alla dessa beskrivande variabler är organiserade i sex olika huvudområden: kännetecken hos utföraren, krav på utföraren, erfarenhetskrav, yrkesspecifik information, kännetecken i arbetskraften och yrkeskrav.

De specifika arbetsbeskrivningarna från *O*NET* möjliggör för Frey och Osborne att: (a) utifrån mixen av kunskap, färdigheter och förmågor genomföra en objektiv rangordning av yrken; samt

(b) subjektivt klassificera och dela upp yrken med utgångspunkt i de olika arbetsuppgifter de innebär. För att slutligen få fram en sannolikhet för varje yrke används regressionsanalys som identifierar faktorer som försvårar eller minskar möjligheten att datorisera ett yrke. Baserat på denna analys får författarna fram en sannolikhet för automatisering av varje yrke som är mellan noll och ett (se Frey och Osborne (2013) för detaljer).

De beräknade sannolikheterna i Frey och Osborne (2013) baseras på amerikanska yrken klassificerade enligt den amerikanska klassificeringen SOC2010. Denna yrkesindelning används inte i Sverige eller EU. Detta innebär att beräkning av sannolikheter på svenska yrken försvåras p.g.a. att vi har en annan yrkesklassificering (SSYK96). Tyvärr existerar det inte någon direkt översättningsnyckel mellan SOC2010 och SSYK96. Ett alternativ som används i denna rapport är att översätta den amerikanska koden via en europeisk kod, ISCO08, som i sin tur går att översätta till SSYK96.[32] Dock är SOC2010 genomgående mer finfördelad än både ISCO08 och SSYK96. Ibland kan ett yrke i det europeiska systemet motsvaras av flera amerikanska yrkeskoder, men det förekommer även det motsatta. För att ta hänsyn till detta används sysselsättningsdata från USA (*Bureau of Labor Statistics, BLS*) och från SCB för att skapa vikter som används när det inte finns ett 1:1-förhållande mellan amerikanska och europeiska yrken.[33] Översättningen mellan ISCO08 och SSYK96 har skett via den nya svenska yrkesklassificeringen SSYK2012. SSYK2012 är mycket lik ISCO08, men skillnader finns. I dessa fall har olika metoder använts för att kunna översätta yrkeskoderna.

I appendix A presenterar vi de översatta automatiseringssannolikheter på både 2-siffer och 3-siffernivå, där 2-siffernivå innebär att vi använder en mer aggregerad och mindre detaljerad yrkesindelning. Det mått som används i rapporten baseras på sysselsättningsvikter från SCB och amerikanska BLS för 2012. Vi har även beräknat automatiseringssannolikheter för andra år (2010, 2011 och 2013) och finner att resultaten inte påverkas av detta. Vi har även beräknat alternativa automatiseringssannolikheter där vi

[32] Se http://www.bls.gov/soc/soccrosswalks.htm för en översättningsnyckel mellan ISCO08 och SOC2010.
[33] Vi är tackamma för hjälp av Johan Kreicbergs med implementering av denna metod. Se Fölster (2014) för mer information.

istället för sysselsättningsvikter tar medelvärden respektive medianen av automatiseringssannolikheter i de fall där våra svenska yrken inte helt korresponderar mot de amerikanska. Återigen är resultaten tämligen oförändrade av dessa alternativa metoder.[34]

Eftersom risken för automatisering potentiellt kan vara kopplat till andra yrkesegenskaper så har vi även använt oss av andra mått som karakteriserar yrken. Två sådana som uppmärksammats i den internationella litteraturen är mått på i vilken mån arbetsuppgifter är rutinartade och risk för utlokalisering av arbeten (s.k. offshoring). Vi diskuterar dessa nedan.

3.5.1 Mått på graden av rutin för ett yrke (RTI)

Vårt mått på i vilken mån yrken kan karakteriseras i termer av graden av rutin är identiskt med mått som används i Autor (2013), Autor and Dorn (2013), Autor m.fl. (2013) och Goos m.fl. (2014). Måttet, som benämns RTI (*Routine Task Intensity*), baseras på detaljerad information om yrken och vilka arbetsuppgifter som ingår i olika yrken.[35]

RTI är tillgängligt på 2-siffernivå enligt SSYK96. Ett högre värde anger att yrket karakteriseras mer av rutin. Högst värde har diverse kontorsarbeten (SSYK96=41) och lägst har ledningsarbete i mindre företag (SSYK96=13).

3.5.2 Mått på graden av risk för lokalisering utomlands

Vårt mått på i vilken mån yrken kan lokaliseras utomlands (offshorability) är identiskt med det mått som använts i t.ex. Goos m.fl. (2014) och som ursprungligen kommer från Blinder and Krueger (2013). Även detta mått är tillgängligt på 2-siffernivå

[34] Översättningen av de skattade sannolikheterna till svenska förhållanden bygger delvis på ett antagande om liknande teknologi i USA och Sverige. För att ta hänsyn till detta och skillnader över tiden har vi som beskrivits ovan skattat sambanden på flera olika sätt vilket resulterat i skattningar som är mycket lika oavsett den metod som använts. En ytterligare aspekt kring översättningen är skillnader i relativlöner i USA och i Sverige. Det är inte självklart hur dessa på ett systematiskt sätt kan påverka skattningarna. Vi har dock inte haft möjlighet att undersöka detta närmare i denna rapport.

[35] Grunden för måttet är ett mått som ursprungligen kommer från Autor m.fl. (2003) och Autor m.fl. (2006; 2008).

enligt SSYK96. Goos m.fl. (2014) presenterar resultat som visar att detta ”offshoring-mått” förefaller mäta lokalisering utomlands på ett tillförlitligt sätt. Bl.a. finner de ett starkt samband mellan måttet och mått på faktisk offshoring, baserat på amerikanska data. Ett högre värde anger en högre risk för lokalisering utomlands. Högst risk har maskinoperatörs- och monteringsarbete (SSYK96=82) och lägst risk har transport- och maskinförararbete (SSYK96=83).

3.6 Resultat

Vi börjar med att studera hur stor andel av sysselsättningen som riskerar att försvinna genom automatisering. Detta görs som beskrivits ovan genom att koppla samman automatiseringssannolikheten (sannolikheten för att yrket försvinner inom 10 till 20 år) framtagen av Frey och Osborne, med olika yrken och sedan studera hur sysselsättningsutvecklingen samvarierar med automatiseringssannolikheten. Appendix A redovisar grundresultat på olika aggregeringsnivåer (3- och 2-siffernivå).

Studerar vi yrken på 3-siffernivå ser vi att yrken som fotomodeller, bokförings- och redovisningsassistenter, maskinoperatörer, biblioteksassistenter och kassapersonal är yrken med högst skattade sannolikhetsrisker. I botten ligger däremot yrken som högre ämbetsmän och politiker, speciallärare, andra pedagoger med teoretisk specialistkompetens, präster och lantmästare, skogsmästare m.fl. Detta är yrken med lägst risk att bli automatiserade enligt den metod som använts.

Låt oss nu dela upp våra yrken i tre grupper med avseende på automatiseringssannolikhet (baserat på 3-siffernivå enligt siffror i appendix A). I en första grupp med *låg* automatiseringssannolikhet finns yrken där risken att yrket kommer att försvinna genom automatisering är *lägre* än 30 procent. I en andra grupp finns yrken där automatiseringssannolikheten är *mellan* 30 procent och 70 procent. I en sista högriskgrupp finns yrken där risken är *högre* än 70 procent. Tabell 3.1 visar hur stor andel av den totala sysselsättningen i Sverige som finns i respektive riskgrupp år 2012.

Tabell 3.1 Andel av sysselsättningen i respektive riskgrupp år 2012.

	Låg (<30%)	Mellan (30–70%)	Hög (>70%)
Hela ekonomin	27,0	34,4	38,7
Näringslivet	18,5	32,3	49,3

Källa: Beräkningar utifrån data från SCB och Bureau of Labour Statistics.

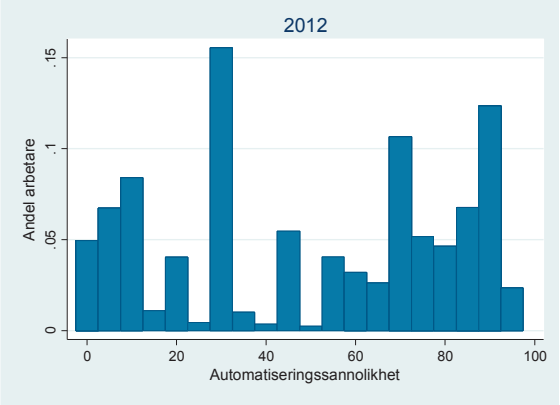
Den första raden visar resultat för *hela ekonomin*, det vill säga, den offentliga sektorn och näringslivet.[36] År 2012 återfanns ungefär 40 procent av sysselsättningen i hela ekonomin i högriskgruppen. En något mindre andel fanns i mellanriskgruppen. Ungefär var fjärde anställd befann sig i lågriskgruppen. Tre av fyra jobb återfanns alltså i yrken med medel eller hög risk för automatisering.

Den andra raden i tabellen visar siffror för *näringslivet*.[37] Andelen anställda i högriskyrken är högre i näringslivet än i hela ekonomin. Utesluter vi den offentliga sektorn finns nu vartannat jobb i högriskgruppen. Näringslivet har också en betydligt lägre andel jobb i lågriskgruppen.[38] År 2012 fanns fyra av fem jobb i yrken med medel- eller hög risk för automatisering i näringslivet.

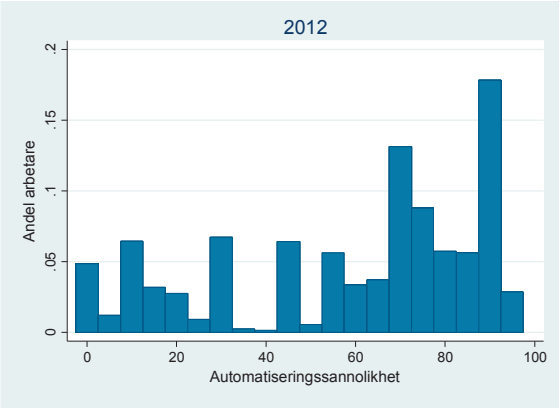
I figur 3.4 används en mer finfördelad uppdelning. I varje panel är automatiseringssannolikheten uppdelad i tjugo grupper med stigande sannolikhet (5-procentsintervall, 0–5 procent, 6–10 procent osv) längs den horisontella axeln. För varje riskgrupp visas dess andel av sysselsättningen. Återigen är bilden att inom näringslivet finns en större andel av jobben inom yrken med högre automatiseringssannolikhet än i hela ekonomin (panel (i) och (ii)). Detta speglar förmodligen att inom vård och omsorg, som står för många jobb i den offentliga sektorn, finns inte samma potential för automatisering. I den fortsatta framställningen kommer vi att fokusera på hur utvecklingen sett ut i näringslivet.

[36] Sannolikheterna här utgår från sysselsättningsdata för hela ekonomin från SCB och BLS.
[37] Här används amerikanska sysselsättningsvikter som kommer från sysselsättningsdata som täcker hela den amerikanska ekonomin.
[38] Vi får liknande siffor även när vi baserar de amerikanska sysselsättningsvikterna på data från privat sektor i USA.

Figur 3.4 Andel jobb som finns i olika riskgrupper, 2012.



(i) Hela ekonomin



(ii) Näringslivet

Källa: Beräkningar utifrån data från SCB och Bureau of Labor Statistics (BLS).

3.6.1 Sysselsättning och automatisering: utveckling över tiden

Låt oss nu studera hur utvecklingen sett ut över tiden. Vi använder oss nu av individdata från SCB (se beskrivning ovan), där vi kan studera ett stort urval av individer under perioden 1996–2013 genom att sammanföra automatiseringssannolikheten för olika yrken med individernas yrkeskoder.

I ett första steg undersöker vi hur sysselsättningsfördelningen över våra tre riskgrupper har förändrats över perioden 1996–2013

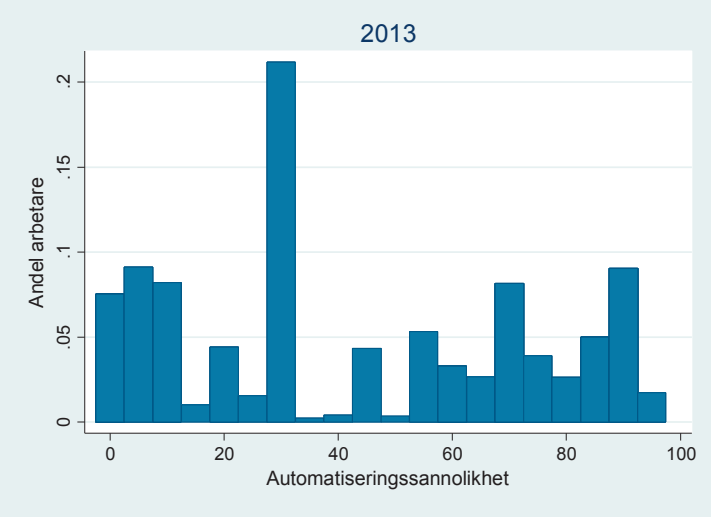
för anställda i hela ekonomin. Tabell 3.2 visar att över hela tidsperioden har andelen jobb som återfinns i högriskgruppen minskat med ungefär 18 procentenheter, samtidigt som andelen av sysselsättningen som återfinns i gruppen med låg risk har ökat med ungefär 12 procentenheter. Andelen med medelhög risk för automatisering har ökat med ungefär 6 procentenheter.

Sammantaget indikerar tabell 3.2 att risken för att befintliga jobb ska försvinna genom automatisering ser ut att ha minskat över tiden. Detta torde vara en effekt av strukturomvandlingen som under lång tid ägt rum i Sverige och som accelererade efter krisen i början av 1990-talet. Figur 3.5 ger en ytterligare illustration genom att visa fördelningen av sysselsättningen för år 2013.

Tabell 3.2 Andel av sysselsättningen i olika riskgrupper, 1996-2013. Hela ekonomin.

	Låg (<30%)	Mellan (30–70%)	Hög (>70%)
1996	0,202	0,317	0,481
1997	0,263	0,378	0,359
1998	0,269	0,380	0,351
1999	0,275	0,385	0,340
2000	0,269	0,376	0,355
2001	0,274	0,377	0,349
2002	0,275	0,378	0,347
2003	0,281	0,374	0,345
2004	0,285	0,379	0,336
2005	0,290	0,378	0,331
2006	0,292	0,375	0,333
2007	0,297	0,373	0,329
2008	0,300	0,379	0,321
2009	0,308	0,383	0,309
2010	0,306	0,379	0,314
2011	0,308	0,385	0,307
2012	0,314	0,380	0.306
2013	0,318	0,377	0,304
Δ1996-2013	**0,116**	**0,061**	**-0,177**

Figur 3.5 Fördelning av sysselsättningen utifrån sannolikhet för automatisering i hela ekonomin år 2013.



Not: I kategorin 30-35 procent ingår SSYK-koderna 312, 314, 344 och 513. 513 består av vård- och omsorgspersonal och är gruppen med flest antal anställda.

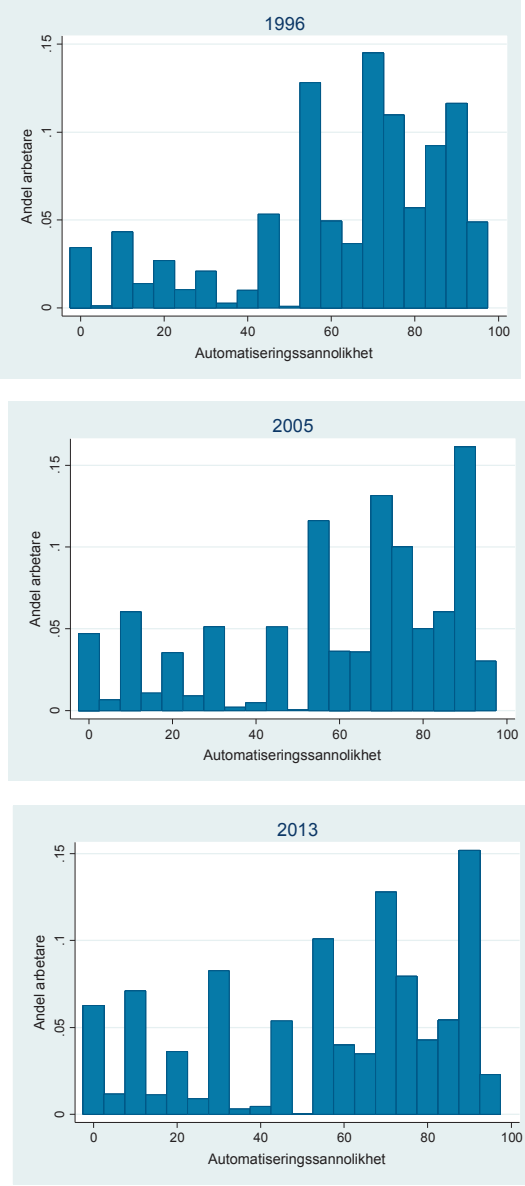
Vi kan också studera sysselsättningsutvecklingen för anställda som kan kopplas till företag med åtminstone tio anställda i näringslivet.[39] Tabell 3.3 visar utvecklingen över tiden för våra tre riskgrupper. Vi ser samma tendens som i tabell 3.2: andelen i högriskgruppen minskar medan andelen i lågriskgruppen ökar. Automatiseringssannolikheten är dock generellt högre. Figur 3.6 visar hur fördelningen av sysselsättningen skiftar över tiden för individer som arbetar i företag i näringslivet. Återigen noterar vi att det över tiden återfinns en markant mindre andel av de sysselsatta i högriskyrken och en allt större andel i medel- eller lågriskyrken.

[39] Vi har även tagit fram resultat för anställda i näringslivet utan syselsättningsrestriktion. Dessa resultat är mer eller mindre identiska som de vi får när vi studerar anställda i företag med åtminstone tio anställda.

Tabell 3.3 **Andel av sysselsättningen i olika riskgrupper, 1996-2013. Individer kopplade till företag i näringslivet med åtminstone tio anställda.**

	Låg (<30%)	Mellan (30–70%)	Hög (>70%)
1996	0,130	0,302	0,568
1997	0,129	0,286	0,585
1998	0,139	0,283	0,578
1999	0,152	0,283	0,565
2000	0,147	0,288	0,565
2001	0,156	0,287	0,557
2002	0,154	0,291	0,555
2003	0,160	0,278	0,561
2004	0,166	0,304	0,530
2005	0,169	0,297	0,534
2006	0,170	0,296	0,534
2007	0,176	0,298	0,526
2008	0,187	0,309	0,504
2009	0,200	0,314	0,486
2010	0,195	0,312	0,493
2011	0,193	0,322	0,485
2012	0,200	0,322	0,478
2013	0,201	0,320	0,479
∆1996-2013	**0,072**	**0,018**	**-0,089**

Figur 3.6 **Fördelning av sysselsättningen inom näringslivet över sannolikhet för automatisering över åren 1996, 2005 och 2013. Individer som kan kopplas till företag i näringslivet med åtminstone tio anställda.**



Vi kan också studera samvariationen mellan automatiseringssannolikheter och sysselsättningsutveckling på detaljerad nivå. Figur 3.7 redovisar siffror för yrken på 2-siffernivå (SSYK2). Är det så att yrken med relativt höga skattade automatiseringssannolikheter har haft en sämre sysselsättningsutveckling är yrken med relativt lägre skattade sannolikheter? Vårt huvudsakliga mått på sysselsättningsutvecklingen för olika yrken är *förändringen i andelen sysselsatta i ett yrke j över perioden t till t+s*, ΔSj, definierat som:

$$\Delta s_j = \frac{L_{j,t+s}}{L_{t+s}} - \frac{L_{j,t}}{L_t} \qquad (2)$$

där $L_{j,t}$ är antal anställda i yrke j vid tidpunkten t. Figur 3.7 visar förändringar i olika yrkens andel av sysselsättningen mellan 1996 och 2013 och deras automatiseringssannolikhet. I figuren undersöks sambandet under antagande av ett linjärt samband. I figuren redovisar vi regressionslinje och ett 95-procentigt konfidensintervall.[40]

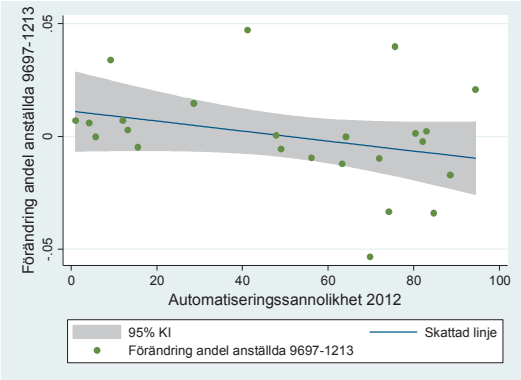
De översta figurerna visar förändringen i andel anställda över hela perioden 1996–2013 som förändringen i andel sysselsatta mellan ett genomsnitt över startåren 1996–1997 och ett genomsnitt över slutåren 2012–2013.[41] De mellersta figurerna visar förändringen från mitten av vår tidsperiod (genomsnittet över 2005–2006) till slutet av tidsperioden (genomsnittet över 2012–2013). Slutligen undersöker vi i de nedersta figurerna hur mönstret ser ut i början av tidsperioden. Här visas förändringen från genomsnittet över 1996–1997 till genomsnittet över 2003–2004.

Figur 3.7 visar på ett negativt samband mellan automatiseringssannolikhet och förändringen i andel sysselsatta – ju större automatiseringssannolikhet ett yrke har, desto sämre har sysselsättningsutvecklingen i termer av yrkets andel av den totala sysselsättningen varit. Detta behöver inte betyda att antalet yrkesutövare har minskat – om den totala sysselsättingen ökar, kan

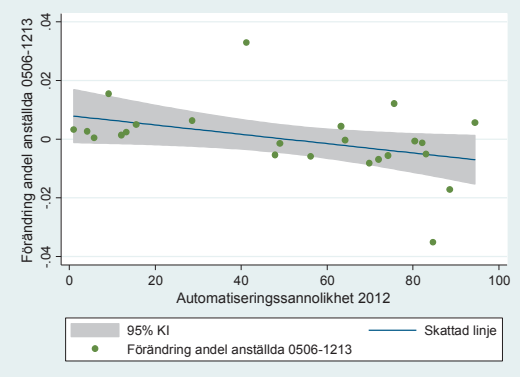
[40] Vi har även studerat sambandet under antagande om ett kvadratiskt samband. Detta gäller samtliga figurer i rapporten där vi redovisar linjära samband.
[41] Skälet till att vi använder genomsnitt över två år är att inte vara för beroende av enskilda år. Resultaten är mer eller mindre identiska när vi istället analyserar enskilda år.

antalet personer i yrket öka. Men yrkets andel av den totala sysselsättningen har minskat. En jämförelse mellan delfigur (ii) och delfigur (iii) tyder på ett något starkare negativt samband under den senare tidsperioden.[42]

Figur 3.7 Förändringen i andel sysselsatta i ett visst yrke och yrkets automatiseringssannolikhet. Yrken på två-siffernivå (SSYK2).

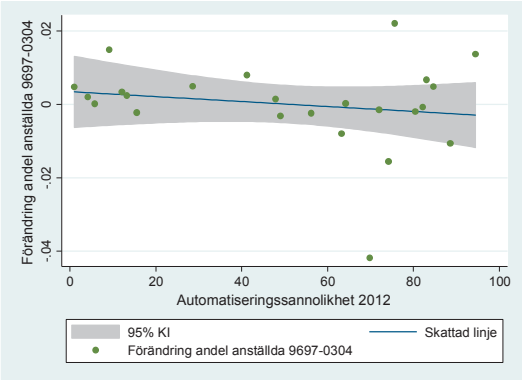


(i) Förändring i andelen sysselsatta mellan (genomsnitt över) 1996–1997 och (genomsnitt över) 2012–2013, observationer med linjärt samband och konfidensintervall.



(ii) Förändring i andelen sysselsatta mellan (genomsnitt över) 2005–2006 och (genomsnitt över) 2012–2013, observationer med linjärt samband och konfidensintervall.

[42] Även Fölster (2014) finner starkare resultat under senare år.



(iii) Förändring i andelen sysselsatta mellan (genomsnitt över) 1996–1997 och (genomsnitt över) 2003–2004, observationer med linjärt samband och konfidensintervall
Not: Figurerna exkluderar yrken med få observationer.

3.6.2 Automatiseringssannolikheten i olika branscher

Finns det då skillnader mellan branscher vad gäller automatiseringssannolikheter? Tabell 3.4 illustrerar den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för olika branscher för åren 1996, 2005 och 2013. Den *genomsnittliga automatiseringssannolikheten* i en bransch h vid en tidpunkt t kan skrivas som:

$$\overline{Aut}_{ht} = \sum_{j \in h} Andel_{hjt} \; x \; Aut_j \qquad (3)$$

där $Andel_{hjt}$ visar andelen av sysselsättningen i en bransch h som har yrket j vid en tidpunkt t och Aut_j är automatiseringssannolikheten för yrket j.

Tabell 3.4 visar att anställda inom hotell- och restaurangbranschen löper störst risk för att förlora sin anställning till följd av ökad automatisering. Anställda inom utbildningssektorn löper lägst risk. Studeras förändringen över tiden minskar i allmänhet sannolikheten för automatisering något. Den i särklass största minskningen av risken finns inom Hälso och sjukvård, följt av Utbildning och Tillverkning och Utvinning av mineraler. Inom Hotell och restaurangverksamhet finns en liten ökning av automatiseringssannolikheten.

Dessa förändringar drivs alltså av hur kompositionen av yrken förändrats över tidsperioden, då automatiseringssannolikheten för

ett enskilt yrke inte varierar över tiden utan är skattad för år 2012. Minskningen av automatiseringssannolikheten inom Hälso- och sjukvård och inom utbildning drivs alltså av att andelen jobb med lägre automatiseringssannolikhet minskar.

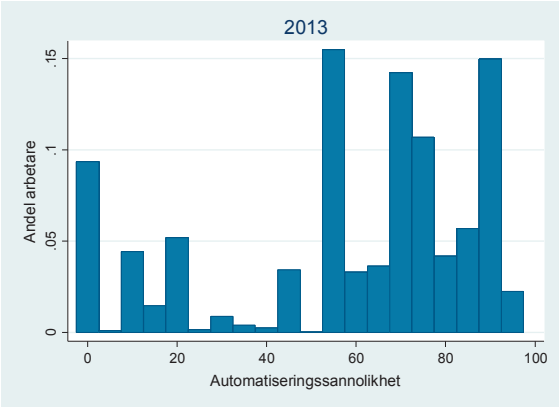
Tabell 3.4 Automatiseringssannolikhet fördelat på branschtillhörighet för åren 1996, 2005 och 2013.

	Genomsnittlig automatiseringssannolikhet (%)		
Bransch	**1996**	**2005**	**2013**
Hotell- och restaurangverksamhet	77,0	78,1	79,7
Transport, magasinering och kommunikation	72,8	69,5	69,2
Parti- och detaljhandel	72,6	73,9	72,6
Tillverkning och utvinning av mineral	67,3	64,9	60,7
Hälso- och sjukvård	42,4	35,6	34,3
Utbildning	26,6	20,2	21,1

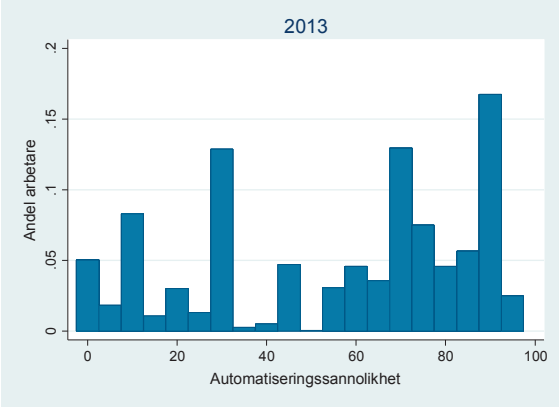
Om vi delar upp sysselsättningen i våra tre riskgrupper och studerar utvecklingen över tiden i tillverkningsindustrin och tjänstesektorn visar tabell 3.5 att automatiseringssannolikheten har minskat i både tillverkningsindustrin och tjänstesektorn.

Risken att förlora jobbet är generellt något högre inom tillverkningsindustrin än inom tjänstesektorn. Andelen anställda i lågriskgruppen är större inom tjänstesektorn i början av tidperioden. I slutet av perioden närmar sig andelen lågriskjobb inom tillverkningsindustrin andelen lågriskjobb inom tjänstesektorn. Studerar vi fördelningarna mer detaljerat, finner vi att andelen lågriskjobb fördubblats i tillverkningsindustrin. Andelen jobb med medelrisk förändras inte i tillverkningsindustrin, medan andelen jobb med medelrisk ökar i tjänstesektorn. Figur 3.8 belyser ytterligare att en större andel av jobben inom tillverkningsindustrin finns i yrken med högre automatiseringssannolikhet.

Figur 3.8 **Fördelning av sysselsättningen över sannolikhet för automatisering inom tillverkningsindustrin och tjänstesektorn 2013.**



(i) Tillverkning



(ii) Tjänster

Tabell 3.5 Andel av sysselsättningen i olika grupper fördelade på tillverkningsindustri och tjänster, 1996–2013.

	Tillverkning			Tjänster		
	Låg	Mellan	Hög	Låg	Mellan	Hög
1996	**0,113**	**0,270**	**0,617**	**0.153**	**0,260**	**0,587**
1997	0,180	0,239	0,653	0,156	0,257	0,588
1998	0,115	0,236	0,649	0,169	0,261	0,570
1999	0,127	0,237	0,637	0,180	0,266	0,555
2000	0,119	0,233	0,648	0,176	0,278	0,546
2001	0,126	0,238	0,636	0,187	0,267	0,546
2002	0,128	0,242	0,630	0,180	0,273	0,547
2003	0,135	0,234	0,631	0,187	0,254	0,559
2004	0,153	0,228	0,618	0,187	0,301	0,511
2005	0,158	0,239	0,603	0,189	0,278	0,533
2006	0,159	0,238	0,603	0,187	0,276	0,537
2007	0,166	0,239	0,595	0,193	0,280	0,527
2008	0,175	0,255	0,569	0,202	0,290	0,507
2009	0,194	0,266	0,539	0,212	0,293	0,495
2010	0,193	0,258	0,549	0,207	0,258	0,509
2011	0,195	0,265	0,540	0,201	0,300	0,499
2012	0,200	0,266	0,535	0,208	0,302	0,490
2013	**0,207**	**0,274**	**0,520**	**0,206**	**0,296**	**0,499**
Δ1996–2013	0,094	0,003	-0,97	0,052	0,036	-0,088

3.6.3 Automatiseringssannolikhet och utbildning

Vi övergår nu till att studera sambandet mellan automatiseringssannolikhet och utbildning. Tabell 3.6 indikerar ett starkt negativt samband mellan utbildningsnivå och automatiseringssannolikhet – ju lägre utbildning en individ har desto högre risk för att förlora jobbet till följd av automatisering.

I tabell 3.6 beräknas den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för alla anställda inom sju grupper med stigande utbildningsnivå. Ser vi till sifforna för 1996 finner vi att sannolikheten att förlora jobbet till följd av automatisering var nästan fyra gånger högre för en person med enbart grundskola eller liknande, jämfört med en person som har disputerat. En kandidatexamen halverar automatiseringssannolikheten jämfört med en gymnasieutbildning som varar kortare än tre år.

Studerar vi utvecklingen över tiden, finner vi att den genomsnittliga automatiseringssannolikheten minskat för grupperna som har mindre än tre år med gymnasieutbildning och för gruppen med forskarutbildning. Däremot har sannolikheten ökat något för grupperna med treårig gymnasieutbildning och med eftergymnasial utbildning förutom forskarutbildning. I de senare grupperna har det alltså skett en expansion av yrken vars arbetsuppgifter i framtiden kan komma att ersättas av datorprogram och robotar. I gruppen med eftergymnasial utbildning kortare än tre år finner vi en ökning av automatiseringssannolikheten med nästan 6 procentenheter.

Tabell 3.6 Automatiseringssannolikhet fördelad på utbildning och år.

Utbildningsnivå	Beskrivning	Automatisering, %		
		1996	2005	2013
1	Förgymnasialutbildning kortare än 9 år	73,9	73,5	70,0
2	Förgymnasialutbildning 9 år (motsvarande)	73,8	73,1	70,9
3	Mindre än 3 år avklarad av gymnasieutbildning	71,5	69,1	65,9
4	Gymnasial utbildning	62,6	65,1	64,5
5	Eftergymnasialutbildning, kortare än 3 år	46,2	51,4	52,1
6	Eftergymnasialutbildning, 3 år eller längre	34,4	37,5	36,1
7	Forskarutbildning	22,7	19,1	19,2

I tabell 3.7 visas hur sysselsättningen varierar över utbildningsnivå och automatiseringssannolikhet. Panel (i) visar hur sysselsättningen mätt som andel av den totala sysselsättningen varierar över utbildning och automatiseringssannolikhet 1996. Panel (ii) visar hur sysselsättningen varierar över utbildning och automatiseringssannolikhet 2013. Slutligen visar Panel (iii) förändringen i andelen sysselsatta mellan 1996 och 2013 för varje kombination av utbildningsnivå och automatiseringssannolikhet.

Panel (i) och (ii) visar hur tyngdpunkten av fördelningen finns för individer med medelhög utbildning och medel- eller hög automatiseringssannolikhet. Från Panel (iii) ser vi att sysselsättningsandelen generellt ökar för högutbildade – men ökningen är i särklass störst för högutbildade med låg automatiserings-

sannolikhet. Den största minskningen finns i gruppen med låg utbildning med hög automatiseringssannolikhet.

Panel (iii) antyder att utbildning kan minska risken att ”drabbas” av automatisering. Samtidigt visar Panel (iii) att detta inte är helt entydigt. Om vi ser till hela ökningen av sysselsättningsandelen för högutbildade över perioden 1996–2013 som är ungefär 12 procentenheter, kommer hälften av denna ökning från medel- och högriskgruppen.

Tabell 3.7 **Andel av sysselsättningen uppdelat utifrån utbildningsnivå och automatiseringssannolikhet. Utbildning: Hög: 5,6,7; Medel: 3,4,5; Låg: 1,2 (se tabell 3.6).**

		(i) Andel av sysselsättningen 1996.				(ii) Andel av sysselsättningen 2013.				(iii) Förändringen av andel sysselsatta mellan 1996 och 2013.		
Utbildningsnivå	Hög	4,8	2,2	1,4	Hög	10,9	5,6	4	Hög	6,1	3,4	2,6
	Medel	7,4	21,1	37,6	Medel	8,7	22,9	36,8	Medel	1,3	1,8	-0,8
	Låg	0,7	6,8	17,9	Låg	0,5	3,4	7,2	Låg	-0,2	-3,4	-10,7
		Låg	Medel	Hög		Låg	Medel	Hög		Låg	Medel	Hög
		Automatiseringssannolikhet										

I figur 3.9 illustreras samvariationen mellan genomsnittlig utbildningsnivå och automatiseringssannolikheter. Figuren visar att ökad automatiseringssannolikhet är förknippad med en lägre utbildning. Sambandet verkar dock inte vara linjärt – för yrken med en lägre utbildningsnivå är sambandet mellan utbildningsnivå och automatiseringssannolikhet mycket svagare.

Utbildningsgrupperna rymmer också en hel del heterogenitet. Tabell 3.8 belyser detta genom att visa fördelningen av sysselsättningen över våra tre riskgrupper för tolv utvalda yrken, där hälften kräver universitetsutbildning eller mer och den andra hälften kräver gymnasieutbildning eller mindre.

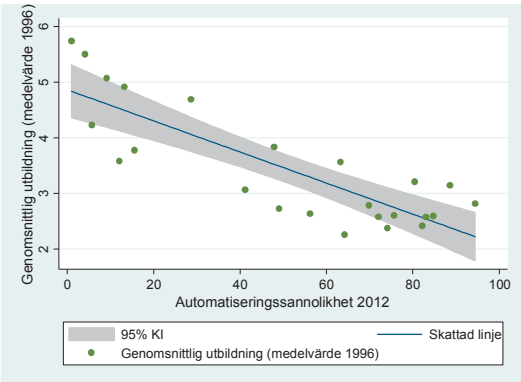
Inom gruppen ”Högkvalificerade yrken” finns yrken som ”Företagsledare” och ”Specialister och forskare inom teknik, biologi och hälsa”. Dessa befinner sig i lågriskgruppen (låg risk för automatisering). Specialister inom juridik och finans – som också tillhör ”Högkvalificerade yrken” – har emellertid ungefär samma

riskprofil som den genomsnittliga riskprofilen inom gruppen ”Lågkvalificerade yrken”.

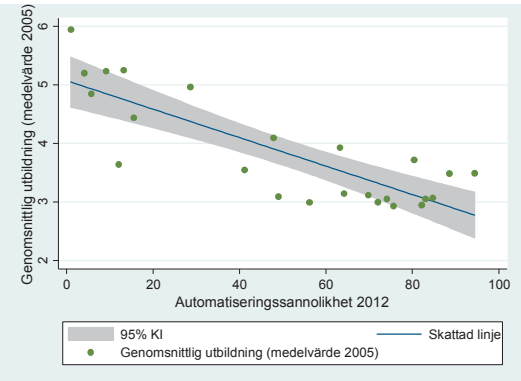
Inom gruppen lågutbildade finns yrken där alla anställda finns i högriskgruppen. ”Informationsassistent” och ”Transportoperatörer” är två exempel. Men det går också att hitta lågkvalificerade yrken som har en mer gynnsam riskprofil än vissa högkvalificerade yrken. Yrken inom hantverk- och byggsektorn löper t.ex. mindre risk än specialister inom finanssektorn. De förra karakteriseras i större utsträckning av manuella arbetsmoment som är svårare att ersätta genom automatisering. De senare kan komma att ersättas av datorer och mjukvara då det finns en viss regelbundenhet eller rutinmässighet i de arbetsuppgifter som finns inom finanssektorn.

Genomgående visar dock tabellen att yrken som kräver högre utbildning i allmänhet har en fördelning som innebär att en större andel ingår i lågriskgruppen. Det omvända gäller yrken som ingår i gruppen med lägre utbildning.

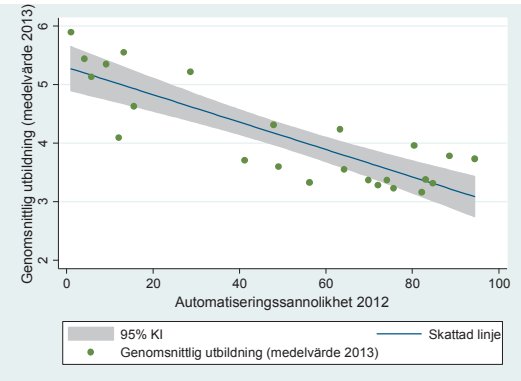
Figur 3.9 Genomsnittlig utbildningsnivå i ett yrke och yrkets automatiseringssannolikhet. Yrken på två-siffernivå (SSYK2).



(i) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Utbildning baserat på år 1996.



(ii) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Utbildning baserat på år 2005.



(iii) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Utbildning baserat på år 2013.
Not: Figurerna exkluderar yrken med få observationer.

Tabell 3.8 Andel av sysselsättningen i procent för tolv olika yrken fördelat på låg, mellan och hög automatiseringssannolikhet.

	1996			2013		
	Låg	**Mellan**	**Hög**	**Låg**	**Mellan**	**Hög**
Högkvalificerade yrken	**39,4**	**36,0**	**24,5**	**50,8**	**32,6**	**16,6**
Ledningsarbete	100	0	0	100	0	0
Teknik/biologi/hälso-specialister.	100	0	0	100	0	0
Juridik/finans-specialister	0,7	21,9	77,4	2,9	34	63,1
Tekniker	7,8	92,1	0	6,8	93,1	0
Övriga specialister	98,1	1,9	0	98,8	1,2	0
Lågkvalificerade yrken	**0,2**	**27,4**	**72,4**	**0,3**	**31,5**	**68,2**
Informationsassistent	0	0	100	0	0	100
Övriga assistenter	0	0	100	0	0	100
Service/försäljning	1,4	27,4	71,1	1,0	50,8	48,3
Hantverk/bygg	0	68,0	31,8	0	82,0	17,9
Maskinoperatörer	0	16,9	83,1	0	11	89
Transportoperatörer	0	0	100	0	0	100
Övriga lågutbildade arbetare	0	22,1	77,9	0	26,2	73,8

3.6.4 Automatiseringssannolikhet och lönenivå

Vi fortsätter nu med att undersöka hur sysselsättningsfördelningen varierar med genomsnittlig lön och automatiseringssannolikhet. Panel (i) i tabell 3.9 visar hur sysselsättningen varierar med genomsnittslönen och automatiseringssannolikheten år 1996. Panel (ii) visar motsvarande för år 2013. Panel (iii) visar slutligen förändringen i andelen sysselsatta mellan dessa år för varje kombination av genomsnittslön och automatiseringssannolikhet.

Tabell 3.9 visar att andelen anställda är högst i yrken som har en låg- eller medelhög lön kombinerat med en hög automatiseringssannolikhet. Panel (iii) visar att högre risk för automatisering är förknippad med en minskande andel av sysselsättningen oavsett lönenivå. Högavlönade med låg automatiseringssannolikhet uppvisar den största ökningen av sysselsättningsandelen. Den största minskningen av sysselsättningsandelen finns emellertid också för högavlönade med hög automatiseringssannolikhet.

Tabell 3.9 Andel av sysselsättningen i procent uppdelat utifrån genomsnittlig lön och automatiseringssannolikhet.

		(i) Andel av sysselsättningen 1996.				(ii) Andel av sysselsättningen 2013.				(iii) Förändringen av andel sysselsatta mellan 1996 och 2013.		
	Hög	10,7	10,5	12,1	Hög	14,9	10,3	8,2	Hög	4,2	-0,2	-3,9
Lönenivå	Medel	1,8	11,1	20,4	Medel	4,1	11,4	17,9	Medel	2,3	0,3	-2,5
	Låg	0,4	8,6	24,3	Låg	1,2	10,3	21,9	Låg	0,7	1,7	-2,4
		Låg	Mellan	Hög		Låg	Mellan	Hög		Låg	Mellan	Hög
		Automatiseringssannolikhet										

Även i detta fall gömmer sig en betydande heterogenitet. Tabell 3.10 belyser detta genom att undersöka 21 yrken, valda utifrån Goos, Manning och Salomons forskning om jobbpolarisering (2009; 2014). De högst betalda yrkena löper generellt sett minst risk för automatisering. Alla dessa yrken kräver universitetsstudier i varierande grad. Det finns dock undantag. I yrken med samlingsnamnet ”Övriga specialister” finns majoriteten av de anställda i medelriskgruppen. I gruppen ”Övrigt arbete, lågutbildade”, finns majoriteten av de anställda i högriskgruppen.

Tabell 3.10 Andel av sysselsättningen i procent för åtta yrken med höga löner, nio yrken med medelhöga löner och fyra yrken med låga löner år 2013. Grupperna utgår från klassificering i t.ex. Goos m.fl. 2009 och 2014. För varje yrke visas andelen av sysselsatta i respektive riskgrupp.

	Låg	Mellan	Hög
1-Högst betalda yrken			
Ledningsarbete stor/medel ftg.	100	0	0
Teknik/data spec.	100	0	0
Biologi/hälsa/sjukv. spec.	100	0	0
Övriga specialister	38,2	61,8	0
Ledningsarbete litet ftg.	100	0	0
Tekniker/ingenjör	0	100	0
Övrigt arbete lågutb.	2,2	0,4	97,4
Biologi/hälsa/sjukv. lågutb.	95,5	4,4	0
2-Medel-högt betalda yrken			
Transport/maskinförare	0	0	100
Processoperatörsarbete	0	2,6	97,4
Metallarbete/reparatör	0	56,8	43,2
Grafiskt/konsthantverk	0	100	0
Kontorsarbete	0	0	100
Kundservicearbete	0	0	100
Gruv/bygg/anläggning	0	83,6	16,4
Maskin/monteringsarbete	0	20,9	79,1
Övrigt hantverk	0	63,6	36,4
3-Lägst betalda yrken			
Service/omsorg/säkerhet	3,2	61,1	35,7
Assistent arbete inom gruv, bygg, tillverkning och transport	0	0	100
Försäljningsarbete	0	0	100
Servicearbete lågutb.	0	59,3	40,7

Ser vi till medellönegruppen och låglönegruppen löper de flesta anställda antingen mellanhög eller hög risk att mista sina jobb genom automatisering. Ingen klar skiljelinje finns mellan dessa två grupper. Om vi ser till yrkesbeskrivningarna kan skälet till att lågbetalda yrken inom service, omsorg och säkerhet har en gynnsammare riskprofil än medelbetalda jobb inom kontorsarbete och kundservicearbete återigen vara att serviceyrken är mer ”manuella” och helt enkelt svårare att automatisera. I många fall kräver de

personlig interaktion vilket påverkar möjligheterna att ersätta dessa jobb med ny teknologi.

3.6.5 Automatiseringssannolikhet och ålder på individer

Vi har också undersökt hur sysselsättningsfördelningen varierar med genomsnittlig ålder och automatiseringssannolikhet. Individerna delas således in i tre grupper: ”låg” genomsnittlig ålder, ”medelhög” genomsnittlig ålder och ”hög” genomsnittlig ålder och kombinerar sedan dessa tre grupper med våra tre sannolikhetsgrupper för automatisering.[43] Resultaten, som vi av utrymmesskäl inte har med i rapporten, visar att tyngdpunkten i sysselsättningsfördelningen finns i anställda med medelhög ålder och medelstor eller hög risk för automatisering. Det är också kombinationen av medelålders individer som innehar yrken med hög automatiseringssannolikhet som uppvisar den största minskningen av sysselsättningen. Slutligen finner vi att äldre anställda – oavsett automatiseringssannolikhet – ökat sin andel av sysselsättningen mellan 1996 och 2013.

Eftersom automatiseringssannolikheten mäter sannolikheten att ett yrke kommer att försvinna till följd av automatisering inom 10–20 år, är det kanske mest intressant att se hur sysselsättningsandelarna för grupperna med medelålders- och unga personer utvecklats.

3.6.6 Möjligheten att flytta arbetsuppgifter utomlands: offshoring

Så här långt i framställningen har vi helt fokuserat på automatiseringssannolikheter, dvs. sannolikheterna att enskilda yrken försvinner på 10–20 års sikt till följd av automatisering. I litteraturen betonas också risken för att jobb försvinner genom att yrkesuppgifter överförs till utländska dotterbolag (s.k. offshoring) eller till utländska underleverantörer (s.k. foreign outsourcing). I litteraturen har olika mått tagits fram för att kvantifiera hur kostsamt det är att överföra arbetsuppgifter utomlands. Här

[43] Med ”låg” avses under 30 år, ”medelhög” är 30–54 år och ”hög” över 54 år.

använder vi det mått på risk för lokalisering av jobb utomlands som tagits fram av bl.a. Autor med medförfattare (se beskrivning av detta mått ovan).

I tabell 3.11 delar vi in yrken i låg, medelhög och hög risk för offshoring. Låg offshoring innefattar yrken där möjligheterna att flytta arbetsuppgifter som ingår i yrket utomlands är små. Hög risk innebär att dessa möjligheter är stora. Vi kombinerar sedan dessa tre grupper med våra tre riskgrupper för automatisering och beräknar andelen sysselsatta för varje kombination av risk för offshoring och grad av automatiseringssannolikhet.

Som framgår av tabell 3.11 finns den största andelen av sysselsättningen inom yrken där möjligheterna att flytta arbetsuppgifter utomlands är begränsade, men där automatiseringssannolikheten är medelhög eller hög. Samtidigt ser vi att för yrken med hög automatiseringssannolikhet är sysselsättningsandelen markant högre för yrken med låg eller hög risk för offshoring, än för yrken med medelhög risk för offshoring (andelen anställda är ”U-formad” i termer av risk för lokalisering utomlands av yrken).

Undersöker vi därefter förändringen i sysselsättningsandel mellan 1996 och 2013 finner vi att den största ökningen finns för gruppen med låg risk för att jobben försvinner genom automatisering, men med medelhög risk för att jobben flyttar utomlands. Den grupp som minskar sin andel av sysselsättningen mest är den gruppen som har både hög automatiserings- och offshoringrisk.

Tabell 3.11 Andel av sysselsättningen uppdelat utifrån genomsnittlig risk för offshoring och automatiseringssannolikhet.

		(i) Andel av sysselsättningen 1996.				(ii) Andel av sysselsättningen 2013.				(iii) Förändringen av andel sysselsatta mellan 1996 och 2013.		
Risk för utlokalisering av jobb till utlandet	Hög	0,0	0,8	16,3	Hög	0,0	0,2	11,6	Hög	0,0	-0,6	-4,7
	Medel	8,7	0,0	10,3	Medel	13,8	0,0	8,6	Medel	5,1	0,0	-1,7
	Låg	8,1	36,1	19,6	Låg	9,5	33,6	22,9	Låg	1,4	-2,5	3,3
		Låg	Mellan	Hög		Låg	Mellan	Hög		Låg	Mellan	Hög
		Automatiseringssannolikhet										

3.6.7 Graden av rutinmässighet i ett yrke: RTI

Ett närbesläktat mått till Frey och Osbornes automatiseringssannolikhet är i vilken mån yrken kännetecknas av rutin, mätt som RTI enligt beskrivningen ovan. Om många arbetsuppgifter är rutinartade borde yrket vara lättare att automatisera. Tabell 3.12 visar också att RTI-måttet är starkt korrelerat med automatiseringssannolikheten. I panel (i) som visar samvariationen för året 1996 och panel (ii) som visar samvariationen för året 2013 ser vi att andelen anställda är högst i cellerna längs- och under diagonalen i respektive matris.

Panel (iii) visar att yrken som har låg grad av rutinmässighet ökat sin andel av sysselsättningen oavsett automatiseringssannolikhet, med den största ökningen för gruppen med låg automatiseringssannolikhet. Detta är i linje med en ökad relativ efterfrågan på yrken med icke-rutinartade arbetsuppgifter.

Alla yrken som antingen har medelhög eller hög rutinmässighet och medelhög eller hög automatiseringssannolikhet minskar sin andel av sysselsättningen. Störst minskning finns, kanske något förvånande, för gruppen med medelhög rutinmässighet och medelhög automatiseringssannolikhet.

Tabell 3.12 Andel av sysselsättningen uppdelat utifrån genomsnittlig rutin (RTI) och automatiseringssannolikhet.

(i) Andel av sysselsättningen 1996.

RTI	Låg	Mellan	Hög
Hög	0,0	0,8	12,9
Medel	0,0	14,9	29,8
Låg	16,8	21,2	3,5

(ii) Andel av sysselsättningen 2013.

RTI	Låg	Mellan	Hög
Hög	0,0	0,2	11,2
Medel	0,0	8,6	28,0
Låg	23,2	25,0	3,9

(iii) Förändringen av andel sysselsatta mellan 1996 och 2013.

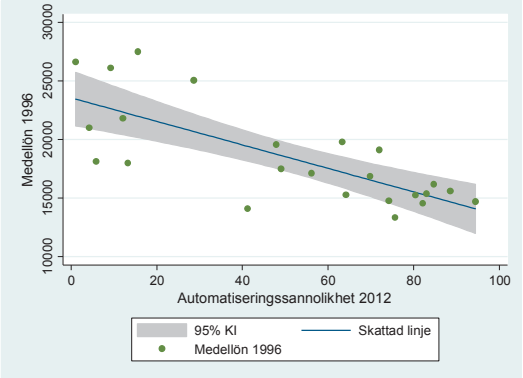
RTI	Låg	Mellan	Hög
Hög	0,0	-0,6	-1,7
Medel	0,0	-6,3	-1,8
Låg	6,4	3,8	0,4

Automatiseringssannolikhet

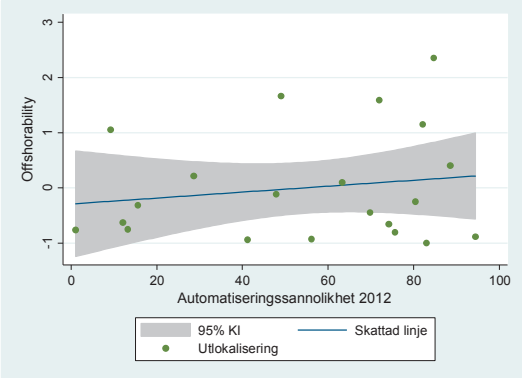
Vi avslutar detta avsnitt med att i figur 3.10 redovisa sambandet mellan, å ena sidan automatiseringssannolikhet och å andra sidan löner, offshoring och grad av rutin. Figuren visar på ett starkt samband mellan automatiseringssannolikhet och lönenivåer, mätt som yrkenas genomsnittslön år 1996. Yrken med högre automatiseringssannolikhet har lägre genomsnittslöner. Dock vet vi sedan

tidigare att det föreligger ett antal andra systematiska skillnader mellan de olika yrkesgrupperna. Vi ser även ett tämligen starkt samband mellan automatiseringssannolikhet och grad av rutin, mätt som RTI (se den nedersta delen av figur 3.10). Slutligen ser vi i figuren att sambandet mellan automatiseringssannolikhet och offshoring förefaller vara svagt (se mittersta delen).

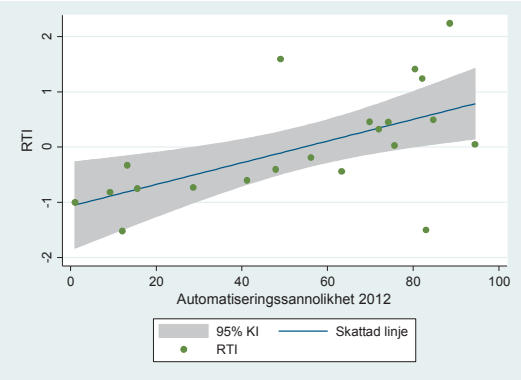
Figur 3.10 Sambandet mellan automatiseringssannolikhet och löner, offshoring och grad av rutin (RTI). Yrken på två-siffernivå (SSYK2).



(i) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Genomsnittslön baserat på år 1996.



(ii) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Risk för utlokalisering av jobb till utlandet.



(iii) Observationer med linjärt samband och konfidensintervall. Grad av rutin (RTI).
Not: Figurerna exkluderar yrken med få observationer.

3.7 Jobbpolarisering och automatiseringssannolikhet

Vi har i kapitel två ovan diskuterat den omfattande nationalekonomiska litteratur som på senare år debatterat om det finns en tilltagande s.k. jobbpolarisering. Ett stort antal studier har funnit evidens för en tilltagande polarisering av arbetsmarknader under de senaste decennierna.[44] Med detta syftas förbättrade sysselsättningsmöjligheter för högkvalificerade yrken med relativt sett höga löner och lågkvalificerade låglöneyrken, i kombination med sämre utveckling för yrken däremellan, främst olika tjänstemannayrken. Ökad digitalisering, automatisering och globalisering, framdriven av ny teknologi, antas innebära en tendens till att sysselsättningen (eller andel av sysselsättningen) minskar i mitten av lönefördelningen. Mekanismen bakom polariseringen sägs vara att teknologi och globalisering ökar efterfrågan på högutbildade individer med vissa typer av arbetsuppgifter och minskar efterfrågan i mitten av lönefördelningen. Individer från mitten av lönefördelningen kommer då antingen att försöka ta sig till yrken med hög lön eller till låglöneyrken som inte lätt kan automatiseras eller flyttas utomlands. Eftersom barriären att nå höglöneyrken är mycket högre (genom till exempel krav på lång utbildning) kommer fler individer söka sig till låglöneyrken som är lättare att få. I det här avsnittet kommer vi att undersöka om det finns

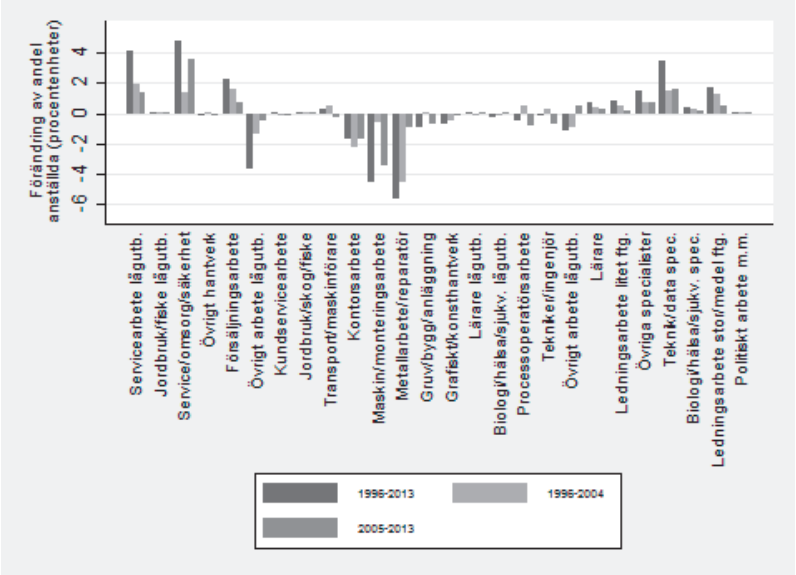
[44] Se fotnot 21 för exempel på studier.

evidens för jobbpolarisering i Sverige. Vi kommer också beröra hur jobbpolarisering är relaterat till de mått på automatiseringssannolikhet som vi har använt.

Jobbpolarisering innebär således att vi ska förvänta oss att sysselsättningsandelen bör öka för yrken i den nedre respektive den övre delen av lönefördelningen medan sysselsättningsandelen bör minska i mitten av lönefördelningen. I figur 3.11 (a) och (b) har vi på x-axeln sorterat yrken i stigande ordning baserat på genomsnittslönen per yrke år 1996.[45] På y-axeln mäter vi förändring av sysselsättningsandelar över perioden 1996–2013. Panel (a) har yrken på 2-siffernivå medan Panel (b) har den yrkesklassificering som används i Goos m.fl. (2009; 2014). Figurerna visar på ett mönster som liknar jobbpolarisering med en tendens till bättre sysselsättningsutveckling i den nedre och övre delen av fördelningen medan ett antal yrken i mitten förefaller ha haft en svag sysselsättningsutveckling. Intressant nog är mönstret tydligast när vi använder Goos m.fl. yrkesindelning som sålunda är jämförbar med den evidens Goos m.fl. har presenterat i flera uppsatser.[46] Tydligast är mönstret när vi studerar förändringar i sysselsättningsandelar över hela perioden 1996–2013.

[45] Rangordningen mellan yrken förändras mycket lite om vi använder oss av ett annat år.
[46] I figurerna har vi enbart med yrken där vi även har data för automatiseringssannolikheter.

Figur 3.11(a) Jobbpolarisering över yrken (SSYK2 över löner 1996).



*Exkluderar observationer som saknar skattade automatiseringssannolikheter.

Figur 3.11 (b) Jobbpolarisering över yrken (yrken definierade av Goos m.fl. över löner 1996).

*Exkluderar observationer som saknar skattade automatiseringssannolikheter.

Låt oss nu använda regressionsanalys för att studera evidens för jobbpolarisering. Vi estimerar därför följande ekvation på vår panel av företag i svenskt näringsliv:

$$Andel_{git} = \alpha + \beta log\left(\frac{VA_{it}}{L_{it}}\right) + \beta log\left(\frac{K_{it}}{L_{it}}\right) + \sum_{t=1997}^{2013} \delta_t År_t + \theta_i + \varepsilon_{it}, \quad (4)$$

där $Andel_{git}$ visar andelen anställda i företag i som tillhör höglönegruppen $(g=H)$, andelen anställda med medelhög lön $(g=M)$ och andelen anställda med låg lön $(g=L)$.[47] Regressionen kontrollerar för företagens förädlingsvärde per anställd $\frac{VA_{it}}{L_{it}}$ och företagens kapitalintensitet $\frac{K_{it}}{L_{it}}$, där båda dessa variabler är givna i logaritmisk form. Regressionen kontroller även för företagsfixa effekter, θ_i, som speglar företagsspecifika skillnader i t.ex. teknologi, patent och organisation som antas vara konstanta över tiden. Vårt huvudsakliga intresse är i koefficienterna δ_t som visar skillnaden i andelen anställda i år t jämfört med startåret 1996. Ekvationen estimeras separat för varje grupps andel av sysselsättningen i företagen.

[47] Grupperna utgår ifrån Goos m.fl. Se tabell 3.10 för de yrken som ingår.

Tabell 3.13 Jobbpolarisering och relativ efterfrågan på arbetskraft. Regressioner på företagsnivå 1996–2013. Företag med åtminstone tio anställda i näringslivet.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Höglöne-gruppen	**Medellöne-gruppen**	**Låglöne-gruppen**	**Hög-automat-iserings-gruppen**	**Mellan-automat-iserings-gruppen**	**Låg-automati-serings-gruppen**
Log, förädlings-värde per	0,004	–0.001	–0.003	0,001	–0,002	0,001
anställd	(0,003)	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,002)
Log, kapital-intensitet	0,001	0,001	–0,002	0,001	0,001	–0,002*
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
1997	0,013***	–0,014***	0,001	–0,001	–0,014***	0,016***
	(0,004)	(0,004)	(0,003)	(0,004)	(0,004)	(0,002)
1998	0,005	–0,010*	0,004	0,002	–0,015***	0,013***
	(0,005)	(0,005)	(0,003)	(0,004)	(0,004)	(0,003)
1999	–0,001	–0,009	0,010***	0,005	–0,017***	0,012***
	(0,005)	(0,005)	(0,003)	(0,004)	(0,004)	(0,003)
2000	0,001	–0,007	0,006*	0,005	–0,018***	0,013***
	(0,005)	(0,005)	(0,003)	(0,005)	(0,004)	(0,003)
2001	0,009*	–0,014**	0,005	–0,000	–0,021***	0,021***
	(0,005)	(0,006)	(0,003)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2002	0,007	–0,009*	0,002	–0,002	–0,020***	0,021***
	(0,005)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2003	0,015***	–0,015***	–0,000	–0,006	–0,021***	0,027***
	(0,005)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2004	0,025***	–0,029***	0,003	–0,020***	–0,013**	0,033***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2005	0,029***	–0,034***	0,004	–0,020***	–0,015***	0,035***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2006	0,030***	–0,034***	0,004	–0,020***	–0,016***	0,036***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2007	0,036***	–0,039***	0,003	–0,025***	–0,015***	0,040***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,005)	(0,005)	(0,003)
2008	0,035***	–0,040***	0,004	–0,021***	–0,016***	0,037***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,006)	(0,006)	(0,003)
2009	0,043***	–0,045***	0,002	–0,028***	–0,016***	0,044***
	(0,006)	(0,006)	(0,004)	(0,006)	(0,006)	(0,004)

2010	0,043***	–0,047***	0,003	–0,025***	–0,018***	0,043***
	(0,006)	(0,007)	(0,004)	(0,006)	(0,006)	(0,004)
2011	0,043***	–0,051***	0,007	–0,025***	–0,017***	0,042***
	(0,006)	(0,007)	(0,004)	(0,006)	(0,006)	(0,004)
2012	0,049***	–0,056***	0,007*	–0,027***	–0,018***	0,045***
	(0,006)	(0,007)	(0,004)	(0,006)	(0,006)	(0,004)
2013	0,051***	–0,056***	0,005	–0,026***	–0,020***	0,046***
	(0,006)	(0,007)	(0,005)	(0,006)	(0,006)	(0,004)
Observationer	69 099	69 099	69 099	69 157	69 157	69 157
R^2	0,012	0,011	0,001	0,007	0,001	0,015
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA

Not: Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

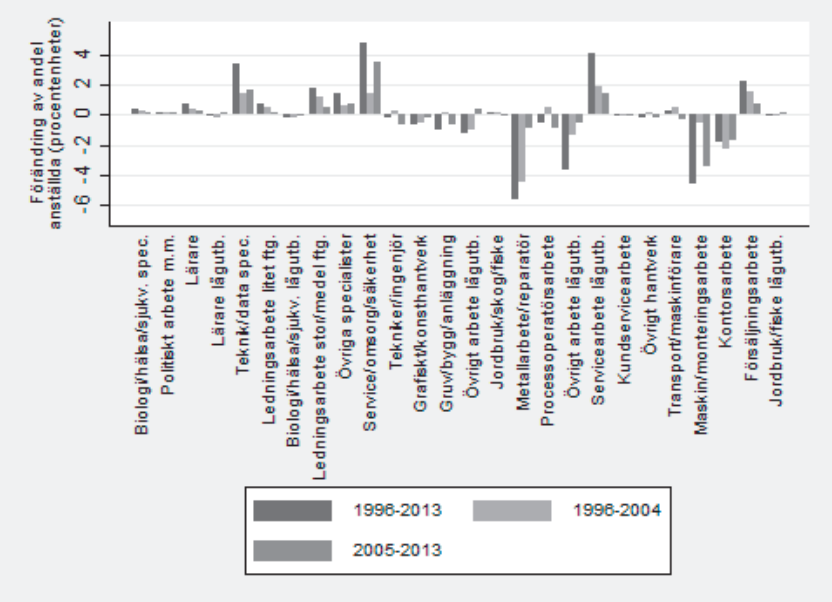
Resultaten redovisas i tabell 3.13. Här finner vi en ökande trend för andelen anställda som har hög lön, samtidigt som andelen med medelhög lön minskar över tiden. Andelen anställda i höglönegruppen ökar med ungefär 5 procentenheter under perioden 1996–2013. Andelen anställda med medelhög lön minskar ungefär lika mycket. Dessa båda observationer överensstämmer med jobbpolariseringshypotesen. Däremot finner vi inget stöd för att andelen jobb med låga löner ökar över perioden i Sverige. Visserligen noterar vi några år under slutet av perioden med positiva och statistiskt signifikanta estimerade koefficienter som är i linje med en positiv utveckling för låglönegruppen. Vi kan också notera att de estimerade koefficienterna genomgående är positiva under perioden för låglönegruppen.

I de tre sista kolumnerna studerar vi andelen anställda med låg risk för automatisering, andelen med medelhög risk för automatisering och andelen med hög risk för automatisering. Vi ser en ökande trend för andelen anställda som har låg automatiseringssannolikhet, motsvarande utvecklingen för höglönegruppen i den första kolumnen. En skillnad är att ökningen för andelen anställda med låg risk för automatisering sker över hela perioden, medan andelen anställda med hög lön i synnerhet ökar under de senare åren. Gruppen med mellanhög risk uppvisar en fallande trend, vilket också är fallet med andelen anställda med hög risk för automatisering. Här uppvisar dock den senare gruppen en fallande trend under senare delen av tidsperioden.

En noggrann analys av hur jobbpolariseringen sammanhänger med automatiseringssannolikheten ligger utanför vad som är möjligt att få med i denna rapport. I nästa avsnitt kommer vi istället att undersöka hur automatisering påverkar produktiviteten i företagen. Vi avslutar dock detta avsnitt med en grafisk analys som bygger på ett begränsat antal yrken från Goos med medförfattare.

I figur 3.12 har vi nu på x-axeln sorterat yrken i stigande ordning baserat på automatiseringssannolikheter. Vi ser att det finns en tendens att yrken som minskar sin andel av sysselsättningen också har en högre automatiseringssannolikhet. Detta går också att verifiera genom regressionsanalys. I en ny rapport har Fölster (2015) visat att förändringen av antal sysselsatta i olika yrken är negativt korrelerad med yrkets automatiseringssannolikhet, vilket är mönstret i figur 3.12.

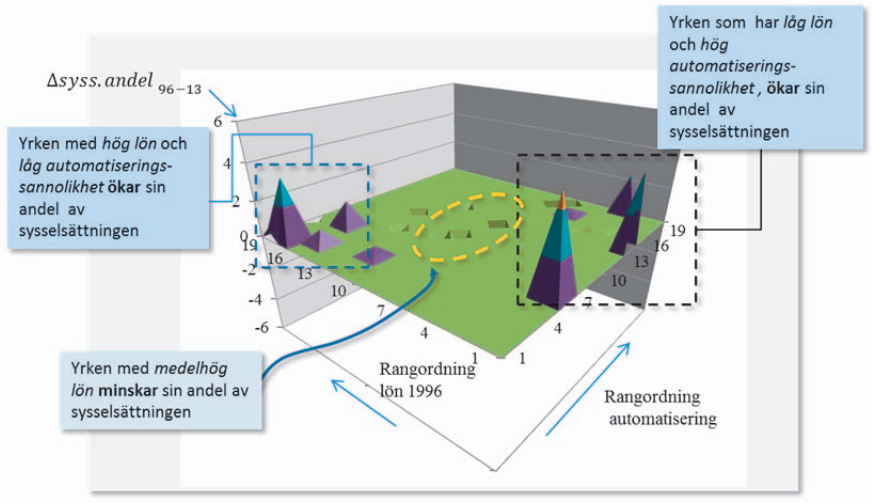
Figur 3.12 Jobbpolarisering över automatiseringssannolikhet.



Not: Figuren exkluderar yrken som saknar skattade automatiseringssannolikheter.

Dock noterar vi att när vi jämför mönstret med jobbpolariseringen över löner i tabell 3.11 (a) och 3.11 (b) verkar det inte finnas ett enkelt samband mellan automatisering och jobbpolarisering. För att mer i detalj undersöka hur lönepolarisering och automatisering är sammanlänkade visar vi istället förändringen i ett yrkes sysselsättningsandel under 1996–2013 och kombinationer av genomsnittslön och automatiseringssannolikhet i ett tredimensionellt diagram i figur 3.13. En fördel med detta är att vi kan se lönepolariseringen genom att ”titta in” in diagrammet från x-axeln (vänster-botten) vilken visar yrkets genomsnittslön i en ranking där högre lön ger en högre ranking (siffra). När vi sedan undersöker ”djupet” i diagrammet (höger-botten-sidan) ges en bild av hur lönepolariseringen är relaterad till automatiseringssannolikheten. Automatiseringssannolikheten är given i en rangordning där en högre rank indikerar större automatiseringssannolikhet. För att underlätta jämförelsen med tidigare litteratur använder vi återigen de yrken som används i Goos m.fl. (2009; 2014).

Figur 3.13 Jobbpolarisering utifrån lönefördelning och automatiseringssannolikheter.



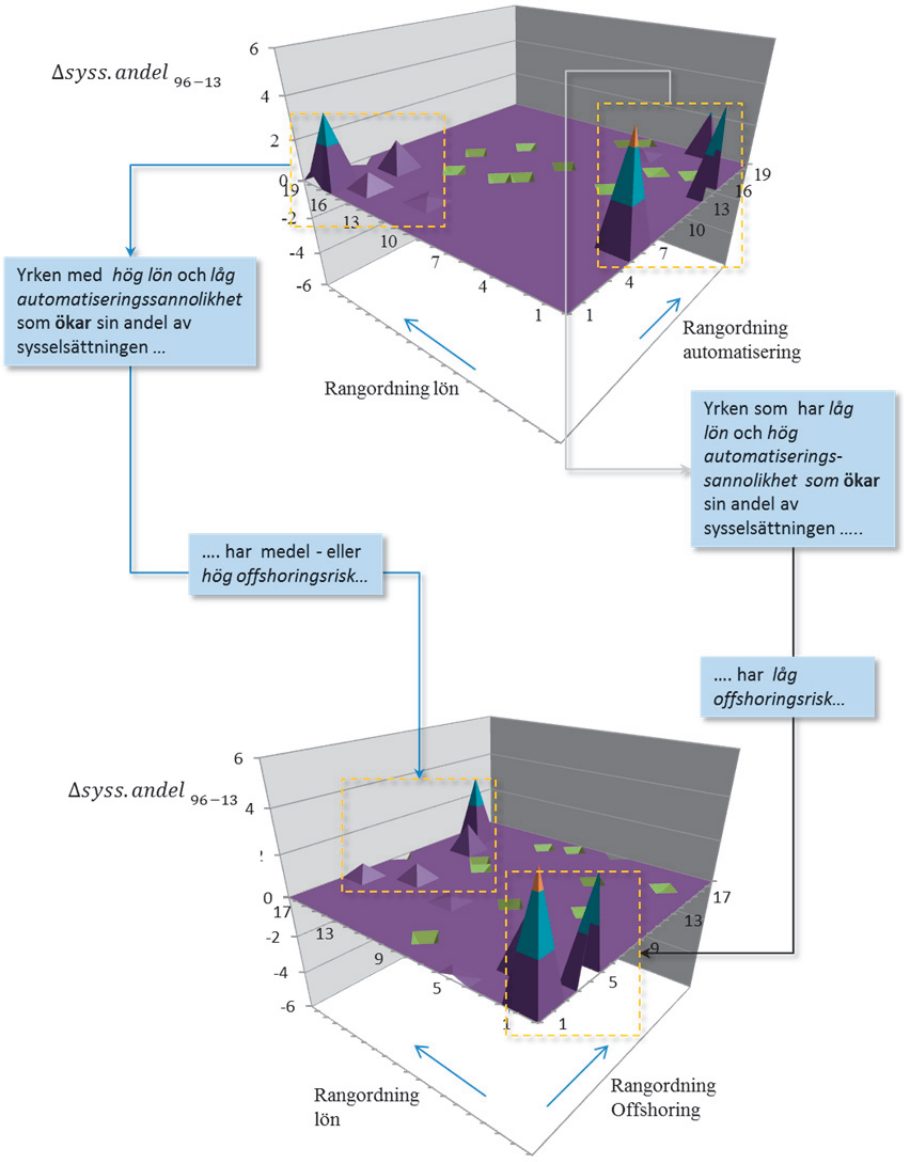
Figur 3.13 visar att den ökning i sysselsättningsandelarna som finns för höglönejobb uteslutande kommer från yrken som också har låg automatiseringssannolikhet. De yrken som förlorar sysselsättningsandelar är yrken som ligger i mitten av lönefördelningen och som karakteriseras av medelhög automatiseringssannolikhet (de syns som ”gropar” i 3D-diagrammet). Men det är också så att låglönejobben som ökar sin sysselsättningsandel kommer från yrken som har hög automatiseringssannolikhet.

Jobbpolariseringen – där andelen sysselsatta ökar längst ner och längst upp i lönefördelningen, men minskar i mitten – har ett samband med automatiseringssannolikheten: höglöneyrken som har låg automatiseringssannolikhet ökar sin andel av sysselsättningen, och med ökad automatiseringssannolikhet faller sysselsättningen. Hur kommer det sig då att de yrken som har högst automatiseringssannolikhet – och lägst lön – ökar sin andel av sysselsättningen? Från tidigare litteratur (se bl.a. forskning av David Autor) och från resonemanget ovan borde vi förvänta oss att låglöneyrken som uppvisar en positiv sysselsättningsutveckling borde ha låg automatiseringssannolikhet – det är till dessa yrken som individer i mitten av lönefördelningen som i ökande grad förlorar sina jobb borde röra sig.

Den övre illustrationen i figur 3.14 visar återigen 3D-figuren med förändringen av sysselsättningsandelen för ett yrke som en funktion av yrkets automatiseringssannolikhet och genomsnittlön som finns i figur 3.13. Under denna figur visas sedan i princip en likadan 3D-figur – här har dock automatiseringssannolikheten bytts ut mot hur lätt det är att flytta de arbetsuppgifter som ingår i ett yrke utomlands (offshoring). Jämför vi de två figurerna i figur 3.14 ser vi att de låglöneyrken som har en hög automatiseringssannolikhet är yrken som är svåra att flytta utomlands. En tolkning av detta skulle vara att automatiseringssannolikheterna indikerar en process som pågår där tekniken utvecklas och över tiden gör individer i dessa yrken mer produktiva men också mer utbytbara. Att sysselsättningsandelen ökar för dessa yrken tyder på att skyddet mot utflyttning hittills vägt tyngre. En annan möjlighet är att vi är i början av en teknikutveckling som i framtiden gör dessa mer utbytbara och att den nya tekniken gynnar dessa grupper i början av processen.

Vi noterar slutligen att de högavlönade yrken som har låg automatiseringssannolikhet – och som ökat sin sysselsättningsandel mest – faktiskt har en hög risk att flyttas utomlands.

Figur 3.14 **Jobbpolarisering, automatiseringssannolikhet och utlokalisering (offshoring).**



3.8 Digitalisering och produktivitet: en empirisk analys

I det här avsnittet kommer vi att undersöka hur digitaliseringen påverkat produktiviteten i näringslivet. Vår ansats är att undersöka om Frey och Osbornes automatiseringssannolikheter – som visat sig påverka sysselsättningen – också samvarierar med företagens produktivitet.

Varför skulle då automatiseringssannolikheterna – som beskriver hur troligt det är att ett yrke försvinner till följd av automatisering inom ett eller ett par decennier – påverka företagens produktivitet idag (eller som i de data vi undersöker, igår)? Bakom de skattade sannolikheterna kan man tänka sig en process där en allt större del av de uppgifter som ingår i ett jobb eller yrke succesivt tas över av maskiner, robotar eller digital programvara. Denna process har rimligtvis startats långt före 2012 – då Frey och Osborne beräknade sina sannolikheter. Automatiseringssannolikheterna kan alltså ses som ett grovt mått på hur långt processen hunnit, och om denna kommer att fortgå i högre takt i framtiden.

När automatisering diskuteras finns en tendens att enbart fokusera på hotet om att jobben försvinner. Man tenderar då att bortse från att om vissa arbetsmoment eller arbetsuppgifter automatiseras kommer de anställdas produktivitet – hur mycket personen kan producera under en given tidsperiod – att öka. Autor (2014) beskriver exempelvis hur en byggnadsarbetare som tidigare utförde en stor del av sitt arbete manuellt numera kan ta hjälp av grävmaskiner, svetsutrustning och moderna mätinstrument. En given mängd byggnadsarbeten kräver då färre byggnadsarbetare, men de som finns kvar kommer att vara mer produktiva. Produktiviteten i byggföretagen kommer därmed att öka. Ett annat exempel är utvecklingen inom Amazon (se beskrivning i kapitel 1).

I båda dessa exempel kommer automatiseringen att leda till att människor blir mer produktiva. För en given mängd produktion krävs alltså färre anställda. Detta behöver dock inte betyda att företagen kraftigt minskar antalet anställda – om företagen blir mer effektiva och kan erbjuda varor och tjänster till lägre priser kan en ökad försäljning och produktion ge en motverkande effekt som dämpar minskningen av antalet anställda till följd av automatiseringen.

Andra yrken kan också indirekt gynnas av automatiseringen. Hos Amazon kommer utvecklare av programvara för nätförsäljning av böcker gynnas av att distributionen av böcker har förbättrats genom automatiseringen.

När vi undersöker hur digitaliseringen påverkat produktiviteten i företagen kommer vi att använda den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för ett företag i vid en tidpunkt t, som mått på digitalisering. Vi betecknar denna som $\overline{Auto}_{it}$:

$$\overline{Auto}_{it} = \sum_h Andel_{iht} \times Auto_h \qquad (5)$$

Här är $Auto_h$ automatiseringssannolikheten för yrke h – dvs., sannolikheten för att yrket kommer att förvinna på 10–20 års sikt till följd av automatisering. För att få den genomsnittliga automatiseringssannolikheten beräknas först andelen anställda i företag i med ett visst yrke h vid tidpunkten t, $Andel_{iht}$. Andelen anställda i olika yrken används sedan som en vikt för hur stor automatiseringssannolikheten för ett visst yrke är i företagets genomsnittliga risk. Denna fås sedan genom att multiplicera andelen anställda i ett yrke med yrkets automatiseringssannolikhet och sedan summera över all yrken h som finns representerade i företaget.

Eftersom automatiseringssannolikheten för ett yrke, $Auto_h$, är hämtad från Frey och Osborne som genomförde sin undersökning 2012, kommer all variation över tiden i den genomsnittliga automatiseringssannolikheten, $\overline{Auto}_{it}$, från att företag ändrar kompositionen av yrken, $Andel_{iht}$. En ökning av automatiseringssannolikheten $\overline{Auto}_{it}$ måste således komma från att företaget har ändrat kompositionen av anställda så att en större del av de anställda återfinns i yrken som har högre automatiseringssannolikhet. En minskning av automatiseringssannolikheten $\overline{Auto}_{it}$ måste på samma sätt komma från att företaget har ändrat kompositionen av anställda så att en mindre del av de anställda återfinns i yrken som har högre automatiseringssannolikhet.

Vilket samband kan förväntas finnas mellan ett företags genomsnittliga automatiseringssannolikhet och dess produktivitet? Om företagen automatiserar produktionen och detta minskar andelen anställda med hög risk, borde mer produktiva företag ha lägre genomsnittlig automatiseringssannolikhet. Men bakom de

skattade sannolikheterna finns också en process där olika uppgifter i ett jobb eller yrke successivt över tiden tas över av maskiner, robotar eller digital programvara, vilket ökar produktiviteten i företaget. I exemplen ovan med byggnadsarbetare som får tillgång till nya maskiner och produktionsmetoder, eller ”plockare” hos Amazon som inte behöver springa till avlägsna hyllor efter böcker då robotar för hyllor med böcker till plockaren, är det troligt att risken att förlora jobbet ökar över tiden. Så länge de anställda finns kvar kommer de emellertid att bli alltmer produktiva. Om den ökade produktiviteten leder till ökad försäljning, lägre kostnader eller ökade marknadsandelar, kan också efterfrågan stiga på individer som kan tillgodogöra sig den digitala tekniken. Man kan därför också argumentera för att företag som ökar sin genomsnittliga automatiseringssannolikhet – åtminstone under en begränsad period – blir mer effektiva.

I den empiriska analysen som följer kommer vi inte att kunna fastställa något kausalt samband mellan automatiseringssannolikheter och produktivitet. Vi kommer istället att i analysen nedan illustrera hur automatiseringssannolikheter och produktivitet samvarierar för olika typer av företag och branscher, i tvärsnitt över företag och över tiden inom företag.

3.9 Resultat

I vår ekonometriska analys skattar vi följande regressionsmodell:[48]

$$log\left(\frac{VA_{it}}{L_{it}}\right) = \delta\overline{Auto}_{it} + \beta log\left(\frac{K_{it}}{L_{it}}\right) + \psi \log(L)_{it} + \vartheta \log(andel\ högutbildade)_{it} + \mu_t + \phi_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Den beroende variabeln i regressionerna är förädlingsvärde per anställd. Vårt fokus är på sambandet med $\overline{Auto}_{it}$ som betecknar den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för ett företag i vid en tidpunkt t.[49] Kolumn 1 i tabell 3.14 visar resultaten av en

[48] I Appendix B härleder vi vår regressionsmodell.
[49] Övriga kontrollvariabler är kapitalintensitet (*K/L*), företagsstorlek *(L*) och andel högutbildade. Samtliga regressioner kontrollerar för årsspecifika effekter som tar hänsyn till gemensamma

tvärsnittsskattning av ekvation (6) där vi inte använder oss av företagsspecifika effekter. Istället kontrolleras för skillnader mellan olika branschers produktivitet och för generella årseffekter. Vi ser att ett företags produktivitet ökar med dess kapitalintensitet. När företagets anställda har en större mängd kapital, det vill säga fler maskiner och bättre utrustning till sitt förfogande, kommer de anställda att kunna producera fler varor och tjänster under en arbetsdag. Större företag, mätt som antalet anställda, är också mer produktiva, vilket indikerar stordriftsfördelar i produktionen. En högre andel anställda med universitetsutbildning ökar också ett företags produktivitet.

I kolumn 2 i tabell 3.14 visas resultaten när vi kontrollerar för skillnader i produktivitet mellan företag som antas vara konstanta över tiden, ϕ_i. Sådana företagsspecifika effekter speglar alltså skillnader i produktivitet som kommer från företagsspecifika tillgångar såsom patent, organisation och företagsledning. Återigen finner vi att en större mängd kapital per anställd ökar produktiviteten. Däremot har andelen anställda med universitetsutbildning ingen statistiskt signifikant inverkan på produktiviteten i ett företag. Större företag – mätt som antalet anställda – har allt annat lika en lägre produktivitet. Dessa resultat visar alltså att en stor del av den variation som finns i produktivitet mellan företag har sitt ursprung i företagspecifika tillgångar.[50]

chocker (μ_t). I vissa specifikationer kontrollerar vi även för företagsspecifika effekter som tar hänsyn till icke observerbara skillnader mellan företag (ϕ_i). Slutligen är ε_{jt} feltermen.

[50] Bättre teknologi och organisation gör företag mer effektiva och konkurrenskraftiga, vilket medför större marknadsandelar och fler anställda. Mer avancerade teknologier och produkter medför också ett större behov av universitetsutbildade medarbetare.

Tabell 3.14 Grundregressioner, automatiseringssannolikheter och produktivitet, 1996–2013. Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1) Hela näringslivet	(2) Hela näringslivet	(3) Tillverknings-industrin	(4) Ej tillverkning
log. Kapitalintensitet	0,136***	0,069***	0,075***	0,068***
	(0,003)	(0,005)	(0,010)	(0,006)
log. Storlek	0,016***	–0,126***	–0,100***	–0,158***
	(0,003)	(0,011)	(0,022)	(0,012)
Andel högutbildade	0,533***	0,064	0,090	0,022
	(0,023)	(0,060)	(0,129)	(0,062)
Auto	–0,002***	0,000	0,001**	–0,000
	(0,000)	(0,000)	(0,001)	(0,000)
Observationer	69 156	69 156	26 032	43 124
R^2	0,345	0,064	0,053	0,082
Företagsfixa effekter	NEJ	JA	JA	JA

Not: Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

Det är alltså av vikt att kontrollera för företagsspecifika skillnader mellan företag. Detta illustreras också hur ett företags automatiseringssannolikhet – som är vårt huvudsakliga intresse – är relaterat till dess produktivitet. Ser vi till kolumn 1, som visar en tvärsnittsskattning, finner vi att en ökning av automatiseringssannolikheten minskar produktiviteten. En tolkning av denna tvärsnittsvariation är att företag som har låg automatiseringssannolikhet har uppnått denna genom att i högre grad ersätta med digitalt kapital anställda i yrken där möjligheten för automatisering är stor, vilket har lett en hög produktivitet. Andra företag som inte har haft samma möjlighet att automatisera – och därför har en högre uppmätt automatiseringssannolikhet (en högre andel av de anställda har yrken med högre risk), kommer då att vara mindre produktiva.

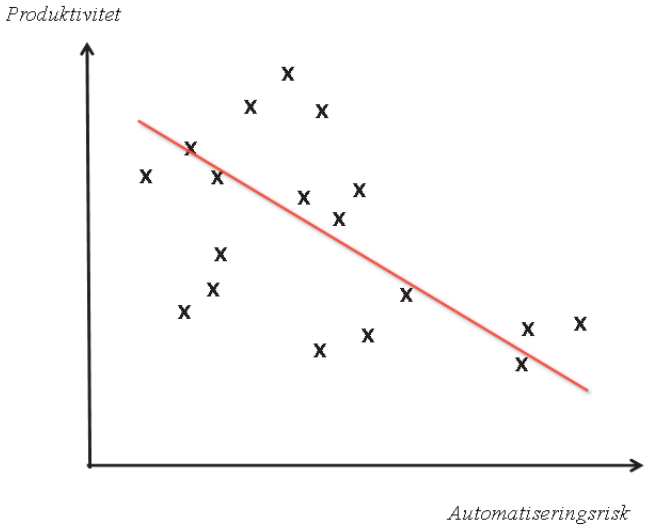
När vi emellertid sedan undersöker detta samband med företagsspecifika effekter – och alltså undersöker vad som händer när ett företag förändrar sin automatiseringssannolikhet över tid – finner vi ingen statistiskt signifikant effekt av automatisering på produktiviteten. Detta gäller dock endast när vi undersöker sambandet mellan automatisering och produktivitet för alla företag

samtidigt, det vill säga, när vi antar att effekten av automatisering är densamma för alla företag i vårt datamaterial.

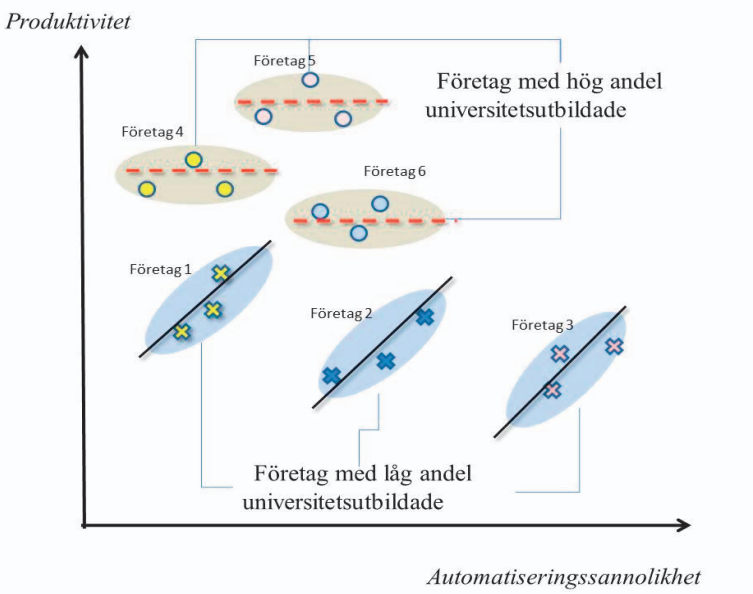
I kolumnerna 3 och 4 estimerar vi emellertid ekvation (6) separat för tillverkningsindustrin och tjänstesektorn. Vi ser nu att automatiseringssannolikheten i ett företag har en positiv och statistiskt signifikant effekt på produktiviteten i tillverkningsindustrin, men att detta inte är fallet i tjänstesektorn. Inom tillverkningsindustrin visar detta att när automatiseringssannolikheten ökar i ett företag över tiden (genom att man ökar andelen anställda med högre risk för automatisering), är detta förknippat med en högre produktivitet. En tolkning av denna inom-företagsvariation är att automatiseringssannolikheten speglar en process där teknologin över tiden leder till en högre produktivitet för anställda med hög risk. Initialt kan detta öka efterfrågan för individer eller yrken med högre risk, samtidigt som produktiviteten i företaget ökar. Detta säger naturligtvis inget om hur sambandet mellan sysselsättningsandel och produktivitet inom ett företag ser ut på längre sikt. Som vi betonat visar också resultaten samvariation (eller korrelationer), inte kausala samband.

Låt oss illustrera skillnaden i resultat mellan tvärsnittsskattningarna och i panelskattningarna. Figur 3.15(i) visar hur det finns en negativ korrelation mellan produktivitet och automatiseringssannolikheten för 18 fiktiva företagsobservationer. Figur 3.15(ii) illustrar hur det negativa sambandet i figur 3.15(i) kan uppstå genom att företag som har lägre produktivitet också har en lägre andel universitetsutbildade, samtidigt som företag med lägre andel universitetsutbildade också tenderar att ha en högre genomsnittlig automatiseringssannolikhet. Figur 3.15(ii) illustrerar att för företag 1, 2 och 3 (som använder teknologier med en högre andel låg- och medelhögt utbildade) finns ett positivt samband mellan automatiseringssannolikhet och produktivitet. För företag 4, 5 och 6 (som har hög andel högskoleutbildade) finns inget sådant samband. Det är alltså främst i företag med lägre utbildningsnivå som vi ser produktivitetseffekter av ökad automatisering.

Figur 3.15 Illustration av tvärsnittsresultat och panelresultat.



(i) Illustration av negativ tvärsnittskorrelation mellan produktivitet och automatiseringssannolikhet. Fiktiv data.



(ii) Illustration av korrelationen mellan produktivitet och automatiseringssannolikhet, där sambandet tillåts vara olika för företag med hög-och låg utbildningsnivå och där korrelationen skattas inom varje typ av företag. Fiktiv data.

3.9.1 Heterogena effekter

I tabell 3.15 går vi nu vidare och undersöker om det finns skillnader i hur automatiseringssannolikheter samvarierar med produktivitet när företag skiljer sig åt vad gäller storlek, andel högskoleutbildade och företagets ålder.

Som jämförelse visas i kolumn 1 i tabell 3.15 återigen resultatet från panelskattningen i kolumn 1 i tabell 3.14 med alla företag, där automatiseringssannolikheten inte har någon statistiskt signifikant effekt. För att undersöka om den estimerade effekten av automatiseringssannolikheten skiljer sig åt mellan företag som använder en stor andel högskoleutbildade och företag som använder en lägre andel högskoleutbildade, lägger vi i kolumn 2 till en interaktionsvariabel mellan automatiseringssannolikheten och andel högskoleutbildade, *Auto*×*Andel högutb*.

Kolumn 2 i tabell 3.15 visar att det finns ett positivt och statistiskt signifikant samband mellan den genomsnittliga automatiseringssannolikheten i ett företag och dess produktivitet, men att denna effekt minskar när andelen av de anställda som är högskoleutbildade ökar.

Tabell 3.15 Automatiseringssannolikhet och produktivitet, 1996–2013. Interaktionstabell. Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
log Kapitalint.	0,069***	0,069***	0,069***	0,048***	0,070***
	(0,005)	(0,005)	(0,005)	(0,010)	(0,005)
log Storlek	–0,126***	–0,126***	–0,125***	–0,126***	–0,127***
	(0,011)	(0,011)	(0,016)	(0,011)	(0,011)
Andel högutbildade	0,064	0,221**	0,064	0,066	0,043
	(0,060)	(0,101)	(0,060)	(0,060)	(0,059)
Auto	0,000	0,001***	0,000	0,001**	0,002***
	(0,000)	(0,000)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Auto×Andel högutb.		–0,003**			
		(0,001)			
Auto×log Storlek			–0,000		
			(0,000)		
Auto×log Kapitalint.				0,000**	
				(0,000)	
Företagsålder					0,024***
					(0,003)
Auto×Företagsålder					–0,000***
					(0,000)
Observationer	69 156	69 156	69 156	69 156	69 156
R^2	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA

Not: Identiska företagskontroller som i tabell 3.14. Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

Hur stor är då effekten av automatisering på produktiviteten? En ökning av den genomsnittliga automatiseringssannolikheten med en enhet är förknippad med en ökning av produktiviteten med 0,1 procent i kolumn (2) i tabell 3.15. En enhets förändring av automatiseringssannolikheten är dock en väldigt liten förändring då medelvärdet för automatiseringssannolikheten i regressionssamplet är 62,7 med en standardavvikelse på 19,0. Om vi istället undersöker en standardavvikelses förändring i automatiseringssannolikheten får vi en ökning av produktiviteten med ungefär 2,3 procent. Tar vi sedan hänsyn till andelen högskoleutbildade, har vi att i ett företag där var fjärde anställd är högskoleutbildad blir totaleffekten av en

standardavvikelses förändring i automatiseringssannolikheten 0,1 − 0,003×0,25 ≈ 0,099 dvs. ungefär 0,1procent.

Små mot stora företag, nya mot gamla företag

För att se om automatiseringssannolikheten skiljer sig åt mellan små och stora företag adderar vi i kolumn 3 i tabell 3.15 en interaktionsvariabel mellan antal anställda och automatiseringssannolikhet, *Auto*×*Storlek*. Kolumn 3 indikerar att det inte finns någon skillnad i sambandet mellan automatisering och produktivitet mellan små och stora företag. I kolumn (4) interageras istället kapitalintensiteten i ett företag med dess automatiseringssannolikhet, *Auto*×*K/L*. Estimaten visar här att den positiva effekt som automatiseringssannolikheten har på ett företags produktivitet ökar med dess kapitalintensitet. Slutligen interageras i kolumn 5 åldern på ett företag med dess automatiseringssannolikhet, *Auto*×*Ålder*. Kolumn 5 visar att äldre företag är mer produktiva, men att den positiva effekt som en ökad automatiseringssannolikhet har på produktiviteten minskar med företagets ålder.

Yngre företag, vars anställda i mindre grad är högskoleutbildade uppvisar alltså en ökad produktivitet när den genomsnittliga automatiseringssannolikheten ökar. En tolkning av detta skulle vara att det är i denna typ av företag som potentialen för automatisering är som störst – för anställda med lägre utbildning har vi till exempel sett en högre grad av jobb med högre rutininnehåll och automatiseringssannolikhet. Tabell 3.16 undersöker ytterligare betydelsen av storleken på företaget och visar att det främst är i små- och medelstora företag med en lägre grad av högskoleutbildad arbetskraft, som produktiviteten ökar när kompositionen av jobben skiftar mot yrken som har hög automatiseringssannolikhet.

Tabell 3.16 Automatiseringssannolikhet och produktivitet, 1996–2013. Betydelsen av företagsstorlek (L). Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1) L≥10	(2) L≥20	(3) L≥50	(4) L≥250	(5) L≥1000
Auto	0,001***	0,002***	0,002*	0,002**	0,003
	(0,000)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,002)
Auto×Andel högutb.	–0,003**	–0,003*	–0,002	–0,002	–0,003
	(0,001)	(0,002)	(0,002)	(0,003)	(0,004)
Observationer	69 156	51 854	36 831	12 368	3 243
R^2	0,064	0,065	0,063	0,109	0,180
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA

Not: Identiska företagskontroller som i tabell 3.14. Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

Användning av IT

Ett ytterligare skäl till att sambandet mellan automatiseringssannolikhet och företagens produktivitet kan skilja sig åt mellan olika typer av företag är skillnader i IT-användning. Tyvärr saknar vi information om IT-användning och IT-investeringar för individuella företag. Det finns emellertid data från EU på industrinivå (EUKLEMS). Tabell 3.17a använder dessa data för Sverige för att undersöka hur automatiseringssannolikheter påverkar produktiviteten när företagen delas in i olika grupper med avseende på industrins IT-intensitet. Vi har använt oss av olika mått på IT-intensitet och även på industriers totala IT-användande. Totalanvändning inkluderar information om industriers totala IT-, IKT- och mjukvarukapital. Intensiteter är beräknade som andelar av totalt kapital i industrierna. Resultaten är väldigt lika, oavsett mått på IT. I tabell 3.17a visar vi resultat baserade på intensiteten med vilken branscher använder IKT.

I de första två kolumnerna studerar vi total IKT-användning på industrinivå, mätt som ursprunglig nivå vid första året i vår analyserade period, dvs. år 1996. Kolumnerna 3–4 visar förändring av IKT-användning på industrinivå under perioden. På motsvarande sätt visas i kolumnera 5–8 resultat där vi istället för nivåer studerar intensiteter, dvs. IKT i förhållande till totala kapital-

stockar. Kolumn 1 visar på ett positiv och statistiskt signifikant samband mellan automatisering och produktiviteten för företag som är verksamma i branscher med låg initial användning av IKT. Detta samband är precis som vi fann i tabell 3.15 avtagande med andel högutbildade i företaget. Företagen i kolumn 1 är verksamma i branscher som potentiellt har möjligheter att förändras i form av ny teknik. Vi får liknande resultat när vi studerar IKT-intensiteter och analyserar företag i branscher med låg initial IKT-andel (kolumn 5). Analyserar vi istället företag i branscher med hög initial användning av IKT (nivåer och andelar) finner vi betydligt svagare samband (kolumnerna 2 och 6). Vi får även liknande resultat när vi studerar industrier med liten respektive stor förändring av IKT under den aktuella perioden. Det är främst i företag i branscher med stor förändring av IKT som vi noterar ett samband mellan automatisering och produktivitet.

Tabell 3.17a Automatiseringssannolikheter och produktivitet för företag i branscher med olika användning av IKT, 1996–2013. Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Låg IKT	Hög IKT	Låg IKT-förändring	Hög IKT-förändring	Låg IKT- andel	Hög IKT-andel	Låg IKT andelsförändring	Hög IKT-andelsförändring
log Kapitalint.	0,074***	0,064***	0,062***	0,072***	0,075***	0,064***	0,058***	0,079***
	(0,008)	(0,007)	(0,008)	(0,007)	(0,007)	(0,007)	(0,007)	(0,008)
log Storlek	-0,129***	-0,134***	-0,105***	-0,153***	-0,126***	-0,132***	-0,111***	-0,153***
	(0,013)	(0,015)	(0,020)	(0,012)	(0,012)	(0,016)	(0,015)	(0,015)
Andel högutbildade	0,455***	0,067	-0,005	0,184**	0,412***	0,038	0,165	0,308**
	(0,116)	(0,135)	(0,341)	(0,086)	(0,109)	(0,142)	(0,131)	(0,154)
Auto	0,001**	0,001*	0,001	0,001	0,001**	0,001	0,001**	0,002**
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Auto×Andel högutb.	-0,007***	-0,001	0,002	-0,003**	-0,005***	-0,001	-0,002	-0,004**
	(0,002)	(0,002)	(0,005)	(0,001)	(0,002)	(0,002)	(0,001)	(0,002)
Observationer	28 638	40 518	29 219	39 937	30 751	38 405	38 738	30 418
R^2	0,073	0,060	0,052	0,080	0,077	0,056	0,053	0,082
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA

Not: Samma företagskontroller som i tabell 3.14. Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

I tabell 3.17b använder vi istället den intensitet med vilken olika industrier använder IT-mjukvara. Kolumn (1) i tabell 3.17b visar på ett positivt och statistiskt signifikant samband mellan automatisering och produktivitet för företag som har en låg andel universitetsutbildade och verksamma i branscher med lågt användande av IT-mjukvara. I kolumn (2) ser vi att automatisering inte har någon statistisk signifikant effekt om vi undersöker gruppen av företag som har låg andel universitetsutbildade men som är i industrier med intensiv användning av IT-mjukvara. En möjlig förklaring till detta skulle igen kunna vara att möjligheterna eller potentialen för ökad produktivitet genom automatisering är högre i den förra gruppen med låg andel universitetsutbildade och lågt användande av IT-mjukvara.

Tabell 3.17b Automatiseringssannolikhet och produktivitet för företag med låg och hög andel högutbildade och i industrier med låg och hög mjukvaruanvändning, 1996–2013. Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Låg andel lågutbildade	Låg andel lågutbildade	Hög andel högutbildade	Hög andel högutbildade	Låg andel högutbildade	Låg andel lågutbildade
	Låg mjukvaru-användning	Hög mjukvaru-användning	Låg mjukvaru-användning	Hög mjukvaru-användning	Låg förändring i mjukvaru-användning	Hög förändring i mjukvaru-användning
Auto	0,002***	0,001	-0,001	-0,000	0,001	0,001**
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Observationer	23 183	21 912	7 885	16 176	22 899	22 196
R2	0,079	0,060	0,112	0,054	0,078	0,066
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA

Notera: Samma företagskontroller som i tabell 3.14. Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

I kolumn (3) och (5) visas att för företag med hög andel universitetsutbildade finns ingen effekt av den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för de anställda – detta gäller oavsett hur intensivt industrierna använder IT-mjukvara. Kolumn (6) visar dock att för företag som har låg andel universitetsutbildade men som verkar i branscher där användandet av IT-mjukvara har ökat

mycket, finns ett positivt och statistiskt signifikant samband mellan den genomsnittliga sannolikheten för automatisering och företagens produktivitet. Detta är potentiellt branscher där möjligheterna att digitalisera och använda ny teknik har ökat under den aktuella perioden, mätt som förändring över tiden i intensitet av IT-mjukvara på branschnivå.

Internationalisering

Så här långt har vi visat att det tycks finnas ett samband mellan automatisering och företagens produktivitet, i synnerhet för företag som använder en teknologi som intensivt använder låg- och medelutbildad arbetskraft. I företag vars teknologi är sådan att det är främst universitetsutbildade som är sysselsatta är sambandet svagare. Att vi inte hittar effekter i företag med hög andel universitetsutbildade kan bero på att ökad risk för automatisering främst är förknippat med yrken som kräver enbart grundskola eller gymnasieutbildning. Vi har även sett att branschernas teknologi har betydelse.

Vi avslutar med att studera om det är några skillnader utifrån företagens grad av internationalisering. Kolumn (1) i tabell 3.18 visar att vårt mått på företagens automatiseringssannolikhet inte har någon effekt på produktiviteten i multinationella företag. Multinationella företag består av både utländska multinationella företag och svenskägda förretag som har kontrollägda dotterbolag i flera länder. Detta är också vad vi bör förvänta oss då tidigare forskning visat att multinationella företag ofta karakteriseras av att ha anställda med i genomsnitt relativt hög utbildning. Om vi utesluter multinationella företag och enbart studerar icke-multinationella ser vi att en ökad automatiseringssannolikhet är förknippad med högre produktivitet, men att denna effekt är mindre ju större andel som utgörs av universitetsutbildade. Detta är ett liknande resultat som i kolumn (2) i tabell 3.15. Liknande resultat redovisas även i kolumn (3) där vi studerar icke-multinationella företag som exporterar från Sverige. Dock gäller detta inte företag som varken är multinationella eller exportörer (kolumn 4). Sammantaget förefaller det som att sambandet mellan anställdas automatiseringssannolikheter och företagens produktivitet är

relaterat till graden av internationalisering. I synnerhet finner vi att det är bland icke multinationella företag som ett samband med produktivitet finns. Dessa är också företag som i genomsnitt är mindre och har anställda med mindre formell utbildning i förhållande till multinationella företag.

Tabell 3.18 Automatiseringssannolikheter och produktivitet, 1996–2013. Betydelsen av internationalisering. Beroendevariabel är förädlingsvärde per anställd (i logaritmisk form).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	MNE	Ej MNE	Exportör men ej MNE	Ej MNE och ej exportör	Ej exportör	Exportör
Auto	0,001	0,001***	0,003***	0	0,001	0,002**
	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
Auto×Andel högutb.	–0,002	–0,003**	–0,007*	–0,001	–0,002*	–0,003
	-0,003	-0,001	-0,003	-0,001	-0,001	-0,003
Observationer	19 830	49 326	18 718	30 608	36 556	32 600
R^2	0,065	0,064	0,062	0,068	0,07	0,061
Företagsfixa effekter	JA	JA	JA	JA	JA	JA

Not: Samma företagskontroller som i tabell 3.16. MNE=multinationellt företag. Klustrade standardfel på företagsnivå inom parentes, *** p<0,01, ** p<0,05, *p<0,1.

4 Avslutning och policydiskussion

I denna rapport har vi belyst hur en effektiv digitaliseringsdriven strukturomvandling av det svenska näringslivet kan åstadkommas. Avgörande för detta är att företagen använder digitaliseringen för att utveckla strategier som effektivt löser informations- och kommunikationsproblem, skapar individanpassade varor och tjänster, samt utnyttjar outnyttjade privata tillgångar. En viktig del i denna process är att företag utvecklar sina roller som plattformsoperatörer och underlättar för olika ekonomiska aktörer att handla med varandra i olika former. Förekomsten av starka nätverkseffekter och ”vinnaren-tar-allt”-fenomenet i den digitala ekonomin innebär att det är svårt att direkt konkurrera med världsledande företag. Att de nya små företagen då verkar som underleverantörer men även kan bli uppköpta av de stora världsledande företagen blir därför allt viktigare. Att effektivt utnyttja landvinningar inom t.ex. robotutvecklingen ter sig som en möjlighet för att på nytt nå det produktivitetsunder som det svenska näringslivet åstadkom mellan åren 1996–2008 (se t.ex. Heyman m.fl., 2014).

Vidare framkommer i vår genomgång av litteraturen att hög konkurrens, flexibla arbetsmarknader, digitaliseringsanpassade juridiska system och välfungerande utbildnings- och vidareutbildningssystem kommer att vara viktiga faktorer för att en effektiv digitaliseringsdriven strukturomvandling ska kunna säkerställas.

Sverige ligger i framkanten i världen vad gäller digitalisering av samhället. Enligt EU:s ”Digital and society index” rankas Sverige som nummer två i EU efter Danmark.[51] I World Economic Forums ”The Networked Readiness Index” för år 2015 placerar sig Sverige

[51] Se European Commission (2016).

som trea efter Singapore och Finland.[52] Enligt The International Federation of Robotics (IFR) är robotiseringen av näringslivet fortfarande ganska låg (bortsett från fordonsindustrin), men kraftigt ökande. I topp ligger Sydkorea med 365 installerade robotar per 10 000 anställda, följt av Japan och Tyskland. Sverige ligger fyra på denna lista med 142 robotar per 10 000 anställda. Noterbart är att varken Sverige eller Tyskland har stora produktionsanläggningar inom elektronikindustrin som använder mycket robotar. Den höga robotintensiteten i Sverige och Tyskland kommer istället ifrån en diversifierad användning av robotar i många olika typer av industrier.[53]

Vår empiriska analys visar att investeringar i digitalisering och automatisering redan har haft stor påverkan på det svenska näringslivet. Vi finner ett negativt samband mellan automatiseringssannolikhet och förändringen i andel sysselsatta i ett yrke: ju större automatiseringssannolikhet ett yrke har, desto sämre utveckling i termer av yrkets andel av den totala sysselsättningen. Anställda inom hotell- och restaurangbranschen löper störst risk att förlora sin anställning till följd av ökad automatisering. Lägst risk löper anställda inom utbildningssektorn. Studeras förändringen över tiden i det svenska näringslivet minskar generellt risken något över tiden för att förlora jobbet som en följd av automatisering.

Vår empiriska analys visar också en ökad polarisering av arbetsmarknaden med tillväxt i framförallt höglöneyrken, men också i låglöneyrken. Andelen jobb i mitten av lönefördelningen minskar däremot. När vi studerar denna polarisering närmare ser vi att ökningen av höglönejobben utgörs av jobb som har låg automatiseringsrisk, men också har hög risk för att flyttas utomlands genom s.k. offshoring. De låglönejobb som ökar sin andel av sysselsättningen har istället låg risk för offshoring, men hög risk för automatisering. Detta indikerar att alla typer av yrken i det svenska näringslivet är konkurrensutsatta antingen av datorer och robotar eller av anställda i utländska företag.

Utbildning är viktig för att minska risken att förlora jobbet. Vi finner en nästan tre gånger högre risk att förlora jobbet till följd av automatisering för en person med enbart grundskola jämfört med

[52] World Economic Forum (2015).
[53] Se International Federation of Robotics (2015).

en person som har disputerat. Genomgående finner vi att yrken som kräver högre utbildning i allmänhet innebär att en större andel ingår i lågriskgruppen.

Automatiseringen påverkar också produktivitetsutvecklingen. Vår empiriska analys visar att en högre genomsnittlig automatiseringssannolikhet hos de anställda i ett företag sammanfaller med en positiv effekt på produktiviteten i tillverkningsindustrin, men att detta inte gäller för tjänstesektorn. Detta indikerar att företagen i tillverkningsindustrin har varit framgångsrika i att utnyttja digitaliseringens och automatiseringens möjligheter. Men det finns också skillnader mellan olika typer av företag. Vi finner att automatiseringen hittills har haft effekter på produktiviteten framförallt i företag som har en högre andel lågutbildad arbetskraft.

Våra resultat gällande samspelet mellan produktivet, automatiseringssannolikhet och andel med viss utbildning skiljer sig också mellan företag i branscher med olika IKT-intensitet. Våra resultat härrör främst från branscher med låg initial användning av IKT och stor förändring av IKT över tiden, dvs. i industrier som potentiellt har haft större möjligheter att förändras genom användande av ny digital teknik. Vi har således funnit empiriskt stöd för att det svenska näringslivet är mitt uppe i en digitaliseringsdriven strukturomvandling.

Vilka är då riskerna att våra empiriska resultat är missvisande? Automatiseringsmåttet vi använder i den empiriska analysen är ett nytt mått och vi är därför medvetna om att det är osäkert. Då måttet är framtaget för det amerikanska näringslivet och dess arbetsmarknad finns risk för både överskattning och underskattning av automatiseringsrisken för svenska yrken. Det kan vara så att vår studie underskattar den verkliga automatiseringsrisken då teknologiutvecklingen ofta sker först i USA och att de första applikationerna av den nya teknologin är avpassade för att ersätta yrken i USA. När den andra vågen av tillämpningar kommer kan dessa vara mer inriktade på att ersätta anställda i europeiska företag och att den framtida automatiseringsrisken således är större än vad vi uppmätt. Den framtida automatiseringssannolikheten kan också vara underskattad om det skulle vara så att vi underskattar teknologiutvecklingen. Om kostnaden för automatiseringen minskar snabbare än beräknat kan automatiseringsrisken vara högre än den uppmätta. Det kan även finnas regelhinder, preferenser och

demografiska faktorer som just nu hindrar automatisering, men som snabbt kan ändras och öka automatiseringssannolikheterna. Exempelvis skulle pilotfunktionen för kommersiella passagerarflyg kunna automatiseras redan idag men detta sker inte – vilket kan bero på preferenser eller juridiska hinder som t.ex. att ansvarsfrågan vid en olycka är oklar.

Vilka policykonklusioner kan vi då dra ifrån vår studie? Låt oss först notera att nationalekonomisk forskning betonar riskerna för felbedömningar hos myndigheter vid omfattande regleringar då informationsproblemet ofta är mycket stort. Exempelvis har industristöd sällan visat sig lyckade eftersom det är mycket svårt att bedöma vilka marknader som är framtidens tillväxtmarknader. Mer teknikneutrala åtgärder ter sig i detta perspektiv mer önskvärda. Vidare betonar nationalekonomisk forskning att policyåtgärder i syfte att förbättra effektiviteten i näringslivet bör ske endast om det föreligger något specifikt marknads- eller politikmisslyckande. Marknadsmisslyckanden finns på marknader där företagens beteende har starka externaliteter (effekter) på konsumenter, eller andra företag, utan att dessa prissätts (beaktas av företagen). Politikmisslyckande föreligger då politiken främst företräder egenintressen eller särintressen.

Låt oss nu utifrån detta perspektiv diskutera områden där vi bedömer att en policydiskussion är påkallad i spåren av digitaliseringen.

Digitaliseringen och nätverkseffekter. Vår genomgång av litteraturen har visat att en av de fundamentala aspekterna i den digitaliserade ekonomin är att en större del av interaktionen sker på marknader där det finns nätverkseffekter mellan de interagerande aktörerna. Vår analys visar att förekomsten av nätverkseffekter kan leda till marknadsmisslyckanden. Ett sådant misslyckande kan vara att användare koordinerar på underlägsen standard eller att företag kan misslyckas med att göra sina produkter kompatibla (användbara med varandra). Exempelvis var Apples och Microsofts operativsystem inkompatibla under slutet av 1980-talet och början av 1990-talet. Koski (1999) visar att spridningen av användandet av persondatorer var långsammare i länder där användargrupperna för respektive operativsystemen var ungefär lika stora vilket indikerar att kompatibla system stimulerar tillväxten.

Det är i detta perspektiv meningsfullt att skilja på två typer av policyåtgärder: (i) ex ante-åtgärder och (ii) ex post-åtgärder. Ex ante-åtgärder syftar till åtgärder som regleraren genomför som påverkar konkurrenssituationen innan en standard har satts. Ex post-åtgärder är åtgärder där regleraren fokuserar på att påverka företagens beteende givet den standard som marknaden frambringar.

Ex ante-åtgärder skulle kunna vara att försöka motverka att marknaden koordinerar för tidigt på en standard innan andra eventuella bättre standarder fått möjlighet att nå marknaden. Exempel på en sådan åtgärd är att stödja alternativa standarder tidigt i processen. Här bör dock varaktiga och omfattande subventioner undvikas. En annan möjlighet är att myndigheten själv sätter standarden i samarbete med företagen. Ett exempel på ett sådant lyckat standardförfarande var när myndigheter var drivande för GSM-standarden för mobiltelefoner i Europa. Dessa processer blir emellertid ofta mycket långsamma och ineffektiva och är inte ett förstahandsalternativ. Faktum är att det finns ett stort antal standarder valda av privata organisationer. Ett exempel är World Wide Web Consortium (W3C).

Ex post-åtgärder syftar till att motverka de missbruk av marknadsmakt som kan uppstå på marknader med starka nätverkseffekter. På dessa marknader har etablerade företag incitament och möjlighet att använda olika strategier för att skydda sig emot andra expanderande företag. Sådana strategier ger upphov till negativa (externa) effekter eftersom inträde av nya produktiva företag annars skulle leda till ökad sysselsättning och höjda löner, samt ökad priskonkurrens och därmed lägre konsumentpriser. Det är därför angeläget med en politik som säkerställer att etablerade företag inte bygger upp inträdesbarriärer i form av exempelvis missbruk av patent och olika åtgärder som ökar konsumenternas kostnader för att byta leverantör. Ett välkänt exempel är EU-kommissionens åtgärder mot Microsoft för att hindra Microsoft från att koppla olika programvaror till sitt eget operativsystem i syfte att minska konkurrensen på marknaden.

Här finns också risken för att så kallade insiders, dvs. etablerade företag och fackföreningar, kan försöka utnyttja olika regelverk för att skydda sina positioner på marknaden. Det kan finnas legitima skäl att ifrågasätta vissa delar av Ubers verksamhet utifrån faktorer

som beskattning och arbetsmiljö, men samtidigt finns också risken att etablerade aktörer försöker skydda sig bakom ineffektiva regleringar.

Digitaliseringen och plattformsekonomin. Vår genomgång av litteraturen har visat att en av de fundamentala aspekterna i den digitaliserade ekonomin är att en allt större del av handeln sker på plattformar. Ur ett konkurrenspolitiskt perspektiv är det av stor vikt att förstå att många av plattformsmarknaderna är tvåsidiga. På en plattformsmarknad fungerar plattformsföretaget som en länk mellan olika ekonomiska aktörer. Ett exempel är företaget OpenTable som fungerar som en plattform för restauranger och matgäster. Plattformen gör det möjligt för kunder och restauranger att boka och bekräfta reservationer över internet. Denna lösning gör att kunderna inte behöver ringa runt till olika restauranger utan allt kan ske direkt med hjälp av sökverktyg. Samtidigt som restaurangerna kan utnyttja sin bordskapacitet på ett effektivare sätt. OpenTable tar ingen avgift från restaurangbesökarna eller konsumenterna utan tjänar pengar genom licenser och avgifter som restaurangerna betalar.

Vad skulle då hända om OpenTable köpte upp en konkurrent (som bidrar med en liknande tjänst mot andra restauranger och matgäster)? Det räcker då inte för en konkurrensmyndighet att utvärdera troliga prisförändringar på ena sidan av marknaden (hur mycket restaurangerna får betala för att få tillgång till plattformstjänsten). Man kan föreställa sig att OpenTable skulle kunna höja priserna mot restaurangerna utan att restaurangernas vinst går ned, eftersom de nu når fler konsumenter. Eftersom företagsförvärvet innebär att flera restauranger och konsumenter kan interagera på den nya större plattformen kan även den totala konsumentvälfärden (konsumentöverskottet) öka.

Även tolkningen av vad som är underprissättning, det vill säga priser under de rörliga kostnaderna, blir mer komplicerad på en plattformsmarknad. Det låga priset skulle på en ensidig marknad kunna klassas som underprissättning i syfte att konkurrera ut rivaler men på en tvåsidig marknad kan detta således vara förenligt med ett lagligt strategiskt prissättningsbeteende.

Digitaliseringen och mångfalden av ekonomiska aktörer. Företag och konsumenter möter stora asymmetriska informationsproblem när de interagerar på vissa marknader och framförallt på

de nya plattformsmarknaderna. Många plattformsverksamheter bygger på ett ökat utnyttjande av privatpersoners reala och finansiella tillgångar i värdekedjan. Exempel på detta är Uber, som använder sig av privata bilar i sin verksamhet, och Airbnb som använder privata bostäder. Crowd funding har också vuxit fram som en alternativ finansieringsform för annorlunda och mindre projekt. Crowd sourcing har blivit allt vanligare där allmänhetens kunskaper och arbetskraft på olika sätt tas till vara i olika projekt. Dessa nya företeelser motiverar nya regelverk som stöder verifiering och certifiering av verksamheterna.

Framväxten av plattformsmarknader där privatpersoner handlar direkt med varandra med allt mer komplexa varor och tjänster innebär också att risker flyttas från etablerade företag till privatpersoner, vilka kan ha svårt att hantera dessa risker. Exempelvis, vad gäller om en olycka händer i en lägenhet uthyrd via Airbnb? Kan uthyraren bli stämd och har uthyraren något försäkringsskydd? Har uthyraren kompetens att säkerställa rimliga säkerhets- och miljökrav? Vilka arbetsrättsliga regler gäller? Vilka skatteregler gäller? Detta är viktiga frågor som regelverket idag inte är anpassat för.[54]

Tillgången till stora datamängder, så kallad ”Big Data”, påverkar också företagens affärsmodeller och strategier. Stora mängder data gör det möjligt för företagen att alltmer förlita sig på dessa vid marknadsundersökningar, marknadsföring och analyser. Exempelvis kan de enkelt utvärdera hur olika kunder reagerar på förändrade priser eller design jämfört med en kontrollgrupp. Detta ger upphov till många affärsmöjligheter men öppnar också för frågor om ökad marknadsmakt för aktörer som Google och för frågor om personlig integritet.

Det finns även anledning att se över allmänna regelverk så att regelverket inte premierar ett statiskt företagande över ett mer dynamiskt, produktivt företagande. Exempelvis kan komplexa redovisnings- och skattesystem bli mer hämmande för små växande företag än för stora företag. Vidare kan viss arbetsmarknadslagstiftning bli mer kostsam för små växande företag som inte har en intern arbetsmarknad. Detta kan leda till s.k. tröskeleffekter där

[54] Se Blix (2015) och Felländer m.fl. (2015) för en utförlig diskussion om policyutmaningar som framväxten av delningsekonomin för med sig.

företag växer upp till en viss storlek, exempelvis tio anställda, för att sedan inte expandera mer p.g.a. att regelverket är mindre förmånligt när fler är anställda. I tider av snabb teknologisk utveckling kan dessa hinder vara förenade med större samhällsekonomisk kostnad då tillväxttakten kan bli avsevärt lägre än vad som annars skulle ha varit fallet.

Digitaliseringen och globaliseringen. Digitaliseringen driver på globaliseringsprocessen. Detta innebär både större möjligheter och större utmaningar för svenska företag. Nätverkseffekter i konsumtionen och minskade transaktionskostnader i digitaliseringens spår gör att företag som tidigt kan utveckla nya produkter och tjänster snabbt kan bli dominerande på världsmarknaden. Möjligheten för små entreprenöriella företag att bli uppköpta av stora etablerade globala företag såsom Microsoft har troligen varit en viktig drivkraft och förklaring till den framgångsrika ”tech start-up”-sektorn i Sverige. Skype and Mojang är exempel på lyckade svenska start-ups som sedan sålts för stora summor till multinationella företag. Att fortsätta förbättra regelverk så att företagsutveckling stimuleras och försäljning av företag internationellt underlättas är förmodligen av stor vikt för en fortsatt framgångsrik ”tech start up”-sektor i Sverige. Det kan utifrån detta perspektiv noteras att internationella policysamarbeten troligtvis kommer bli allt viktigare. Exempelvis bör Sverige medverka till att konkurrensregler tillämpas effektivt internationellt så att en sund budkonkurrens över växande entreprenöriella företag kan säkerställas. Detta ter sig allt viktigare i den alltmer nätverksbaserade ekonomin. Vidare bör arbete bedrivas för att harmonisera olika typer av regelverk som företag möter när de verkar internationellt. Detta för att minska regelbördan vid en internationell expansion och undvika kostsamma snedvridningar internationellt.

Digitaliseringen och ”vinnaren tar allt”-fenomenet. En ytterligare utmaning i den digitaliserade och nätverksbaserade ekonomin är att små skillnader i kvalitet (förmåga) och små försprång in på en marknad kan leda till mycket stora konkurrensfördelar. Detta riskerar att leda till ökade inkomstklyftor. I vår mening är förbättrade konkurrensförutsättningar en av de policyåtgärder som på ett bra sätt balanserar fördelnings- och effektivitetsmål. Ett ökat konkurrenstryck minskar företagens marknadsmakt och gynnar konsumenterna, utan att incitamenten för företagsutveckling

minskar avsevärt då det är den relativa företagsframgången som ofta bestämmer investeringsviljan. Att motverka kartellformering och konkurrensbegränsande beteenden är därmed av högsta prioritet på dessa marknader.

Vidare kommer små skillnader i utbildning och yrkesskicklighet att kunna leda till stora skillnader i produktivitet och intjäningsförmåga. Vi har observerat i vår empiriska analys att utvecklingen går mot en något mer polariserad arbetsmarknad med färre anställda med medelhög lön. Att fler når högre produktivitet (och löner) i den digitala och globala konkurrensen ter sig därför av högsta vikt. Således verkar utbildningspremien för samhället öka då skillnaden i produktivitet mellan hög och lågutbildade ökar i den digitaliserade ekonomin. Frågan är dock om utbildningspremien för individen har ökat i samma utsträckning i Sverige under senare år.

Fungerande utbildnings- och vidareutbildningssystem är avgörande. Att säkerställa att fler individer når sin fulla potential blir således av större vikt än tidigare. Kunskapen och informationen om den nya teknologin är en kollektiv vara vilket gör att många kan konsumera den utan att kostnaden ökar. Redan anställda (insiders) kan ha för svaga incitament att omskola sig då det fulla värdet av en sådan omskolning endast delvis tillfaller den som omskolar sig. Ett skäl är att en del av löneökningarna beskattas bort och att lägre produktivitet inte minskar lönerna i samma utsträckning. Även företagen kan ha svaga incitament att erbjuda vidareutbildning då de värden som skapas till stor del konkretiseras i kunskaper som individer kan ta med sig till nästa anställning. Detta problem kan vara extra stort i tider av omfattande teknologisk utveckling då efterfrågan på uppdaterad kompetens från konkurrerande företag troligtvis ökar. Individer som står utanför arbetsmarknaden och individer på väg in på arbetsmarknaden kan få lägre drivkrafter att utbilda sig och söka jobb, dels då möjligheten att hitta arbeten till rådande minimilöner kan minska, dels då värdet av fritid ökar i och med att digitaliseringen underlättar fritidskonsumtion. Med minskade jobbmöjligheter i mitten av lönefördelningen blir det också en utmaning för arbetsmarknadspolitiken att slussa individer från låglönejobb eller från arbetslöshet till den övre delen av lönefördelningen där det finns en ökad efterfrågan.

Sammantaget tyder detta på att löne- och försäkringssystemen på arbetsmarknaden troligtvis måste bli mer mångfacetterade för att på ett effektivt sätt balansera behoven av incitament och försäkring på arbetsmarknaden.

Detta sammantaget gör att det finns en ökad risk för fel- och underutbildning och att det sker för lite omskolning i den nya digitaliserade ekonomin. Här ter sig investeringar i bättre och mer tidseffektiv gymnasieutbildning och universitetsutbildning av stor vikt, samtidigt som det bör finnas effektiva omskolningsprogram.

Digitaliseringen och sysselsättningsandel i privat sektor. Det är noterbart att automatiseringssannolikheten för många yrken i näringslivet är avsevärt högre än för yrken i den offentliga sektorn. Detta innebär att näringslivet måste skapa fler nya jobb och yrken än den offentliga sektorn för att andelen av sysselsättningen som finns i näringslivet inte ska sjunka i digitaliseringens fotspår.

Den framtida produktivitetsutvecklingen i Sverige riskerar annars att hämmas eftersom produktivitetsutvecklingen historiskt har varit avsevärt högre i näringslivet än i den offentliga sektorn. Att tillåta mångfald i utförandet av olika typer av tjänster inom fritid, hälsa, omsorg, utbildning och vård är troligtvis en bra åtgärd för att säkerställa att digitaliseringens möjligheter snabbt och effektivt kommer konsumenterna till del, vilket visar sig ha skett i tillverkningsindustrin. Att analysera detta i detalj är dock utanför denna studies uppdrag men ter sig som en viktig framtida utredningsfråga.

Digitalisering, strukturomvandling och näringslivsreformer. Den sammantagna bilden från vår studie indikerar att det svenska näringslivet har genomgått en lyckad digitaliseringsdriven strukturomvandling med hög produktivitetsutveckling och högt jobbskapande. I Heyman m.fl. (2015) beskriver vi hur Sverige genomförde en rad reformer av regelverk och institutioner i syfte att förbättra näringslivets produktivitet. Till stor del handlade det om att öka incitamenten för investeringar, arbete och utbildning samt att minska barriärerna för nyföretagande och inträde på arbetsmarknaden. Exempelvis sänktes den effektiva beskattningen på nyföretagande avsevärt. Marknader såsom telemarknaden avreglerades, möjligheterna för utländskt ägande av företag underlättades och arbetsmarknaden tilläts bli mer flexibel. Vår bedömning är att dessa reformer varit viktiga för hur digitaliseringen har kunnat

påverka produktiviteten och jobbskapandet i det svenska näringslivet under den studerade perioden. Att i detalj empiriskt undersöka betydelsen av olika reformer i det här avseendet är emellertid utanför denna studies uppdrag, men ter sig som en viktig framtida utredningsfråga.

Är digitaliseringen annorlunda än tidigare teknologiskift? Det är utan tvivel så att den pågående digitaliseringsdrivna strukturomvandling vi nu är mitt uppe i är omfattande och påverkar samhället i hög grad. Men är den fundamentalt annorlunda än tidigare stora teknologidrivna strukturomvandlingar?

I ekonomisk historia beskrivs hur tre avgörande industriella revolutioner med radikala innovationer, där ångmaskinen, elmotorn och förbränningsmotorn samt mikroelektroniken stått i centrum med knappt hundra års mellanrum. Den historiska forskningen pekar på att samtliga dessa tekniska revolutioner har följts av yrkesomstrukturering och ökad inkomstspridning; medan den nya teknikens företrädare har belönats har gamla kunskaper fallit i värde. Men efter cirka 40 år har utvecklingen vänt. En stor anledning till att de initiala problemen har minskat i omfattning är att samhället har omorganiserats. Exempelvis har utbildningssystemet förändrats och nya institutioner vuxit fram. I samband med minskade transportkostnader och därpå följande konsolideringar och monopoliseringar av ett stort antal branscher i USA växte den amerikanska konkurrenslagstiftningen fram. Detta för att säkerställa att de värden som teknologiutvecklingen möjliggjorde inte enbart tillföll ett fåtal ägare av de stora företagen.

I detta perspektiv ter sig den pågående digitaliseringsdrivna strukturomvandlingen framförallt vara en möjlighet och mindre ett hot. Det finns dock anledning att fundera närmare på hotbilden. Utifrån vår läsning av forskningslitteraturen är det en aspekt av den pågående strukturomvandlingen som talar för att den kan bli annorlunda. De tidigare radikala innovationerna har ersatt många arbetsuppgifter i produktionsfunktionen, allt ifrån att lyfta och transportera saker till att utföra komplicerade beräkningar. Men människan har ännu ett försteg när det gäller intellektuell rörlighet, empatisk förmåga, sensibilitet och motorik.

Forskare frågar sig dock om inte maskinerna är på väg att göra snabba intrång även på människans domäner såsom motorik och intellektuell rörlighet. Genom att smarta robotar kan utföra ett

stort antal arbetsuppgifter av mycket varierande slag blir de ett allt närmare substitut till människor. Detta skulle kunna innebära att människans arbetsuppgifter inom en ganska snar framtid kommer att ändra karaktär till att vara mera kreativa, kulturella, vårdande och omdömesfulla.

Vår slutsats är att näringslivet står inför stora utmaningar oavsett om pessimisterna - eller optimisterna - har rätt om takten i den teknologiska utvecklingen. Det finns stora välfärdvinster av ett väl fungerande näringsliv både i tider av hög och låg teknologisk - utvecklingstakt. Detta innebär att det är av betydelse med reformer som ökar (och behåller) incitamenten för företagen att finna nya affärsmöjligheter, experimentera och växa. Samtidigt är reformer som innebär ökad kvalitet och incitament för utbildning och vidareutbildning kanske än mer viktiga i framtidens näringsliv där smarta robotar och ny teknik kommer att kunna ersätta allt fler arbetsuppgifter.

Referenser

Acemoglu, D. och D. Autor. (2010), "Skills, Tasks and Technologies: Implications for employment and earnings", NBER Working Paper Nr. 16082.

Acs, Z. J. och D. B. Audretsch. (2005), "Entrepreneurship, Innovation and Technological Change", *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 1(4), 149–195.

Adermon, A. och M. Gustavsson (2015), "Teknisk utveckling och jobbpolarisering", SNS Analys Nr. 28, Stockholm: Studieförbundet Näringsliv och Samhälle (SNS).

Anderman, S.D. och H. Schmidt. (2007), "EC Competition Policy and IPRs"

Andersson, M. och B. Johansson. (2011), "Regional Policy as Change Management - A Theoretical Discussion with Empirical Illustrations", CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation 249, CESIS, KTH Royal Institute of Technology.

Asplund, R., E. Barth, P. Lundborg och K. Misje Nilsen. (2011), "Polarization of the Nordic Labor Markets", *Finnish Economic Papers*, 24(2), 87–110.

Audretsch, D. B. (1991), "New-Firm Survival and the Technological Regime", *Review of Economics and Statistics*, 73(3), 441–450.

Autor, D. (2013), "The "Task Approach" to Labor Markets: An Overview", *Journal for Labour Market Research*, 46(3), 1–15.

Autor, D. (2014), "Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth", NBER Working Paper 20485.

Autor, D. och D. Dorn. (2009), "This Job is "Getting Old": Measuring Changes in Job Opportunities using Occupational Age Structure", *American Economic Review*, 99(2), 45–51.

Autor, D. och D. Dorn. (2013), "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the U.S. Labor Market", *American Economic Review*, 103(5), 1553–1597.

Autor, D., L. F. Katz och M. S. Kearney. (2006), "The Polarization of the U.S. Labor Market", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 96(2), 189–194.

Autor, D., L. F. Katz och M. S. Kearney. (2008), "Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists", *Review of Economics and Statistics*, 90(2), 300–323.

Autor, D., R. J. Murnane och F. Levy. (2003), "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration", *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1334.

Bandiera, O., I. Barankay och I. Rasul. (2007), "Incentives for Managers and Inequality among Workers: Evidence from a Firm-Level Experiment", *Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 729–73.

Bandiera, O., I. Barankay och I. Rasul. (2009), "Social Connections and Incentives in the Workplace: Evidence from Personnel Data", *Econometrica*, 77(4), 1047–1094.

Bartelsman, E., S. Scarpetta och F. Schivardi. (2005), "Comparative Analysis of Firm Demographics and Survival: Evidence from Micro-level Sources in OECD Countries", *Industrial and Corporate Change*, 14(3), 365–391.

Belleflamme, P. och M. Peitz (2015), "Industrial Organization", Cambridge University Press: Cambridge.

Bertrand, M. och A. Schoar. (2003), "Managing with Style: The Effect of Managers on Firm Policies", *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1169–1208.

Besanko, D., D. Dranove, M. Shanley och S. Schaefer. (2003), Economics of Strategy. 3e Upplagan. New York: John Wiley & Sons Inc.

Blinder, A. S. och A. B. Krueger. (2013). "Alternative Measures of Offshorability: A Survey Approach", *Journal of Labor Economics*, 31(1), 97–128.

Blix, M. (2015), "The economy and digitalization - opportunities and challenges", Rapport till Svenskt Näringsliv.

Bloom, N. och J. Van Reenen (2007), "Measuring and Explaining Management Practices across Firms and Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 122(4), 1351–1408.

Bloom N. och J. Van Reenen. (2010), "New Approaches to Surveying Organizations", *American Economic Review*, 100(2), 105–109.

Bloom, N. och J. Van Reenen. (2011), "Human resource management and productive", i Ashenfelter, O., Card, D. (Red.), Handbook of Labor Economics 4B, Elsevier, Amsterdam, 1697–1767.

Bloom N., R. Sadun och J. Van Reenan. (2012a), "The Organization of Firms Across Countries",*The Quarterly Journal of Economics*, Oxford University Press, 127(4), 1663–1705.

Bloom N., R. Sadun och J. Van Reenen. (2012b), "Americans Do I.T. Better: US Multinationals and the Productivity Miracle", *American Economic Review,* 102(1), 167–201.

Bloom N., C. Genakos, R. Sadun och J. Van Reenen (2012c), "Management Practices Across Firms and Countries", NBER Working Papers 17850

Brynjolfsson, E. och A. McAfee. (2014), *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York: Norton & Company.

Cahuc, P., F. Marque och E. Wasmer. (2008), "A Theory of Wages and Labor Demand with Intra-firm Bargaining and Matching Frictions", *International Economic Review*, 49(3), 943-972.

Caves, R. E. (1998), "Industrial Organization and New Findings on the Turnover and Mobility of Firms", *Journal of Economic Literature*, 36(4), 1947–1982.

Coase, R. (1937), "The Nature of the Firm", *Economica*, 4(16), 386–405.

Edquist, H. och Henrekson, M. (2015), "Swedish Lessons: How Important are ICT and R&D to Economic Growth?", IFN Working Paper Nr. 1073.

Edquist, H. och Henrekson, M. (2016), "Do R&D and ICT Affect Total Factor Productivity Growth Differently?", IFN Working Paper Nr. 1108.

Ericson, R. och A. Pakes (1995), "Markov-Perfect Industry Dynamics: A Framework for Empirical Work", *Review of Economic Studies*, 62(1), 53–82.

European Commission (2016), The Digital Economy and Society Index, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi

Fama, E.F. och M.C. Jensen. (2000), *A Theory of The Firm: Governance, Residual Claims and Organizational Forms*, Harvard University Press.

Felländer, A., C. Ingram och R. Teigland. (2015), "Sharing Economy- Embracing Change with Caution", Entreprenörskapsforum, Näringspolitiskt Forum Rapport Nr. 1.

Frey, C.B och Osborne, A.M. (2013), "The future of Employment, How Susceptible are jobs to Computerization?", Oxford Martin School Working Paper.

Ford, Martin. (2015), *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*, New York: Basic Books.

Fox, J.T., och V. Smeets. (2011), "Does Input Quality Drive Measured Differences in Firm Productivity?", National Bureau of Economic Research Working Paper Nr. 16853.

Fölster, P. (2014), "Vartannat jobb automatiseras inom 20 år- utmaningar för Sverige", Stiftelsen för Strategisk Forskning, Trydells Tryckeri.

Fölster, P. (2015), "De nya jobben i automatiseringens tidevarv", Stiftelsen för strategisk forskning, SSF-rapport nr 20, Trydells Tryckeri.

Gibbons, R. och J. Roberts (red.) (2013), *The Handbook of organizational economics*, Princeton University Press.

Gibrat, R. (1931), *Les Inégalités économiques*. Paris: Librairie du Recueil Sirey.

Goos, M. och Manning, A. (2007), "Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain", *Review of Economics and Statistics*, 89(1): 118–133.

Goos, M., A. Manning och A. Salomons. (2009), "Job Polarization in Europe", *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 99(2), 58–63.

Goos, M., A. Manning och A. Salomons. (2014), "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring", *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526.

Graetz G. och G. Michaels. (2015), "Robots at work", CEP Discussion Paper No. 1335.

Greengard S. (2015), *The Internet of Things*, Cambridge, Massachusets

Grossman, S. och O. Hart. (1986), "The Costs and the Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration", *Journal of Political Economy*, 94(4) 691–719.

Hammarberg R., F. Heyman, P-J. Norbäck och L. Persson. (2013), "Kompletterande tabell- och figurdokument till jobb-dynamiken i svenskt näringsliv 1990 till 2009,ESO-rapport.

Hart, O. och J. Moore. (1990), "Property Rights and the Nature of the Firm", *Journal of Political Economy*, 98(6), 1119–1158.

Henrekson, M. och D. Johansson. (2010), "Gazelles as Job Creators: A Survey and Interpretation of the Evidence", *Small Business Economics*, 35(2), 227–244.

Henrekson, M. och T. Sanandaji. (2014), "Beskattning av personal-optioner och innovativt entreprenörskap", Expertrapport till Företagsskattekommittén bilaga 5 SOU 2014:40, Stockholm: Finansdepartementet.

Hopenhayn, H. (1992), "Entry, Exit, and Firm Dynamics in Long Run Equilibrium", *Econometrica*, 60(5), 1127–1150.

Hjalmarsson, L. (1974), "The Size Distribution of Establishments and Firms Derived from an Optimal Process of Capacity Expansion", *European Economic Review*, 5(2), 123–140.

Ho, M.S., D.W. Jorgenson och K.J. Stiroh. (2005), *Productivity*, Volym 3, Cambridge and London: MIT Press.

Ho M.S., D.W. Jorgenson och K.J. Stiroh. (2008), "A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence", *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3–24.

Ilmakunnas, P., M. Maliranta och J. Vainiomäki. (2004), "The Roles of Employer and Employee Characteristics for Plant Productivity", *Journal of Productivity Analysis*, 21(3), 249–76.

International Federation of Robotics (2015), Industrial Robot Statistics, http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/

Jovanovic, B. (1982), "Selection and the Evolution of Industry", *Econometrica*, 50(3), 649–670.

Karlsson, C. och K. Nyström. (2007), "Nyföretagande, Närings-livsdynamik och Tillväxt i Den Nya Världsekonomin", Under-lagsrapport nr 5,Globaliseringsrådet.

Klepper, S. (1996), "Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle", *American Economic Review*, 86(3), 562–583.

Lazear, E.P. (2000), "Performance Pay and Productivity", *American Economic Review*, 90(5), 1346–1361.

Lerner, J. (2009), "Boulevard of Broken Dreams: Why Public Efforts to Boost Entrepreneurship and Venture Capital Have Failed — and What to Do About It", Kauffman Foundation Series on Innovation and Entrepreneurship, Princeton University Press.

Luttmer, E. G. J. (2007), "Selection, Growth, and the Size Distribution of Firms", *Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1103–1144.

Maksimovic, V. och G. Phillips. (2001), "The Market for Corporate Assets: Who Engages in Mergers and Asset Sales and Are There Efficiency Gains?" *Journal of Finance*, 56(6), 2019–2065.

Michaels, G., Natraj, A. och J. Van Reenen. (2014), "Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries Over Twenty-Five Years, "*Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60–77.

Mortensen, D.T. (2009), "Wage Dispersion in the Search and Matching Model with Intra-Firm Bargaining", NBER Working Paper Nr. 15033.

Motta, M. (2004), *Competition Policy: Theory and Practice*, Cambridge: Cambridge University Press.

Murphy, K. M. och R. H. Topel. (1990), "Efficiency Wages Reconsidered: Theory and Evidence", i Y. Weiss and G. Fishelson, (red.) *Advances in the Theory and Measurement of Unemployment*, Macmillan, 204–240.

Nelson, R. R. och S. G. Winter. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge,MA: Belknap Press

Norbäck, P-J. och L. Persson. (2009), "The Organization of the Innovation Industry: Entrepreneurs, Venture Capitalists, and Oligopolists", *Journal of the European Economic Association*, 7(6), 1261–1290.

Norbäck, P.-J. och L. Persson. (2012), "Entrepreneurial Innovations, Competition and Competition Policy", *European Economic Review*, 56(6), 488–506.

Norbäck, P.-J., L. Persson och J. Tåg. (2015),"Acquisitions, Entry and Innovation in Oligopolistic Network Industries", *International Journal of Industrial Organization*, 37, 1-12.

Nordhaus, W. D. (2007), "Two Centuries of Productivity Growth in Computing," *The Journal of Economic History*, Cambridge University Press, 67(1), 128–159.

Pajarinen, M. och P. Rouvinen. (2014), "Computerization Threatens One Third of Finnish Employment", ETLA Brief 22, The Research Institute of the Finnish Economy.

Peitz, M. och P. Waelbroeck. (2006), "Piracy of digital products: A critical review of the theoretical literature", *Information Economics and Policy*, *Elsevier*, 18(4), 449-476.

Santarelli, E. och M. Vivarelli. (2007), "Entrepreneurship and the Process of Firms' Entry, Survival and Growth", *Industry and Corporate Change*, 16(3), 455–488.

Sutton, J. (1997), "Gibrat's Legacy", *Journal of Economic Literature*, 35(1), 40–59.

Syverson, C. (2011), "What Determines Productivity?" *Journal of Economic Literature* 49(2), 326-365.

Tirole J. (1988), *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge, Massachussets: The MIT Press.

Tirole, J. (2006), *The Theory of Corporate Finance*. Princeton: Princeton University Press.

Van Ark, B., M. O'Mahony, och M.P. Timmer. (2008), "The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes", *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 25–44.

Van Reenen, J., N. Bloom, M. Draca, T. Kretschmer, R. Sadun, H. Overman och M. Shankerman. (2010), "The Economic Impact of ICT", Centre for Economic Performance, London School of Economics.

Varian, Hal. (2014), "Beyond Big Data", *Business Economics*, 49, 27–31.

Vives, X. (2008), "Innovation and Competitive Pressure", *Journal of Industrial Economics*, 56(3), 419-469.

Williamson, O. E. (1979), "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations", *Journal of Law and Economics*, 22(2), 233–261.

World Economic Forum (2015), The global information technology report 2015, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf.

Appendix A

Yrken på 3-siffernivå (sorterade efter sannolikheter).

Yrkeskod	Yrkesbeskrivning	Aut. andel (%)
521	fotomodeller m.fl.	98,0
412	bokförings- och redovisningsassistenter	97,0
824	maskinoperatörer, trävaruindustri	97,0
414	biblioteksassistenter m.fl.	96,6
421	kassapersonal m.fl.	95,3
921	medhjälpare inom jordbruk, trädgård, skogsbruk och fiske	95,0
829	övriga maskinoperatörer och montörer	94,8
522	försäljare, detaljhandel; demonstratörer m.fl.	94,4
911	torg- och marknadsförsäljare	94,0
915	renhållnings- och återvinningsarbetare	93,0
411	kontorssekreterare och dataregistrerare	92,2
419	övrig kontorspersonal	91,6
828	montörer	91,5
833	maskinförare	90,2
823	maskinoperatörer, gummi- och plastindustri	89,8
831	lokförare m.fl.	89,6
343	redovisningsekonomer, administrativa assistenter m.fl.	89,3
913	köks- och restaurangbiträden	88,6
512	storhushålls- och restaurangpersonal	88,4
722	smeder, verktygsmakare m.fl.	87,1
741	slaktare, bagare, konditorer m.fl.	87,1
811	malmförädlingsoperatörer, brunnsborrare m.fl.	86,8
742	möbelsnickare, modellsnickare m.fl.	86,0
815	processoperatörer, kemisk basindustri	85,0
931	grovarbetare inom bygg och anläggning	84,8
813	processoperatörer, glas och keramiska produkter	83,3
721	gjutare, svetsare, plåtslagare m.fl.	82,4

342	agenter, förmedlare m.fl.	81,7
834	däckspersonal	81,2
825	maskinoperatörer, grafisk industri, pappersvaruindustri	81,1
832	fordonsförare	80,1
614	skogsbrukare	79,8
413	lager- och transportassistenter	78,8
415	brevbärare m.fl.	78,6
821	maskinoperatörer, metall- och mineralbehandling	78,4
933	godshanterare och expressbud	77,9
827	maskinoperatörer, livsmedelsindustri m.m.	76,8
714	målare, lackerare, skorstensfejare m.fl.	75,5
914	tidningsdistributörer, vaktmästare m.fl.	74,6
422	kundinformatörer	73,4
814	processoperatörer, trä- och pappersindustri	72,5
711	gruv-, bergarbetare och stenhuggare	72,2
341	säljare, inköpare, mäklare m.fl.	72,1
812	processoperatörer vid stål- o metallverk	71,9
919	övriga servicearbetare	71,1
932	handpaketerare och andra fabriksarbetare	70,3
324	biomedicinska analytiker	68,7
723	maskin- och motorreparatörer	66,7
743	skräddare, tillskärare, tapetserare m.fl.	65,5
515	säkerhetspersonal	65,4
912	städare m.fl.	63,9
816	driftmaskinister m.fl.	63,7
612	djuruppfödare och djurskötare	63,4
613	växtodlare och djuruppfödare, blandad drift	63,4
822	maskinoperatörer, kemisk-teknisk industri	63,2
615	fiskare och jägare	62,4
511	resevärdar m.fl.	62,3
611	växtodlare inom jordbruk och trädgård	61,1
826	maskinoperatörer, textil-, skinn- och läderindustri	60,5
734	grafiker m.fl.	59,2
712	byggnads- och anläggningsarbetare	59,0
724	elmontörer, tele- och elektronikreparatörer m.fl.	57,2
311	ingenjörer och tekniker	56,4

243	arkivarier, bibliotekarier m.fl.	50,4
744	garvare, skinnberedare och skomakare	50,3
713	byggnadshantverkare	48,1
241	företagsekonomer, marknadsförare och personaltjänstemän	46,2
732	drejare, glashyttearbetare, dekorationsmålare m.fl.	42,9
731	finmekaniker m.fl.	42,4
315	säkerhets- och kvalitetsinspektörer	40,5
733	konsthantverkare i trä, textil, läder m.m.	37,2
313	fotografer; ljud- och bildtekniker, sjukhustekniker m.fl.	36,6
817	industrirobotoperatörer	36,0
513	vård- och omsorgspersonal	34,1
344	tull-, taxerings- och socialförsäkringstjänstemän	33,0
314	piloter, fartygsbefäl m.fl.	32,1
312	datatekniker och dataoperatörer	30,2
514	frisörer och annan servicepersonal, personliga tjänster	29,0
322	sjukgymnaster, tandhygienister m.fl.	26,2
244	samhälls- och språkvetare m.fl.	25,5
247	administratörer i offentlig förvaltning	23,0
248	administratörer i intresseorganisationer	23,0
123	chefer för särskilda funktioner	23,0
347	tecknare, underhållare, professionella idrottsutövare m.fl.	22,8
211	fysiker, kemister m.fl.	21,4
245	journalister, konstnärer, skådespelare m.fl.	18,9
212	matematiker och statistiker	17,7
345	poliser	13,9
122	drift- och verksamhetschefer	13,0
332	andra lärare och instruktörer	13,0
131	chefer för mindre företag och enheter	12,1
213	dataspecialister	11,7
346	behandlingsassistenter, fritidsledare m.fl.	11,2
242	jurister	8,0
232	gymnasielärare m.fl.	6,4
233	grundskollärare	5,6
331	förskollärare och fritidspedagoger	5,2
214	civilingenjörer, arkitekter m.fl.	4,9

221	specialister inom biologi, jord- och skogsbruk m.m.	3,0
249	psykologer, socialsekreterare m.fl.	3,0
348	pastorer	2,5
222	hälso- och sjukvårdsspecialister	1,5
121	verkställande direktörer, verkschefer m.fl.	1,5
112	chefstjänstemän i intresseorganisationer	1,5
111	högre ämbetsmän och politiker	1,2
234	speciallärare	1,1
235	andra pedagoger med teoretisk specialistkompetens	0,9
246	präster	0,8
321	lantmästare, skogsmästare m.fl.	0,8

Yrken på 2-siffernivå (sorterade efter sannolikheter).

Yrkeskod	Yrkesbeskrivning	Aut. andel
92	Arbete inom lantbruk m.m. utan krav på särskild yrkesutbildning	95,0
52	Försäljningsarbete inom detaljhandel m.m.	94,4
41	Kontorsarbete m.m.	88,6
82	Maskinoperatörs- och monteringsarbete	84,7
83	Transport- och maskinförararbete	83,0
74	Annat hantverksarbete	82,2
42	Kundservicearbete	80,4
91	Servicearbete utan krav på särskild yrkesutbildning	75,7
93	Annat arbete utan krav på särskild yrkesutbildning	74,2
81	Processoperatörsarbete	72,0
72	Metallhantverk, reparatörsarbete m.m.	69,8
61	Arbete inom jordbruk, trädgård, skogsbruk och fiske	64,2
34	Annat arbete som kräver kortare högskoleutbildning	63,3
71	Gruv-, bygg- och anläggningsarbete	56,2
73	Finmekaniskt och grafiskt hantverk, konsthantverk m.m.	49,0
31	Tekniker- och ingenjörsarbete m.m.	47,9
51	Service-, omsorgs- och säkerhetsarbete	41,2
24	Annat arbete som kräver teoretisk specialistkompetens	28,6
12	Ledningsarbete i stora och medelstora företag, myndigheter m.m.	15,6
32	Arbete inom biologi, hälso- och sjukvård som kräver kortare högskoleutbildning	13,2
13	Ledningsarbete i mindre företag, myndigheter m.m.	12,1
21	Arbete som kräver teroetisk specialistkompetens inom teknik och datavetenskap	9,2
33	Lärararbete som kräver kortare högskoleutbildning	5,8
23	Lärararbete inom universitet, gymnasie-och grundskola	4,2
11	Politiskt arbete m.m.	1,3
22	Arbete som kräver teoretisk specialistkompetens inom biologi, hälso-och sjukvård	1,0

Appendix B: Härleding av den empiriska modellen gällande automatiseringssannolikheter och produktivitet.

I detta appendix härleder vi vår regressionsmodell. Anta att produktionsfunktionen för ett företag i vid en tidpunkt t är av Cobb-Douglas-typ, såsom i Autor och Dorn (2013):

$$Y_{it} = \left[(\varphi_L L_{it})^{\emptyset} + D_{it}^{\emptyset}\right]^{\frac{\alpha}{\emptyset}} (\varphi_H H_{it})^{\beta} (K_{it})^{\gamma} e^{\theta_i + \mu_t + \varepsilon_{it}}$$

Vi förenklar så att företaget inte använder material och att priset på varan är 1. Då är Y_{it} nivån på företag i:s produktion (vid tidpunkt t) som också blir företagets förädlingsvärde. L_{it} visar antalet anställda med utbildning upp till gymnasieexamen, H_{it} visar antalet anställda med högskoleutbildning. K_{it} anger företagets kapitalstock. θ_i är företag i:s totala faktorproduktivitet och representerar företagsspecifika tillgångar som genererar (tidsinvarianta) skillnader i produktivitet mellan företag, såsom olika teknologi, produkter eller organisation. Termen μ_t speglar faktorer som varierar över tiden, men som antas ha samma inflytande på alla företag. Parametern φ_L fångar hur effektiva anställda med utbildning upp till gymnasienivå är. Parametern φ_H mäter hur effektiva anställda med högskoleutbildning är.

Vi följer Autor och Dorn (2013) och antar att D_{it} visar företagets digitala kapital i form av t.ex. programvara, datorer eller robotar. Digitalt kapital D_{it} är ett relativt substitut för anställda med låg och medelhög utbildning, medan det är ett relativt komplement till anställda med hög utbildning. I produktionsfunktionen fångas substituerbarheten mellan låg- och medelut-

bildade av $\emptyset = \frac{\sigma-1}{\sigma}$, där σ är den s.k. substitutionselasticiteten mellan digitalt kapital och låg- och medelutbildade. Substitutionselasticiteten fångar alltså att låg- och medelutbildade innehar yrken som är mer rutinartade och därför lättare kan ersättas av datorer och robotar. Ju högre substitutionselasticitet (och därmed ju större $\emptyset$ är), desto lättare är det att ersätta anställda med låg och medelhög utbildning med digitalt kapital. Utöver direkt substitution kan man också tänka sig att digitalt kapital eller kunnande också påverkar effektivitetsparametrarna φ_L och φ_H.

Det totala antalet anställda är summan av antalet högutbildade och antalet låg- och medelutbildade anställda, $T_{it} = H_{it} + L_{it}$. Definiera produktionen (förädlingsvärdet) per anställd som $y_{it} = Y_{it}/T_{it}$, andelen låg-och medelutbildade som $l_{it} = L_{it}/T_{it}$, andelen högutbildade som $h_{it} = H_{it}/T_{it}$, samt kapitalintensiteten som $k_{it} = K_{it}/T_{it}$. Definiera sedan $d_{it} = D_{it}/T_{it}$ som företagets digitaliseringsintensitet. Vi kan då skriva om produktionsfunktionen ovan som:

$$y_{it} = \left[(\varphi_L l_{it})^{\emptyset} + d_{it}^{\emptyset}\right]^{\frac{\alpha}{\emptyset}} (\varphi_H h_{it})^{\beta} (k_{it})^{\gamma} e^{\theta_i + \varepsilon_{it} + \mu_t} (T_{it})^{\alpha+\beta+\gamma-1}$$

Logaritmering av vänster- och högerleden ger följande estimeringsekvation:

$$logy_{it} = \beta log h_{it} + \gamma log k_{it} + (\alpha + \beta + \gamma - 1) log T_{it} +$$

$$\frac{\alpha}{\emptyset} log\left[(\varphi_L l_{it})^{\emptyset} + d_{it}^{\emptyset}\right] + \beta log \varphi_H + \quad \theta_i + \varepsilon_{it} + \mu_t$$

Vi ersätter sedan $\frac{\alpha}{\emptyset} log\left[(\varphi_L l_{it})^{\emptyset} + d_{it}^{\emptyset}\right] + \beta log \varphi_H + \quad \theta_i + \varepsilon_{it} + \mu_t$ med företagets automatiseringssannolikhet, $\overline{Auto}_{it}$ [55]. Automatiseringssannolikheten kommer på ett grovt sätt att fånga den aggregerade effekten av automatisering på och låg- och medelutbildade på företagets produktivitet. Om det finns en direkt effekt på effektiviteten hos högutbildade $\beta log \varphi_H$ kommer denna att

[55] Från ovan har vi sett att $\overline{Auto}_{it}$ är en viktad summa. Vi kan emellertid tänka oss att låg- och medelutbildade i olika yrken r har fixa utgiftsandelar α_r i produktionsfunktionen. Vi skulle då istället få $\sum_r \frac{\alpha_r}{\emptyset_r} log\left[\left(\varphi_{L_r} l_{irt}\right)^{\emptyset_r} + d_{it}^{\emptyset_r}\right]$ och $(\sum_r \alpha_r + \beta + \gamma - 1) log L_{it}$ i vår estimeringsekvation.

finnas i regressionens konstant, och alltså inte kunna estimeras eller urskiljas. Notera också att automatiseringssannolikheten fångar ett flertal faktorer: digitaliseringsintensiteten d_{it}, dvs. hur intensivt företaget använder digitalt kapital; hur lätt det är att substituera mäniskor med låg- eller medelhög utbildning mot digitalt kapital $\emptyset$ och hur viktig den gemensamma insatsen av digitalt kapital och låg- och medelutbildad arbetskraft är. Automatiseringssannolikheten kommer därtill spegla andelen av arbetskraften som har låg- och medelhög utbildning och som antas kunna ersättas med datorer l_{it}, och hur mycket mer produktiva låg- och medelhögt utbildade blir med digital teknik φ_L.

Vår slutliga ekvation som vi kommer att estimera blir:

$$logy_{it} = \alpha logh_{it} + \gamma logk_{it} + (\alpha + \beta + \gamma - 1)logT_{it}$$

$$+\delta\overline{Auto}_{it} + \theta_i + \mu_t + \varepsilon_{it}$$

Parametern δ är vårt huvudsakliga intresse, då denna visar hur produktiviteten förändras när automatiseringssannolikheten i företaget ökar.

Förteckning över tidigare rapporter till ESO

2016

- Boende med konsekvens – en ESO-rapport om etnisk boendesegregation och arbetsmarknad.
- Sjukskrivningarnas anatomi – en ESO-rapport om drivkrafterna i sjukförsäkringssystemet.
- När skolan själv får välja – en ESO-rapport om friskolornas etableringsmönster.

2015

- En ny giv? En ESO-rapport om regleringen av spelmarknaden.
- Maktutövningar under lagarna? En ESO-rapport om trotsiga kommuner.
- En förlorad generation? En ESO-rapport om ungas etablering på arbetsmarknaden.
- Verksamma insatser mot brott? En ESO-rapport om orsak och verkan.
- Familjepolitik för alla? En ESO-rapport om föräldrapenning och jämställdhet.

2014

- Goda år på ålders höst? En ESO-rapport om konkurrens i äldreomsorgen.
- 3:12-Corporations in Sweden: The Effects of the 2006 Tax Reform on Investments, Job Creation and Business Start-ups.
- Företagandets förutsättningar – En ESO-rapport om den svenska ägarbeskattningen.

- Kapital på krita? En ESO-rapport om företagandets finansiering.
- Konkurrens, kontakt och kvalitet – hälso- och sjukvård i privat regi.
- Hållbara beräkningar – en ESO-rapport om att bedöma den offentliga sektorns finansiella hållbarhet.
- Med nya mått mätt – en ESO-rapport om indikationer på produktivitetsutvecklingen i offentlig sektor.
- Institutionsvård, incitament och information – en ESO-rapport om placering av ungdomar med sociala problem.

2013

- Bäste herren på täppan? En ESO-rapport om bostadsbyggande och kommunala markanvisningar.
- Allmän nytta eller egen vinning? En ESO-rapport om korruption på svenska.
- Var skapas jobben? En ESO-rapport om dynamiken i svenskt näringsliv 1990–2009.
- Transportinfrastrukturens framtida organisering och finansiering.
- Investeringar in blanco? En ESO-rapport om behovet av infrastruktur.
- Bonde söker bidrag – en ESO-rapport om effektivitet i det svenska landsbygdsprogrammet.
- The pension system in Sweden.
- Den offentliga sektorn – en antologi om att mäta produktivitet och prestationer.
- Utvinning för allmän vinning – en ESO-rapport om svenska mineralinkomster.
- Offentlig upphandling eller gröna nedköp? En ESO-rapport om miljöpolitiska ambitioner.

2012

- Svängdörr i staten – en ESO-rapport om när politiker och tjänstemän byter sida.
- En god start – en ESO-rapport om tidigt stöd i skolan.

- Den akademiska frågan – en ESO-rapport om frihet i den högre skolan.
- Income Shifting in Sweden. An empirical evaluation of the 3:12 rules.
- Samhällsekonomin på spåret – en ESO-rapport om att räkna på tunnelbanan.
- Hjälpa eller stjälpa? En ESO-rapport om kontrollfunktionen i arbetslöshetsförsäkringen
- Lärda för livet? – en ESO-rapport om effektivitet i svensk högskoleutbildning
- Forskning och innovation – statens styrning av högskolans samverkan och nyttiggörande

2011

- UD i en ny sits – organisation, ledning och styrning i en globaliserad värld.
- Försvarets förutsättningar – en ESO-rapport om erfarenheter från 20 år av försvarsreformer.
- Kalorier kostar – en ESO-rapport om vikten av vikt.
- Avtalsbestämda ersättningar, andra kompletterande ersättningar och arbetsutbudet.
- Sysselsättning för invandrare – en ESO-rapport om arbetsmarknadsintegration.
- Kollektivtrafik utan styrning
- Vägval i vården – en ESO-rapport om skillnader och likheter i Norden
- Att lära av de bästa – en ESO-rapport om svensk skola i ett internationellt forskningsperspektiv.
- Rapport från ett ESO-seminarium – decenniets framtidsfrågor.

2010

- En kår på rätt kurs? En ESO-rapport om försvarets framtida kompetensförsörjning.
- Beskattning av privat pensionssparande.
- Polisens prestationer – En ESO-rapport om resultatstyrning och effektivitet.
- Swedish Tax Policy: Recent Trends and Future Challenges.

- Statliga bidrag till kommunerna – i princip och praktik.
- Revisionen reviderad – en rapport om en kommunal angelägenhet.
- Värden i vården – en ESO-rapport om målbaserad ersättning i hälso- och sjukvården.
- Enkelt och effektivt – en ESO-rapport om grundtrygghet i välfärdssystemen.
- Kåren och köerna. En ESO-rapport om den medicinska professionens roll i styrningen av svensk hälso- och sjukvård.

2009

- Den långsiktiga finansieringen – välfärdspolitikens klimatfråga?
- Regelverk och praxis i offentlig upphandling.
- Invandringen och de offentliga finanserna.
- Fyra dyra fonder? Om effektiv förvaltning och styrning av AP-fonderna.
- Lika skola med olika resurser? En ESO-rapport om likvärdighet och resursfördelning.
- En kår i kläm – Läraryrket mellan professionella ideal och statliga reform ideologier.

2003

- Skolmisslyckande – hur gick det sen?
- Politik på prov – en ESO-rapport om experimentell ekonomi.
- Precooking in the European Union – the World of Expert Groups.
- Förtjänst och skicklighet – om utnämningar och ansvarsutkrävande av generaldirektörer.
- Bostadsbyggandets hinderbana – en ESO-rapport om utvecklingen 1995–2001.
- Axel Oxenstierna – Furstespegel för 2000-talet.

2002

- ”Huru skall statsverket granskas?” – Riksdagen som arena för genomlysning och kontroll.
- What Price Enlargement? implications of an expanded EU.

- Den svenska sjukan – sjukfrånvaron i åtta länder.
- Att bekämpa mul- och klövsjuka en ESO-rapport om ett brännbart ämne.
- Lärobok för regelnissar – en ESO-rapport om regelhantering vid avregleringar.
- Att hålla balansen – en ESO-rapport om kommuner och budgetdisciplin.
- The School´s Need for Resources – A Report on the Importance of Small Classes.
- Klassfrågan – en ESO-rapport om lärartätheten i skolan.
- Staten fick Svarte Petter – en ESO-rapport om bostadsfinansieringen 1985–1993.
- Hoten mot kommunerna – en ESO-rapport om ansvarsfördelning och finansiering i framtiden.

2001

- Mycket väsen för lite ull – en ESO-rapport om partnerskapen i de regionala tillväxtavtalen.
- I rikets tjänst – en ESO-rapport om statliga kårer.
- Rättvisa och effektivitet – en ESO-rapport om idéanalys.
- Nya bud – en ESO-rapport om auktioner och upphandling.
- Betyg på skolan – en ESO-rapport om gymnasieskolorna.
- Konkurrens bildar skola – en ESO-rapport om friskolornas betydelse för de kommunala skolorna.
- Priset för ett större EU – en ESO-rapport om EU:s utvidgning.

2000

- Att granska sig själv – en ESO-rapport om den kommunala miljötillsynen.
- Bra träffbild, fast utanför tavlan – en ESO-rapport om EU:s strukturpolitik.
- Utbildningens omvägar – en ESO-rapport om kvalitet och effektivitet i svensk utbildning.
- En svartvit arbetsmarknad? – en ESO-rapport om vägen från skola till arbete.
- Privilegium eller rättighet? – en ESO-rapport om antagningen till högskolan

- Med många mått mätt – en ESO-rapport om internationell benchmarking av Sverige.
- Kroppen eller knoppen? – en ESO-rapport om idrottsgymnasierna.
- Studiebidraget i det långa loppet.
- 40-talisternas uttåg – en ESO-rapport om 2000-talets demografiska utmaningar.

1999

- Dagis och drivkrafter – en ESO-rapport om 2000-talets demografiska utmaningar.
- Återvinning utan vinning – en ESO-rapport om sopor.
- En akademisk fråga – en ESO-rapport om rankning av C-uppsatser.
- Hederlighetens pris – en ESO-rapport om korruption.
- Samhällets stöd till de äldre i Europa – en ESO-rapport om fördelningspolitik och offentliga tjänster.
- Regionalpolitiken – en ESO-rapport om tro och vetande.
- Att snubbla in i framtiden – en ESO-rapport om statlig omvandling och avveckling.
- Att reda sig själv – en ESO-rapport om rederier och subventioner.
- Bostad sökes – en ESO-rapport om de hemlösa i folkhemmet.
- Att ta sig ton – en ESO-rapport om svensk musikexport 1974–1999.
- Med backspegeln som kompass – en ESO-rapport om stabiliseringspolitiken som läroprocess.
- Med backspegeln som kompass – en ESO-seminarium om stabiliseringspolitik som läroprocess.

1998

- Staten och bolagskapitalet – om aktiv styrning av statliga bolag.
- Kommittéerna och bofinken – kan en kommitté se ut hur som helst?
- Regeringskansliet inför 2000-talet – rapport från ett ESO-seminarium.
- Att se till eller titta på – om tillsynen inom miljöområdet.

- Arbetsförmedlingarna – mål och drivkrafter.
- Kommuner Kan! Kanske! – om kommunal välfärd i framtiden.
- Vad kostar en ren? – en ekonomisk och politisk analys.

1997

- Fisk och Fusk – Mål, medel och makt i fiskeripolitiken.
- Ramar, regler, resultat – vem bestämmer över statens budget?
- Lönar sig arbete?
- Egenföretagande och manna från himlen.
- Jordbruksstödet – efter Sveriges EU-inträde.

1996

- Kommunerna och decentraliseringen – Tre fallstudier.
- Novemberrevolutionen – om rationalitet och makt i beslutet att avreglera kreditmarknaden 1985.
- Kan myndigheter utvärdera sig själva?
- Nästa steg i telepolitiken.
- Reglering som spel – Universiteten som förebild för offentliga sektorn?
- Hur effektivt är EU:s stöd till forskning och utveckling? – En principdiskussion.

1995

- Kapitalets rörlighet Den svenska skatte- och utgiftsstrukturen i ett integrerat Europa.
- Generationsräkenskaper.
- Invandring, sysselsättning och ekonomiska effekter.
- Hushållning med knappa naturresurser Exemplet sportfiske.
- Kostnader, produktivitet och måluppfyllelse för Sveriges Television AB.
- Vad blev det av de enskilda alternativen? En kartläggning av verksamheten inom skolan, vården och omsorgen.
- Hushållning med knappa naturresurser Exemplen allemansrätten, fjällen och skotertrafik i naturen.
- Företagsstödet Vad kostar det egentligen?
- Försvarets kostnader och produktivitet.

1994

- En effektiv försvarspolitik? Fredsvinst, beredskap och återtagning.
- Skatter och socialförsäkringar över livscykeln En simuleringsmodell.
- Nettokostnader för transfereringar i Sverige och några andra länder.
- Fördelningseffekter av offentliga tjänster.
- En Social Försäkring.
- Valfrihet inom skolan Konsekvenser för kostnader, resultat och segregation.
- Skolans kostnader, effektivitet och resultat En branschstudie.
- Bensinskatteförändringens effekter.
- Budgetunderskott och statsskuld Hur farliga är de?
- Den svenska insolvensrätten Några förslag till förbättringar inom konkurshanteringen m.m.
- Det offentliga stödet till partierna Inriktning och omfattning.
- Den offentliga sektorns produktivitetsutveckling 1980–1992.
- Kvalitet och produktivitet – Teori och metod för kvalitetsjusterande produktivitetsmått.
- Kvalitets- och produktivitetsutvecklingen i sjukvården 1960–1992.
- Varför kulturstöd? Ekonomisk teori och svensk verklighet.
- Att rädda liv Kostnader och effekter.

1993

- Idrott åt alla? Kartläggning och analys av idrottsstödet.
- Social Security in Sweden and Other European Countries Three Essays.
- Lönar sig förebyggande åtgärder? Exempel från hälso- och sjukvården och trafiken.
- Hur välja rätt investeringar i transportinfrastrukturen?
- Presstödets effekter en utvärdering.

1992

- Statsskulden och budgetprocessen.
- Press och ekonomisk politik tre fallstudier.

- Kommunerna som företagsägare – aktiv koncernledning i kommunal regi.
- Slutbudsmetoden ett sätt att lösa tvister på arbetsmarknaden utan konflikter.
- Hur bra är vi? Den svenska arbetskraftens kompetens i internationell belysning.
- Statliga bidrag motiv, kostnader, effekter?
- Vad vill vi med socialförsäkringarna?
- Fattigdomsfällor.
- Växthuseffekten slutsatser för jordbruks-, energi- och skattepolitiken.
- Frihandeln ett hot mot miljöpolitiken eller tvärtom?
- Skatteförmåner och särregler i inkomst- och mervärdesskatten.

1991

- SJ, Televerket och Posten bättre som bolag?
- Marginaleffekter och tröskeleffekter barnfamiljerna och barnomsorgen.
- Ostyriga projekt att styra stora kommunala satsningar.
- Prestationsbaserad ersättning i hälso- och sjukvården vad blir effekterna?
- Skogspolitik för ett nytt sekel.
- Det framtida pensionssystemet två alternativ.
- Vad kostar det? Prislista för statliga tjänster.
- Metoder i forskning om produktivitet och effektivitet med tillämpningar på offentlig sektor.
- Målstyrning och resultatuppföljning i offentlig förvaltning.

1990

- Läkemedelsförmånen.
- Sjukvårdskostnader i framtiden vad betyder åldersfaktorn?
- Statens dolda kapital. Aktivt ägande: exemplet Vattenfall.
- Skola? Förskola? Barnskola?
- Bostadskarriären som en förmögenhetsmaskin.

1989

- Arbetsmarknadsförsäkringar.
- Hur ska vi få råd att bli gamla?
- Kommunal förmögenhetsförvaltning i förändring – city-kommunerna Stockholm, Göteborg och Malmö.
- Bostadsstödet – alternativ och konsekvenser.
- Produktivitetsmätning av folkbibliotekens utlåningsverksamhet.
- Statsbidrag till kommuner: allt på en check eller lite av varje? En jämförelse mellan Norge och Sverige.
- Vad ska staten äga? De statliga företagen inför 90-talet.
- Beställare-utförare – ett alternativ till entreprenad i kommuner.
- Lönestrukturen och den "dubbla obalansen" – en empirisk studie av löneskillnader mellan privat och offentlig sektor.
- Hur man mäter sjukvård – exempel på kvalitet- och effektivitetsmätning.

1988

- Vad kan vi lära av grannen? Det svenska pensionssystemet i nordisk belysning.
- Kvalitet och kostnader i offentlig tjänsteproduktion.
- Alternativ i jordbrukspolitiken.
- Effektiv realkapitalanvändning i kommuner och landsting.
- Hur stor blev tvåprocentaren? Erfarenheten från en besparings-teknik.
- Subventioner i kritisk belysning.
- Prestationer och belöningar i offentlig sektor.
- Produktivitetsutveckling i kommunal barnomsorg.
- Från patriark till part – spelregler och lönepolitik för staten som arbetsgivare.
- Kvalitetsutveckling inom den kommunala barnomsorgen.

1987

- Integrering av sjukvård och sjukförsäkring.
- Produktkostnader för offentliga tjänster – med tillämpningar på kulturområdet.
- Kvalitetsutvecklingen inom den kommunala äldreomsorgen 1970-1980.

- Vägar ut ur jordbruksregleringen – några idéskisser.
- Att leva på avgifter – vad innebär en övergång till avgiftsfinansiering?

1986

- Offentliga utgifter och sysselsättning.
- Produktions-, kostnads-, och produktivitetsutveckling inom den offentliga finansierade utbildningssektorn 1960–1980.
- Socialbidrag. Bidragsmottagarna: antal och inkomster. Socialbidragen i bidragssystemet.
- Regler och teknisk utveckling.
- Kostnader och resultat i grundskolan – en jämförelse av kommuner.
- Offentliga tjänster – sökarljus mot produktivitet och användare.
- Svensk inkomstfördelning i internationell jämförelse.
- Byråkratiseringstendenser i Sverige.
- Effekter av statsbidrag till kommuner.
- Effektivare sjukvård genom bättre ekonomistyrning.
- Samhällsekonomiskt beslutsunderlag – en hjälp att fatta bättre beslut.
- Produktions-, kostnads- och produktivitetsutveckling inom armén och flygvapnet 1972–1982.

1985

- Egen regi eller entreprenad i kommunal verksamhet – möjligheter, problem och erfarenheter.
- Sociala avgifter – problem och möjligheter inom färdtjänst och hemtjänst.
- Skatter och arbetsutbud.
- Produktions-, kostnads- och produktivitetsutveckling inom vägsektorn.
- Organisationer på gränsen mellan privat och offentlig sektor – förstudie.
- Frivilligorganisationer alternativ till den offentliga sektorn?
- Transfereringar mellan den förvärvsarbetande och den äldre generationen.

- Produktions-, kostnads- och produktivitetsutveckling inom den sociala sektorn 1970–1980.
- Produktions-, kostnads- och produktivitetsutveckling inom offentligt bedriven hälso- och sjukvård 1960–1980.
- Statsskuldräntorna och ekonomin effekter på den samlade efterfrågan i samhället.

1984

- Återkommande kostnads- och prestationsjämförelser – en metod att främja effektivitet i offentlig tjänsteproduktion.
- Parlamentet och statsutgifterna hur finansmakten utövas i nio länder.
- Transfereringar och inkomstskatt samt hushållens materiella standard.
- Marginella expansionsstöd ekonomiska och administrativa effekter.
- Är subventioner effektiva?
- Konstitutionella begränsningar i riksdagens finansmakt – behov och tänkbara utformningar.
- Perspektiv på budgetunderskottet, del 4. Budgetunderskott, utlandsupplåning och framtida konsumtionsmöjligheter. Budgetunderskott, efterfrågan och inflation.
- Vem utnyttjar den offentliga sektorns tjänster.

1983

- Administrationskostnader för våra skatter.
- Fördelningseffekter av kommunal barnomsorg.
- Perspektiv på budgetunderskottet, del 3. Budgetunderskott, portföljeval och tillgångsmarknader. Modellsimuleringar av offentliga besparingar m.m.
- Produktivitet i privat och offentliga tandvård.
- Generellt statsbidrag till kommuner – modellskisser.
- Administrationskostnader för några transfereringar.
- Driver subventioner upp kostnader – prisbildningseffekter av statligt stöd.
- Minskad produktivitet i offentlig sektor – en studie av patent- och registreringsverket.

- Perspektiv på budgetunderskottet, del 2. Fördelningseffekter av budgetunderskott. Hushållsekonomi och budgetunderskott.
- Enhetligt barnstöd? några variationer på statligt ekonomiskt stöd till barnfamiljer.
- Staten och kommunernas expansion några olika styrmedel.

1982

- Ökad produktivitet i offentlig sektor – en studie av de allmänna domstolarna.
- Offentliga tjänster på fritids-, idrotts- och kulturområdena.
- Perspektiv på budgetunderskottet, del 1. Budgetunderskottens teori och politik. Statens budgetfinansiering och penningpolitiken.
- Inkomstomfördelningseffekter av livsmedelssubventioner.
- Perspektiv på besparingspolitiken.