

Skill-Biased teknologisk fremskridt i den private sektor i Danmark

Peter Stephensen

Danish Rational Economic Agents Model, DREAM

DREAM Arbejdsrapport 2014:4

November 2014

Abstract

Det demonstreres, at Skill-Biased teknologiske fremskridt måles på flere forskellige måder: som efterspørgselsskift, som skift i lønsumsandele og som arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt. Hvor de to første former er de mest anvendte i litteraturen, er den sidste mest anvendelig i model-sammenhæng. Med henblik på en implementering i DREAMmodellen beregnes de arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt, fordelt på uddannelse, for perioden 1980-2005 for den private sektor i Danmark. Analysen foretages på data fra EU KLEMS. Det vises, at det har krævet betydelige teknologiske fremskridt i de seneste 25 år at forklare den historiske udvikling. F.eks. vurderes de arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt for højtuddannede at have ligget i intervallet 3,6 procent til 9,5 procent om året.

Metodemæssigt udvikles de traditionelle relative produktivetsmåls til også at give et bud på absolut produktivetsudvikling. Dette gøres ved at inddrage den private sektors produktion (målt ved realt BVT) ud over de data der traditionelt anvendes: lønninger og beskæftigelse.

Endelig demonstreres et kvalitativt resultat: under realistiske forudsætninger (f.eks. hvis substitutionselasticiteten imellem forskellige uddannelses typer er større end 1) vil økonomien udvise accelererende vækst. Dette skyldes, at de mest produktive uddannelses typer vil udgøre en stigende del af arbejdsstyrken.

Skill-Biased teknologisk fremskridt i den private sektor i Danmark

Peter Stephensen* (Version 1.2)

26. november 2014

Det demonstreres at Skill-Biased teknologiske fremskridt måles på flere forskellige måder: som efterspørgselskift, som skift i lønsumsandele og som arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt. Hvor de to første former er de mest anvendte i litteraturen, er den sidste mest anvendelig i model-sammenhæng. Med henblik på en implementering i DREAM-modellen beregnes de arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt, fordelt på uddannelse, for perioden 1980-2005 for den private sektor i Danmark. Analysen foretages på data fra EU KLEMS. Det vises at det har krævet betydelige teknologiske fremskridt i de seneste 25 år at forklare den historiske udvikling. F.eks. vurderes de arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt for højtuddannede at have ligget i intervallet 3,6 procent til 9,5 procent om året.

Metodemæssigt udvikles de traditionelle relative produktivitetsmål til også at give et bud på absolut produktivitetsudvikling. Dette gøres ved at inddrage den private sektors produktion (målt ved realt BVT) ud over de data der traditionelt anvendes: lønninger og beskæftigelse.

Endelig demonstreres et kvalitativt resultat: under realistiske forudsætninger (f.eks hvis substitutionselasticiteten imellem forskellige uddannelsetyper er større end 1) vil økonomien udvise accelererende vækst. Dette skyldes at de mest produktive uddannelsestyper vil udgøre en stigende del af arbejdsstyrken.

*DREAM (Danish Rational Economic Agents Model), Amaliegade 44, 1256 København K, www.dreammodel.dk

1 Indledning

Dette papir analyserer uddannelsessammensætningen for beskæftigede i den private sektor i Danmark. Analysen foretages på EU-KLEMS-data for perioden 1980-2005.

Data udviser et meget tydeligt mønster: i hele perioden stiger antallet af højtuddannede relativt til andre, samtidig med at lønningerne for de forskellige uddannelsesgrupper udvikler sig ret parallelt. Der sker altså en betydelig opbygning af human-kapital, uden at dette påvirker de relative lønninger. Dette umiddelbart paradoksale fænomen er kendt for Danmark (Hougaard Jensen and Sørensen [2002], Malchow-Møller and Skaksen [2003] og DØRS [2004]). I den danske diskussion fremføres det ofte at fænomenet er gældende for Danmark, men ikke for f.eks. USA. Denne forskel imellem Danmark og USA skyldes imidlertid nok mest det betragtede tidsinterval. Analyserne starter typisk i 1980, og siden dette år er uligheden i USA som bekendt steget betydeligt. Ser man på et længere tidsinterval fås et andet resultat. I Jones and Romer [2009] vises det at de såkaldte skill-præmier har været nogenlunde konstante de seneste 100 år. Frem til 2. verdenskrig var de faldende. I perioden 1950-80 var de nogenlunde konstante. Herefter har de været stigende, og var i 2000 næsten kommet op på 1910-niveau. Jones & Romer understreger denne observation ved at udnævne det her beskrevne fænomen som en "stiliseret kendsgerning" for kapitalistiske økonomier.

Forklaringen på fænomenet med stigende human-kapital for uændrede relative priser er typisk at uddannelsesudbuddet er på plads når efterspørgslen opstår (se f.eks. Katz and Murphy [1992]). Hvis uddannelsessystemet og de enkelte aktører forudsiger den fremtidige højere efterspørgsel efter højtuddannet arbejdskraft, og herefter sørger for at få uddannet et passende antal individer, da vil de relative lønninger kunne være upåvirkede på længere sigt. De højtuddannede skal have en præmie for at uddanne sig, men denne præmie behøver ikke vokse over tid.

I denne analyse beskrives den private sektors efterspørgsel efter arbejdskraft med en simpel CES-model. Under varierende antagelser om substitutionselasticiteten mellem de forskellige uddannelsesstyper (høj, mellem, lav) beregnes hvilke teknologiske fremskridt der må have været gældende givet den historiske udvikling. Rent kvantitativt viser analysen at det kræver numerisk høje teknologiske fremskridt at forklare den historiske udvikling. De arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt for højtuddannede estimeres til at ligge i intervallet 3,6 til 9,5 procent om året. Mellemuddannede ligger i intervallet -2,1 til 1,2 procent om året. Endelig ligger de lavt

uddannede i intervallet -8,7 til 0,5 procent. Jo større substitutionselasticitet, jo mindre numeriske værdier af de teknologiske fremskridt.

Analysens centrale kvalitative resultat er at skill-biased vækst giver anledning til accelererende vækst, - dvs. stigende vækstrate over tid. Dette gælder hvis substitutionselasticiteten mellem de forskellige arbejdskraft-typer er større end 1 (hvilket den typisk er når den estimeres) og de relative lønninger er konstante (hvilket de typisk er historisk, jvf. ovenfor). Intuitionen er flg.: vækstraten i output er et vejet gennemsnit af de forskellige uddannelsers teknologiske fremskridt. På meget lang sigt (150 år) vil den mest produktive uddannelse overtage hele beskæftigelsen. På lang sigt vil vækstraten i output derfor være lig de teknologiske fremskridt for den mest produktive uddannelse. Dette giver en stigende vækstrate i output. Det viser sig at jo større den antagne substitutionselasticiteten er, jo mindre er den estimerede accelererende effekt. Da vi ikke i virkeligheden har oplevet accelererende vækst, kunne dette tale for en høj substitutionselasticitet, altså at uddannelser i høj grad kan erstatte hinanden på lang sigt.

2 Model

Vi betragter produktionesfunktionen

$$Y_t = F(K_t, L_t) \quad (2.1)$$

hvor effektivt input af arbejdskraft L_t er givet ved en CES-funktion og F er en produktionsfunktion med konstant skalaafkast. Vi vil i det følgende betragte 2 alternative specifikationer af CES-funktionen. Den første har til formål at måle efterspørgselsskift mens den anden specifikation har til formål at måle produktivitet-fremskridt.

Betragt først *efterspørgselsskift-specifikationen*

$$L_t = \left[\sum_j \left(\gamma_{tj}^{SKIFT} \right)^{\frac{1}{E}} L_{tj}^{\frac{E-1}{E}} \right]^{\frac{E}{E-1}} \quad (2.2)$$

hvor L_{tj} er time-input af uddannelsestype j på tidspunkt t og E er substitutionselasticiteten. En omkostningsminimerende virksomhed vil vælge L_{tj} således at:

$$L_{tj} = \gamma_{tj}^{SKIFT} \left(\frac{w_{tj}}{W_t} \right)^{-E} L_t \quad (2.3)$$

hvor w_{tj} er den timeløn der betales til arbejdskraft-type j og W_t er et CES-prisindeks defineret over samtlige lønninger. Det ses at parameteren γ_{tj}^{SKIFT} netop kan fortolkes som en parameter der bestemmer efterspørgselsniveauet på tidspunkt t . Det er denne specifikation CEBR-folkene bruger. Specifikationen (2.2) er valgt netop for at få (2.3).

En anden mulighed er *produktivitets-specifikationen*

$$L_t = \left[\sum_j \left(\gamma_{tj}^{PROD} L_{tj} \right)^{\frac{E-1}{E}} \right]^{\frac{E}{E-1}} \quad (2.4)$$

Her fortolkes parameteren γ_{tj}^{PROD} som udtryk for niveauet for de arbejdskraftsbesparende teknologiske fremskridt. Dette er den relevante specifikation hvis vi interesserer os for skill-biased teknologiske fremskridt. Den korresponderende efterspørgselsfunktion er givet ved

$$L_{tj} = \left(\gamma_{tj}^{PROD} \right)^{E-1} \left(\frac{w_{tj}}{W_t} \right)^{-E} L_t \quad (2.5)$$

Det fremgår af (2.3) og (2.5) at

$$\gamma_{tj}^{SKIFT} = \left(\gamma_{tj}^{PROD} \right)^{E-1} \quad (2.6)$$

I de følgende afsnit vil vi beregne udviklingen i både γ_{tj}^{SKIFT} og γ_{tj}^{PROD} over tid. Ligningen (2.6) kan benyttes til at beregne frem og tilbage mellem de to specifikationer. Den grundlæggende ide vil derfor kun blive demonstreret under efterspørgselskift-specifikationen.

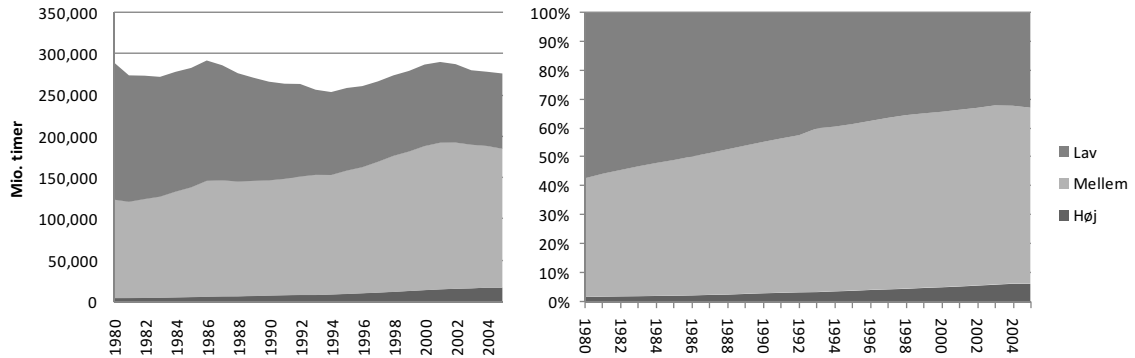
Af (2.3) fremgår det at

$$\frac{L_{tj}}{L_{ti}} = \frac{\gamma_{tj}^{SKIFT}}{\gamma_{ti}^{SKIFT}} \left(\frac{w_{tj}}{w_{ti}} \right)^{-E} \quad (2.7)$$

eller

$$\log \left(\frac{L_{tj}}{L_{ti}} \right) = \log \left(\frac{\gamma_{tj}^{SKIFT}}{\gamma_{ti}^{SKIFT}} \right) - E \cdot \log \left(\frac{w_{tj}}{w_{ti}} \right) \quad (2.8)$$

for 2 forskellige uddannelsestyper i og j . Denne ligning er meget brugbar. Hvis vi f.eks. antager at $\gamma_{tj}^{SKIFT}/\gamma_{ti}^{SKIFT}$ er konstant over tid (eller trend'et på en simpel måde) kan vi estimere substitutionselasticiteten E ved simpel lineær OLS. Vi har imidlertid et andet sigte her. Vi ønsker at kende udviklingen i $\gamma_{tj}^{SKIFT}/\gamma_{ti}^{SKIFT}$ over tid. Vi antager derfor at vi kender substitutionselasticiteten. Vi vil i det følgende an-



Kilde: EU KLEMS

Figur 3.1: Beskæftigelse målt i timer. Fordelt på uddannelse.

tage at $E \in \{1.4, 1.9, 3.0\}$. Størrelserne 1.4 og 1.9 er taget fra h.h.v. Hougaard Jensen and Sørensen [2002] og Brixen [1998], mens 3.0 blot skal fortolkes som “høj værdi”.

Ved at omskrive (2.7) fås:

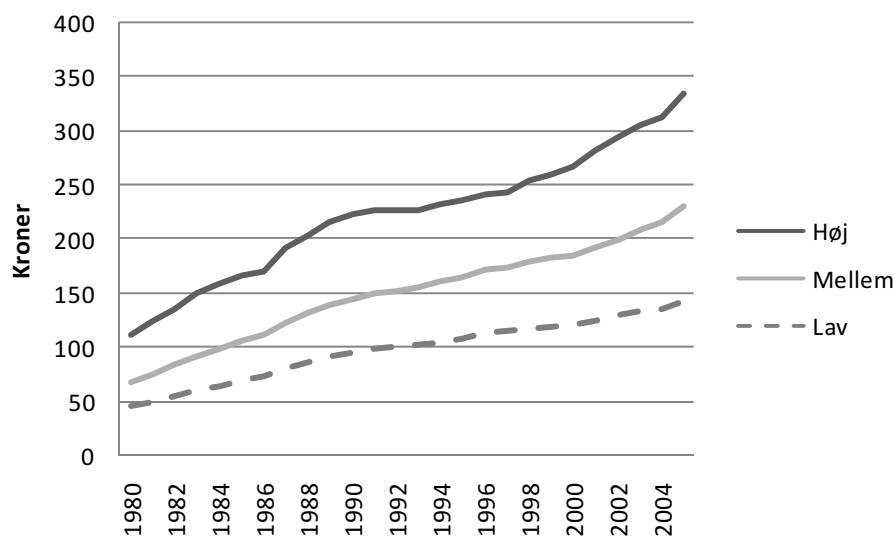
$$\frac{\gamma_{tj}^{SKIFT}}{\gamma_{ti}^{SKIFT}} = \left(\frac{w_{tj}}{w_{ti}} \right)^E \frac{L_{tj}}{L_{ti}} \quad (2.9)$$

Denne ligning kan bruges til atil at beregne $\gamma_{tj}^{SKIFT} / \gamma_{ti}^{SKIFT}$ over tid, idet lønninger og beskæftigelse tages fra faktisk data.

3 Data

Data er taget fra EU KLEMS (van Ark and Woltjer [2008]). Den private sektor analyseres som een samlet sektor. For denne sektor haves beskæftigelsen målt i timer og timelønnen. Data haves for perioden 1980-2005. Der er 3 uddannelser: høj, middel og lav. Data er vist i figur 3.1 og 3.2.

Som det fremgår af sidste afsnit benyttes relative beskæftigelse og timelønninger. Det vælges at beregne relativt til de mellemuddannedes beskæftigelse og løn. Som det fremgår af Figur 3.3 sker der store ændringer i de relative beskæftigelser og små i de relative lønninger. Dette er en kendt egenskab. I perioden 1980-2005 stiger den relative beskæftigelse for højtuddannede med gennemsnitligt 3,6 procent årligt. I samme periode falder de relative lønninger gennemsnitligt 0,5 procent om året. Ændringen i beskæftigelsen er derfor over 7 gange numerisk større end ændringen i



Kilde: EU KLEMS

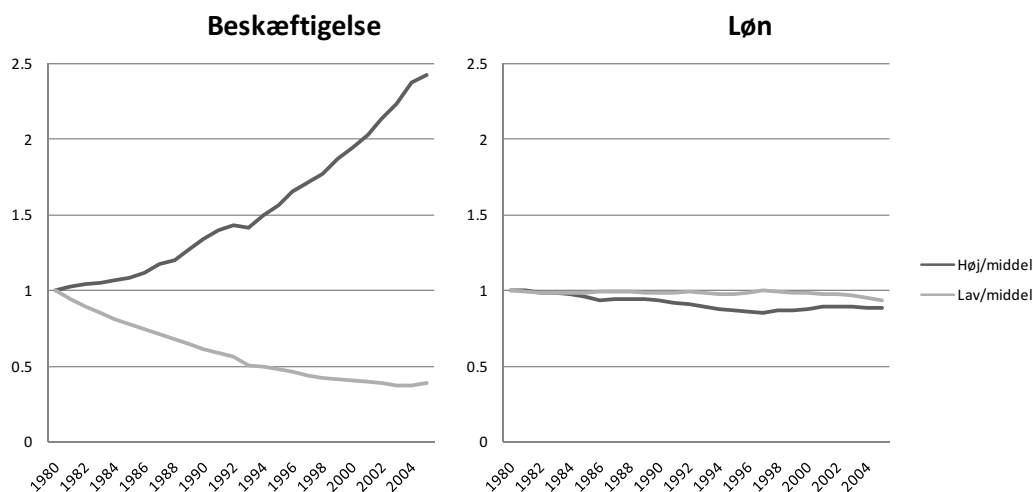
Figur 3.2: Timeløn fordelt på uddannelse. Kroner.

lønnen. Hvis denne beskæftigelsesændring udelukkende skulle forklares af ændrede relative priser måtte vi altså antage at $E \simeq 7$ (se (2.7) for konstante skift-parametre). Hvis substitutionselasticiteten er mindre end 7 må der andre forklaringer til. Det er her efterspørgselsskift/produktivitet kommer ind i billedet. Jo mindre E er, jo større må forklaringen fra produktiviteten være. Hvis det f.eks. antages at $E = 0$ da må den gennemsnitlige vækstrate i $\gamma_{tj}^{SKIFT} / \gamma_{ti}^{SKIFT}$ være 3,6 procent om året for at forklare den historiske udvikling (se (2.9)).

I perioden 1980-2005 falder den relative beskæftigelse for lavtuddannede med gennemsnitligt 3,7 procent om året. Samtidig falder den relative løn med 0,3 procent om året. Her bevæger mængde og pris sig altså samme vej. Der findes derfor ikke nogen substitutionselasticitet der sikrer at den historiske mængdeændring kan forklares udelukkende af ændrede relative priser.

4 Efterspørgselsskift

I Hougaard Jensen and Sørensen [2002], Malchow-Møller and Skaksen [2003] og DØRS [2004] analyseres det hvilke efterspørgselsskift der er nødvendige for at forklare den historiske udvikling. Metoden i Hougaard Jensen and Sørensen [2002] er stort set identisk med den her anvendte, mens metoden i de 2 andre papirer er an-



Kilde: EU KLEMS og egne beregninger

Figur 3.3: Relativ beskæftigelse og løn

derledes idet der ikke gøres eksplicite antagelser om substitutionselasticiteten og anvendes økonometrisk metode. De sidste 2 papirer må antages implicit at estimere substitutionselasticiteten. Disse rapporteres imidlertid ikke.

Substitutionselasticiteten antages i Hougaard Jensen and Sørensen [2002] at være 1,4. Med dette udgangspunkt beregnes den gennemsnitlige vækstrate for perioden 1980-98 i det relative efterspørgselskift til at være 4,24 procent om året hvis gruppen af mellemlange og lange uddannelser sammenlignes med resten. Hvis gruppen af uddannede måles relativt til gruppen af ikke-uddannede fås en vækstrate på 3,58 procent om året i det relative efterspørgselskift.

I Malchow-Møller and Skaksen [2003] og DØRS [2004] beregnes SBTC (skill-biased technological change) på sektor-niveau og for hele økonomien. SBTC estimeres ud fra translog-relationen

$$\Delta\omega = a_0 + a_1\Delta\log\left(\frac{w_s}{w_u}\right)$$

hvor ω er andelen af den samlede lønsum som betales til uddannet arbejdskraft (skilled labor)

$$\omega \equiv \frac{w_s L_s}{w_s L_s + w_u L_u} \quad (4.1)$$

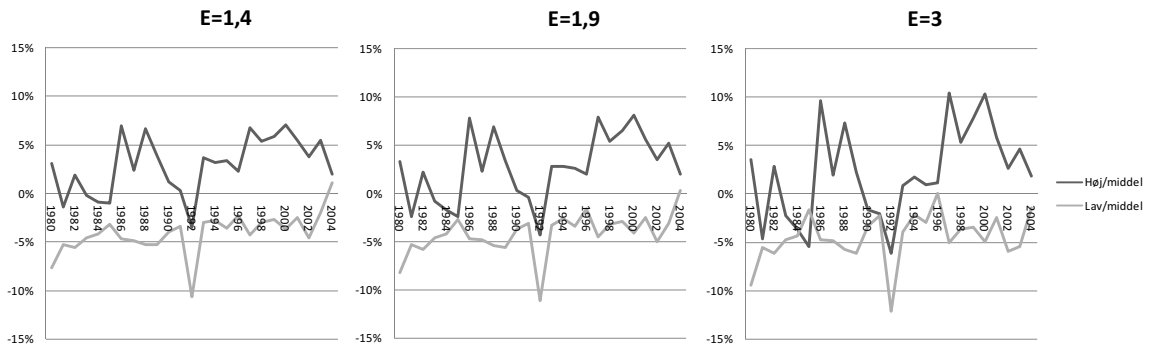
hvor w_s og w_u er lønnen til uddannede/ikke-uddannet (skilled/unskilled) arbejdskraft og L_s og L_u er beskæftigelsen. Konstanten a_0 er et estimat for SBTC. I følge denne metode måles skill-biased teknologiske fremskridt altså ud fra ændringen i

lønsumsandelen (målt i procent point). Dette står i modsætning til metoden anvendt i Hougaard Jensen and Sørensen [2002] og dette papir, hvor de teknologiske fremskridt måles ved relative skift i efterspørgslen efter arbejdskraft (målt i procent). En sammenligning af de 2 metoder kan tage udgangspunkt i en omskrivning af (4.1):

$$\omega \equiv \frac{\frac{w_s}{w_u} \frac{L_s}{L_u}}{\frac{w_s}{w_u} \frac{L_s}{L_u} + 1} \quad (4.2)$$

For uændrede relative lønninger ($\Delta \log(w_s/w_u) = 0$) vil ændringen i lønsumsandelens ($\Delta\omega = a_0$) i.flg. (4.2) være en funktion af efterspørgsels-skift L_s/L_u . Idet L_s/L_u optræder i både tæller og nævner vil ændringer i L_s/L_u føre til klart mindre ændringer i ω . Dette kan også ses af det faktum at (4.2) indebærer at $\omega \rightarrow 1$ for $L_s/L_u \rightarrow \infty$ (for uændrede relative lønninger). Det må derfor forventes at anvendelsen af lønsumsandelene vil føre til klart mindre numeriske effekter end i anvendelsen af efterspørgselsskift. En omregning fra den ene metode til den anden metode er ikke umiddelbart mulig. I Malchow-Møller and Skaksen [2003] fås for hele økonomien følgende resultat: lønsumsandelen for uddannet arbejdskraft vokser 3,8 procent point i perioden 1980-89 og 4,3 procent points i perioden 1989-98. Dette svarer til en stigning i lønsumsandelen for uddannet arbejdskraft på 0,4 procent point om året i perioden 1980-89 og 0,5 procent point om året i perioden 1989-98. Et lignende resultat fås i DØRS [2004].

Beregningen af relative efterspørgselsskift foretages her med udgangspunkt i (2.9). Beregningen foretages for 3 forskellige værdier af substitutionselasticiteten E . Herefter beregnes den årlige vækstrate i de relative efterspørgselsskift. Resultaterne er vist i figur 4.1 og 4.2. Som forventet er vækstraten i efterspørgselsskift faldende i substitutionselasticiteten for højtuddannede (se figur 4.2). Det skyldes at relativ beskæftigelse og løn bevæger sig modsat i det historiske data. Derfor vil en højere substitutionselasticitet medføre et mindre krav til efterspørgselsskift, for at forklare en given historisk udvikling. Det modsatte er tilfældet for lavtuddannede. Her samvarierer relativ løn og beskæftigelse. Derfor er de numeriske vækstrater i figur 4.2 stigende i substitutionselasticiteten. For $E = 1, 4$ (samme værdi som i Hougaard Jensen and Sørensen [2002]) er den gennemsnitlige vækstraterne for højtuddannede knapt 2,9 procent. Dette skal sammenlignes med 4,24 procent i.flg. Hougaard Jensen and Sørensen [2002]. Størrelsesordenen er ok, men ens er de ikke. Grupperingerne er imidlertid ikke ens, idet Hougaard Jensen and Sørensen [2002] sammenligner højt og mellemuddannede med resten, mens vi sammenligner højtuddannede med mel-



Kilde: Egne beregninger.

Figur 4.1: Relative efterspørgselsskift. Årlig vækstrate i $\gamma_{tj}^{SKIFT} / \gamma_{ti}^{SKIFT}$.

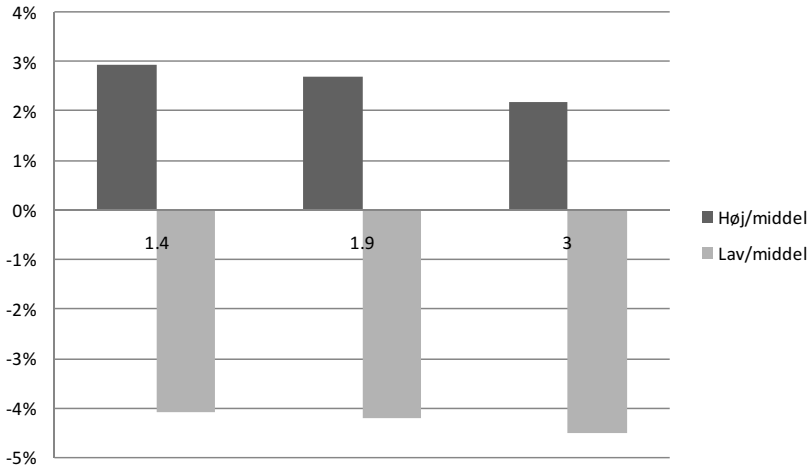
lemuddannede.

5 Relativ arbejdsproduktivitet

Vi vender os nu mod den alternative specifikation af CES-funktionen. I DREAM er vi interesseret i at få et mål for de arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt, idet det er disse der trækker den langsigtede vækst i modellen. Normalt antager vi at disse arbejdskraftbesparende teknologiske fremskridt er givet ved 2 procent om året. Ved indførelse af flere uddannelses typer i modellen opstår muligheden for skill-biased teknologiske fremskridt imidlertid.

Vi kan som nævnt bruge (2.6) til at oversætte mellem de to specifikationer. Hvis vi antager en vækstrate i efterspørgselsskift på 4,24 procent og en substitutionselasticitet på 1,4 (som i Hougaard Jensen and Sørensen [2002]) får vi en relativ produktivetsvækst på ikke mindre end 10,9 procent om året. Hvis vi antager en substitutionselasticitet på 1,4 skal der altså en meget voldsom skill-biased teknologisk vækst på næsten 11 procent til for at forklare det historiske data.

Resultatet af de relative produktivetsberegninger er vist i figur 5.1 og 5.2. Det bemærkes at varierende substitutionselasticiteter har en nogen anden effekt på produktivitet end vi så for efterspørgselsskift. Antages $E = 1,4$ fås numerisk meget høje produktivetsudviklinger. For højt uddannede ses i gennemsnit en stigning i den relative arbejdsproduktivitet på 7,7 procent om året. For de lavt uddannede er det tilsvarende tal 9,8 procent. Vælges $E = 3$ (dvs. klart højere end man normalt antager) fås lavere værdier: for de højtuddannede stiger den relative arbejdsproduktivitet gennemsnitligt 1,1 procent om året, mens det tilsvarende tal falder med 2,3



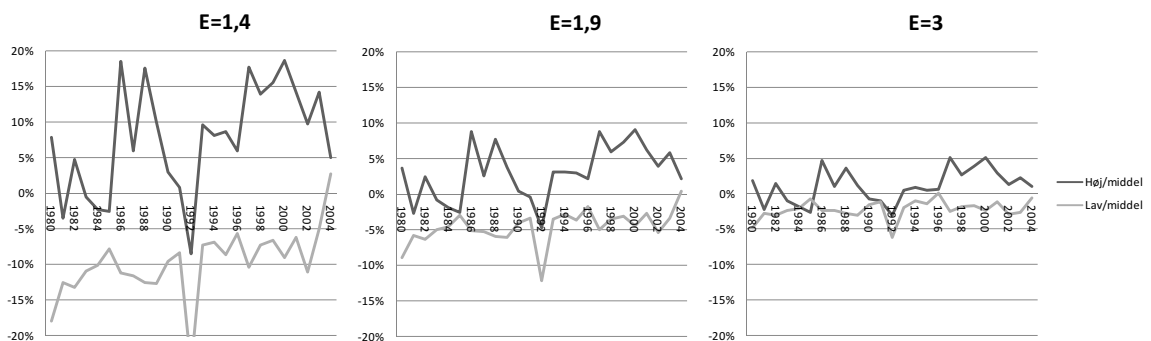
Kilde: Egne beregninger.

Figur 4.2: Gennemsnitlige relative efterspørgsesskift. Årlig vækstrate 1980-2004. Substitutionselasticitet $E \in \{1.4, 1.9, 3.0\}$.

procent om året for lavtuddannede.

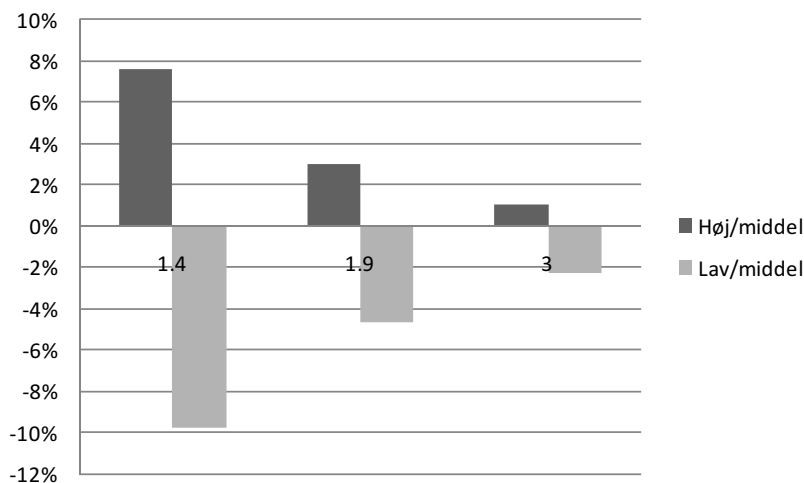
6 Absolut arbejdsproduktivitet

I sidste afsnit fik vi for given substitutionselasticitet et bud på de relative teknologiske fremskridt. Analysen stopper som regel her, idet de kvalitatitv væsentlige historier betragtes som værende kommet frem i dagens lys. I DREAM har vi imidlertid behov for at bud på de faktiske absolutte teknologiske fremskridt. Og som vi vil se i næste afsnit kan de absolutte produktiviteter bruges til at vurdere det



Kilde: Egne beregninger.

Figur 5.1: Relative produktivitetsfremskridt. Årlig vækstrate i $\gamma_{tj}^{PROD} / \gamma_{ti}^{PROD}$.



Kilde: Egne beregninger.

Figur 5.2: Gennemsnitlige relative Produktivitsfremskridt. Årlig vækstrate 1980-2004. Substitutionselasticitet $E \in \{1.4, 1.9, 3.0\}$.

fremtidige vækstpotentiale.

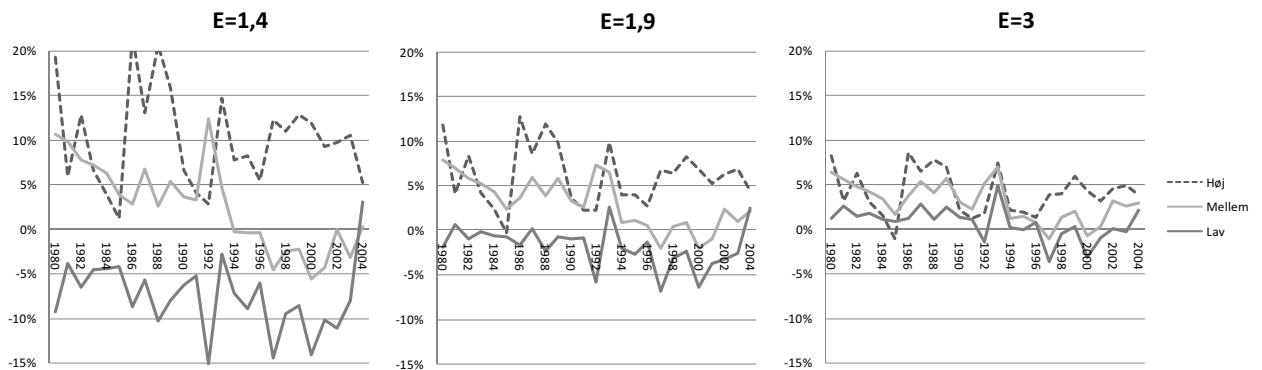
Definer parameteren:

$$\alpha_{tj} \equiv \frac{\gamma_{tj}^{PROD}}{\gamma_{tM}^{PROD}}, j \in \{H, M, L\}$$

hvor L, M, H står for hhv. lav, mellem og høj uddannelse. Parameteren α_{tj} er den relative arbejdsproduktivitet for uddannelsestype j på tidspunkt t . Vi beregnede den i sidste afsnit. Fra produktionsfunktionen (2.4) har vi:

$$\begin{aligned} L_t &= \left[\sum_j \left(\gamma_{tj}^{PROD} L_{tj} \right)^{\frac{E-1}{E}} \right]^{\frac{E}{E-1}} \\ &= \left[\sum_j \left(\alpha_{tj} \gamma_{tM}^{PROD} L_{tj} \right)^{\frac{E-1}{E}} \right]^{\frac{E}{E-1}} \\ &= \gamma_{tM}^{PROD} \left[\sum_j \left(\alpha_{tj} L_{tj} \right)^{\frac{E-1}{E}} \right]^{\frac{E}{E-1}} \end{aligned}$$

Hvis vi historisk har et bud på L_t over tid kan vi beregne γ_{tM}^{PROD} , og så har vi de absolutte produktiviteter. Antager vi at K/Y-forholdet er konstant over tid (som



Kilde: Egne beregninger.

Figur 6.1: Absolutte produktivetsfremskridt. Årlige vækstrater. 1980-2004

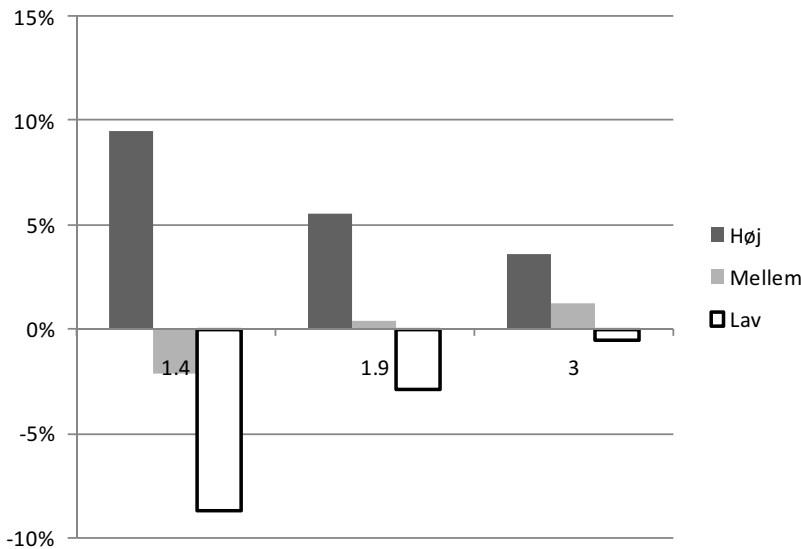
i f.eks. Malchow-Møller og Skaksen (2003)) fås fra (2.1) at Y/L -forholdet ligeledes er konstant over tid (idet der antages konstant skalaafkast). Som mål for Y_t bruges BVT i faste priser for den private sektor i alt.

Udviklingen i de absolutte produktivetsfremskridt ses i figur 6.1. Der ses generelt at være en tendens til at mellemuddannedes produktivetsudvikling gik i stå fra starten af 90'erne. Da der også er et databrud i starten af 90'erne (lønstatistikken blev forbedret i 1992/93) kan det ikke udelukkes at vi har at gøre med et data-skabt fænomen. Det kan på den anden side heller ikke udelukkes at der er tale om et reelt fænomen. Dette bør undersøges nærmere.

På grund af ovenstående reservationer beregnes der kun gennemsnitlige absolutte teknologiske fremskridt for perioden 1994-2004. Resultatet ses i figur 6.2. Det gælder generelt at det er de højtuddannede der trækker produktivetsudviklingen. Hvis substitutionselasticiteten er lav trækker højtuddannede og lavtuddannede i hver sin retning. Hvis substitutionselasticiteten er høj, bliver forskellen på uddannelserne mindre, og det er stort set kun de højt uddannede der trækker produktivetsvæksten.

7 Vækstpotentiale

Med udgangspunkt i de absolutte arbejdsproduktiviteter kan vi fremskrive systemet, og derved vurdere vækstpotentialet. Det antages at den private sektor (for varierende substitutionselasticiteter) har teknologiske fremskridt som beskrevet i figur 6.2. Den repræsentative virksomhed har konstant skalaafkast, og er derfor ligeglad med pro-



Kilde: Egne beregninger.

Figur 6.2: Gennemsnitlige absolutte Produktivitsfremskridt. Årlig vækstrate 1994-2004. Substitutionselasticitet $E \in \{1.4, 1.9, 3.0\}$.

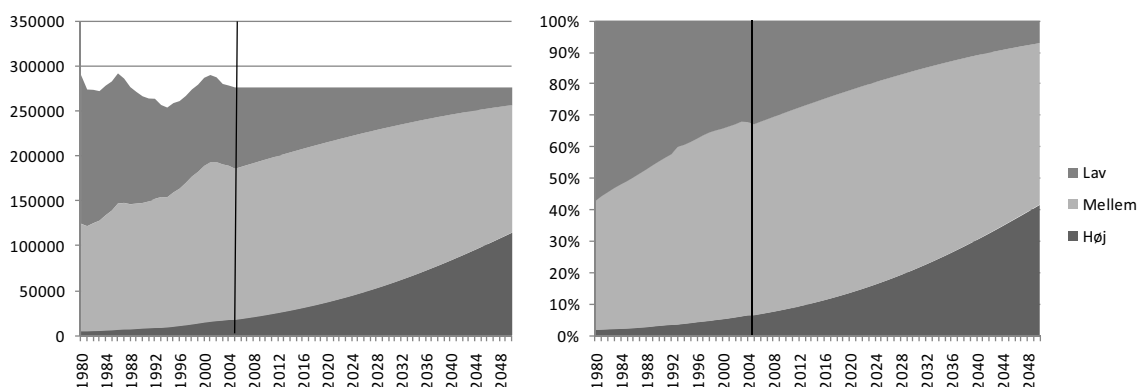
duktionsniveauet. For given efterspørgsel efter dens vare beregner den det optimale input af kapital og arbejdskraft. Som ovenfor ignorerer vi kapital, dvs. antager at K/Y -forholdet er konstant. Vi gør nu 2 centrale forudsætninger om fremskrivningen:

1. Den samlede arbejdskraftefterspørgsel, målt i timer, ligger konstant på 2005-niveau.
2. De relative lønninger er konstante.

I følge den første antagelse vælger vi at antage at efterspørgslen efter den private sektors varer holder sig på et niveau der sikrer et konstant forbrug af arbejdskraft, målt i timer. Denne antagelse gør det muligt for os at fortolke vækstraten i output som et mål for gennemsnitlig arbejdsproduktivitet i systemet.

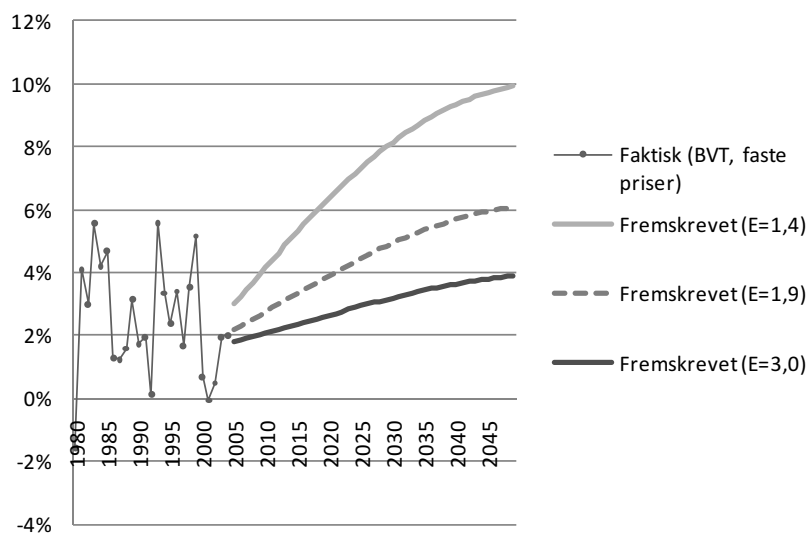
Den anden antagelse udgør en implicit antagelse om udbuddet af forskellige typer arbejdskraft. Skill-biased teknologiske fremskridt indebærer ændret sammensætning af arbejdskraftefterspørgselen over tid. Hvis uddannelsessystemet eller folks individuelle uddannelsesvalg ikke følger med denne ændrede sammensætning, ændrer de relative lønninger sig. I følge antagelse 2) forudsætter vi at uddannelsessystemet opdager og reagerer på den ændrede fremtidige sammensætning af efterspørgslen efter arbejdskraft. Ser vi på figur 3.3 fremgår det at dette ikke er en kontroversiel anta-

gelse for Danmark. I Jones and Romer [2009] søges det at forny Kaldor's såkaldte stiliserede kendsgerninger. De fremfører langsigtet stabilitet af de relative lønninger som en stiliseret kendsgerning, og skriver: "The rising quantity of human capital relative to unskilled labor has not been matched by a sustained decline in its relative price".



Kilde: Egne beregninger.

Figur 7.1: Beskæftigelse målt i mio. timer. Fordelt på uddannelse. Faktisk og fremskrevet. $E = 1,9$



Kilde: Egne beregninger.

Figur 7.2: Vækstrater i output. Faktisk og fremskrevet.

I figur 7.1 ses den fremskrevne beskæftigelse i den private sektor målt i timer. Ikke overraskende ses det at andelen af højtuddannede stiger og at andelen af lavtuddannede falder. Hastigheden hvormed dette sker er grundlæggende resultatet af væksten i efterspørgsesskift, som beskrevet i afsnit 4. Som det fremgår af figur 4.2 er disse efterspørgsesskift ikke særligt følsomme overfor ændringer i substitutionselasticiteten. Derfor vil billedet se stort set ud som i figur 7.1 for alle de betragtede substitutionselasticiteter. Derfor er figuren kun vist for $E = 1, 9$.

Hvor substitutionselasticiteten har en begrænset effekt på input, har den en betydelig effekt på output. Vækstraten i output er et vejet gennemsnit af de absolutte arbejdskraftsbesparende teknologiske fremskridt. Resultatet er vist i figur 7.2. Der ses voksende vækstrater for alle substitutionselasticiteter. Årsagen til dette er ret simpel: på lang sigt vokser netop beskæftigelsen for de uddannelser der har høj produktivitetsudvikling. På meget lang sigt (150 år) overtager den mest produktive uddannelse hele beskæftigelsen. På lang sigt bliver vækstraten i output derfor givet af netop denne uddannelses teknologiske fremskridt. Konklusionen er derfor: skill-biased teknologisk fremskridt skaber accelererende vækst. Det fremgår af figur 7.2 at jo større substitutionselasticiteten er, jo mindre er accelerationseffekten. Da vi rent historisk ikke har oplevet accelererende vækst, kan dette ses som et argument for at substitutionsevnen mellem uddannelserne må være høj på lang sigt.

Litteratur

- Peter Brixen. Modula: En agl-model med duale arbejdsmarkeder. *Working Paper 1998:1, Det Økonomiske Råds Sekretariat.*, 1998.
- DØRS. Kapitel ii. udflytning af arbejdspladser. *Dansk Økonomi efterår 2004*, 2004.
- Svend E. Hougaard Jensen and Anders Sørensen. Uddannelse, beskæftigelse og økonomisk vækst. *Nationaløkonomisk Tidsskrift, vol. 140, pp. 1-17*, 2002.
- Charles I. Jones and Paul M. Romer. The new kaldor facts:ideas, institutions, population, and human capital. *Prepared for a session at the January 2009 annual meeting of the American Economic Association on "The secrets of growth: What have we learned from research in the last 25 years?"*, 2009.
- Lawrence F. Katz and Kevin M. Murphy. Changes in relative wages, 1963-1987: Supply and demand factors. *The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, No. 1, pp. 35-78*, 1992.
- Nikolaj Malchow-Møller and Jan R. Skaksen. Skill-biased technological change in denmark: A disaggregate perspective. *IZA DP No. 752*, 2003.
- Bart van Ark and Pieter Woltjer. The eu klems productivity report. *Issue no. 2, EU KLEMS*, 2008.