

Den teknologiske udviklings påvirkning på arbejdsmarkedet
- Danske implikationer



AALBORG UNIVERSITET

Speciale 10. semester, Cand.Oecon

Nicklas Tranum Andersen
20153493

Titelblad

Opgavetitel: Den teknologiske udviklings påvirkning på arbejdsmarkedet
– Danske implikationer

Afleveringsdato: 2. juni 2020

Vejleder: Jørgen Stamhus

Sidetal: 62

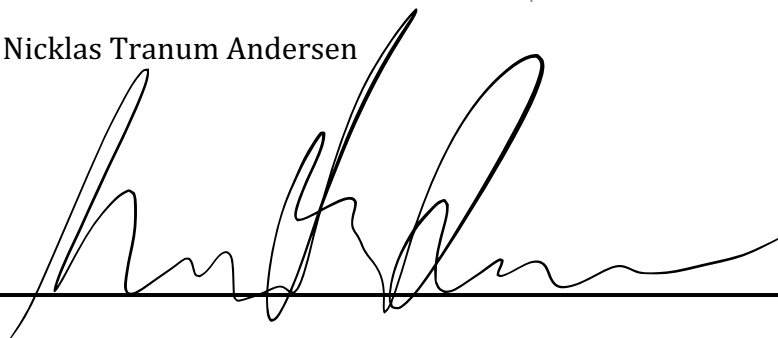
Antal tegn med mellemrum: 111.466, svarende til 46,4 normalsider

Studieretning: Samfundsøkonomi, 10. semester

Uddannelsessted: Aalborg Universitet

Forfatter:

20153493 – Nicklas Tranum Andersen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nicklas Tranum Andersen', is written over a solid horizontal line.

En stor tak til Jørgen Stamhus for kyndig sparring og vejledning undervejs i processen

Titelblad

Opgavetitel: Den teknologiske udviklings påvirkning på arbejdsmarkedet
– Danske implikationer

Afleveringsdato: 2. juni 2020

Vejleder: Jørgen Stamhus

Sidetal: 62

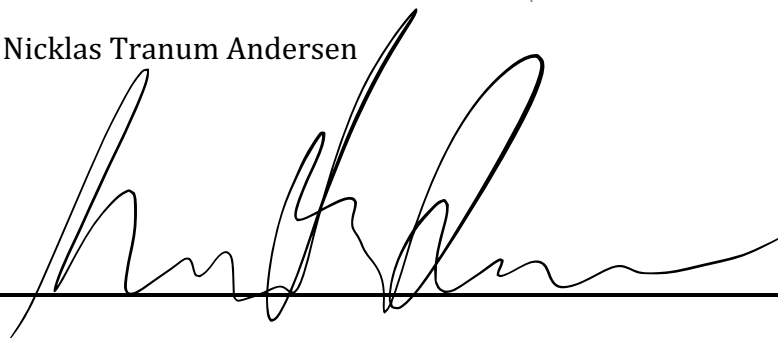
Antal tegn med mellemrum: 111.466, svarende til 46,4 normalsider

Studieretning: Samfundsøkonomi, 10. semester

Uddannelsessted: Aalborg Universitet

Forfatter:

20153493 – Nicklas Tranum Andersen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nicklas Tranum Andersen', is written over a solid horizontal line.

En stor tak til Jørgen Stamhus for kyndig sparring og vejledning undervejs i processen

Abstract

The modern labour market is constantly under pressure from globalization, technological change and other factors that changes the task content. Therefore, the modern labor force has to be flexible, able to adapt and face these changes. This has a big effect on the modern economy which relies on a well-functioning labour market. The main purpose of this paper is to exploit how technological change has affected the Danish labour market. This subject has lately gained a lot of attention due to the rapid acceleration of the usage of new technology and emerging international evidence on how technological change favors high skilled workers and thereby changes the labour market.

First of all, a broad summary of existing literature is presented in order cover the implications researchers already has found. In brief they generally find that technological change is the reason why labour markets throughout the world has experienced a rising degree of polarization. This does not lead to any negative effects on the overall employment level, but only displacement effects between different types of skill leveled workers. The last tendency the existing literature shows, is that technological change has led to a rising inequality, since high skilled workers has experienced a raise in the relative wage level.

The evidence from the existing literature together with the theoretical part, creates the foundation of the analytical part. Since it hasn't been possible to create a regression analysis, the remarks from the analysis should only be seen as possible implications of the technological progress. The result of this paper shows that the Danish labour market has been facing the same polarization, as the rest of Europe, during the examined period 1995-2015. This could possibly be because of the rapid use of ICT which is associated with a polarizing effect. The overall employment level has throughout the period been rising which could be explained by the technological change creating new tasks. Throughout the period there has been a rising inequality in Denmark, which could be explained due to the fact, that new technology favors high skilled workers. Therefore, the main findings of this paper do correspond with the results shown in the existing literature on how technological change effects the labour market. The technological change has overall not affected the labour market negatively, only created displacement effects.

Titelblad

Opgavetitel:	Den teknologiske udviklings påvirkning på arbejdsmarkedet – Danske implikationer
Afleveringsdato:	2. juni 2020
Vejleder:	Jørgen Stamhus
Sidetæl:	62
Antal tegn med mellemrum:	111.466, svarende til 46,4 normalsider
Studieretning:	Samfundsøkonomi, 10. semester
Uddannelsessted:	Aalborg Universitet
Forfatter:	
20153493 – Nicklas Trandum Andersen	

En stor tak til Jørgen Stamhus for kyndig sparring og vejledning undervejs i processen

Indholdsfortegnelse

1. Problemfelt	4
1.1 Indledning	4
1.2 Problemformulering.....	6
1.3 Afgrænsning	6
2. Eksisterende forskning på området.....	6
2.1 Jobpolarisering	6
Figur 1 - Ændring i antal timer arbejdet 1976-2006.....	7
Figur 2 - Ændring i antal timer arbejdet 1993-2010.....	8
2.2 Beskæftigelseseffekter.....	9
2.3 Løn og fordeling.....	13
2.4 Delkonklusion på baggrund af eksisterende forskning	15
Tabel 1 - Oversigt over tidligere studier.....	15
3. Teori og begrebsafklaring	19
3.1 Skill-Biased Technological Change.....	19
3.2 Routine-Biased Technological Change.....	19
Tabel 2 – Sammenhængen mellem RBTC og ICT	20
3.3 Den teknologiske påvirkning på arbejdsmarkedet	20
3.4 The Theory of Skill Premia	23
Figur 3 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder	26
3.5 The Task-Based Framework.....	29
Figur 4 – Allokering af kapital og arbejdskraft i produktionen.....	33
4. Data og metode.....	38
5. Det danske arbejdsmarked og ny teknologi, en deskriptiv analyse.....	39
5.1 Jobpolarisering	39
Figur 5 - Udviklingen i beskæftigelsesandelen i DK, 1995-2015	40
Figur 6 - ICT kapital service per time arbejdet i DK, indekseret (1995 = 100), 1995-2015.....	41
5.2 Beskæftigelseseffekter.....	42
Figur 7 - Udviklingen i beskæftigelsen i DK, 1995-2015, 1.000 personer.....	42
Figur 8 – Introduktion af nye opgaver	44
5.3 Løn og fordeling.....	44
Figur 9 - Gini-koefficient i DK, 1995-2015	45
Figur 10 – Udvikling i pct. i lønandel af den totale lønindkomst på baggrund af uddannelse.....	46
Figur 11 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i lønniveauet.....	47
Figur 12 - Udviklingen i andelen af den totale arbejdsstyrke, på baggrund af uddannelsesniveau.....	48
Figur 13 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i det relative udbud	49
Figur 14 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i lønniveauet og det relative udbud	49
5.4 Del konklusion:.....	50
6. Diskussion	52
7. Konklusion.....	57
8. Litteraturliste.....	59

1. Problemfelt

1.1 Indledning

"Society as a whole is more and more splitting up into two great hostile camps, into two great classes directly facing each other" (Engels & Marx, 1884, s. 9) sådan skrev Karl Marx i 1884, som et led i hans kritik af det kapitalistiske samfund. Ifølge Marx, ville det kapitalistiske samfund blive kastet ind i krise efter krise, på grund af kapitalisternes jagt på profit og merværdi, for til sidst at bryde sammen og blive erstattet af kommunisme. Det er dog aldrig endt sådan, for det som Marx i sin teori overså, var at de dynamikker, der ville skabe kapitalismens sammenbrud, omvendt skabt en stigende velstand hos middelklassen (Madsen, 2012, s. 25)

Arbejdsmarkedet er konstant genstandsfelt for forandring, som bl.a. sker på baggrund af teknologisk udvikling, globalisering og andre faktorer. Den tilgængelig teknologi ændrer sig hele tiden igennem innovationer, automatisering og digitalisering, som påvirker jobtyperne der udbydes og derved efterspørgslen efter specifikke typer af arbejdskraft. Desto mere udviklingen accelereres, desto højere krav til omstillingsparathed stilles der, for at kunne udnytte den nyeste teknologi bedst muligt. Den teknologiske udvikling har bidraget til velstanden i det danske samfund, dog er der også tegn på det modsatte. Udviklingen medfører at flere jobfunktioner bliver overflødiggjort, da teknologien kan agere substitut til den arbejdskraft som hidtil har bestridt funktionen. (DI, 2018, s. 2)

I den seneste tid har arbejdsmarkedet været under stort pres, som følge af bl.a. den teknologiske udvikling, der har i stor grad været associeret med en bonus for de højtuddannede arbejdere, men omvendt associeret med udfordringer for de lavtuddannede arbejdere (OECD, 2019, S. 14).

Hvorfor netop at den nuværende periode med teknologiske udvikling, adskiller sig fra de andre bølger, som også har påvirket arbejdsmarkedet, skyldes udbredelsen af computerteknologi og kunstig intelligens er kraftigt accelereret, som et resultat af at priserne i gennemsnit falder med 50 % om året (DI, 2018, s. 1). Dette skaber en stigende risiko for at arbejdsstillinger, tilhørende lavtuddannet arbejdskraft, bliver automatiseret og forsvinder.

Selvom den teknologiske udvikling har en tendens til at favorisere højtuddannet arbejdskraft, så er forholdet mellem uddannelse og den teknologiske udvikling ikke lineært. Der har i europæiske lande været observeret en stigende grad af polarisering af arbejdsmarkedet. Dette betyder, at andelen af middeluddannede er faldet relativt til de to andre beskæftigelsesgrupper (OECD, 2019, S.

15). Derved er der evidens for, at den teknologiske udvikling påvirker både lavt- og middeludannede negativt. Dette udgangspunkt danner grundlag for afhandlingen og på baggrund heraf, er det formålet at afdække, hvordan den teknologiske udvikling har påvirket det danske arbejdsmarked.

Afhandlingen har fokus på tre kerneområder: Jobpolarisering, beskæftigelseseffekter og løn og fordeling. For at kunne belyse problemstillingen, vil der i afsnit 2 blive præsenteret en bred vifte af eksisterende forskning, som har belyst jobpolarisering, beskæftigelseseffekter og løn og fordeling. Dette gøres der i forsøget på at skabe et nuanceret indblik i de generelle tendenser, som ligeledes kan benyttes til at opholde mod resultaterne fra analysen.

I afsnit 3 vil der blive præsenteret relevante teorier og begreber, som kan bruges til at belyse den teknologiske påvirkning på arbejdsmarkedet og arbejdskraften. Ligeledes vil der blive præsenteret to frameworks, "*The Theory of Skill Premium*" og "*The Task-based framework*".

Førstnævnte kan forklare hvorfor, at teknologien stiller nogen typer af arbejdskraft bedre end andre, mens sidstnævnte kan forklare hvordan at teknologien ændrer sammensætningen af opgaver på arbejdsmarkedet. Disse to afsnit kommer til at danne grundlag for analysen.

I afsnit 5 vil den udvalgte data blive benyttet, til at danne grundlag for analysen af de implikationer som kan spores på det danske arbejdsmarked, set i forhold til jobpolarisering, beskæftigelseseffekter og løn og fordeling. Først og fremmest vil tendenserne fra den eksisterende forskning kort blive opsummeret, i relation til de tre emner, hvorefter de empiriske tendenser præsenteret og forsøges forklaret ud fra de udvalgte teorier.

I afsnit 6 (Diskussionen) vil der sættes fokus på mere kvalitative forskydninger, som også sker på baggrund af den teknologiske udvikling, da det primære fokus i afhandlingen hidtil har været på de kvantitative forskydninger. I den forbindelse sættes der både fokus på, hvordan arbejdskraften styrker deres position på arbejdsmarkedet, men også hvordan den teknologiske udvikling åbner op for helt nye strukturerer på arbejdsmarkedet.

1.2 Problemformulering

På baggrund af den ovenstående indledning, opstilles der følgende problemformulering, som afhandlingen vil forsøge at afdække:

Hvordan har den teknologiske udvikling påvirket det danske arbejdsmarked, med fokus på løn og beskæftigelse, i perioden 1995-2015?

1.3 Afgrænsning

I forbindelse med udarbejdningen af afhandlingen, har det været nødvendigt at lave en vigtig afgrænsning. Afhandlingens analytiske del er udelukkende baseret på implikationer fra den udvalgte data, opholdt mod de tendenser som eksisterende forskning viser. Denne afgrænsning er lavet, da det ikke har været muligt at lave en regressionsanalyse. Det er i stor udstrækning mikrodata, som der benyttes inden for området og disse data har enten utilgængelige, eller omkostningsfulde at tilegne sig.

2. Eksisterende forskning på området

I dette afsnit vil der redegøres for, hvad eksisterende forskning har fundet af teknologiske implikationer på løn og beskæftigelsen. For at give et bredere indblik, er det ikke kun studier der berører Danmark, da den eksisterende forskning i Danmark er relativt beskeden. Af den årsag, vil der også blive fokuseret på relevant forskning der inkluderer andre lande end Danmark.

2.1 Jobpolarisering

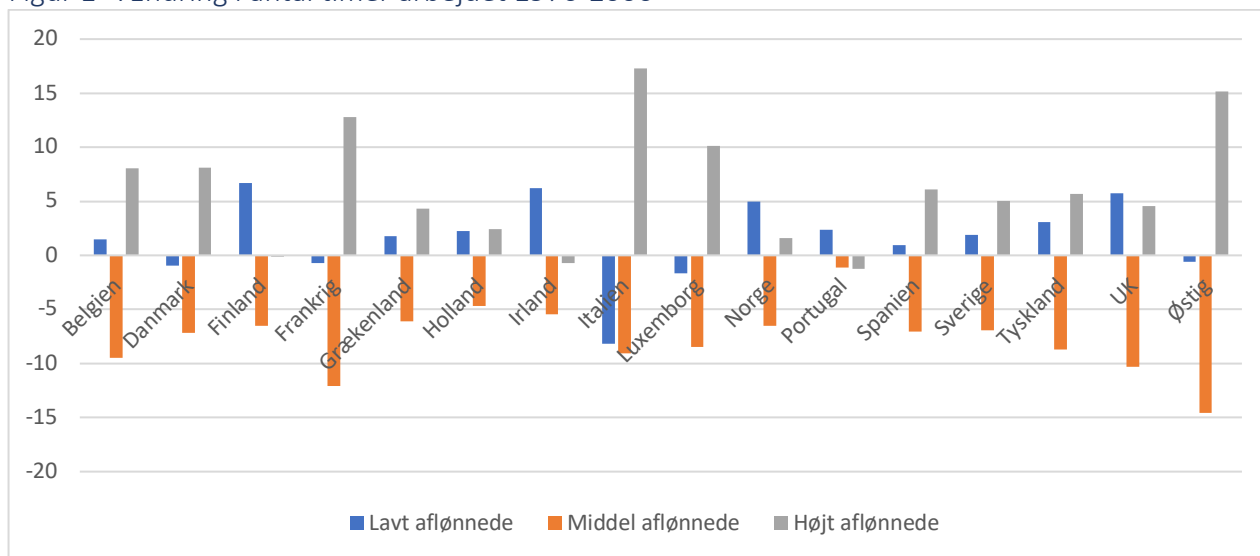
Goos og Manning (2007) er blandt de første, som undersøger jobpolarisering. Dette gør de på arbejdsmarkedet i UK, i perioden 1976-1995. Tidligere tendenser i USA og UK havde vist, at Skill-Biased Technological Change¹ ikke blot ledte til højere efterspørgsel højtuddannet arbejdskraft, men også til polarisering af arbejdsmarkedet, da efterspørgslen efter lavtuddannede også steg, mens efterspørgslen efter middeluddannede ikke oplevede en lignende udvikling.

For at kunne undersøge polariseringen, benytter de sig af mikrodata som er indsamlet på baggrund af surveys vedr. beskæftigelse, i den udvalgte periode. Disse data benytter de til at udregne

¹ Refereres fremover til som 'SBTC'

beskæftigelsesvæksten i decil-grupper, på baggrund af lønniveau. I den forbindelse opstiller de 3 beskæftigelsesgrupper, for at se på udviklingen i beskæftigelsesandele. Gruppe 1 med otte højest aflønnede jobs, gruppe 2 med ni middel aflønnede jobs og gruppe 3 med de fire lavest aflønnede jobs. De fandt frem til, at der i UK havde været en polariserende effekt på arbejdsmarkedet, hvor antallet af timer arbejdet i middel betalte, faldt relativt til de to andre typer. Dette valgte Goos, Manning og Salomons (2009) at udvide, således at undersøgelsen inkluderede 16 europæiske i lande. Som det kan ses, på baggrund af resultaterne vist i figur 1, finder de et lignende polariseringsmønster rundt om i Europa. Alle lande med undtagelse af Finland, Portugal og Irland oplever vækst i timeantallet arbejder hos de højt aflønnede. Ligeledes er der lande, heri blandt Danmark, hvor de finder en negativ vækst i antal timer arbejdet af lavt aflønnede. Den generelle tendens er dog, at de alle landene i perioden oplever det største fald hos middel aflønnede.

Figur 1 - Ændring i antal timer arbejdet 1976-2006

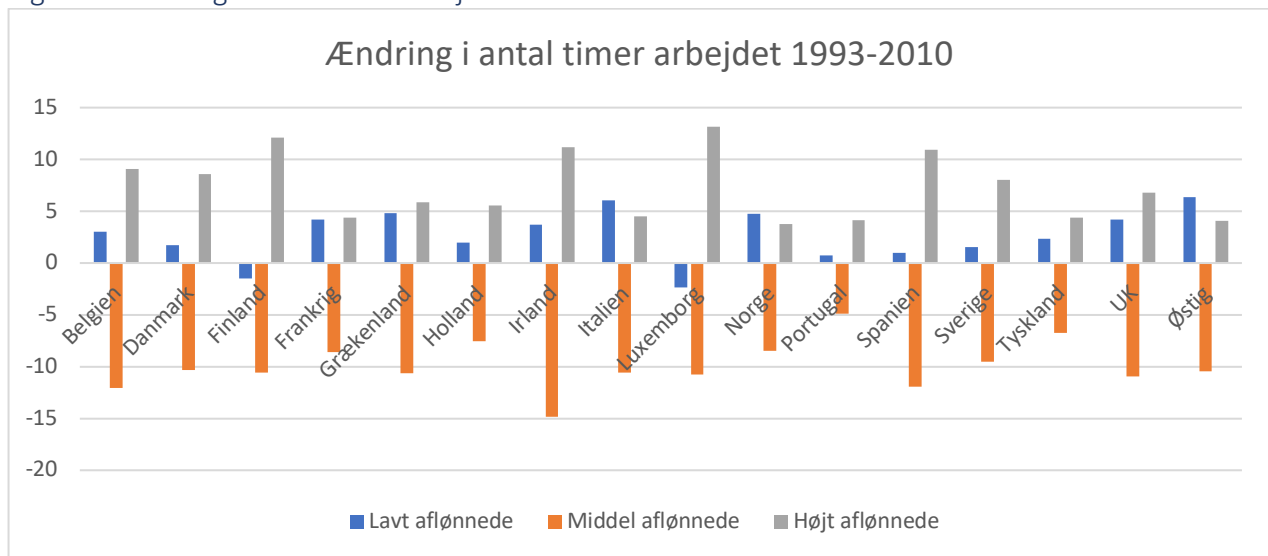


Goos et al. (2009)

Dette arbejde valgte Goos, Manning og Salomons (2014) endnu engang at bygge videre på, ved at undersøge perioden 1993-2010. Til at belyse polariseringstendensen benytter de samme metode som tidligere, hvor de har benyttet sig af mikrodata og set på udviklingen i beskæftigelsesandele. Dog udvider de denne version, til at indeholde en økonomisk model, der tester hvordan forskellige variable som teknologi og offshoring påvirker polariseringen.

I tidligere undersøgte periode, 1976-2006 (figur 1), var der en tendens til jobpolarisering. Denne tendens bliver kun forstærket, ved at tage udgangspunkt i nyere data. Som det ses ud fra figur 2, så er der kun 2 lande som ikke oplever en stigning antal arbejdede timer hos lavt aflønnede, mens alle lande oplever en stigning på over 3,5 % i antal timer arbejdet af højt aflønnede. Ligeledes oplever alle lande et fald i antal timer arbejdet af middel aflønnede på minimum -4,5 %, sammenlignet med fald på minimum -1,13 % i figur 1.

Figur 2 - Ændring i antal timer arbejdet 1993-2010



Goos et al. (2014)

Asplund, Barth og Lundborg (2011) lavede en lignende undersøgelse, hvor de undersøgte jobpolarisering i tre nordiske lande, Finland, Norge og Sverige, i perioden 1997-2005. Metodologisk har de benyttet sig af survey data på beskæftigelsesandele, løn og uddannelse, for 22 tocifrede beskæftigelseskategorier, for at kunne opsætte en cross-country analyse, hvor de efterfølgende ser beskæftigelses trends og mønstre, og sammenligner beskæftigelsesvæksten blandt lavt, middel og højtuddannet arbejdskraft, for at kunne teste hypotesen om jobpolarisering. De finder frem til, for alle tre lande, at samme jobpolariserende effekt har påvirket arbejdsmarkedene i perioden. Mens Norge og Sverige har oplevet vækst blandt job til lavtlønnede, finder de at Finland ikke har haft samme tendens, hvilket stemmer overens med hvad Goos, Manning og Salomons (2014) finder frem til. Ligeledes har polariseringen været akkompagneret af en stigning i det relative lønniveau, hos de højtuddannede.

I USA har der siden 90'erne været en tendens til, at beskæftigelsesvæksten har været svag i perioder efter krisetider. I samme periode har der ligeledes været en tendens til, at det amerikanske arbejdsmarked har oplevet en polarisering af arbejdskraften. Derfor undersøger Jaimovich og Siu (2020) sammenhængen mellem konjunktoren og jobpolarisering. Metodologisk benytter de sig af survey data, til at opstille en regression og derved se på hvordan beskæftigelsen klarer sig efter recessioner, på tværs af industrier. De finder frem til, at der er en sammenhæng mellem kriser og jobpolarisering, på det amerikanske arbejdsmarked. Under kriser er der en tendens til, at middeluddannede personer med mere rutinepræget jobs, nemmere mister deres jobs. Efterfølgende skal middeluddannede tilpasse sig en ny rolle på arbejdsmarkedet, hvorfor den svage beskæftigelsesvækst opstår, da omstillingen tager tid. Dette tolkes som et tegn på, at udviklingen har været præget af Routine-Biased Technological Change². I en europæisk kontekst, har Graetz og Michaels (2017) lavet en lignende undersøgelse, for at afdække sammenhængen mellem konjunktoren og jobpolarisering. For at undersøge om teknologi er årsagen til lav beskæftigelsesvækst efter recessioner, benytter de data fra 71 recessioner, som har fundet sted i 17 udviklede lande, fordelt på 28 industrier, mellem 1970-2011. Dertil opstiller de en VAR-model³, for at kunne undersøge hvordan tidstrends for TFP og robotadopterings påvirker beskæftigelsen på tværs af industrier. De finder frem til, på trods af BNP kommer sig langsommere efter krisetider, at det samme ikke er tilfældet for beskæftigelsen. Industrier med mere rutinebaserede jobs, hvor en større andel middeluddannede personer er beskæftigede, oplevede ikke en langsommere gendannelse efter krisetider, end andre industrier i de 17 udviklede lande. Hvorfor der ikke er den samme sammenhæng og påvirkning i Europa, som der er i USA.

2.2 Beskæftigelseseffekter

Det er vigtigt at bemærke, at der i tidens løb har været mange ændringer i beskæftigelsesfordelingen. Ud fra standard økonomisk teori, er der ikke en fast mængde arbejdskraft, hvorfor der heller ikke eksisterer en fast mængde jobs. Hvis ny teknologi erstatter en produktionsmedarbejder, vil

² Refereres fremover til som 'RBTC'

³ En VAR-Model er et lineært ligningssystem, hvor variablene beskrives ud fra deres laggede værdier, deres nuværende og tidligere værdier af de andre indgående variable. Alle variablene modelleres endogent, hvilket gør at alle variable vil påvirke hinanden (Enders, 2014).

besparelsen enten skabe reducerede priser eller skabe et større overskud til kapitalejeren. Begge tilfælde ville kunne resultere i nyt forbrug af andre produkter, som vil kunne skabe beskæftigelse i andre sektorer. Det betyder nødvendigvis ikke, at den samme person som mistede sit job, vil opnå beskæftigelse på ny, men omvendt blot at der igen opnås ligevægt på arbejdsmarkedet (Munch et al, 2018, s. 39).

Autor og Salomons (2017) er blandt dem, der har undersøgt hvilken påvirkning den teknologiske udvikling har haft på beskæftigelsen. For at gøre det, benytter de paneldata for en række forskellige industrier, i 19 europæiske lande fra 1970-2007, til at opstille en regression og for at teste hvordan TFP-vækst påvirker beskæftigelsesvæksten. Generelt set finder de frem til, at den teknologiske udvikling reducerer beskæftigelsen, i givne industrier eller regioner, dog vil der være positive spill-overs som opvejer for tabet, bl.a. i form af forøget velstand og en stigende efterspørgsel efter produkter fra andre sektorer.

Samme tendens bliver bekræftet af Michaels, Natraj og Van Reenen (2014), som benytter data om implementeringen af Information and Communication Technologies⁴, fra 11 OECD-lande: Japan, USA og ni europæiske (herunder Danmark). De forsøger at teste hypotesen om, at ICT skaber jobpolarisering. For at teste hypotesen benytter de sig af panel data, fra for forskellige industrier i perioden 1980-2004, til at opstille en regression som viser sammenhængen mellem adopteringen af ICT og beskæftigelsen. I perioden finder de frem til, at industrier hvor ICT har en signifikant indflydelse, skifter efterspørgslen fra middeluddannet arbejdskraft til højtuddannet arbejdskraft, med en tilhørende relativ beskedne påvirkning på lavtuddannet arbejdskraft. Hvilket stemmer overens med tesen om, at ICT er substituerende for middeluddannede og komplementerende for højtuddannet.

Grundet manglende kompetencer, kan det være sværere for middeluddannet arbejdskraft at overgå til jobs, som normalvis varetages af højtuddannet. Omvendt er det nemmere at overgå til jobs som normalvis varetages af lavtuddannet. Autor og Dorn (2013) er blandt de første, som har vist at specifikke servicepræget jobs, har vist tegn på stabil vækst i årene 1980-2005 på det

⁴ Refereres fremover til som 'ICT'

amerikanske arbejdsmarked, som et resultat af at middeluddannet arbejdskraft forskydes på arbejdsmarkedet. Med servicepræget jobs, menes stillinger så som tjenere, sikkerhedsvagter, pedeller, gartnere, rengøringsassistenter, frisører og barnepiger. Med andre ord, jobs som er blandt de lavest betalte og mindst krævende uddannelsesmæssigt, hvilket kan være med til at forklare polariseringen. Metodologisk bygge de en model, hvor teknologisk udvikling skaber et nedadgående pres på rutinepræget job, som forventes at blive varetaget af middeluddannet arbejdere, hvilket tvinger disse typer af arbejdere til at påtage sig servicepræget jobs. For at kunne opstille modellen, benytter de en reduceret form regression for computer-adoption og beskæftigelsesvækst i servicepræget jobs, som laves på baggrund af mikro data i perioden 1950-2000. Modellen bekræfter deres hypotesen om, at den teknologiske udvikling har skabt en overgang til mere servicepræget job, blandt middeluddannede arbejdere.

Udover at perioden har været præget af ICT-frembruddet, så overlappes den af en ny periode, som er karakteriseret ved robotteknologi. Graetz og Michaels (2018) er blandt de første til at teste effekten, af robotteknologi på arbejdsmarkedet. Dette gør de ved at benytte sig af paneldata for adoption, på tværs af industrier, fra IFR (International Federation of Robotics), mellem 1993 og 2007, hvortil de opstiller en regression og får nogle estimater, på baggrund af deres variable, som kan forklare sammenhængen. Selve analysen indeholder 14 industrier i 17 udviklede lande, herunder Danmark. De finder frem til, at i perioden er den kvalitetskontrollerede prisen på robotteknologi faldet med 80 %, hvilket har ført til en stigning på 150 % i afbenyttelsen af robotteknologi. Ikke så overraskende finder de også frem til, at implementeringen af robotteknologi føre til højere produktivitet. Effekten på beskæftigelsen er dog anderledes, hvilket tyder på at robotteknologi påvirker arbejdsmarkedet anderledes, end ICT. Total set har robotteknologi ingen effekt på det samlede antal arbejdstimer, men omvendt sker der en forskydning af arbejdskraften. Robotteknologi medfører at lavtuddannede arbejder mindre, mens højtuddannede arbejder mere. Det er det totale timetal der måles, altså en proxy for beskæftigelsen i kvalifikationsgrupperne. Kromann, Malchow-Møller, Saksen og Sørensen (2019) laver en lignende undersøgelse, i perioden 1997-2007 for ni udviklede lande inklusive Danmark. For at kunne belyse hvordan automatisering har påvirket produktiviteten, benytter de sig af regressionsanalyse. Hertil benytter de sig af data fra The International Federation of Robotics og EUKLEMS, i perioden 2004-2007 for 10 forskellige

industrier. De opnår resultater lignende Graetz og Michaels (2018), som understøtter at robotteknologi forøger produktiviteten, men ikke påvirker den totale beskæftigelse negativt.

I år 2019 udgav Humlum (2019) en artikel om hvordan industriel robotteknologi specifikt påvirkede det danske arbejdsmarked. Dette gør han ved at bruge registerdata, som forbinder arbejdere, virksomhed og robotter i den danske økonomi fra 1995-2015. Dertil opstiller han en regressionsmodel, som kan forklare hvordan virksomheder udvælger og reorganiserer sig i forhold til robotteknologi. Han finder frem til, at generelt set så har robotteknologi været med til at forøge den gennemsnitlige realløn, men igennem en omfordeling, da lavtuddannede produktionsmedarbejdere har oplevet et fald. Humlum finder ligeledes frem til, at robotteknologi kan forklare 25 % af faldet i beskæftigelsesandel i produktionsarbejde, siden 1995, men det kan forklare 8 % af stigningen i andelen af tech-arbejdere.

Acemoglu og Restrepo (2017) undersøgte den direkte effekt fra robotteknologi på beskæftigelsen og lønnen hos lavtuddannede arbejdere, på det amerikanske arbejdsmarked. På tidspunktet for udgivelsen, estimerer The International Federation of Robotics at der er omkring 1,5 million robotter i brug verden over, hvoraf lidt under halvdelen er i bilindustrien. På trods af at robotteknologi udgøre et centralt omdrejningspunkt i diskussionen om den teknologiske påvirkning, så er de stadig benyttet i relativt lavt omfang. Metoden der ligger bag analysen, bygger på en simpel model hvor robotter og arbejdere konkurrerer om produktionsopgaver. Frameworket omfatter, at de opgaverne robotter udfører, varierer på tværs af industrier og at der er handel mellem de forskellige arbejdsmarkeder, der specialiserer sig i forskellige industrier. For at kunne finde den specifikke påvirkning, fra robotter på beskæftigelsen, benytter de derefter forskellige relevante beskæftigelsesvariable og behandler disse via en regression lavet på paneldata. De finder frem til, at siden 1990 har nogle industrier fået mere gavn af den stigende afbenyttelse af robotteknologi, hvilket har medført at nogle områder i USA er mere berørt end andre. Konkret betyder dette, at brugen af én industriel robot per 1000. medarbejder, har en negativ påvirkning på beskæftigelsen med omkring 0,2 % og omkring 0,5% på lønniveauet, hvorfor én robot vil være i stand til at udføre arbejde svarende til 3-6 medarbejdere. Den samme metodologiske tilgang brugte Dauth et al. (2018), som lavede en lignende undersøgelse i Tyskland. Resultatet på det tyske arbejdsmarked stemte ikke overens, med hvad resultatet i USA viste. Robotteknologi påvirkede ikke den samlede

beskæftigelse, på trods af de finder frem til, at robotteknologi har en negativ indvirkning på produktionsmedarbejdere, så bliver dette kompenseret af en stigning i andre sektorer. I forhold til lønniveauet, finder de en positiv sammenhæng mellem robotteknologi og uddannelse; højtuddannede bliver påvirket positivt, mens både lavt- og mellemuddannede bliver negativt påvirket.

2.3 Løn og fordeling

Indtil videre er det beskrevet, hvordan den teknologiske udvikling har ført til jobpolarisering og hvordan den teknologiske udvikling, har påvirket beskæftigelsen. Det kommende afsnit vil give en indsigt i, de eksisterende artikler som har berørt den teknologiske indvirkning på løn og fordeling, for at kunne sætte fokus på ulighed som følge af den teknologiske udvikling.

På baggrund af de mange studier, som har belyst den stigende polarisering på arbejdsmarkedet rundt om i Europa, undersøger Christensen et al. (2019) hvordan den observerede jobpolarisering har påvirket uligheden, i det vestlige Europa. For at gøre dette, ser de på udviklingen i uddannelsesstrukturen i lavt, middel og højt betalte jobs. Generelt set finder de frem til, at andelen af lavtuddannede i lavt betalte jobs er faldet, mens andelen af middeluddannede i lavt betalte jobs er steget. I middel betalte jobs, er andelen af middeluddannede faldet, mens andelen af højtuddannede er steget. I højt betalte jobs, er den udelukkende andelen af højtuddannede som er steget. Stigningen i lavt og højtbetalte jobs fører derfor til en øget ulighed på arbejdsmarkedet. Metodologisk benytter de sig af samme metode som Goos et al. (2014), dog med nyere data for de 16 samme lande. Udover at de har undersøgt hvordan uligheden jobpolarisering har påvirket ulighed, finder de også frem til, at polariseringen har været faldende i den sidste periode. I perioden 2011-2017 finder de, at polariseringseffekten er meget lavere, sammenlignet med perioden 1997-2010.

Udover at den teknologiske udvikling kan ses som en af drivkræfterne bag økonomisk vækst, så ses den stigende grad af globalisering ligeledes som en af årsagerne hertil. Mens teknologi er opfindelse af nye produktionsmetoder, eller forbedringer af eksisterende, kan globaliseringen ses som årsagen til diffusion. Af den årsag, er der flere studier som belyser påvirkningerne fra både den teknologiske udvikling og den stigende globalisering, på den observerede stigning i indkomstuligheden. Jaumotte et al. (2013) undersøger dette for 51 lande, hvoraf 31 lande er under

udvikling og 20 er udviklede lande, i perioden 1981-2003. Først og fremmest bliver der benyttet et stort set paneldata, på tværs af både udviklingslande og udviklede lande. Derefter sættes der fokus på de to dominerende dimensioner bag globalisering, forøget handel og forøget finansialisering, for at opfange separate effekter heraf på uligheden. Til sidst skaber de et nyt dataset på indkomst ulighed, som har til formål at skabe en større metodologisk konsistens, blandt survey-baserede undersøgelser omkring indkomstulighed, på tværs af lande. De finder frem til, at den todelte globalisering, har forskellige effekter på indkomstuligheden. Hvor forøget handel fører til mindre ulighed, fører den forøget finansialisering til mere ulighed. Den sammenlagte effekt fra globalisering på uligheden, er derfor ikke relativ stor. Omvendt finder de frem til, teknologisk udvikling har en relativt større effekt på uligheden, hvilket skyldes det skill-bias som fører til en højere gevinst ved forøget uddannelse.

En anden som også har berørt sammenhængen mellem den teknologiske udvikling, globalisering og den stigende ulighed i løn, er Monte (2011). Metodologisk opstiller han en model med heterogen teknologi og heterogene arbejdere, som besidder komplementaritet mellem kvalitet af ideer og evner, som ligeledes åbner op for inkorporeringen af SBTC, for efterfølgende at teste modellen igennem forskellige choks. Han finder frem til, at både teknologi og handel (globalisering) pålægger et pres på lavproduktive virksomheder (som antages at ansætte lavtuddannede), mens højproduktive virksomheder omvendt bliver påvirket positivt (som antages at ansætte højtuddannede). Derfor kan den teknologiske udvikling og handel begge være med til at forklare den stigende ulighed.

I Tyskland undersøger Reinhold (2016) sammenhængen med jobpolarisering og indkomstulighed. Metodologisk benytter han sig af regressionsanalyse, samt mikro data for tyske regioner, opdelt på baggrund af en estimeret grad af polarisering, i perioden 1980-2010. Han finder frem til, at jobpolariseringen som kan relateres til den teknologiske udvikling, fører til en stigende beskæftigelsesandel blandt topbetalte stillinger og højtuddannede arbejdere i Tyskland. Dette medfører at uligheden bliver større, men har kun en lille effekt på selve lønstrukturen. Strukturelle skift højere i lønfordelingen i polariserede regioner er små og begrænset, relativt til ikke-polariserede regioner. Polariserede regioner varierer ikke i strukturel løn ulighed, fra regioner som ikke er

polariseret. Derved konkluderer han, at jobpolarisering ikke er en sandsynlighed årsag til den stigende indkomst ulighed i Tyskland, men argumenterer i stedet for, at det kan forklares af institutionelle forhold.

2.4 Delkonklusion på baggrund af eksisterende forskning

På baggrund af den eksisterende litteratur, kan det udledes at der har været en stigende polariseringstendens rundt om i verden. Effekterne på beskæftigelsen er dog mere tvetydige. Det afhænger først og fremmest af, hvilken slags teknologi der er tale om, eftersom at ICT og robotteknologi har forskellige effekter, fælles for begge er dog at de komplementerer højtuddannet arbejdskraft. ICT har en polariserende effekt på arbejdsmarkedet, da denne type teknologi primært agerer substitut for middeluddannet arbejdskraft. Robotteknologi har negativ effekt på lavtuddannet arbejdskraft, da denne type teknologi agerer substitut for den type arbejdskraft. Fælles er ligeledes, at ingen af teknologierne har en negativ effekt på den samlede beskæftigelse. Ligeledes er der evidens for, at den stigende indkomst ulighed rundt om i verden, kan være forårsaget af den teknologiske udvikling.

Tabel 1 - Oversigt over tidligere studier

Artikel	Land	Datasæt	Metode	Teknologisk målestok	Effekt
Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2017)	USA	Industriel afbenyttelse af robotter og geografisk industriel struktur	Regression på baggrund af panel data, over beskæftigelse på tværs af industrier, for at teste om beskæftigelsen i industrien påvirkes af robotter	IFR defineret målestok: Industrielle robotter defineret som automatiserede reprogrammerbare værktøjer i produktionen.	En industriel robot per tusinde arbejder, reducerer beskæftigelsen med 0,2 procent og lønniveauet med 0,25-0,5 procent.
Asplund, R., E. Barth, P. Lundborg & K. M. Nilsen (2011)	Finland, Norge og Sverige	Administrative data fra perioden 1997, omhandlende beskæftigelse og løn på baggrund af erhverv	Estimering af beskæftigelse og relativ lønvækst, for 22 to-cifrede beskæftigelsesgrupper.	Ingen	Højt og lavt betalte jobs oplever en stigning i beskæftigelsesandelen, relativt til jobs i midten. Det relative lønniveau for højtuddannede er steget og faldet for lavtuddannede.

Autor, D. & D. Dorn (2013)	USA	Beskæftigelse på baggrund af erhverv og område, fra Census Integrated Public Use Microsample i årene 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 og 2000.	En reduceret form regression på baggrund af adoptering af computer og beskæftigelsesvækst i service fag i commuting zoner. Instrumentet for den begyndende andel af rutinebeskæftigelser, er en kombination af lokale industrier i 1950 og beskæftigelsesstrukturen national for industrier i 1950.	Computer adoptering målt i PC pr. arbejder	Commuting zoner som historisk har specialiseret sig i rutine-intensive industrier, har en større tendens til at adoptere computere, udskifte arbejdere fra rutinepræget stillinger og forskyde dem til mere serviceprægede stillinger.
Autor, D. & Salomons, A. (2017)	Regioner/industrier, i 19 Europæiske lande	Regional/industriel specifikke mål for beskæftigelse i 1970-2007.	Panel data regression på baggrund af beskæftigelsesændringer ved TFP vækst	Total faktor Produktivitet	Den teknologiske udvikling kan reducere beskæftigelse i givne industrier, men dette opvejes ved forøget beskæftigelse i andre.
Christensen, A. G., Jensen, T. L. & Nielsen, J. (2019)	16 Europæiske lande	Survey data på baggrund af beskæftigelse efter erhverv i årene 1997-2017	Benytter sig af samme metode som Goos et al (2014)	Ingen	Den stigende polarisering, som er et resultat af den teknologiske udvikling, har ført til øget ulighed
Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J. & Woessner, N. (2018)	Tyskland	IFR (International Federation of Robotics) data på afbenyttelsen af industrielle robotter og arbejdsdager-arbejdsgiver matched data på 1 million arbejdere i Tyskland fra 1994-2004.	Samme metode som Acemoglu og Restrepo (2017).	Industrielt mål for antallet af industrielle robotter pr. 1000. medarbejder	Ingen effekt på den samlede beskæftigelse, men beskæftigelsen i produktionssektoren falder. Hver robot erstatter cirka 2 produktionsmedarbejdere.
Goos, M. & Manning, A. (2007)	United Kingdom	Survey data på beskæftigelse efter erhverv, i årene 1975-1999	Udregning af beskæftigelsesvækst i årene 1976-1996, ved brugen af mikrodata for forskellige industrier, inddelt i	Ingen	Vækst i lavt betalte service jobs og højt betalte leder jobs, mens et fald i antallet af jobs i den midterste del af indkomstfordelingen

			deciler på baggrund af indkomst.		
Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2009)	16 Europæiske lande	Survey data på beskæftigelse efter erhverv i årene 1993-2006	Samme metode som Goos, M. & Manning, A. (2007), dog udvidet ift. antal lande	Ingen	Samme resultat som Goos, M. & Manning, A. (2007), effekten bliver dog kraftigere.
Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2014)	16 Europæiske lande	Survey data på beskæftigelse efter erhverv i årene 1993-2010	Udvikler og tester forudsigeligheden af en model, som kan forklarer jobpolarisering, ud fra ændringer i graden af rutineopgaver og offshoring.	Ingen	Hvor rutinepræget et job har større betydning for jobpolarisering, end offshoring. Dette er både i industrier og på tværs af dem.
Graetz, G. & Michaels, G. (2017)	17 udviklede lande	Beskæftigelsesdata for forskellige erhverv, I årene 1970-2011.	Tidstrends for beskæftigelse vækst i efter-krisetider på tværs af erhverv	Ingen	Moderne teknologi er ikke ansvarlig for svag beskæftigelses vækst uden for USA, efter kriser.
Graetz, G. & Michaels, G. (2018)	17 lande og 14 industrier	IFR industrielle data omkring brugen af industrielle robotter i årene 1993-2007.	Regressionsanalyse, mellem vækst i produktivitet/TFP og adopteringen af robotter	Antallet af robotter per 1-million arbejdet time	Produktivitetsvækst og TFP-vækst er stærkt relateret til adoptering af robotter
Humlum, A. (2019)	Danmark	Mikro data på baggrund af beskæftigelse og handel, blandt arbejdere og virksomheder fra 1988-2015.	Regressionsmodel til forklaringen af hvordan virksomheder udvælger og reorganiserer sig i forhold til robotteknologi.	Import af industrielle robotter til erhverv	Robotteknologi kan forklare 25 % af faldet i beskæftigelsesandel i produktionsarbejde, siden 1995, men det kan forklare 8 % af stigningen i andelen af tech-arbejdere.
Jaimovich, N. & Siu, H. (2014)	USA	Beskæftigelsesdata for forskellige erhverv i en periode på 50 år.	Tidstrends for beskæftigelse vækst i efter-krisetider på tværs af erhverv	Ingen	I USA er der et stort fald i beskæftigelsen blandt hos middeluddannet arbejdskraft, efter kriser. Disse jobs er ligeledes langsommere til at opnå samme niveau som før.
Jaumotte, F., Subir, L. & Papageorgiou, C. (2013)	51 lande, 20 avancerede økonomier og	Benytter sig af en række forskellige data, på baggrund af	Panel data regression, til at kunne opstille og se på	Udviklingen i andelen af ICT, ud af den	Indkomst uligheden har generelt set været stigende. De

	31 udviklings økonomier	ulighed, indsamlet fra World Bank Pov-cal database i årene 1981-2003.	sammenhængen mellem en lang række variable og ulighed	samlede mængde kapital	finder frem til, at dette hænger sammen med den teknologiske udvikling. En 1 % stigning i teknologien, får uligheden til at stige med 0,05
Kromann, L., Malchow-Møller, N., Skaksen, J. R. & Sørensen A. (2019)	9 europæiske lande	IFR data på afbenyttelsen af industrielle robotter og EUKLEMS data på tilført værdi, ICT kapital, ikke-ICT kapital, beskæftigelse og andelen af højtuddannede industriarbejdere. Sættet dækker 10 industrier i perioden 2004-2007.	OLS-regression til at forklare effekten fra industrielle robotter på produktiviteten.	Antallet af industrielle robotter relativt til ikke-ICT kapital og ICT kapital pr. person.	Mere intensivt brug af robotter forøger produktiviteten. Robotter skaber i samme ombering højere lønninger og uændret beskæftigelse.
Michaels, G., Natraj, A. & Reenen, J. V. (2014)	11 OECD lande	Industriel beskæftigelse og industriel afhængighed af ICT	Regression på baggrund af panel data, som forklarer ændringer i beskæftigelsen ved brugen af ICT	Industriel afbenyttelse af ICT	1 % stigning i benyttelsen af ICT, skaber en 0,8 fald i beskæftigelsen hos middeluddannede.
Monte, F. (2011)	Ingen	Intet, modellen simuleres og udsættes for stød, på baggrund af eksisterende parameterværdier.	Opstiller en model, der kan forklare sammenhængen mellem ideer og evner,	Ingen, modelleres endogen	Ændringer i teknologi som er skill-biased kan, sammen med handelsomkostninger, forklare den stigende ulighed blandt arbejderne fordelt på færdigheder
Reinhold, M. (2016)	Tyskland	SIAB data fra 1975-2010 som	Benytter panel data om den tyske beskæftigelse, opdelt i regioner og baggrund af en forudstimeret grad af polarisering, for at kunne forklare sammenhængen mellem polarisering og ulighed	Ingen	Polariserede regioner varierer ikke i strukturel løn ulighed, fra regioner som ikke er polariseret. Polarisering er derfor ikke årsagen til stigende indkomst ulighed i Tyskland

3. Teori og begrebsafklaring

Det kommende afsnit har til formål at afdække, den teknologiske udviklings påvirkning på arbejdsmarkedet, teoretisk og begrebsmæssigt. Først og fremmest er der nogle centrale begreber, som relaterer sig til afhandlingen, som vil blive beskrevet for at give en begrebsmæssig afklaring. Dernæst vil der blive præsenteret to forskellige framework, som hver især giver nogle implikationer til at fortolke trends relateret til den teknologiske udvikling.

3.1 Skill-Biased Technological Change

Det begreb, der dækker over at den teknologiske udvikling favoriserer højtuddannet arbejdskraft, kaldes "Skill-Biased Technology Change". Det defineres som et skift i produktionsteknologi der favoriserer brugen af højtuddannet arbejdskraft, over lavtuddannet, ved at forøge den relative produktivitet. Dette skaber en højere efterspørgsel efter højtuddannet arbejdskraft, relativt til den resterende del af arbejdskraften, hvorfor der bliver en større gevinst ved højere uddannelse. Den observerede stigende trend i det relative lønniveau til højtuddannede arbejdere, akkompagneret af med et stigende relativt udbud, tyder på at den teknologiske udvikling har været skill-biased. Udviklingen har medført, en favorisering af højtuddannede arbejdere og dermed har været en af drivkræfterne bag stigende ulighed. Empiriske data antyder at ICT er komplementært med højtuddannet arbejdskraft, i hvert fald i implementeringsfasen. Påvirkningseffekten fra teknologisk forandring, hvorvidt om den komplementerer højt eller lavtuddannede, bliver bestemt endogent af faktorer som opfinderens egne økonomiske motiver, størrelsen af markedet og institutionelle forhold (Violante, 2016).

3.2 Routine-Biased Technological Change

Hypotesen om SBTC opstod på baggrund af en observeret tendens til, at højtuddannet arbejdskraft blev relativt mere efterspurgt. Med afsæt i SBTC, vil der derfor være en lineær sammenhæng mellem uddannelse og efterspørgslen på arbejdskraft. På trods af at hypotesen i mange tilfælde har vist sig at være en sand og brugbar forklaring, så kan den ikke forklare den polariserende tendens på arbejdsmarkedet. Den primære hypotese til at forklare polariseringen, er den såkaldte "Routine-Biased Technological Change". Teknologi ses generelt som i stor grad værende komplementært med højtuddannede, men alt afhængig af hvilken type teknologi det drejer sig om,

kommer effekten på den resterende del af arbejdskraften. RBTC ligger sig til computerteknologi (ICT) og går ud på, at den teknologiske udvikling er biased mod rutinepræget opgaver. Hvis det er muligt at beskrive en opgave detaljeret nok til, at den kan programmeres, ses den som programmerbar og kan derfor ofte automatiseres. Disse mere rutinepræget opgaver, ligger sig typisk til middeluddannede personer, som derfor oplever at blive automatiseret og derfor opstår polariseringen (Munch et al., 2018, s. 26)

Rent praktisk, kan påvirkningen ses i tabel 2. Den todimensionelle matrice, beskriver hvilken påvirkning ICT til have på fysiske og kognitive opgaver. I storgrad afhænger klassificeringer af, om hvorvidt opgaverne kan programmeres via koder. Helt konkret så er rutineopgaver, opgaver hvor det er muligt at beskrive dem detaljeret nok, til at en computer kan udføre dem, hvor ikke-rutineopgaver er det modsatte som gælder.

Tabel 2 – Sammenhængen mellem RBTC og ICT

	Rutineopgaver	Ikke-rutineopgaver
	Analytiske og interaktive opgaver	
Eksempler	Beregning, rutinepræget kundeservice, bogholderske	Diagnosticering, jura, salgsarbejde
Påvirkning af ICT	Substitution	Stærk komplementaritet
	Manuelle opgaver	
Eksempler	Sortering eller pakning, rutinepræget samlingsarbejde	Viceværtsopgaver, truckkørsel
Påvirkning af ICT	Substitution	Komplementaritet, eller begrænset substitution

Autor et al. (2003)

3.3 Den teknologiske påvirkning på arbejdsmarkedet

Ud fra det neoklassiske synspunkt udspringer compensationsteorien, der handler om hvordan den teknologiske udvikling påvirker beskæftigelsen. Grunden tanken bag teorien er, at teknologi på

langsigt har en positiv indvirkning på beskæftigelsen. Man skelner mellem tre former for påvirkninger på beskæftigelsen, som alle føre til jobskabelse. (Sabasdash, 2013, s. 8)

Første form er jobskabelse igennem lanceringen af nye produkter og efterspørgsel efter udstyr, som et resultat af ny teknologi og innovation. Den teknologiske udvikling kan skabe en velfærdseffekt, ved at der på baggrund af teknologien udspringer et nyt produkt eller en ny variant af teknologien. Kraften af velfærdseffekten vil afhænge af konkurrencen på det givne marked, mens hastigheden vil afhænge af hvilke konkurrenter der reagerer.

Anden form er jobskabelsen igennem reducerede enhedsomkostninger i produktionen. På trods af den nye teknologi erstatter arbejdskraften, så fører dette til lavere enhedsomkostninger, som på et konkurrerende marked fører til reducerede priser, hvilket øger efterspørgslen. Dette vil på langsigst medføre, at produktionen og derved beskæftigelsen stiger. Dette ræsonnement afhænger af to basale antagelser, at i en konkurrencepræget økonomi skaber udbud efterspørgsel og at teknologisk udvikling spiller en vigtig rolle på nationale og internationale markeder.

Ræsonnementet bag den tredje og sidste form, minder om den føromtalte form, her er dog tale om jobskabelse igennem højere forbrug. Højere indkomst og forbrug udspringer ligeledes af reducerede omkostninger, som følge af den teknologiske udvikling. Dette vil føre til en øget efterspørgsel og derved højere produktion og beskæftigelse.

Kraften ved anden og tredje form, afhænger af adfærden blandt agenterne hos de enkelte virksomheder og konkurrencen på det givne marked. Hvor fagforeninger vil se et incitament til at opjustere lønkrav, som følge af den teknologiske udvikling, vil kapitalejeren omvendt forsøge at få en højere profit (Sabasdash, 2013, s. 19-20)

Udover at den teknologiske udvikling påvirker arbejdsmarkedet, så påvirker den også den enkelte arbejder. Konkret kan teknologi påvirke arbejdskraften på to forskellige måder. Den første måde er igennem substitutionseffekten, hvor eksisterende jobfunktioner bliver automatiseret og menneskelig arbejdskraft bliver gjort overflødig. En anden måde teknologi kan påvirke arbejdsmarkedet på, er ved at komplementere arbejdskraften i produktionsprocessen. Dette kan skabe efterspørgsel efter en anden type arbejdskraft, som komplementerer teknologien og forøger produktiviteten, hvorved teknologi påvirker den relative efterspørgsel på de forskellige typer af arbejdskraft.

Måden hvorpå teknologi påvirker arbejdskraften, afhænger af hvilken slags teknologi og hvilket job som arbejderne besidder, som i stor grad bliver bestemt af uddannelsesbaggrunden. Empiriske tendenser viser at ICT og robot-teknologi komplementerer højtuddannet arbejdskraft, men har forskellige effekter på lavtuddannet og mellemuddannet arbejdskraft. Teknologien påvirker på den måde direkte udbud og efterspørgslen efter arbejdskraften, ved at ændre behovet på arbejdsmarkeder. Mere indirekte er den teknologiske udviklingen også medvirkende til at påvirke lønniveauet, dette sker igennem de udbuds- og efterspørgselseffekter, som teknologien skaber. Ved en stigende efterspørgsel efter en type arbejdskraft, vil lønniveauet typisk også stige, men ved fallende efterspørgsel vil der tilsvarende ske et fald (Munch et al., 2018. s. 52).

Derudover har teknologi globalt set været med til at reducere transaktionsomkostninger, forbundet med at kommunikation og koordinering, ved at åbne op for en vertikal fragmentering af industriproduktion, som i fulde drag udnytter muligheden ved de komparative fordele, de enkelte lande besidder. Teknologi og digitalisering har igennem innovation, øget produktiviteten og formindsket produktionsomkostninger, skabt økonomisk vækst og mere velstand. Dog har det også skabt en accelereret transformation af arbejdsmarkedet, hvilket både påvirker arbejdere, virksomheder og regeringer. Den teknologiske udvikling har været medvirkende til en stigende polarisering på arbejdsmarkedet. Dette betyder, at den midterste gruppe i indkomstfordelingen relativt set, ikke vokser som gruppen i bund og top. (OECD, 2017, s. 84)

En af drivkræfterne bag jobpolariseringen, er den stigende evne til at automatisere opgaver ved brugen af teknologi. Dette skyldes, at den teknologiske udvikling har medført at man igennem kodning kan programmere maskiner, til at udføre rutineprægede opgaver. Teknologi påvirker forskellige dele af arbejdsmarkedet forskelligt, afhængigt af hvilken karakteristika der præger hovedopgaverne. ICT ses i stor grad som komplement til højtuddannede, der udfører komplekse kognitive opgaver, som typiske finder i lederstillinger. Modsat vil mellemuddannede personer der varetager mere rutineprægede opgaver, som kan beskrives i en så tilstrækkelig grad at de kan kodes, være i risiko for at blive automatiseret. Lavtuddannede der varetager ikke-rutineprægede opgaver som kræver mere manuelt arbejdsstillinger, så som vicevært, er derfor ikke et komplement til teknologi, men heller ikke i risiko for at blive automatiseret af ICT (OECD, 2017 s. 87).

Der findes en kompleks forbindelse mellem jobpolarisering og ulighed. I det simple scenarie er jobpolarisering udelukkende efterspørgselsdrevet. Dette betyder, at når teknologi erstatter personer i den midterste del af indkomstfordelingen, vil man forvente en lignende polarisering i løntilvæksten, hvorfor at lønniveauet hos de to andre grupper vil vokse relativt hurtigere. Dette har dog ikke været tilfældet, det er kun gruppen højtuddannede der har oplevet en relativt højere vækst, mens lavtuddannede har oplevet enten et stabilt eller stigende gab til medianlønnen (OECD, 2017 s. 88). Årsagen skyldes at lavtuddannet arbejdskraft ikke er komplementært med den nye teknologi, som højtuddannet arbejdskraft, men det lave niveau af uddannelse skaber en meget elastisk arbejdsudbud blandt gruppen. Hvis tilfældet er, at polarisering sender middeluddannet arbejdere mod job i den laveste del, vil udbuddet stige og problemet forværres derved. Det kræver ofte avancerede kognitive færdigheder at bestride job blandt højtuddannede, hvorfor implementeringen af komplementært ICT skaber en forhøjet produktivitet. Ligeledes er disse jobs karakteriseret med en lavere elasticitet, dette hænger sammen med tiden det tager at opnå færdighederne til at kunne bestride disse typer af jobs. (OECD, 2017, s. 94)

3.4 The Theory of Skill Premia

Det kommende framework beskriver sammenhængen mellem gevinsten ved højere uddannelse og den teknologiske udvikling. Da den teknologiske udvikling kan være skill-biased, kan det være relevant at se på, hvordan gevinsten konkret udformer sig på baggrund af udbud og efterspørgsel, som dette framework kan vise. Afsnittet er baseret på værket af Acemuglo, D. (2002).

I et simpelt framework kan der opstilles en sammenhæng mellem løn og udbuddet af færdigheder⁵, og efterspørgslen genereret af det teknologiske niveaus begrænsninger. I år 1975 skrev Tinbergen "*... what matters is the difference between qualities available and qualities required by the demand side, that is by the organization of production*". Der skelnes mellem to typer af arbejdere, som er imperfekte substitutter, dem med og uden færdigheder⁶. Den imperfekt substitution er

⁵ Refereres til som 'Gevinst ved højere uddannelse'

⁶ Refereres til som hhv. højt- og lavtuddannede

vigtigt i forståelsen af, hvordan ændringer i det relative udbud påvirker gevinsten ved højere uddannelse.

Antag at lavtuddannede arbejdere beskrives ved L og højtuddannede beskrives ved H , som udbyder arbejdskraft inelastisk. Alle arbejdere er risikoneutrale og maksimerende i relation til indkomst. Ligeledes antages det, at arbejdsmarkedet er domineret af fuldkommen konkurrence. Den aggregerede produktionsfunktion tages følgende CES-form⁷:

$$Y = ((A_L L)^\rho + (A_H H)^\rho)^{1/\rho}$$

Ligning 1

ρ angiver et substitutionsparameter, heraf antages det at $\rho \leq 1$ og at $1/\rho$ indebærer homogenitet af 1. grad og et konstant skalaafkast, mens at A_L og A_H angiver faktorproduktivitetens forbedrende parametre. Substitutionselasticiteten mellem de to typer af arbejdere, er i produktionsfunktionen givet ved $\sigma \equiv 1/(\rho - 1)$. Der er kun ét gode, hvor de to typer af arbejdskraft er imperfekte substitutter i produktionsprocessen. Der er ligeledes tale om en lukket økonomi. De to typer af arbejdskraft vil ifølge funktionen være substitutter når $\sigma > 1$ (eller når $\rho > 0$) og komplementær når $\sigma < 1$ (eller når $\rho < 0$). Dette leder frem til 3 situationer. Første situation hvor $\sigma \rightarrow 0$, hvor outputtet kun kan produceres ved at bruge en fast andel af både lavt- og højtuddannede. Situation to hvor $\sigma \rightarrow \infty$, her er de to typer arbejdskraft perfekt substitutter (der eksisterer kun én færdighed, hvoraf H og L besidder forskellige niveauer af den). Den tredje og sidste situation, hvor $\sigma \rightarrow 1$, hvor produktionsfunktionen vil tendere til et Cobb-Douglas tilfælde. Afhængigt af substitutionselasticitetens værdi, vil en stigning i A_H eller A_L virke som enten komplementær, eller substituerende, for lavt- og højtuddannede arbejdere. Samtidigt med at modellen kun har to typer arbejdskraft, kan den ikke direkte forklare spørgsmålet om løn og jobpolarisering, så har frameworket ingen eksplicit plads til automatisering. Derfor bliver teknologisk fremskridt udelukkende afledt af arbejdskraftens produktivitet.

Da der naturligt hersker konkurrence på arbejdsmarkedet, kan enhedslønningen til lavtuddannede gives ved, værdien af det marginale produkt leveret af lavtuddannet arbejdskraft, som kan fås ved at differentiere ligning 1:

⁷ Constant Elasticity of Substitution

$$w_L = \frac{\partial Y}{\partial L} = A_l^\rho \left[A_l^\rho + A_h^\rho \left(\frac{H}{L} \right)^\rho \right] (1 - \rho) / \rho$$

Ligning 2

Ligningen antyder $\partial w_L / \partial H / L > 0$, som andel af højtuddannede arbejdere stiger, bør lønnen til de lavt uddannede stige. Dette skyldes den imperfekte substitution mellem lavt- og højtuddannede arbejdere. En stigning i andelen (eller det relative udbud) af højtuddannede arbejdere, forøger efterspørgslen efter lavtuddannede, som forøger lønnen. Ligeledes kan lønnen til højtuddannede beskrives ved:

$$w_H = \frac{\partial Y}{\partial H} = A_h^\rho \left[A_l^\rho \left(\frac{H}{L} \right) - \rho + A_h^\rho \right] (1 - \rho) / \rho$$

Ligning 3

Her glæder det at $\partial w_H / \partial H / L < 0$, hvilket betyder at når udbuddet af højtuddannede arbejdere stiger, så falder deres løn.

Ved at kombinere ligning 2 og 3, kan man få en funktion der beskriver gevinsten ved højere uddannelse:

$$\omega = \frac{w_H}{w_L} = \left(\frac{A_h}{A_l} \right)^\rho \left(\frac{H}{L} \right)^{-(1-\rho)} = \left(\frac{A_h}{A_l} \right)^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} \left(\frac{H}{L} \right)^{-\frac{1}{\sigma}}$$

Ligning 4

Ligning 4 kan simplificeres via log:

$$\ln \omega = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \ln \left(\frac{A_h}{A_l} \right) - \frac{1}{\sigma} \ln \left(\frac{H}{L} \right)$$

Ligning 5

Gevinsten ved højere uddannelse stiger naturligt, når udbuddet af højtuddannede bliver knapt, hvilket kan beskrives ved:

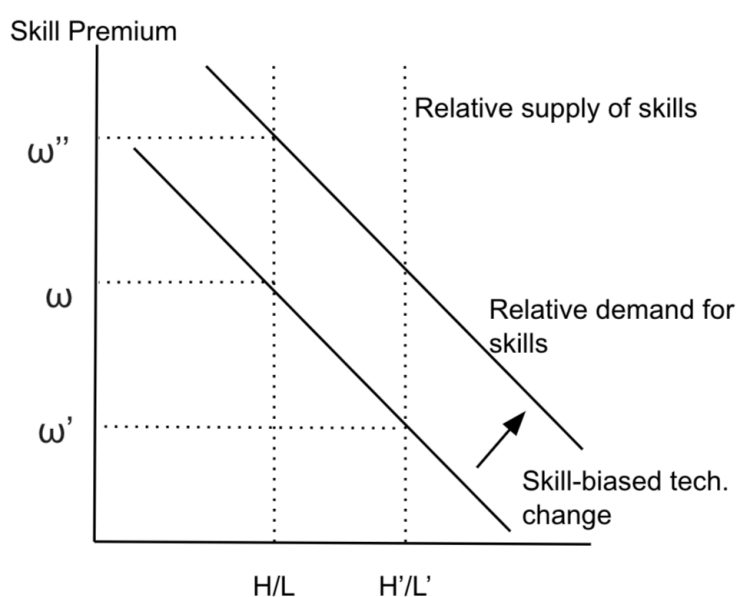
$$\frac{\partial \ln \omega}{\partial \ln HL} = -\frac{1}{\sigma} < 0$$

Ligning 6

Dette er den normale substitutionseffekt og den viser, at for en givent teknologisk skill-bias, opfanges af A_h/A_l , er den relative efterspørgselskurve for højtuddannede nedadgående, med elasticiteten $1/\sigma = (1 - \rho)$. Dette betyder at en stigning i H/L skaber to typer substitution. For det første, hvis lavt- og højtuddannede arbejdere producerer forskellige goder, vil stigningen i højtuddannede forøge outputtet af det output der kræver højtuddannede arbejdere, som vil føre til en

substitution mod forbrug af det gode som højtuddannede producerer. Situationen vil formindske den relative indtjening hos højtuddannede, siden den reducerer den relative marginale forbrugsnytte, og derved prisen af på godet, der produceres af højtuddannede. For det andet, når lavt- og højtuddannede producerer det samme produkt, men har forskellige funktioner i produktionen, vil en stigning i antallet af højtuddannede arbejdere nødvendiggøre en substitution af højtuddannede arbejdere, ind i den funktion som hidtil var varetaget af lavtuddannede arbejdere.

Figur 3 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder



Acemoglu (2002)

Figur 3 viser den relative efterspørgsel efter færdigheder, ligning (5), mod der relative udbud af færdigheder H/L . En stigning i det relative udbud, fra H/L til H'/L' , skifter ligevægtpunktet henad den negativt hældende efterspørgselskurve, hvilket reducerer gevinsten ved uddannelse fra ω til ω' .

Som ligning (6) viser, er substitutionselasticiteten, σ , vigtigt for gevinsten ved højere uddannelse, når udbuddet ændres. Substitutionselasticiteten er også afgørende for hvordan gevinsten ved højere uddannelse bliver påvirket, ved ændringer af teknologien. På baggrund af empiriske studier, antages værdien af substitutionselasticiteten at ligge mellem 1 og 2.

Ved at differentiere ligning (5) kan man vise, hvordan gevinsten ved højere uddannelse påvirkes af teknologi.

$$\frac{\partial \ln \omega}{\partial \ln(A_h/A_l)} = \frac{\sigma - 1}{\sigma}$$

Ligning 7

Ligning 7 viser at udfaldet afhænger af substitutionselasticiteten. Hvis $\sigma > 1$, så vil forbedringer af teknologi, der er komplementær med højtuddannet arbejdskraft, forsøge gevinsten ved højere uddannelse. Dette kan ses i figur 3, som skiftet ud af den relative efterspørgselskurve, der flytter gevinsten ved højere uddannelse fra ω til ω'' . Det modsatte opnås hvis $\sigma < 1$, så vil en forbedring af produktiviteten hos højtuddannede arbejdere, A_h , relativt til lavtuddannede arbejdere, A_l , skifte den relative efterspørgselskurve ned og reducere gevinsten ved højere uddannelse. Dette kan synes paradoksalt, men er ret intuitivt. Hvis det tages i betragtning, hvordan faktor-forbedrende teknologisk udvikling påvirker lønnen hos den produktivetsforbedrende faktor, her enten A_L eller A_H , når produktionsfunktionen er i faste proportioner. I tilfældet hvor A_H forøges, bliver højtuddannede arbejdere mere produktive og dermed stiger efterspørgslen efter lavt uddannede arbejdere. Forøgelsen af A_H skaber et overskydende udbud af højtuddannede arbejdere, relativt til antallet af lavtuddannede, hvilket formindsker lønnen til højtuddannede. Denne udledning rejser et vigtigt forbehold. Det er fristende at tolke forbedringer af teknologien benyttet af højtuddannede arbejdere, A_H , som skill-biased. Dog, når substitutionselasticiteten er lavere end 1, vil det være forbedringer af teknologien benyttet af lavtuddannede arbejdere, A_L , som forøger den relative produktivitet og løn hos de højtuddannede arbejdere, og en forøgelse af A_H relativt til A_L vil skabe substitution mellem de to faktorer. Ikke desto mindre vil den konventionelle fortolkning være, at gevinsten ved at være højtuddannet, forøges når højtuddannede arbejder bliver relativt mere produktive, hvilket er konsistent med $\sigma > 1$.

Den gennemsnitlige indkomst, uden at kontrollere for sammensætning af arbejdskraften, i dette framework kan beskrives ved:

$$w = \frac{Lw_L + Hw_H}{L + H} = \frac{[(A_L L)\rho + (A_H H)\rho]^{1/\rho}}{1 + H/L}$$

Ligning 8

Ud fra ligning (8) vil H/L medvirke som et positivt element, så længe at gevinsten ved højere uddannelse er positiv, da $\omega > 1$ eller $A_h^\rho(H/L)\rho - A_l^\rho > 0$. Dermed som færdighedsniveauet iblandt arbejderne stiger, så forøges lønnen også.

Resultatet af en stigning (fald) i det relative udbud af arbejdskraft, H/L , har derfor vist sig at formindske (forøge) det relative lønniveau, gevinsten ved højere uddannede, $\omega = w_H/w_L$. Lønnen til lavtuddannede arbejdere forøges (formindskes), mens lønnen til højtuddannede formindskes (forøges). Den gennemsnitlige løn (uden at kontrollere for uddannelse) stiger (falder).

Det kan også være relevant at se på, hvordan en forbedring af teknologien benyttet af højtuddannede, A_h , påvirker lønniveauet. En stigning i A_h , mens A_l holdes konstant, svarende til en stigning A_h/A_l , er berørt ovenfor. Dog, hvis A_h stiger mens alt andet holdes lige, forventes både lønnen hos højt- og lavtuddannede (og derfor den gennemsnitlige løn) at stige. I dette framework, vil teknologisk fremskridt forøge alle lønninger.

Den mest centrale udlægning, ligger sig til at en stigning i det relative udbud højtuddannet af arbejdskraft, H/L , vil medføre at gevinsten ved højere uddannelse, ω , falder. I form af figur 3 betyder det, at en stigning i udbuddet svarer til et højre skrift i den vertikale linje, fra H/L til H'/L' , hvilket vil flytte økonomien langs den nedadgående efterspørgselskurve for færdigheder.

Denne tendens til et fald i gevinsten ved højere uddannelse, kan dog blive modsvaret ved en ændring i det teknologiske niveau, som opfanges af $\frac{\sigma-1}{\sigma} \ln(A_h/A_l)$. Dette udtryk opfanger essensen af de to fremherskende faktorer på arbejdsmarkedet, som Tinbergen fremhævede. Den første er teknologisk udvikling, hvilket kan skabe en stigning i den relative efterspørgsel og derved indkomstratioen. Den anden faktor er forøget uddannelsesniveau, som skaber et relativt fald. I praksis har der i mange årtier været en stigning i udbuddet af højtuddannet arbejdskraft, H/L , men ingen tilsvarende fald i gevinsten ved højere uddannelse. Dette indikerer at efterspørgslen efter højtuddannede må have steget, som resultat af Tinbergens teknologiske udvikling, for at modvirke et fald i den relative indkomst til højtuddannede. I dette simple framework vil forklaring herpå være, at produktiviteten hos de højtuddannede må være forøget, $(A_h/A_l)^{(\sigma-1)/\sigma}$, hvilket netop er essensen ved SBTC. I en simplificeret økonomi med to goder, svarer SBTC til en stigning i A_h/A_l og $\rho > 0$ ($\sigma > 1$). I dette tilfælde vil den "fysiske" produktivitet hos lavtuddannede forøges, men deres løn ville falde grundet de relative priseffekter. Alternativt i en økonomi med kun ét gode, vil en SBTC svare til en ændring i produktionsfunktionen der forøger $(A_h/A_l)^{(\sigma-1)/\sigma}$.

På baggrund af ovenstående kan det derfor forventes:

Substitutionseffekten ved SBTC, som kan beskrives via ligning 6, indikerer en nedadgående efterspørgselskurve. Dette betyder, at desto højere efterspørgslen (et resultat af SBTC) efter højtuddannede er, desto højere er gevinsten ved højere uddannelse. Ligeledes betyder det, at hvis det relative udbud af H/L stiger, så skal efterspørgslen også stige, for at gevinsten ved højere uddannelse ikke falder.

Ligning 7 beskriver hvordan gevinsten ved højere uddannelse, påvirkes af teknologi. Som det nævnes, er der i teorien ingen direkte plads til teknologisk udvikling, dette bliver implicit bestemt af arbejderens produktivitet. Effekten afhænger af substitutionselasticiteten, σ , som antages at $\sigma > 1$, hvorfor teknologisk udvikling vil forøge gevinsten ved højere uddannelse.

Ud fra ligning 8 kan det udledes at lønniveau, gevinsten ved højere uddannelse, falder i takt med at H/L stiger. Desto lavere andel af højtuddannede der er, desto højere er gevinsten, hvis efterspørgslen holdes konstant.

3.5 The Task-Based Framework

Ovenstående framework belyser hvordan, at teknologi påvirker gevinsten ved højere uddannelse. For at kunne belyse den teknologiske udvikling fra en anden vinkel, lavede Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019) et nyt framework, som de kaldte "*The Task-Based framework*". Dette framework sætter fokus på, hvordan den teknologiske udvikling påvirker sammensætningen af opgaver på arbejdsmarkedet, hvilket også kan være relevant i relation til afhandlingens formål. Derfor er kommende afsnit vil derfor være baseret på Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019).

En produktion kræver udførelsen af opgaver, som allokeres ud på kapital eller arbejdskraft. Ny teknologi forøger ikke kun produktiviteten, af kapital eller arbejdskraft, men påvirker også allokeringen af opgaver til produktionsfaktorerne, hvilket kaldes *opgaveindholdet*. Disse skift kan have en stor effekt på efterspørgslen og produktiviteten.

Automatisering svarer til udviklingen og adopteringen af nye teknologier, som gør det muligt at substituere arbejdskraft med kapital i en række af opgaver. Automatisering ændrer

opgaveindholdet på en negativ måde for arbejdskraften, på grund af forskydningseffekten som opstår når kapital overtager opgaver som tidligere har været udført af arbejdskraft. Forskydningseffekten indikerer at automatisering reducerer værdiandelen tilført i produktionen af arbejdskraft. Ved at åbne op for en mere fleksibel allokering af opgaver til produktionsfaktorerne, forøger automatiseringsteknologi også produktiviteten, og denne kanal som kaldes *produktivitetseffekten*, bidrager til efterspørgslen efter arbejdskraft til ikke-automatiseret opgaver. Netto effekt af automatisering på arbejdskraft afhænger derved af, hvordan forskydningseffekten og produktivitetseffekten modvejer hinanden.

Historisk set har ny teknologi ikke udelukkende handlet om udskiftningen af menneskelige arbejdskraft igennem automatiseringsteknologi. Hvis det var tilfældet, vil menneskeheden være reduceret til et uddøende sæt af gamle opgaver, med en faldende andel tilført af arbejdskraften til nationalindkomsten. I stedet er forskydningseffekten blevet opvejet af teknologier, som har skabt nye former for opgaver, hvor menneskelige arbejdskraft har haft en komparativ fordel. Sådanne nye opgaver skaber ikke kun en positiv produktivitetseffekt, men ligeledes en *genindsættelseseffekt*. Arbejdskraften bliver igennem de nye opgaver genindsat, til at bestride andre opgaver og derved ændres opgaveindholdet til arbejdskraftens fordel. Genindsættelseseffekten forøger, modsat forskydningseffekten, arbejdskraftsandelen og efterspørgslen efter arbejdskraft.

Frameworket giver en række implikationer. Først og fremmest, grundantagelsen om at alt teknologi forøger den aggregerede efterspørgsel efter arbejdskraft, fordi teknologi forøger produktivitet, er forkert. Nogle former for automatiseringsteknologi kan reelt set reducere efterspørgslen, fordi de medfører en stor nok forskydningseffekt, men en relativ lav produktivetsgevinst. For det andet, på grund af forskydningseffekten, bør det ikke forventes at automatisering skaber et forøget lønniveauet, svarende til stigning i produktiviteten. Som tidligere beskrevet, reducerer automatisering andelen af arbejdskraftens tilførte værdi i en industri og har en tendens til at reducere andelen tilført af arbejdskraft i den samlede økonomi.

Grunden til at der i en lang årrække har været et højt stigende lønniveau og et stabilt beskæftigelsesniveau, er en konsekvens af andre teknologiske forandringer som skaber nye opgaver til arbejdskraften og derved modvejer automatiseringseffekten på opgavesammensætningen. Noget

teknologi erstatter arbejdskraft igennem automatisering, mens andre genindsætter arbejdskraft i nye stillinger. Samlet set har arbejdskraften bevaret en central rolle i produktionen. På baggrund af det, vil arbejdskraftens fremtid i frameworket afhænge af en blanding mellem ny teknologi og hvordan disse påvirker opgaveindholdet.

En produktion kræver en række opgaver gennemført. At producere en trøje, kræver eksempelvis design af trøjen, herefter udførelsen af en lang række produktionsrelaterede opgaver, så som udvinding af materiale, produktion af trøjen, farvelægning og udførelsen af opgaver der ikke relaterer sig til produktion, så som bogholdning, marketing, transport og salg. Hver af disse opgaver kan blive udført af menneskelig arbejdskraft eller kapital (maskiner eller software). Allokeringen af produktionsopgaver afgøres på baggrund af opgaveindholdet.

Automatisering gør det muligt at få kapital til at udføre opgaver, som tidligere har været varetaget af arbejdskraften. I nyere tid har frembruddet af robotteknologi tilladt virksomheder, at automatisere en lang række opgaver i produktionen, som tidligere har været besat af menneskelig arbejdskraft. Sættet af opgaver som indgår i produktionen, er ikke konstant over tid og introduktionen af nye opgaver, kan være en stor kilde til stigende efterspørgsel efter arbejdskraft, såvel som produktivitet.

Opgaver er en fundamental enhed i produktionen, og produktionsfaktorerne bidrager til outputtet ved at udføre opgaverne. I kontrast hertil, vil man i den kanoniske model, som indgår i *The Theory of Skill Premium*, ignorere sammensætningen af opgaver og i stedet benytte sig af en produktionsfunktion af formen: $Y = F(A^K K, A^L L)$, som indikerer at al teknologisk udvikling sker på baggrund af en faktorforbedring.

Der er tre grundlæggende forskelle på dette framework og det kanoniske. Først og fremmest, så tilføjer dette framework deskriptiv realisme. F.eks. forbedret robotteknologi gør ikke kapital eller arbejdskraft mere produktive, men udvider sættet af opgaver som kan blive produceret. For det andet, kapitalproduktivitetsforbedrende teknologisk fremskridt (en stigning i A^K) eller en arbejdskraftproduktivitetsforbedrende (en stigning i A^L) svarer til at den specifikke faktor bliver ensartet mere produktive i alle opgaver, hvilket ignorerer potentielle skift i opgaveindholdet i den kanoniske model. For det tredje, vil det også være muligt at de kvantitative og kvalitative

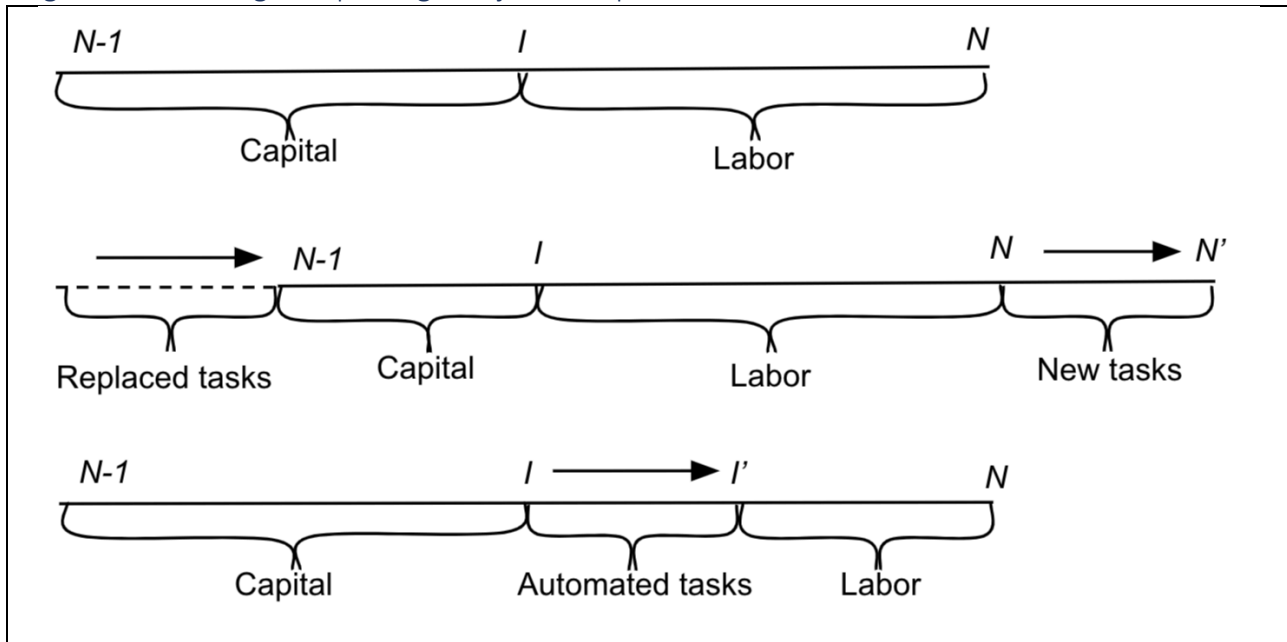
implikationer ved faktorforbedrende teknologisk udvikling, adskiller sig fra de teknologier der ændrer opgaveindholdet. Ved kun at fokusere på faktorforbedrende teknologisk udvikling, kan dette skabe et misvisende fokus.

The Task-Based framework tager udgangspunkt i en økonomi med kun én sektor. Det antages, at produktionen kombinerer outputtet af en række opgaver og at opgaverne er indekseret ved z og normaliseret med en værdi mellem $N - 1$ og N , som kan ses i figur 4.

Opgaver kan blive udført ved at bruge kapital eller arbejdskraft. Opgaver hvor $z > I$ er ikke automatiseret og kan kun blive produceret med arbejdskraft, som har lønraten W . Opgaver hvor $z \leq I$ er automatiseret og kan blive produceret med kapital, som har en leje på R . Det antages at arbejdskraft har en komparativ og en absolut fordel i højere indekserede opgaver. En stigning i I repræsenterer derfor introduktionen af en automatiserende teknologi, eller *automatisering* i kort omtale. På den anden side repræsenterer en stigning i N , introduktionen af nye arbejdskraftskrævende opgaver, eller *ny opgave* i kort omtale. I tillæg til automatisering (I) og introduktionen af nye opgaver (N), afhænger det teknologiske niveau for sektoren af A^L (arbejdskraftproduktivitetsforbedrende teknologi) og A^K (kapitalproduktivitetsforbedrende teknologi), som forøger produktiviteten hos disse faktorer i alle opgaver.

Hvis det antages at det er omkostningsminimerende for virksomheder at benytte kapital, i alle opgaver der er automatiseret ($z \leq I$), og at adoptere alle nye opgaver med det samme. Dette vil indikere en allokering af opgaver til faktorer, som fremgår af figur 4, som også viser hvordan automatisering og nye opgaver påvirker allokeringen.

Figur 4 – Allokering af kapital og arbejdskraft i produktionen



Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019)

Outputtet i økonomien kan blive beskrevet via følgende CES funktion for kapital og arbejdskraft:

$$Y = \Pi(I, N) \left(\Gamma(I, N)^{\frac{1}{\sigma}} (A^L L)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \Gamma(I, N))^{\frac{1}{\sigma}} (A^K K)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

Ligning 9

Som i den kanoniske model, er produktionen en funktion af mængderne af to produktionsfaktorer, i det her tilfælde arbejdskraft og kapital, L og K . Den arbejdskraftproduktivitetsforbedrende term A^L og den kapitalproduktivitetsforbedrende term A^K forøger produktiviteten af arbejdskraft og kapital i alle opgaver, som de producerer på tidspunktet. Substitutionselasticiteten mellem opgaverne, σ , bestemmer hvor nemt det er at substituere en opgave for en anden, og er derfor også (afledt deraf) substitutionselasticiteten mellem arbejdskraft og kapital.

Den største forskel mellem dette framework og det kanoniske, er at delparameteren for den konstante substitutionselasticitetsfunktion afhænger af automatisering og nye opgaver. Delparameteren for arbejdskraft $\Gamma(I, N)$, er arbejdskraftens opgaveindhold, som repræsenterer andelen af opgaver udført af arbejdskraft relativt til kapital (justeret for forskelle i arbejdskraft og kapital

produktivitet, på tværs af disse opgaver). Omvendt er $1 - \Gamma(I, N)$ kapitalens opgaveindhold. Heraf vil en stigning i $\Gamma(I, N)$ skifte opgaveindholdet til fordel for arbejdskraften. I det specielle tilfælde hvor $\sigma = 1$, $\Gamma(I, N) = N - I$. Dermed forøger $\Gamma(I, N)$ altid N og formindsker I . Dette indikerer at automatisering (størst I -værdi) skifter opgaveindholdet til fordel for kapital, da det medfører at kapital overtager opgaver som hidtil har været udført af arbejdskraft. I modsætning hertil vil nye arbejdskraftintensive opgaver skifte opgaveindholdet til fordel arbejdskraften. Til sidst vil automatisering og nye opgaver ikke kun ændre opgaveindholdet, men også generere positive produktivtetsgevinster, ved at åbne op for allokeringen af opgaver til billigere faktorer. Termen $\Pi(I, N)$, som viser totalfaktorproduktiviteten, repræsenterer disse produktivtetsgevinster. Arbejdskrafts-andelen, givet ved lønomkostningerne (WL) divideret med den tilførte værdi (Y), kan blive udtrykt som:

$$s^L = \frac{1}{1 + \frac{1 - \Gamma(I, N)}{\Gamma(I, N)} \left(\frac{R/A^K}{W/A^L} \right)^{1-\sigma}}$$

Ligning 10

Dette forhold viser de to mekanismer, der bestemmer arbejdskraftandelen (i en bestemt industri, eller i hele økonomien). Som udgangspunkt afhænger arbejdskraftsandelen af ratioen for de effektive faktorpriser W/A^L og R/A^K . Som den effektive løn stiger, relativt til prisen på opgaver udført af kapital, forøges prisen på opgaver produceret af arbejdskraft relativt til prisen på opgaver udført af kapital, hvilket skaber en substitutionseffekt på tværs af opgaverne. Dette er den eneste ting der påvirker arbejdskraftens andel i den kanoniske model. Størrelsesordnen afhænger af, hvorvidt om σ er større eller mindre end 1. Når opgaver er komplementær ($\sigma < 1$) vil en stigning i den effektive løn, forøge andelen af omkostninger til opgaver produceret af arbejdskraft. Det modsatte sker, når $\sigma > 1$. Når situationen hvor $\sigma = 1$ opstår, opnås en Cobb-Douglas produktionsfunktion og substitutionseffekten forsvinder, fordi andelen af hver opgave i tilført værdi er fast. Mere ny er effekten fra opgaveindholdet $\Gamma(I, N)$, på andelen af arbejdskraft. Desto flere opgaver der er allokeret til kapital i stedet for arbejdskraft, desto mere skifter opgaveindholdet væk fra arbejdskraft og arbejdskraftsandelen vil falde.

Modellen forudser, udelukkende set ud fra substitutionselasticiteten, σ , at automatisering (som ændrer opgaveindholdet imod arbejdskraft) vil reducere arbejdskraftsandelen i industrien, mens nye opgaver (som ændrer opgaveindholdet til fordel for arbejdskraft) vil forøge andelen.

Igennem frameworket er det muligt at se, hvordan teknologi ændrer efterspørgslen efter arbejdskraft, med fokus på lønniveauet, som indfanger det totale beløb arbejdsgivere betaler for arbejdskraft. Som tidligere beskrevet:

$$Lønomkostningerne = \text{Tilført værdi} * \text{Arbejdskraftsandelen}$$

Ligning 11

Ændringer i lønomkostningerne vil omsættes til en kombination af ændringer i løn og beskæftigelse, hvor den eksakte opdeling vil blive påvirket af udbudselasticiteten og imperfektioner på arbejdsmarkedet. Dette forhold bruges i relation til, hvordan de 3 typer af "teknologi" påvirker efterspørgslen efter arbejdskraft: automatisering, nye opgaver og faktorforbedrende fremskridt. Hvis der er tale om introduktionen af ny automatiseringsteknologi (en stigning i I i figur 4), kan påvirkningen på efterspørgslen på arbejdskraft blive beskrevet som følgende:

$$\begin{aligned} \text{Automatiseringseffekt på arbejdskraften} \\ = \text{produktivitetseffekt} + \text{forskydningseffekt} \end{aligned}$$

Ligning 12

Produktivitetseffekten opstår på baggrund af at automatisering forøger den tilførte værdi, hvilket forøger efterspørgslen efter arbejdskraft fra ikke-automatiserede opgaver. Hvis intet andet skete, ville industriens efterspørgsel efter arbejdskraft blive forøget med samme rate som den tilførte værdi, og derved ville arbejdskraftsandelen forblive konstant. Dog så skaber automatiseringen også en forskydningseffekt, da kapital overtager opgaver som tidligere var allokeret til arbejdskraften, hvilket skifter opgaveindholdet væk fra arbejdskraften og derfor altid reducerer arbejdskraftsandelen. Derfor forøger automatisering samlet set produktionen, men arbejdskraften får blot en lavere andel. Dette betyder dog ikke, at produktivitetseffekten er stærkere end forskydningseffekten; nogle typer af automatiseringsteknologi kan reducere efterspørgslen efter arbejdskraft, selvom produktiviteten forhøjes.

Derfor er det ikke top-automatiseringsteknologi der truer løn og beskæftigelse, men omvendt automatiseringsteknologi som ikke er i stand til, at generere en stor nok produktivitetseffekt og derved modvirke forskydningseffekten. For at kunne forstå dette, kan det være relevant at overveje hvor produktivetsgevinster ved automatisering stammer fra. Disse stammer ikke fra det faktum,

at kapital og arbejdskraft bliver mere produktive i de opgaver de udfører, men fra virksomhedernes muligheder til at benytte billigere kapital til at udføre opgaver, som før blev udført af arbejdskraft. Produktivitetseffekten ved automatisering er derfor proportionel til omkostningsminimeringen ved en substitution. Desto større arbejdskraftens produktivitet er i opgaver som bliver automatiseret, relativt til lønniveauet, og desto lavere kapitalens produktivitet er i disse opgaver, relativ til prisen for lejen af kapital, desto mindre er produktivetsgevinsten fra automatisering.

Forskellige typer af teknologi bliver ledsaget af forskellige produktivetsgevinster, hvorfor det ikke kan antages at alle typer af teknologi påvirker arbejdsmarkedet ens. På samme måde, selvom produktivetsgevinsten ved automatisering afhænger af lønniveauet, vil netto effekten ved automatisering afhænge af flere parametre på det givne arbejdsmarked. Når lønniveauet er højt og udbuddet af arbejdskraft knap, vil automatisering generere en stor produktivitetseffekt og vil forøge efterspørgslen efter arbejdskraft. Når lønniveauet er lavt og udbuddet af arbejdskraft stort, vil automatisering generere en beskeden produktivitetseffekt og kan i sidste ende reducere efterspørgslen efter arbejdskraft.

Den næste effekt på lønniveauet er introduktionen af nye opgaver, som bliver opfanget af N i frameworket. Denne term indeholder sættet af opgaver hvor menneskelige arbejdskraft har en komparativ fordel og effekten kan blive beskrevet ved:

$$\begin{aligned} & \textit{Effekten ved nye opgaver på arbejdskraftsefterspørgslen} \\ & = \textit{Produktivitetseffekten} + \textit{genindsættelseseffekten} \end{aligned}$$

Ligning 13

Genindsættelseseffekten opfanger ændringen af opgaveindholdet, men nu til fordel for arbejdskraften, da forøgelsen i N genindsætter arbejdskraften i nye opgaver. Denne ændring i opgaveindholdet forøger altid arbejdskraftsandelen. Samtidigt forøger den produktiviteten, eftersom de nye opgaver bygger på arbejdskraftens komparative fordele. Den resulterende produktivetsforbedring, sammen med ændringen i opgaveindholdet sørger for at arbejdskraftsefterspørgslen altid forøges ved introduktion af nye opgaver.

Det er tidligere blevet beskrevet, at implikationer fra faktorforbedrende teknologier er anderledes end implikationerne fra automatisering og nye opgaver, fordi de ikke ændrer opgaveindholdet.

Helt specifikt:

$$\begin{aligned} & \textit{Effekt ved faktorforbedrende teknologier p\aa\ arbejdskraftseftersp\o\rgslen} \\ & = \textit{Produktivitets effekt + substitutionseffekt} \end{aligned}$$

Ligning 14

Med faktorforbedrende teknologisk udvikling, bliver enten arbejdskraft eller kapital mere produktive i alle opgaver, hvilket g\o\or produktivitets effekten proportional med den tilf\o\orte ekstra v\ae\rdi. Faktorforbedrende teknologier p\aa\virker ogs\aa\ arbejdskraftseftersp\o\rgslen igennem substitutionseffekten, som er introduceret ovenfor, hvilket \ae\ndrer arbejdskrafts andelen men ikke opgaveindholdet. Tilg\ae\ngelige estimer af σ , placerer parameteren under, men t\ae\et p\aa\, en v\ae\rdi p\aa\ 1, hvilket indikerer at substitutionseffekten fra faktorforbedrende teknologi er mindre, relativt til dets produktivitets effekt. Derved p\aa\virker faktorforbedrende teknologi arbejdskraftseftersp\o\rgslen, i kontrast til automatisering og nye opgaver der kan generere en signifikant forskydningseffekt og gens\ae\ttelseseffekt, prim\ae\rt produktivitets effekten og har en relativ lille effekt p\aa\ arbejdskrafts andelen. Som resultat, er det usandsynligt at faktorforbedrende teknologi skaber en lavere arbejdskraftseftersp\o\rgsel fra teknologisk udvikling, da kapitalforbedrende teknologier altid for\o\ger arbejdskraftseftersp\o\rgslen og arbejdskraftsforbedrende teknologier g\o\or det samme.

If\o\lge frameworket, s\aa\ p\aa\virker teknologien arbejdsmarkedet igennem tre forskellige kanaler: Automatisering, nye opgaver og faktorforbedringer. P\aa\ baggrund af ovenst\aa\ende kan det derfor forventes:

Da automatisering for\o\ger den tilf\o\orte v\ae\rdi, opst\aa\r produktivitets effekten, som for\o\ger eftersp\o\rgslen efter arbejdskraften til ikke-automatiserede opgaver. Dog skabes der ogs\aa\ en forskydningseffekt, da automatiseringsteknologi overtager opgaver, som tidligere var allok\ae\ret til arbejdskraften. Derved afh\ae\nger den samlede effekt af, om produktivitets gevinsten opvejer forskydningseffekten. Dette kan ses i ligning 12, som beskriver hvordan automatiseringens p\aa\virkning p\aa\ arbejdskraften.

Skabelsen af nye opgaver påvirker arbejdskraftsefterspørgslen, igennem to effekter: produktivitetseffekten og genindsættelseseffekten, som ligning 13 viser. Sidstnævnte gør, at arbejdskrafts-andelen bliver forøget, da opgaveindholdet bliver ændret til fordel for arbejdskraften. Ligeledes stiger produktiviteten, da arbejdskraften har en komparativ fordel i de nye opgaver, hvorfor at skabelsen af nye opgaver altid vil påvirke beskæftigelsen positivt.

Faktorforbedrende teknologier, Ligning 14, påvirker arbejdskraftsefterspørgslen igennem produktivitetseffekten og substitutionseffekten. Produktivitetseffekten her stammer fra, at enten arbejdskraft eller kapital bliver mere produktiv, mens substitutionseffekten opstår på baggrund af, at prisen på kapital bliver lavere, relativt til prisen på arbejdskraft.

4. Data og metode

I forbindelse med indsamling af data til analyse, er der benyttet data fra OECD, Eurostat og Danmarksstatistik.

De forskellige grafer, som benyttes til at præsentere det udvalgte data, er udvalgt med det formål at kunne afspejle tendenserne som præsenteres i den eksisterende forskning, i en dansk kontekst. Den udvalgte data strækker sig fra perioden 1995-2015. Valget falder på baggrund af, at perioden i stor grad har været præget af automatiseringsteknologi, men ligeledes da den alt den udvalgte data, så vidt muligt, har været tilgængelig i denne periode.

For henholdsvis figur 10 og figur 12 er dataperioderne begrænset til hhv. "1995-2010" og "1999-2015". Dette skyldes manglen på tilgængelighed af data, men det antages, at tendenserne er den samme i perioderne, som den periode projektet tager udgangspunkt i.

Al data stammer på baggrund af personer i alderen 15-64, da dette kategoriseres som den arbejdsdygtige alder.

5. Det danske arbejdsmarked og ny teknologi, en deskriptiv analyse

Den analytiske del af afhandlingen, kommer til at basere sig på baggrund af de to foregående afsnit, eksisterende forskning og teori, samt de empiriske tendenser der præsenteres på baggrund af den valgte data. Disse empiriske tendenser vil blive belyst, analyseret og opretholdt mod resultaterne fra den eksisterende forskning, for at kunne danne grundlag for en fyldestgørende analyse. I afsnittet eksisterende forskning, er der tre hovedafsnit som er jobpolarisering, beskæftigelseseffekter og løn og fordeling. For at kunne belyse jobpolarisering i en dansk kontekst, vil hypoteserne om SBTC og RBTC blive benyttet til at analysere på de tendenser den udvalgte data viser. I relation til beskæftigelseseffekter, vil der gøres brug af *The Task-Based Framework*, for at kunne analysere på de generelle tendenser, som data for beskæftigelsen afspejler. Til sidst vil tendenserne blandt løn og fordeling blive analyseret og fortolket, ved brugen af *The Theory of Skill Premium*.

5.1 Jobpolarisering

Den eksisterende forskning på området viser, at der har været en generel polariserende tendens på arbejdsmarkedet. I en dansk relation viser både Goos, Manning og Salomons (2009) og Goos, Manning og Salomons (2014), at samme tendens gør sig gældende. Den resultatmæssige forskel på de to undersøgelser, er at effekten er blevet kraftigere da de undersøger en nyere periode. Derfor kan det forventes, at de præsenterede data udviser samme polariserende tendens.

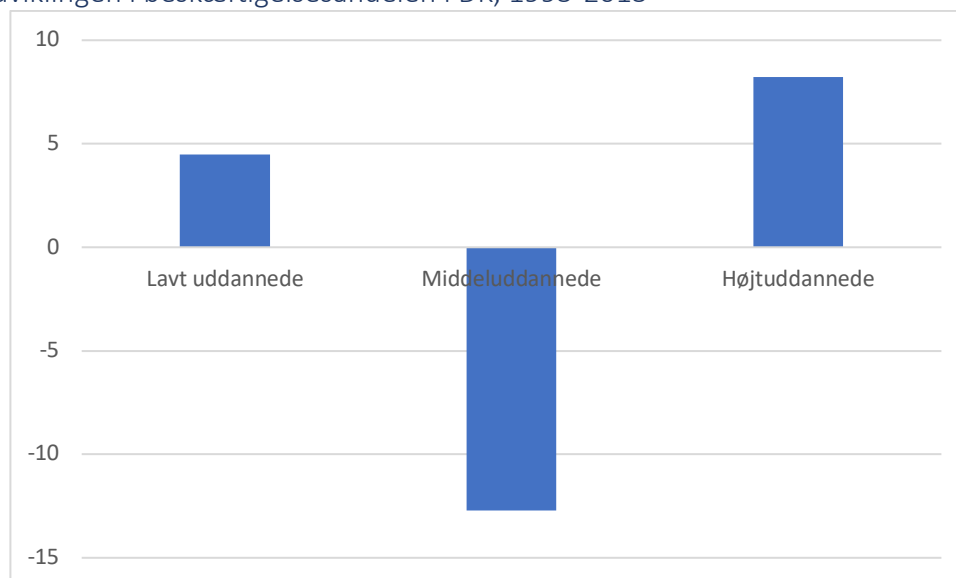
I teoriafsnittet bliver der først og fremmest sat fokus på, at den teknologiske udvikling kan være skill-biased. I den forbindelse introduceres bliver de to hypoteser om SBTC og RBTC. Disse to hypoteser er i stor grad sammenhængende. Hvor SBTC omhandler, at den teknologiske udvikling har været biased mod højtuddannede, forklarer RBTC at den teknologiske udvikling har været biased mod rutineprægede opgaver. Begge termer kan benyttes til at forklare den teknologiske udvikling, men hvor SBTC vil antyde et lineært forhold mellem uddannelse og efterspørgslen, kan RBTC forklare polarisering.

I henhold til den eksisterende litteratur, er der forskellige måder at observere jobpolarisering på. Goos, Manning og Salomons (2009) vælger at benytte sig af ændring i antal timer arbejdet, fordelt på uddannelse, mens andre som Asplund, Barth og Lundborg (2011) benytter udviklingen i beskæftigelsesandele. Til denne analyse, er valget faldet på udviklingen i beskæftigelsesandele, da

disse data var tilgængeliggjort af OECD. Opdelingen gør det muligt at se, hvilke uddannelsesgrupper som har været efterspurgt på arbejdsmarkedet og det kan ligeledes ses på baggrund af udviklingen, om der har været en polariserende effekt på arbejdsmarkedet.

Figur 5 viser udvikling i beskæftigelsesandele for Danmark i perioden 1995-2015, hvor arbejdsstyrken er tredelt på baggrund af uddannelsesniveaue. Som det kan ses, har de lavtuddannede oplevet en stigning på næsten 4,5 % i antal timer arbejdet, mens de højtuddannede har oplevet en stigning på 8,2 %. Denne positive ændring på 12,7 % bliver modsvaret, af en tilsvarende negativ ændring hos middeluddannede som i samme periode.

Figur 5 - Udviklingen i beskæftigelsesandelen i DK, 1995-2015



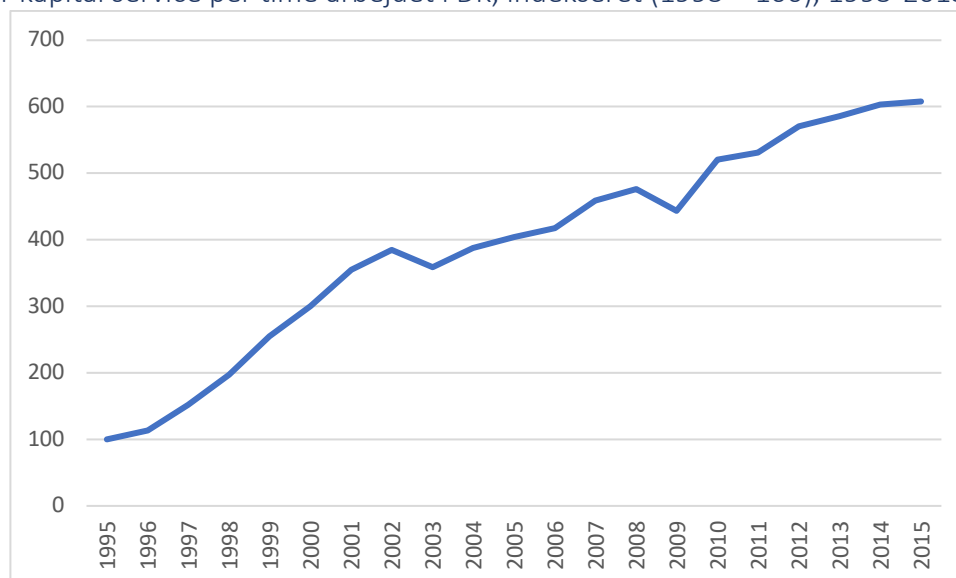
OECD

Derfor er tendensen, at lavtuddannede og højtuddannede begge oplever en stigning, mens mellemuddannede oplever et klar fald, hvilket bærer præg af jobpolarisering. Tendensen indikerer, at både at udviklingen på det danske arbejdsmarked kan have været udsat for RBTC, men også SBTC. Først og fremmest, da hypotesen om RBTC antyder at den teknologiske udvikling vil påvirke rutinepræget jobs, som i stor udstrækning forbindes med jobs tilhørende middeluddannede, jf. Tabel 2., kan faldet i antal timer arbejdet hos mellemuddannede, akkompagneret af stigningen hos de andre grupper, viser netop denne tendens. Pointen bag hypotesen om SBTC er, at den teknologiske udvikling favoriserer højtuddannede arbejdskraft. Ifølge figuren ses det tydeligt, at den gruppe

som får mest gavn ud af faldet i beskæftigelsesandelen hos middeluddannede, er gruppen højtuddannede. Dette indikerer, at udviklingen både har været præget af RBTC og SBTC.

I både gennemgangen af den eksisterende empiri afsnit 2.1 og i den teoretiske diskussion i afsnit 3.1 samt 3.2, bliver det beskrevet, at ICT i stor grad påvirker middeluddannede i rutinepræget jobs og derfor har en polariserende effekt på arbejdsmarkedet. Figur 6 afspejler udviklingen i afbenyttelsen af ICT kapital service, per time arbejde i perioden 1995-2015, indekseret med 1995 som indeks 100.

Figur 6 - ICT kapital service per time arbejdet i DK, indekseret (1995 = 100), 1995-2015



OECD

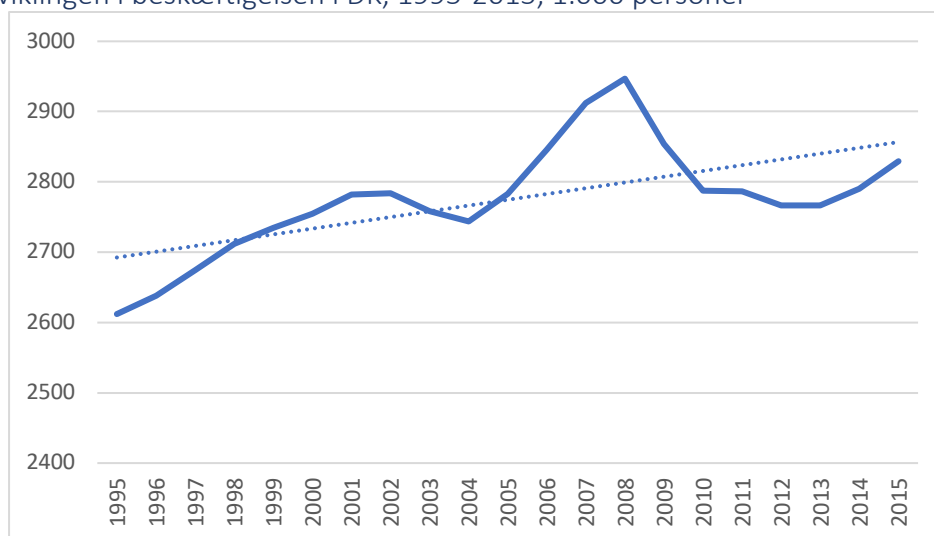
Ifølge figuren er afbenyttelsen af ICT steget markant i perioden 1995-2015 og som det ses, ligger ICT kapital service, per time arbejdet på indeks 608 i år 2015. I afsnit 3.2 er det beskrevet hvordan at ICT erstatter opgaver, som er rutinepræget nok til at de kan programmeres og derved udføres af en computer, opgaver som i stor grad varetages af middeluddannede personer. Af den årsag, kan stigningen afbenyttelsen af ICT på det danske arbejdsmarked i stor grad have præget den observerede polarisering.

5.2 Beskæftigelseseffekter

På baggrund af den eksisterende forskning, er resultaterne på det overordnede beskæftigelsesniveau, at den teknologiske udvikling ikke generelt set påvirker den negativt. Autor og Salomons (2017) finder frem til, at selvom udviklingen påvirker nogle dele af beskæftigelsen negativ, så opvejes tabet af de positive effekter som teknologien har. Lignende resultater opnås af Kromann, Malchow-Møller, Saksen og Sørensen (2019), som ikke finder negative effekter fra teknologi på beskæftigelsen, omvendt finder de frem til at produktiviteten stiger. Andre så som Michaels, Natraj og Van Reenen (2014) og Autor og Dorn (2013) at sammensætningen af beskæftigelsen ændres, hvor middeluddannede skifter mod mere serviceprægede jobs, der normalt varetages af lavt uddannede og kan derfor også forklares på baggrund af polariseringen. Graetz og Michaels (2018) og Dauth et al. (2018) finder frem til, at det samlede det samlede timetal, ikke påvirkes negativt af teknologi, men også oplever en omfordeling.

De teoretiske frameworks beskriver en række implikationer, som den teknologiske udvikling kan have på beskæftigelsen. Ligeledes er der i den eksisterende forskning også et stort fokus op, hvordan den teknologiske udvikling har påvirket, den samlede beskæftigelse. Af den årsag er det relevant at se på, hvordan den har udviklet sig, hvorfor figur 7 viser udviklingen i den samlede beskæftigelse fra 1995-2015, opgjort i 1000 personer. Ud fra den tendenslinje, som er tegnet på figuren, kan det ses at beskæftigelsen har været stigende i perioden.

Figur 7 - Udviklingen i beskæftigelsen i DK, 1995-2015, 1.000 personer



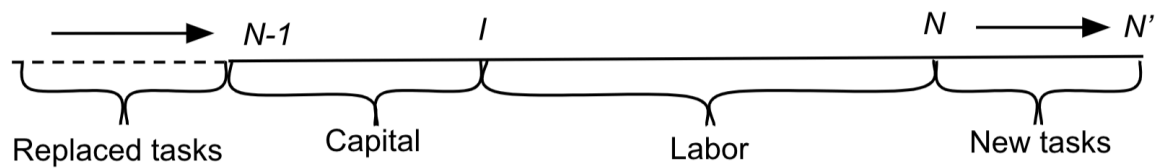
Danmarks Statistik

Denne udvikling kan forklares på baggrund af *The Task-Based framework*. Den stigende beskæftigelse, må betyde at den teknologiske udvikling har ændret opgaveindholdet positivt for arbejdskraften, hvorfor den stigende efterspørgsel opstår. I frameworket er det arbejdskraftsproduktiviteten, som skal opveje for de negative konsekvenser ved automatisering, i form af forskydnings- og substitutionseffekten.

På baggrund af ligning 12, ligning 13 og ligning 14 så har produktivitetseffekten en afgørende betydning for hvordan, at arbejdskraften bliver påvirket af ny teknologi. Først og fremmest skaber automatiseringsteknologi en efterspørgsel fra ikke-automatiserede opgaver. For det andet skabes der positive spill-overs, i form af nye opgaver, hvor arbejdskraften har en komparativ og absolut fordel. Sidst, hvis den automatiserende teknologi skaber en faktorforbedring, hvilket ofte er tilfældet som komplement til højtuddannede, vil dette også medføre at arbejdskraften bliver mere produktiv og derved skaber en højere værdi. Forskydningseffekten opstår, når automatisering allokerer opgaver til kapitalen, som tidligere har været besat af arbejdskraft. Substitutionseffekten opstår ved introduktionen af faktorforbedrende teknologi, denne effekt formindsker antallet af arbejdere, men ikke opgaveindholdet. Hvis produktivitetseffekten, som automatiseringen generer, er større end substitutionseffekten og forskydningseffekten, vil det kompensere for de negative effekter ved automatisering. Ifølge figur 7, har der været en tendens til, at beskæftigelsen i løbet af perioden har været stigende. Dette indikerer i relation til frameworket, at de positive effekter har kompenseret for de negative. Set på baggrund af at beskæftigelsen har været stigende, må dette betyde at der henover perioden har været skabt flere opgaver, hvilket er en af effekterne som teknologien kan have på arbejdskraften, ifølge frameworket. Effekten ved nye opgaver, er en kombination af produktivitetseffekten og genindsættelseseffekten. Sidstnævnte opstår, da opgaveindholdet (N) ændres til fordel for arbejdskraften, da det antages at arbejdskraften har en absolut og komparativ fordel i de nye opgaver, som et led i den teknologiske udvikling. Derved gør produktivitetseffekten og genindsættelseseffekten altid, at efterspørgslen efter arbejdskraft stiger, ved introduktionen af nye opgaver, hvilket stigning i beskæftigelsen kunne tyde på.

Et sådan tilfælde afspejles i figur 8, som viser introduktionen af nye opgaver. Selvom teknologien gør, at opgaver bliver overflødiggjort, så skifter nye arbejdskraftsintensive opgaver, opgaveindholdet til fordel for arbejdskraften, hvilket flytter $N \rightarrow N'$, hvorfor at beskæftigelsen har mulighed for at stige.

Figur 8 – Introduktion af nye opgaver



Egen illustration

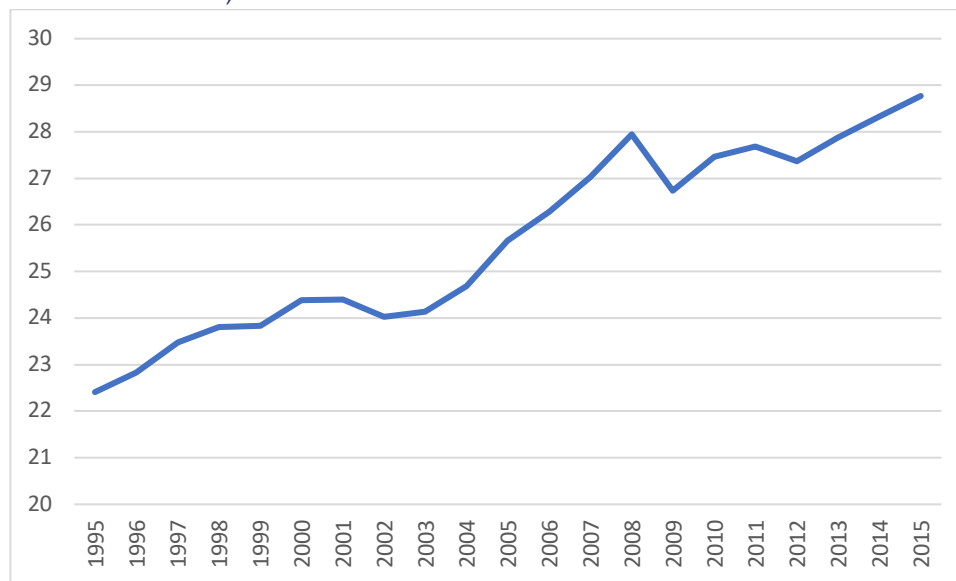
Dette tyder derfor på, at den teknologiske udvikling har medført at antallet af opgaver allokeret til arbejdskraften er steget, hvorfor beskæftigelsen kan have været stigende.

5.3 Løn og fordeling

I afsnittet om eksisterende forskning, bliver det beskrevet hvordan verden i stigende grad har været ulighed. Jaumotte et al. (2013) finder frem til, at den teknologiske udvikling har skabt større ulighed i perioden 1983-2003. Samme tendens finder Monte (2011), som finder frem til at den teknologiske udvikling har negativt pres på lavproduktive virksomheder, der benytter lavtuddannet arbejdskraft, mens teknologien har haft en positiv indflydelse på højproduktive virksomheder, der benytter højtuddannede. I Tyskland finder Reinhold (2016) dog frem til, at den teknologiske udvikling sandsynligvis ikke har skabt polariseringen på arbejdsmarkedet, men at uligheden er et resultat af institutionelle faktorer.

Figur 9 afspejler Gini-koefficienten for Danmark i perioden 1995-2015. Gini-koefficienten er et af meget anvendte fordelingsmål, som kan give en indikation for graden af ulighed i samfundet, på baggrund af indkomst. I løbet af den 20-årige periode, er der en klar tendens til at uligheden er blevet større. Gini-koefficienten lå i 1995 22,41, mens den i år 2015 er steget til 28,77. Problematikken ved at benytte Gini-koefficienten, er at den ikke forklarer hvilke socioøkonomiske grupper, som bliver bedre og værre stillet, som følge af udviklingen.

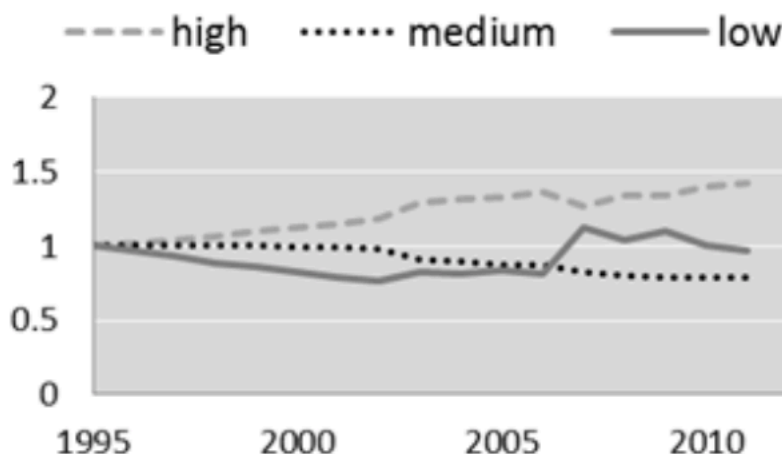
Figur 9 - Gini-koefficient i DK, 1995-2015



DST

For mere præcist at kunne afdække udviklingen i ulighed, kan det være relevant at se på fordelingen af indkomst. Figur 10 afspejler udviklingen i fordelingen af den totale lønindkomst i årene 1995-2010, fordelt på 3 socioøkonomiske grupper på baggrund af uddannelse. Figur 10 tager ikke udgangspunkt i hverken op eller nedgang i den totale andel, som tilfalder arbejdskraften ud af den samlede profit, men lønandelen ud af den totale lønindkomst. Som det ses, så er der en tydelig tendens til at andelen som tilfalder højtuddannede, er steget henover perioden. Den andel som lavtuddannede får, er mere tvetydig da den både er faldet og steget, mens den i sluttiden ligger tæt på, men under på 0. Tydeligt er det dog, at andelen som tilfalder middeluddannede, er faldet i løbet af perioden. Dette bærer tydeligt præg af den SBTC, da lønandelen som tilfalder højtuddannede er steget mest. Ligeledes bærer det også præg af RBTC, da andelen til de middeluddannede er faldet mere end andelen til de to andre grupper, hvorfor den polariserende effekt opstår.

Figur 10 – Udvikling i pct. i lønandel af den totale lønindkomst på baggrund af uddannelse



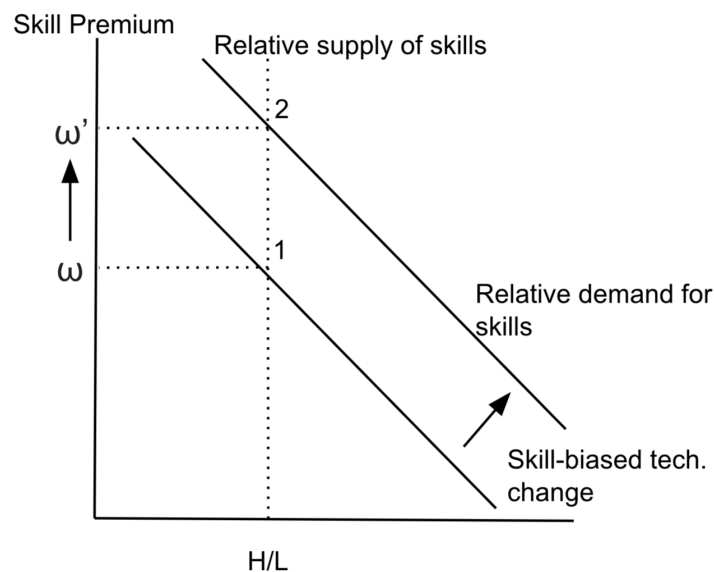
OECD (2016, s. 15, figur 4)

Ifølge den eksisterende litteratur, skelner man mellem den tredelte måde at anskue arbejdskraften på, hvorfor framework *"The Theory of Skill Premium"* ikke er et perfekt match med figur 10, da frameworket tager udgangspunkt i en todelt arbejdsstyrke. En tydelig tendens figur 10 viser er dog, at gevinsten ved at være højtuddannet er steget, sammenlignet med de to arbejdsgrupper, hvilket netop er hvad den kanoniske model kan forklare, altså gevinsten ved højere uddannelse. Ifølge figur 10 har der nemlig været en stigende gevinst ved uddannelse, hvilket afspejles af den større lønandel, af den totale lønindkomst som tilfalder højtuddannede.

Som beskrevet i teori afsnittet, afhænger gevinsten ved teknologi, af substitutionselasticiteten. Hvis $\sigma > 1$, vil teknologi som er komplementært til højere uddannede forøge gevinsten. På baggrund af figur 5, 6 og 10, tyder det på at den teknologiske udvikling har været skill-biased, hvorfor substitutionselasticiteten må være $\sigma > 1$. Samme tendens beskrives i den eksisterende litteratur.

Hvis det antages, at det relative udbud af arbejdskraft henover perioden holdes konstant, vil figur 11 kunne forklare udviklingen. Som det ses, vil SBTC forøge efterspørgslen efter højtuddannede, skiftet i kurven for "relative demand for skills". Dette medfører at ligevægtspunktet skifter fra 1 → 2, hvorfor gevinsten ved højere uddannede, "skill premium", stiger fra $\omega \rightarrow \omega'$. På den måde, kan frameworket være med til at forklare, hvorfor det relative lønniveau, hvis det antages at udbuddet holdes konstant, er steget som figur 10 afspejler. Dette skyldes efterspørgslen efter højtuddannede er steget, på baggrund af den teknologiske udvikling har været skill-biased.

Figur 11 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i lønniveauet

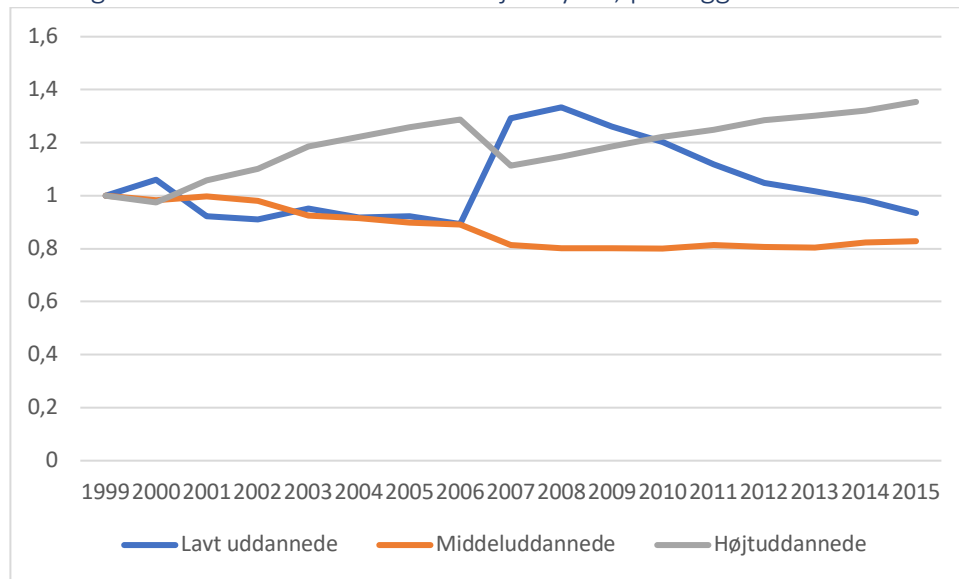


Egen illustration

Det er naturligvis en simplificering at antage, at udbuddet af højtuddannede har været konstant henover perioden. Derfor kan det være relevant at se på det relative udbud mellem de højtuddannede og resten af befolkningen, for at kunne fortolke dette ud fra frameworket.

Figur 12 viser udviklingen i andelen af den totale arbejdsstyrke, på baggrund uddannelse, fra 1999-2015. Som det ses, er andelen af højtuddannede steget, andelen af middeluddannede har udelukkende oplevet et fald, mens udviklingen hos lavtuddannede har været mere tvetydig. Dog er slutværdien lavere end startværdien. Den hårde effekt på middeluddannede afspejler også den polariserende effekt, som tidligere beskrevet. Da højtuddannede, modsat de to andre grupper, har oplevet en stigning, er det relative udbud også steget.

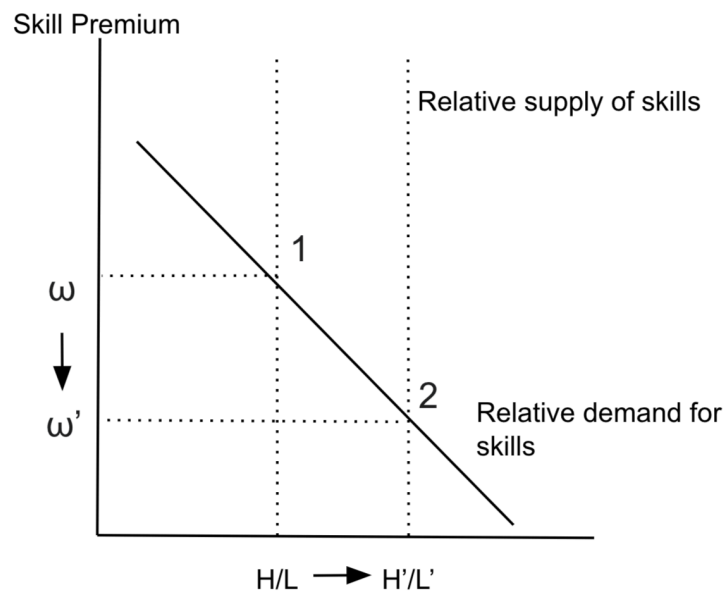
Figur 12 - Udviklingen i andelen af den totale arbejdsstyrke, på baggrund af uddannelsesniveau



Eurostat

Ifølge framework, sker der to former for substitutionseffekter når det relative udbud stiger. De to effekter afhænger af, hvorvidt om det antages lavt- og højtuddannede producerer det samme gode. Fælles for begge effekter er, at de påvirker den relative indtjening hos de højtuddannede negativt. Hvis det antages, at der kun er tale om en ændring af det relative udbud, kan denne situation afspejles i figur 13. Hvis det relative udbud af højtuddannede arbejdere stiger, $H/L \rightarrow H'/L'$, uden at være akkompagneret af SBTC og derved en stigning i efterspørgslen, vil dette medføre at lønniveauet falder fra $\omega \rightarrow \omega'$ og ligevægtspunktet falder fra $1 \rightarrow 2$, hvilket gør de højtuddannede dårligere stillet.

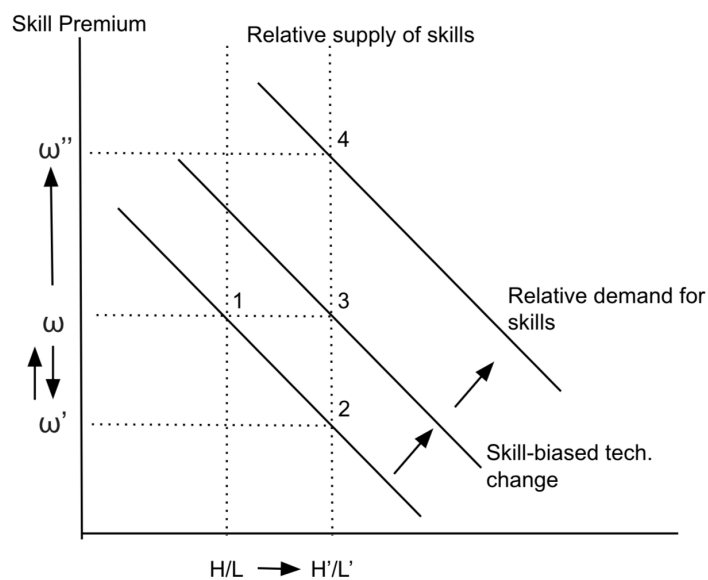
Figur 13 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i det relative udbud



Egen illustration

Ifølge figur 10 og 12 er det dog både relative udbud og det relative lønniveau, som steget simultant i samme periode, hvorfor der hverken er tale om en isoleret stigning af det relative udbud eller det relative lønniveau.

Figur 14 – Den relative efterspørgsel efter færdigheder: En stigning i lønniveauet og det relative udbud



Egen illustration

Figur 14 kan derved opsummere effekten på løn og beskæftigelsen, på baggrund af de tendenser som figur 10 og 12 viser. Ifølge The Theory of Skill Premium, vil en stigning i det relative udbud af arbejdskraft, $H/L \rightarrow H'/L'$ (som figur 13 viser), medføre at det relative lønniveau falder, hvilket skaber at $\omega \rightarrow \omega'$ og ligevægten flyttes fra 1 $\rightarrow$ 2. Eftersom at det relative lønniveau ifølge figur 10 er steget, må dette skyldes at der har været en ændring i "relative demand for skills", som forårsages af SBTC, dette medfører at kurve "relative demand for skills" skifter ud af. På baggrund af dette skift, ændres lønniveauet fra $\omega' \rightarrow \omega$, dette skifter ligevægtspunktet fra 2 $\rightarrow$ 3. I punkt 3 vil det relative lønniveau dog svare til det oprindelige, da effekterne ved stigning i det relative udbud af arbejdskraft og efterspørgslen udjævner hinanden. Punkt 3 havde været det opnåede ligevægtspunkt, hvis ikke at figur 10 antydede højtuddannede fik en større andel af lønnen end resten af grupperne, på baggrund af udviklingen, hvilket må betyde at lønnen er steget endnu mere end fra udgangspunktet. Det relative lønniveau stiger som den "relative demand for skills" stiger, hvilket må betyde at der er sket endnu et skift i efterspørgslen, på baggrund af den teknologiske udvikling. Dette skift betyder at det relative lønniveau stiger fra $\omega \rightarrow \omega''$ og at ligevægten flyttes fra 3 $\rightarrow$ 4. Dette kan derfor være årsagen til, at lønniveauet til højtuddannede er steget relative til de andre grupper, samtidigt med at det relative udbud også er steget.

5.4 Del konklusion:

På baggrund af ovenstående analyse, kan det udledes at der i Danmark har været den samme polariserende effekt på arbejdsmarkedet, som eksisterende forskning har påvist. Dette kan hænge sammen med, at der i perioden har været en stigende afbenyttelse af ICT, som især synes at påvirke middeluddannede personer, som arbejder med rutineprægede opgaver. Resultatet stemmer overens med hvad den eksisterende litteratur når frem til.

I perioden har den overordnede beskæftigelse ifølge figur 7 været stigende. Set ud fra *The Task-Based framework*, kan dette forklares ved at de positive effekter ved den teknologiske udvikling, har opvejet de negative. Derefter er der skabt nye opgaver, som altid påvirker opgaveindholdet for arbejdskraften positivt, ifølge frameworket.

Der har ligeledes henover perioden været en stigende ulighed. Højtuddannede har oplevet en vækst i andelen af den totale lønindkomst, på bekostning af lavt og middeluddannede. Ligeledes har der været en stigning i andelen af højtuddannede på arbejdsmarkedet, relativt til de to andre

grupper. Dette er forsøget belyst igennem frameworket *The Theory of Skill Premium*, som tillægger SBTC forklaringen på udviklingen. For at det relative lønniveau skal stige, når det relative udbud stiger, skal efterspørgslen efter højtuddannet arbejdskraft stige, hvilket den gør ved SBTC. Metoden taget in mente, er det naturligvis vigtig at huske på, at der blot er tale om teoretiske implikationer, på baggrund af udvalgte empiri. Da det ikke har været muligt at konstruere en økonometrisk analyse, er det derfor svært at drage kausaliteter med sikkerhed.

6. Diskussion

På baggrund af de implikationer analysen viser, har den teknologiske udvikling har haft forskellige indvirkninger på det danske arbejdsmarked. Henover perioden har der været en stigende beskæftigelse, men samtidigt har arbejdsmarkedet være præget af en stigende polarisering og en forøget ulighed. Dette er i stor udstrækning kvalitative implikationer, men den teknologiske udvikling giver også nogle kvalitative implikationer. Disse har stor betydning for udformningen af arbejdsmarkedet og måden hvorpå, at det er struktureret. Derfor vil den kommende diskussion bygge på, hvordan teknologien også har ændret arbejdsmarkedet kvalitativt og hvordan arbejdskraften styrker deres position, eller tilpasser sig de nye muligheder som den teknologiske udvikling skaber.

På baggrund af en analyse fra McKinsey & Company (2017) anslås det, at den eksisterende teknologi kan automatisere op mod 40 % af de samlede arbejdstimer i Danmark. Automatiseringen vil ikke ske på én gang eller i løbet af få år, men udviklingen kan påvirke specifikke brancher og beskæftigelsesgrupper hurtigere end andre.

På baggrund af rapporten, opgives der forskellige eksempler på, hvordan brancherne for handel, industri, transport og erhvervsservice vil blive påvirket. Branchen for handel har i stor udstrækning mærket konsekvenserne af den stigende automatisering, som påvirker den menneskelige arbejdskraft. Supermarkeder får selvbetjeningsscannere og betalingsstationer, som overflødiggøre den klassiske kassedame. Presset på de fysiske butikker stammer især fra den øgede internethandel, som besidder nogle driftsmæssige fordele, som butikkerne ikke har tilsvarende. Online handel bliver dog ligeledes præget af kunstig intelligens, i form af virtuelle robotter der kan programmeres til at udføre kundeservice, hvilket overflødiggøre kundeservicemedarbejdere. Ifølge rapporten, har branchen et automatiseringspotential på op til ca. 50 % af arbejdstimerne. I den industrielle branche, har der løbende de sidste årtier været en stigende automatisering, hvorfor branchen er en af de mest produktive i Danmark. Der er dog stadig et tilbageliggende automatiseringspotential på ca. 60 %, som bevidner om at den teknologiske udvikling kan være med til at påvirke branchen yderligere. Dog kan udviklingen medføre, at der bliver skabt nye muligheder og forøget konkurrenceevne, hvis de danske produktionsvirksomheder formår at udnytte teknologi som *IoT* og *3D*-print. Dette vil kræve, at en stor del af arbejderne skal tilpasses og opkvalificeres til at kunne udføre mere problemorienterede opgaver. Transportbranchen vil på længere sigt kunne blive ramt af

en gennemgribende omvæltning, som følge af den teknologiske udvikling åbner op for selvkørende biler. Selve automatiseringspotentiale ligger på op til ca. 60 %, men for enkelte grupper i branchen, så som lagerarbejde, er potentialet på over 80 %. Historisk set har medarbejdere i transportbranchen en lav mobilitet, hvilket kan være problematisk, som automatiseringen på markedet stiger. I erhvervssektoren er der også basis for at kunstig intelligens kan automatisere eksempelvis sagsbehandling, informationssøgning el.lign., som i en stor udstrækning er rutinepræget kognitive opgaver. Automatiseringspotentialet i branchen opgøres af McKinsey & Company til at udgøre cirka 40 % af det samlede antal arbejdstimer, især i supportfunktioner.

Samlet set vurderes det, at den eksisterende teknologi vil kunne automatisere minimum én arbejdsdag om ugen, for otte ud af ti danskere (McKinsey & Co., 2017, s. 1-6).

Ifølge *Task Based Framework* afsnit 3.5, som beskriver hvordan automatiseringskapital erstatter arbejdere, er det substitutionselasticiteten⁸, σ , som afgør hvor let én opgave, erstattet af en ny, hvilket afledt betyder, hvor nemt at kapital erstatter arbejdskraft. Som tidligere beskrevet, hvis $\sigma < 1$ er opgaverne substitutter og hvis $\sigma > 1$ er de komplementer, ligeledes benævnes det at elasticiteten mellem kapital og arbejdskraft estimeres til at være mindre end 1, hvilket betyder at automatiseringskapital er substituerende overfor arbejdskraften. Af den årsag har det stor betydning for arbejdskraften, hvilken værdi substitutionselasticiteten har. Det vil altså sige, at desto lavere en værdi substitutionselasticiteten har, desto nemmere bliver det for kapital at erstatte arbejdskraft. En af måderne hvorpå arbejdskraften kan formindske risikoen for at blive substitueret, er igennem jobtræning og opkvalificering. Dette er en central del af den danske flexicurity model, som et led i den aktive arbejdsmarkedsindsats, og blev indført i forbindelse med arbejdsmarkedsreformen i 1993-1994. Formålet med beskæftigelsespolitikken er at hjælpe arbejdsløse tilbage i beskæftigelse, ved at styrke kompetence igennem opkvalificering. (Dagpengekommissionen, 2015, s. 32). Ved opkvalificering styrkes balancen mellem incitamenter og forsikring, samt at øge arbejdsløses muligheder for at vende tilbage på arbejdsmarkedet, ved at sikre kompetenceniveauet ikke forværres relativt til den aktive arbejdsstyrke. Grundet de dynamiske effekter på arbejdsmarkedet, ændres efterspørgslen efter specifikke kompetencer, hvorfor denne form for tilpasning kan

⁸ I afsnit 3.4 *Theory of Skill Premium* beskrives der ligeledes en substitutionselasticitet, her mellem lavt- og højtuddannet arbejdskraft, som estimeres til at være større end 1, hvilket betyder at automatiseringsteknologi er komplementært til højtuddannet arbejdskraft.

styrke lediges vej til arbejde. Dog kan der også være negative konsekvenser, hvis opkvalificeringen og jobtræning gør, at den ledige indsnævrer sit søgeområde, kan dette formindske mulighederne for at finde tilbage i beskæftigelse (Dagpengekommissionen, 2015, s. 34). Derved kan jobtræning og opkvalificering være medvirkende til, at arbejdskraften finder tilbage på arbejdsmarked, hvis automatisering skaber en substitution.

Udover at ledige har behov for opkvalificering og jobtræning, for at kunne opretholde det relative kompetenceniveau, så er det ligeledes vigtigt, at i forvejen beskæftigede personer øger deres kompetenceniveau, for at formindske chancen for substitution og forøge graden af komplementaritet. Dette sker som et resultat af den teknologiske udvikling, der ændrer de påkrævede kompetencer blandt arbejderne, som ikke er konstante over tid. Dette kan være i form af videreuddannelse, hvor arbejdere bibeholder deres relative kompetenceniveau, eller forøger det i et forsøg på at skabe komplementaritet med ny teknologi (OECD, 2019, s. 236).

En anden løsning på den potentielle arbejdsløshed, som automatiseringen kan tilvejebringe, kommer på baggrund af den teknologiske udvikling åbner op for en hel ny forretningsmodel, der skaber en ny måde for arbejdskraften at udbyde sig selv på.

Som et resultat af den teknologiske udvikling og den stigende online tilslutning, er der skabt en ny struktur som kaldes for *platformsøkonomi*, der har banet vej for et nyt online arbejdsmarked. Her finder arbejdstagere arbejde, igennem online outsourcing platforme og apps. Der er flere eksempler, på virksomheder der benytter sig af denne forretningsform, så som Airbnb, Uber, Wolt, Amazon, Google og Facebook, der alle benytter sig af online netværker til at facilitere kontakt mellem mennesker. Der er forskel på de forskellige platforme, nogle udbyder services (Airbnb, Uber, Wolt), nogle udbyder produkter (Amazon og Ebay), mens andre udbyder andre løsninger. Konceptet platformsøkonomi er et komplekst fænomen, som forstyrrer den normale forståelse af et job. Det defineres som en hver form for digital platform, som benytter internettet til at facilitere digital interaktion, mellem spredte netværks af personer. I platformsøkonomi eksisterer der triangulært forhold mellem de tre parter (1) platformen (2) arbejderne og (3) kunderne. Det er platformens opgaver at forbinde folk med en efterspørgsel (kunder), med folk som er i besiddelse af udbuddet (arbejderne). Traditionelle forretningsmodeller skaber værdi igennem

produktion af produkter og services, som sælges til kunder. Platformsøkonomi skaber omvendt værdi ved at forbinde brugere (kunder og producenter), på et online netværk. Denne type platform ejer ikke en produktionsmetode, men skaber kontakt i stedet. (Chan et al, 2018, s. 02)

Styrken ved platformsøkonomi ligger i evnen til at eliminere handelsbarrierer, ved at forøge niveauet af informationsdeling mellem forskellige agenter på markedet og ved at drage fordel af data-cirkulation. Dette skaber et mere åbent økonomisk system, som kommer brugerne til gode. Platformsøkonomi kan derved være med til at skabe nye muligheder, da det åbner op for services og jobtyper, der ikke kræver nogen uddannelse for at kunne bestride. Selvom der er samfundsøkonomiske gevinster ved platformsøkonomi, så er der også ulemper.

Platformsøkonomien er et resultat af den teknologiske udvikling, og ved som så mange andre innovationer er der fokus på, hvordan den bør reguleres. Et godt eksempel herpå er platformen Uber, som i efteråret 2014 gjorde sit indtog på det danske arbejdsmarked. Debatten gik på om hvorvidt det var en samkørselsordning eller organiseret pirattaxakørsel, hvor Uber endte med at blive en ulovlig service i Danmark, som følge af indvirkningen på taxabranschen (Madsen & Rasmussen 2017, s. 46).

Meget kritik går på, at systemet ikke er designet til at kunne håndtere platforme, baseret på virksomheder som kun facilitere arbejde. Argumenterne for regulering omhandler elementer som fair konkurrence, skatter, beskyttelse af rettigheder, sikkerhed og kriminalitetsbekæmpelse. Modargumenterne udspringer af essensen af platformsøkonomi, nemlig den stigende transparenthed. Kunderne har i stor grad selv mulighed for at påvirke arbejdstagerne igennem de bedømmelser som gives ved udført arbejde, som sikrer et niveau af sikkerhed og tillid. (Chan et al, 2018, s. 03)

Et andet punkt, der giver anledning til diskussion, er strukturen mellem platformene og arbejderne, der skelnes mellem tre typer af arbejdere i en platformsøkonomi. *De afhængige arbejdere*, som arbejder fuldtid og er fuldt afhængige af den indkomst de får igennem platformen. *De delvist afhængige arbejdere*, som benytter platformen som et deltidsjob. *De supplerende arbejdere*, som benytter platformen til at supplere en eksisterende indkomst. Derved er nøglepunkterne i diversiteten blandt arbejderne 'indkomstafhængighed' og 'tidsmæssigt engagement'. Niveauet af indkomstafhængigheden på platformen, har stor effekt på arbejdsmiljøet for arbejderne, så som selvstændighed, tilfredshed og sikkerhed. Der er ligeledes spørgsmål der melder sig, er udnytter

platformen medarbejderne eller skaber den mulighed for at medarbejderne kan udfolde sig? Skaber platformsøkonomi nogen former for velstandseffekter, eller leder det blot til forøget ulighed? Er platformsmedarbejdere uafhængige arbejder eller ansatte? Dette leder frem til, at der generelt set sættes spørgsmålstejn ved formen, da den kan skabe mindre sikkerhed blandt arbejdskraft. Platforme forøger konkurrencen og formindske indgangsbarrierer, som forøger presset på lønniveauet og arbejdsforholdene, som i sidste ende vil kunne føre til større ulighed, på trods af at den åbner op for helt nye mulighederne for arbejdskraften (Chan et al, 2018, s. 04).

7. Konklusion

Formålet med denne afhandling har været at afdække empiriske implikationer på det danske arbejdsmarked, fra den teknologiske udvikling. Først og fremmest for, at give en generel forståelse af, hvordan den teknologiske udvikling har påvirket både det danske arbejdsmarkedet, men også andre rundt om i verden, præsenteres der resultater fra eksisterende forskning på området. I den forbindelse bliver de tre fokusområder introduceret, som er jobpolarisering, beskæftigelseseffekter og løn og fordeling. På baggrund af den eksisterende forskning kan det udledes, at tendenserne generelt set viser, at der har været en øget polarisering på arbejdsmarkedet rundt om i verden, som er skabt på baggrund af den teknologiske udvikling, har været præget af SBTC og RBTC. Ligeledes viser beskæftigelseseffekter i stor udstrækning, at den teknologiske udvikling generelt set ikke påvirker beskæftigelsen negativt. Dette betyder dog ikke, at de generelle effekter er positive. Lavtuddannede arbejdskraft bliver nemlig påvirket, men denne påvirkning bliver modvirket af de positive effekter som højtuddannede oplever. På baggrund af løn og beskæftigelse, viser tendenserne at uligheden har været generelt stigende. Dette hænger i stor udstrækning sammen med, at den teknologiske udvikling har været skill-biased.

For at kunne danne grundlag for en fyldestgørende analyse, bliver der i teoriafsnittet præsenteret de to grundlæggende hypoteser om SBTC og RBTC, samt to frameworks, *The Theory of Skill Premium* og *The Task-Based framework*, som hhv. kan forklare gevinsten ved højere uddannelse på baggrund af den teknologiske udvikling, og forholdet mellem automatiseringskapital og arbejdskraft, på baggrund af den teknologiske udvikling.

Disse to afsnit, samt den udvalgte empiri, danner grundlag for analysen af de empiriske implikationer, som udviklingen på det danske arbejdsmarked viser. Analysen tager udgangspunkt i det danske arbejdsmarked, for perioden 1995-2015. Da der ikke er tale om en økonometrisk analyse, liges der vægt på, at resultaterne kun er implikationer og fortolkninger på baggrund af tendenser. Ifølge det data, som er udvalgt til at belyse jobpolarisering på det danske arbejdsmarked, viser tendenserne at jobpolariseringen har været stigende i periode 1995-2015, ifølge figur 5. Hvilket stemmer overens med den eksisterende litteratur. Det tyder på, at dette er et resultat af SBTC og RBTC, da forbruget af ICT, som på baggrund af den eksisterende forskning påvirker middeluddannet arbejdskraft negativ, har været kraftigt stigende henover perioden, ifølge figur 6.

Ifølge udviklingen i beskæftigelsen, har denne også været stigende henover periode ifølge figur 7, hvilket kan indikere at den teknologiske udvikling har haft positive effekter på det overordnede niveau. Efterfølgende bliver det vha. *The Task-Based framework* påvist hvordan nye opgaver skabes, som et resultat af de positive effekter som den teknologiske udvikling kan have.

Implikationerne på løn og fordeling, stemmer også overens med den eksisterende litteratur. Den udvalgte data viser, at der i perioden har været en stigende ulighed, blandt lavt-, middel- og højtuddannede arbejdere, som det kan ses ifølge figur 10. Udover at lønniveauet hos højtuddannede har været stigende, så har det relative udbud, set i forhold til de to andre grupper, også været stigende, som afspejles af figur 12. I den forbindelse benyttes *The Theory of Skill Premium* til at belyse, hvordan den teknologiske udvikling kan medføre at lønniveauet stiger, selv når det relative udbud stiger.

Disse effekter og implikationer kan i stor udstrækning kategoriseres som de kvantitative bevægelser på arbejdsmarkedet, dog så sker der i samme ombæring også nogle kvalitative bevægelser som påvirker strukturen af arbejdsmarkedet. Dette sættes der fokus på i diskussionen, hvor det indledningsvist beskrives, hvordan enkelte grupper er i fare for at blive automatiseret på baggrund af det eksisterende teknologiske niveau. Derefter diskuteres mulighederne for, at arbejdskraften omstiller sig. Denne omstilling kan både indbefatte jobtræning og opkvalificering, men samtidigt også tilpasningen til den nye markedsstruktur *platformsøkonomi*, dog kan der både være fordele og ulemper herved, som der formentlig vil blive større fokus på i fremtiden, som et resultat af den fortsættende teknologiske udvikling. Afslutningsvist vil den opstillede problemformulering besvares, for at runde hovedformålet med afhandlingen af.

Hvordan har den teknologiske udvikling påvirket det danske arbejdsmarked, med fokus på løn og beskæftigelse, i perioden 1995-2015?

På baggrund af de implikationer analysen giver, konkluderes at den teknologiske udvikling har ført til øget polarisering, en stigende beskæftigelse og en øget ulighed på det danske arbejdsmarked, i perioden 1995-2015. Derved har den teknologiske udvikling ikke påvirket arbejdsmarkedet negativt, tværtimod, dog er der skabt nogle forskydninger, som stiller arbejdskraften forskelligt.

8. Litteraturliste

- Acemoglu, D. (2002): *Technical Change, Inequality, and the Labor Market*. Journal of Economic Literature, Vol. 40, No. 1 (Mar., 2002), pp. 7-72
- Acemoglu, D. And Autor, D. (2011): Skills, Tasks and Technologies: *Implication for Employment and Earnings*. Handbook of Labor Economics, Volume 4b, 1043-1171.
- Acemoglu, D. and Restrepo, P. (2017): Robots and Jobs: Evidence from US labor markets. Working Paper.
- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019): Automation and new task. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 33, No. 2 (Spring 2019), pp. 3-30.
- Asplund, R., E. Barth, P. Lundborg and K. M. Nilsen (2011): Polarization of the Nordic Labour Markets, Finnish Economic Papers 24, 87-110.
- Autor, D. & D. Dorn (2013): *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. American Economics Review 103, 1553-1597.
- Autor, D., Levy, F. and Murnane, R. (2003): *The skill content of recent technological change: an empirical exploration*. Quarterly Journal of Economics, Vol 118, no 4.
- Autor, D. & Salomons, A. (2017): *Does Productivity Growth Threaten Employment?* Working Paper.
- Chan, D., Rogers, S. & Voortman, F. (2018): The rise of the platform economy. Deloitte working paper.
- Christensen, A. G., Jensen, T. L. & Nielsen, J. (2019): *Job polarisation has increased inequality across Western Europe*. Working paper.
- Dagpengekommissionen (2015): *Det danske arbejdsmarked*. Working paper.

Dansk Industri (2018): *Automatisering, digitalisering og teknologisk arbejdsløshed*. Dansk Industris Digitaliseringsindsats.

Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J. & Woessner, N. (2018): *Adjusting to Robots: Worker-Level Evidence*. Working paper.

Enders, W. (2014): *Applied Econometric Time Series*, 4. udgave, Wiley, kapitel 5.

Engels, F. & Marx, K. (2000): *The Communist Manifesto*. The Electric Book Co Ltd 1998, kapitel 1.

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

Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2009): *Job Polarization in Europe*. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 99, pp. 58-63.

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

Graetz, G. & Michaels, G. (2017): *Is Modern Technology Responsible for Jobless Recoveries?* *American Economic Review: Papers and Proceedings* 107, 168-73.

Graetz, G. & Michaels, G. (2018): *Robots at work*. *The Review of Economics and Statistics*, 100 (5). pp. 753-768.

Humlum, A. (2019): *Robot Adoption and Labor Market Dynamics*. Working Paper.

Jaimovich, N. and Siu, H. (2020): *The trend is the cycle: Job Polarization and jobless recoveries*. *The Review of Economics and Statistics*, March 2020, 102(1): 129–147.

Jaumotte, F., Subir, L. & Papageorgiou, C. (2013): *Rising Income Inequality: Technology, or Trade and Financial Globalization?* *IMF Economic Review* (2013) 61, 271–309

Kromann, L., Malchow-Møller, N., Skaksen, J. R. & Sørensen A. (2019): *Automation and productivity – a cross-country, cross-industry comparison*. Oxford University Press, Industrial and Corporate Change, 2019, pp. 1–23.

Madsen, P., T. (2012): *Den danske samfundsudvikling 1848-2012*. Aalborg Universitetsforlag. Kapitel 1.

Madsen, P. K. & Rasmussen, S. (2017): *Platformsøkonomien og prekariatet*. Tidsskrift for arbejdsliv, 19. årg, nr. 1.

McKinsey & Company (2017): *Automatiseringens effekter på det danske arbejdsmarked*. Working paper.

Michaels, G., Natraj, A. & Reenen, J. V. (2014): *Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years*. The Review of Economics and Statistics, 96 (1). pp. 60-77.

Monte, F. (2011): *Skill bias, trade and wage dispersion*. Journal of International Economics 83 (2011) 202–218.

Munch, J. R., Olsen, M., Smeets, V. & Warzynski, F. (2018): *Technological Change and Its Implications for the Labor Market, Productivity and the Nature of Work*.

OECD (2016): *ICTs and jobs: Complements or substitutes?* OECD Digital Economy Papers no. 259.

OECD (2017): *OECD Employment Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris.

OECD (2019): *OECD Employment Outlook 2019*, OECD Publishing, Paris.

Reenen, J. V. (2011): *Wage inequality, technology and trade: 21st century evidence*. Labour Economics 18 (2011) 730-741.

Sabadash, A. (2013): *ICT-induced Technological Progress and Employment: A Happy Marriage or a Dangerous Liaison?* Working Paper.

Violante, G. L. (2016): *Skill-Biased Technical Change*. NYU Department of Economics.