Danmarks Statistik
MODELGRUPPEN

Arbejdspapir[UDKAST]

Grane Høegh

1. november 2010

TFP i vækstmodeller

Resumé:

Det viser sig, at TFP målt på baggrund af produktionen har lidt mærkelige egenskaber. Med Harrod neutral vækst får vi, at ændringer i lønkvoten vil ændre TFP uden at ændre den underliggende økonomiske vækst. TFP er dog ikke entydig målt. Det kan bestemmes på baggrund af arbejdskraften i stedet for på baggrund af produktionen, hvilket giver det pænere vækstegenskaber.

GRH01N10

Nøgleord: Faktorblok, TFP, vækstmodeller

1. Indledning

Økonomisk vækst drives på langt sigt af produktivitetsforbedringer. Disse produktivitetsforbedringer kan knytte sig til forskellige faktorinput. Ønskes konstante vækstrater i de enkelte faktorers effektivitetsindeks samt konstante lønkvoter indenfor brancherne, så skal den teknologiske vækst være Harrod neutral – dvs. den skal knytte sig til arbejdskraften.

Når arbejdskraftens effektivitetsindeks øges med en procent, så øges den effektive arbejdskraft med en procent. I en simpel vækstmodel vil kapitalapparatets mængde også øges med en procent, således at produktionen også øges med en procent. Lønkvotens andel af væksten vil i et normalt vækstregnskab tilskrives produktivitetsforbedringer, mens den resterende vækst tilskrives stigende kapitalapparat. TFP vil således kun stige med lønkvotens andel af vækstraten i arbejdskraftens effektivitet, mens produktionen stiger med samme vækstrate.

Så længe lønkvoten er konstant, så er TFP-væksten proportional med produktionsvæksten, og hermed en god indikator for økonomisk vækst. Med CES produktionsfunktioner er lønkvoterne i de enkelte brancher ikke nødvendigvis konstante. Stød til lønkvoterne vil ikke ændre den underliggende økonomiske vækst, men vil ændre TFP-vækstraten. Hermed fås et lidt perverst resultat. Givet kapital og arbejdskraft, som empirisk observeret, er komplementære, så vil et positivt stød til lønnen øge lønkvoten. Det betyder, at et positivt stød til niveauet i lønnen permanent vil øge vækstraten i TFP. Dette på trods af, at vækstraten i produktionen er uændret.

På denne baggrund er det ikke optimalt at benytte TFP beregnet ud fra produktionen til at sige noget om den økonomiske vækst på langt sigt. Især ved multiplikatoreksperimenter kan det være misvisende at benytte ændringer i TFP, da de kan skyldes ændringer i lønkvoten, som ikke vil påvirke den økonomiske vækst.

Disse uheldige egenskaber knytter sig til TFP beregnet på baggrund af produktionen. TFP beregnet på baggrund af produktionen betyder, at TFP er givet som TFP-residualen divideret med produktionsværdien. Et andet lige så ofte benyttet mål er TFP beregnet på baggrund af BVT, hvilket blot er TFP-residualen divideret med BVT. Et tredje mål, som jeg foreslår brugt, er TFP beregnet på baggrund af arbejdskraften, hvilket giver pæne egenskaber. Blandt andet vokser TFP i ligevægt i takt med produktionen pr. erlagt arbejdstime og er uafhængig af lønkvoten.

I dette papir vil jeg påvise ovenstående påstande. I afsnit 2 opstiller jeg en miniudgave af faktorblokken, som jeg i afsnit 3 vil benytte som udgangspunkt til at opstille en simpel vækstmodel. Endvidere vil jeg i afsnit 3 vise, at vækstraten i produktionen er lig vækstraten i arbejdskraftens effektivitetsindeks, samt at når væksten er Harrod neutral, fås en stabil lønkvote. I afsnit 4 definerer jeg TFP og viser, at vækstraten i TFP under

Harrod neutal vækst afhænger af lønkvoten. Ifølge EU's nationalregnskabsmanualer kan TFP opgøres enten på baggrund af produktion eller BVT, hvordan disse mål beregnes og forskellen på dem bliver forklaret i afsnit 5. I afsnit 6 argumenterer jeg for i stedet for et af disse mål at benytte TFP på baggrund af arbejdskraften og opstiller dette mål. Der er forskel på, om man vil måle den strukturelle eller den kortsigtede TFP, hvilket gennemgås i afsnit 7. Endelig gives en konklusion i afsnit 8.

2. En miniudgave af faktorblokken

Jeg formulerer en meget simpel version af faktorblokken med kun en sektor og to faktorinput – kapital og arbejdskraft. Endvidere ignorerer jeg al dynamik. Det antages at produktionsfunktionen er givet ved en effektivitetsudvidet CES-funktion:

$$fX_{KL}(fX_K, fX_L) = \left(\theta^{1/\sigma}\left(e_K fX_K\right)^{(\sigma-1)/\sigma} + (1-\theta)^{1/\sigma}\left(e_L fX_L\right)^{(\sigma-1)/\sigma}\right)^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (2.1)$$

hvor $fX_K = uim_{2000} fKnm$, $fX_L = l_{2000} Hq$, $fKnm$ er kapital, Hq er arbejdskraft, uim er usercost for kapital, l er lønnen, fodtegn henviser til årstal, fX_{KL} er produktionsaggregatet af kapital og arbejdskraft, e'erne er effektivitetsindeks for henholdsvis kapital, fodtegn K, og arbejdskraft, fodtegn L, mens græske bogstaver står for estimerede parametre.

Optimerende adfærd gør, at marginalproduktet af kapital skal være lig prisen på kapital og marginalproduktet af arbejdskraft skal være lig prisen på arbejdskraft. Dette giver efterspørgslen efter kapital og arbejdskraft:

$$fX_K = \frac{\theta}{e_K}\left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}}\right)^{-\sigma} fX_{KL} \quad (2.2)$$

$$fX_L = \frac{1-\theta}{e_L}\left(\frac{px_L / e_L}{px_{KL}}\right)^{-\sigma} fX_{KL} \quad (2.3)$$

hvor $px_K = uim / uim_{2000}$ er brugsprisen på fX_K og $px_L = l / l_{2000}$ er prisen på fX_L, endelig er px_{KL} prisaggregatet for fX_K og fX_L givet ved:

$$px_{KL} \equiv \left(\theta\left(\frac{px_K}{e_K}\right)^{1-\sigma} + (1-\theta)\left(\frac{px_L}{e_L}\right)^{1-\sigma}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (2.4)$$

Der kan benyttes et effektivitetskorrigeret Paasche-kædeprisindeks til at approksimere CES-prisindekset:

$$p_{KL} = p_{KL,-1}\frac{px_K fX_K + px_L fX_L}{\left(px_{K-1} / e_{K,-1}\right)\left(e_K fX_K\right) + \left(px_{L-1} / e_{L,-1}\right)\left(e_L fX_L\right)} \approx px_{KL} \quad (2.5)$$

De samlede omkostninger er givet ved:

$$X_{KL} = px_{KL} fX_{KL} = px_K fX_K + px_L fX_L \quad (2.6)$$

3. En simpel vækstmodel og Harrod neutral vækst

Virksomhederne fastsætter beskæftigelsen (arbejdskraften) og kapital under optimerende adfærd givet usercost, løn og efterspurgt mængde. I en lille åben økonomi med fuldstændig kapitalmobilitet er den reale aflønning til kapital, px_K / px_{KL}, givet udefra. Fagforeningerne prøver at fastsætte lønnen, men i realiteten får de kun fastsat beskæftigelsen. Jo mere de presser på for højere løn, jo lavere bliver beskæftigelsen. Altså kan beskæftigelsen ses som eksogen, og lønnen som givet ud fra marginalproduktet af arbejdskraft.

Indsættes ligning (2.2) i (2.1) fås, da px_K / px_{KL} er eksogen, produktionen givet alene ved eksogene variabler:

$$fX_{KL} = \frac{(1-\theta)^{1/(\sigma-1)} e_L fX_L}{\left(1-\theta\left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}}\right)^{-(\sigma-1)}\right)^{\sigma/(\sigma-1)}} \tag{3.1}$$

Dette er uafhængigt af, hvilket prisindeks, som benyttes.

Ved differentiering ses effekten af en øget effektivitet på henholdsvis arbejdskraft og kapital:

$$\frac{\partial fX_{KL}}{\partial e_L}\frac{e_L}{fX_{KL}} = 1 \tag{3.2}$$

$$\frac{\partial fX_{KL}}{\partial e_K}\frac{e_K}{fX_{KL}} = \sigma \frac{\theta\left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}}\right)^{1-\sigma}}{1-\theta\left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}}\right)^{1-\sigma}} \tag{3.3}$$

Når arbejdskraften bliver en procent mere effektiv, så øges produktionen, når produktionen er øget, så øges marginalproduktet af kapital, hvilket gør det mere attraktivt at investere i kapital både for danskere og udlændinge. Herved øges kapitalbeholdningen også med en procent, hvorved den samlede produktion øges med en procent.

Når kapitalens effektivitetsindeks øges med en procent, så sker to ting. For det første kan man ved samme produktion benytte en procent mindre kapitalinput. For det andet bliver kapital relativt billigere, og der substitueres over mod kapital. Er der ingen substitution $\sigma = 0$, så er sluteffekten, at kapitalapparatet falder med en procent. Ved en postitiv substitution øges det effektive input af kapital, hvilket øger produktionen. Jo større substitutionselasticitet, jo mere øges output; og jo større andel kapitalen udgør af faktorinputtene, jo mere øges produktionen.

Hvis den overordnede vækst er knyttet til arbejdskraften, så vil produktionens vækstrate på langt sigt følge vækstraten i arbejdskraftens effektivitetsindeks. Samtidig vil lønnen følge effektivitetsindekset, hvilket gør, at lønkvoten forbliver konstant over tid. Kapitalen øges i takt med den effektive arbejdskraft, herved er fordelingen af aflønning til arbejdskraft og kapital udvedkommende for væksten, og vækstraten i produktionen vil ikke afhænge af lønkvoten.

Hvis den overordnede vækst er knyttet til kapitalen og vækstraten i kapitalens effektivitet er konstant, så er produktionens vækstrate givet ved:

$$g_X \equiv \frac{\partial fX_{KL}}{\partial e_K} \frac{e_K}{fX_{KL}} g_K = \sigma \frac{\theta \left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}} \right)^{1-\sigma}}{1-\theta \left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}} \right)^{1-\sigma}} g_K \tag{3.4}$$

Over tid vil e_K vokse, og det vil påvirke produktionens vækstrate afhængigt af substitutionselasticiteten:

$$\frac{\partial g_X}{\partial e_K} \frac{e_K}{g_X} g_K = -(1-\sigma) \left(1-\theta \left(\frac{px_K / e_K}{px_{KL}} \right)^{1-\sigma} \right)^{-1} \tag{3.5}$$

Hvis substitutionselasticiteten er mindre end en, så vil vækstraten blive mindre og mindre og til sidst ebbe ud. Årsagen er, at den højere kapitaleffektivitet vil øge marginalproduktet af arbejdskraft og mindske marginalproduktet af kapital. Hermed vil lønkvoten øges, og der bruges relativt flere resurser på den produktionsfaktor, som ikke bliver mere effektiv. Dette giver en lavere produktionsvæsktrate. På tilsvarende måde vil andre stød, som giver en højere lønkvote også give en lavere produktionsvækstrate.

Ønskes en konstant vækstrate i produktionen uafhængig af lønkvoten koblet med en konstant lønkvote over tid opnås dette på en simpel måde, hvis de tekniske fremskridt er knyttet til arbejdskraften – kaldet Harrod neutral vækst. Dette er Uzawa's teorem for balanceret vækst, som siger, at en tilstrækkelig betingelse for en balanceret vækststi med konstant K/Y-forhold er, at væksten er Harrod neutral – jf. Chr. Groth's "Economic Growth Lecture Note 3".

4. TFP

TFP-væksten er et mål for, hvor meget mere vi kan producere i denne periode, end vi kunne have gjort med sidste periodes teknologi og samme udgifter:

$$TFP = TFP_{-1} \frac{fX_{KL}\left(e_K, e_L, px_K, px_L, X_{KL}\right)}{fX_{KL}\left(e_{K,-1}, e_{L,-1}, px_K, px_L, X_{KL}\right)} \tag{4.1}$$

Det ses, at TFP rent teoretisk ikke kan ændres, pånær hvis teknologien ændrer sig. Givet teknologien ændrer sig, kan prisstød dog påvirke TFP. Tælleren er simpelthen givet blot ved produktionen i faste priser, mens nævneren må beregnes.

TFP kan beregnes ud fra priserne:

$$
\begin{aligned}
TFP &= TFP_{-1}\frac{X_{KL}/px_{KL}\left(e_K,e_L,px_K,px_L\right)}{X_{KL}/px_{KL}\left(e_{K,-1},e_{L,-1},px_K,px_L\right)} \\
&= TFP_{-1}\frac{px_{KL}\left(e_{K,-1},e_{L,-1},px_K,px_L\right)}{px_{KL}\left(e_K,e_L,px_K,px_L\right)}
\end{aligned} \tag{4.2}
$$

For det approksimerede prisindeks fås:

$$
p_{KL}\left(e_{K,-1},e_{L,-1},px_K,px_L\right) = p_{KL,-1}\frac{px_K fX_K + px_L fX_L}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L} = pyc_{KL} \tag{4.3}
$$

hvilket blot er det simple ikke effektivitetskorrigerede Paasche-prisindeks for de samlede inputomkostninger kaldet pyc_{KL}.

Indsættes de approksimative prisindeks fås:

$$
\frac{TFP_{KL}}{TFP_{KL,-1}} = \frac{\left(px_{K-1}/e_{K,-1}\right)\left(e_K fX_K\right)+\left(px_{L-1}/e_{L,-1}\right)\left(e_L fX_L\right)}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L} \tag{4.4}
$$

hvilket kan omskrives til:

$$
\begin{aligned}
\frac{TFP_{KL}-TFP_{KL,-1}}{TFP_{KL,-1}} &= \frac{e_K - e_{K,-1}}{e_{K,-1}}\frac{px_{K-1}fX_K}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L} \\
&+\frac{e_L - e_{L,-1}}{e_{L,-1}}\frac{px_{L-1}fX_L}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L}
\end{aligned} \tag{4.5}
$$

Altså er TFP-vækstraten lig vækstraterne i effektivitetsindeksene sammenvejet med deres omkostningsandele (i foregående års priser).

Når produktionsprisen er et mark-up over omkostningsprisindekset, så vil deres prisudviklingen være ens. Herved kan TFP skrives som:

$$
TFP = TFP_{-1}\left(\frac{fX}{fYc}/\frac{fX_{-1}}{fYc_{-1}}\right) \tag{4.6}
$$

hvor $fYc = X_{KL}/pyc_{KL}$.

For det teoretiske prisindeks er vækstraten i TFP er givet ved:

$$
\begin{aligned}
g_{TFP} &\equiv \frac{\partial TFP}{\partial e_L}\frac{e_L}{TFP}g_L = -\frac{\partial px_{KL}}{\partial e_L}\frac{e_L}{px_{KL}}g_L - \frac{\partial px_{KL}}{\partial e_K}\frac{e_K}{px_{KL}}g_K \\
&= \frac{(1-\theta)\left(px_L/e_L\right)^{1-\sigma}}{\theta\left(px_K/e_K\right)^{1-\sigma}+(1-\theta)\left(px_L/e_L\right)^{1-\sigma}}g_L \\
&+\frac{\theta\left(px_K/e_K\right)^{1-\sigma}}{\theta\left(px_K/e_K\right)^{1-\sigma}+(1-\theta)\left(px_L/e_L\right)^{1-\sigma}}g_K
\end{aligned} \tag{4.7}
$$

Fordelen ved dette udtryk er, at vi nu får omkostningsandelene kun udtrykt alene ved priser og effektivitetsindeks. Ulempen er, at det er sværere at genkende udtrykkene foran vækstraterne som omkostningsandele.

Stiger både arbejdskraftens og kapitalens effektivitetsindeks med 1 procent, så stiger TFP også med 1 procent. Jo større lønkvoten er, jo vigtigere er vækstraten i arbejdskraftens effektivitetsindeks i forhold til vækstraten i kapitalens effektivitetsindeks for TFP-væksten.

Med Harrod neutral vækst – dvs. $g_K = 0$, så fås, at stød, der øger lønkvoten permanent, vil give en højere TFP-vækstrate. For eksempel vil et stød til lønnen permanent ændre vækstraten i TFP. En differentiering af vækstraten med hensyn til lønnen giver:

$$\begin{aligned}\frac{\partial g_{TFP}}{\partial px_L}\frac{px_L}{g_{TFP}} &= (1-\sigma)\frac{\theta\left(px_K / e_K\right)^{1-\sigma}}{\theta\left(px_K / e_K\right)^{1-\sigma} + (1-\theta)\left(px_L / e_L\right)^{1-\sigma}} \\ &\approx (1-\sigma)(1-\alpha)\end{aligned} \tag{4.8}$$

Hvis substitutionselasticiteten er mindre end 1, så vil TFP-væksten øges, når lønnen stiger. Dette skyldes, at en højere løn i dette tilfælde giver en større lønkvote. En større lønkvote gør, at arbejdskraften fylder mere i de samlede omkostninger, hvorfor en stigning i arbejdskraftens effektivitetsindeks betyder mere. Så alle stød, som giver en højere lønkvote vil også give en højere TFP-vækstrate. Dette er selvfølgelig under antagelse om Harrod-neutrale teknologiske fremskridt.

Konklusionen er, at stød der ændrer niveuaet for lønkvoten permanent ændrer stigningstaksten i TFP. Dette skal sammenholdes med, at ændringer i lønkvoten ikke ændrer produktionsvæksten. Hermed kan det diskuteres om TFP er det rette produktivitetsmål.

5. TFP på basis af produktion og på basis af BVT

Jeg vil nu forlade den simple model, hvor BVT og produktion er identisk, der skal altså benyttes materialer i produktionen.

TFP opgøres på to forskellige måder i Nationalregnskabet. Henholdsvis ud fra produktionen og ud fra BVT. Den opgøres, som beskrevet i afsnit 4, ud fra produktionen ved samlet produktion divideret med samlede omkostninger – begge i faste (kæde-) priser. Dette giver (ved generalisering af formel (4.5)) følgende vækstrate i TFP:

$$\begin{aligned}\frac{TFP - TFP}{TFP_{-1}} &= \frac{e_K - e_{K,-1}}{e_{K,-1}} \frac{px_{K-1} fX_K}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}} \\ &+ \frac{e_L - e_{L,-1}}{e_{L,-1}} \frac{px_{L-1} fX_L}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}} \\ &+ \frac{e_E - e_{E,-1}}{e_{E,-1}} \frac{px_{E-1} fX_E}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}} \\ &+ \frac{e_B - e_{B,-1}}{e_{B,-1}} \frac{px_{B-1} fX_B}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}} \\ &+ \frac{e_M - e_{M,-1}}{e_{M,-1}} \frac{px_{M-1} fX_M}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}} \\ &= \frac{TFPresidual}{pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM}}\end{aligned} \tag{5.1}$$

hvor fodtegn E er energi, fodtegn B er bygningskapital, fodtegn M er andre materialer, og

$$\begin{aligned} pyc_{KLEBM,-1} fYc_{KLEBM} &= px_{K,-1} fX_K + px_{L,-1} fX_L + px_{E,-1} fX_E \\ &+ px_{B,-1} fX_B + px_{M,-1} fX_M \end{aligned} \tag{5.2}$$

TFP på basis af BVT udledes i bilag A. Resultatet er, at det kan skrives som:

$$\begin{aligned}\frac{TFP_{BVT} - TFP_{BVT}}{TFP_{BVT,-1}} &= \frac{e_K - e_{K,-1}}{e_{K,-1}} \frac{px_{K-1} fX_K}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\ &+ \frac{e_L - e_{L,-1}}{e_{L,-1}} \frac{px_{L-1} fX_L}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\ &+ \frac{e_E - e_{E,-1}}{e_{E,-1}} \frac{px_{E-1} fX_E}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\ &+ \frac{e_B - e_{B,-1}}{e_{B,-1}} \frac{px_{B-1} fX_B}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\ &+ \frac{e_M - e_{M,-1}}{e_{M,-1}} \frac{px_{M-1} fX_M}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\ &= \frac{TFPresidual}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}}\end{aligned} \tag{5.3}$$

Det ses her, at forskellen på de to opgørelsesmetoder alene er nævneren. TFP-residualen (i foregående års priser), som opgør værdiforøgelsen af produktiviteten er uafhængig af opgørelsesmetoden og et meget solidt mål. Det samme gælder ikke vækstraten i TFP, som afhænger af nævneren. TFP kan altså tolkes, som væksten i TFP-residualen i forhold til de samlede omkostninger af relevante input. Spørgsmålet er så blot, hvilke input som er relevante.

6. TFP på basis af arbejdskraften

Jeg vil nu argumentere for, at man ikke nødvendigvis skal vælge mellem de to ovenstående TFP-mål. Der findes andre mål, som er mere hensigtsmæssige. Et alternativt mål er TFP opgjort på basis af nettoværditilvæksten, NVT. Her trækkes kapitalens afskrivninger fra. Jeg vil dog gå endnu længere og udlede TFP på baggrund af arbejdskraften.

TFP-residualen måler de faktiske produktivitetsfremskridt. Den er dog ikke særlig interessant i sig selv. Hvis et dobbelt så stort land har en dobbelt så stor TFP-residual, så er det ikke udtryk for, at landet har en bedre teknologi. Altså er niveuaet i sig selv ikke så interessant. Vækstraten i TFP-residualen er heller ikke i sig selv så interessant. Er niveuaet meget småt i udgangspunktet, så vil en høj vækstrate ikke betyde så meget for økonomien, som det havde gjort med en lav vækstrate og et højt udgangspunkt. TFP-residualen giver kun mening, hvis den sættes i forhold til noget. Spørgsmålet er så blot, hvad den skal sættes i forhold til.

Sætter man TFP-residualen i forhold til produktionen, så får man nogle uhensigtsmæssige egenskaber. Antag, at teknologien ændrer sig således, at det er nødvendigt at benytte flere materialer i processen. Der skal bruges 1 mia. kr. ekstra materialer til gengæld stiger produktionen også med 1 mia. kr. Dette ændrer ingen reelle størrelser, men TFP-væksten vil blive mindre, da produktionen er større og TFP-residualen i forhold til produktionen er mindre.[1]

Jeg mener, at man kan benytte fuldstændig samme argument for kapitalen. Kapitalen er også en reproducerbar faktor. Antag nu, at teknolgien ændres, så man behøver mere kapital, således at der skal bruges 1 mia. kr. ekstra kapital, og BVT stiger med 1 mia. kr. I dette tilfælde vil TFP-væksten blive mindre, da BVT er større, og TFP-residualen i forhold til BVT er mindre. Igen er ingen blevet dårligere stillet, da kapital er reproducerbart, hvorved mængden uden problemer kan øges.

Beregnes TFP på baggrunden af arbejdskraften, så bibeholdes samme TFP-residual. Eneste forskel er, at den nu sættes i forhold til arbejdskraften. Nu vil stød, der ændrer produktionen og henholdsvis materialer eller kapital lige meget ikke have betydning for TFP. Samtidig haves en god fortolkning, da størrelsen er, hvor meget timeproduktiviteten er steget[2].

TFP på baggrund af arbejdskraften er givet ved:

---

[1] Ovenstående eksempel bygger på, at produktionen kan øges. Det er altså muligt at få flere materialer til produktionen. De skal altså være reproducerbare, og en større efterspørgsel skal munde ud i større udbud ikke højere priser.

[2] Det er dog ikke samme time-produktivitet, som vi har i ADAM (BVT/timer), da vi her har trukket kapitalomkostningerne fra.

$$\frac{TFP_L - TFP_L}{TFP_{L,-1}} = \frac{TFPresidual}{px_{L,-1} fX_L}$$

$$= \frac{e_L - e_{L,-1}}{e_{L,-1}} + \frac{e_K - e_{K,-1}}{e_{K,-1}} \frac{px_{K-1} fX_K}{px_{L,-1} fX_L} + \frac{e_E - e_{E,-1}}{e_{E,-1}} \frac{px_{E-1} fX_E}{px_{L,-1} fX_L} \quad (6.1)$$

$$+ \frac{e_B - e_{B,-1}}{e_{B,-1}} \frac{px_{B-1} fX_B}{px_{L,-1} fX_L} + \frac{e_M - e_{M,-1}}{e_{M,-1}} \frac{px_{M-1} fX_M}{px_{L,-1} fX_L}$$

En fordel er, at TFP-væksten følger væksten i arbejdskraftens effektivitetsindeks. Dette er en fordel dels fordi, arbejdskraftens effektivitetsindeks driver hele økonomien, således at når den stiger med en procent, så øges både produktion, materialeinput og kapitalapparatet med en procent. Endvidere er det en fordel, da lønkvoten således ikke vil påvirke den langsigtede vækstrate i en økonomi med Harrod-neutral vækst. Samtidig med dette har man bibeholdt, at det teknologiske vækstbidrag er givet ved TFP-residualen.

7. Strukturel TFP og kortsigtet TFP

I beregningerne af TFP væksten er benyttet, at producentprisen er en konstant mark-up over omkostningerne. Dette vil kun gælde på langt sigt. Altså vil der være en forskel på det umiddelbare (kortsigtede) TFP-mål og det langsigtede (strukturelle) TFP-mål.

Det umiddelbare TFP-mål er givet ved:

$$TFP_L = TFP_{L,-1} \left(\frac{fYf_L}{fX_L} / \frac{fYf_{L,-1}}{fX_{L,-1}} \right) \quad (7.1)$$

hvor

$$fYf_L = \frac{px_{-1} fX - px_{K,-1} fX_K - px_{E,-1} fX_E - px_{B,-1} fX_B - px_{M,-1} fX_M}{pyf_{L,-1}} \quad (7.2)$$

At komme videre til det strukturelle TFP bygger som sagt på en antagelse om:

$$px_{-1} fX = (1+\kappa) \begin{pmatrix} \left(px_{K-1} / e_{K,-1}\right)\left(e_K fX_K\right) + \left(px_{L-1} / e_{L,-1}\right)\left(e_L fX_L\right) \\ + \left(px_{E-1} / e_{E,-1}\right)\left(e_E fX_E\right) + \left(px_{B-1} / e_{B,-1}\right)\left(e_B fX_B\right) \\ + \left(px_{M-1} / e_{M,-1}\right)\left(e_M fX_M\right) \end{pmatrix} \quad (7.3)$$

Det kortsigtede mål fanger også effekterne fra træg tilpasning af kapital og arbejdskraft som for eksempel labour-hoarding, mens det strukturelle mål kun fanger ændringer i effektivitetsindeksene.

8. Konklusion

På baggrund af ovenstående bygger jeg et produktivitetsmål ind i modellen, som er det strukturelle TFP målt med arbejdskraft som basis. Der er et produktivitetsmål for hver bracnher og for aggregater af brancherne kaldet *dt* efterfulgt af branchens/aggregatets suffix. Jeg har valgt ikke at kalde det noget med TFP, da folk normalt tror, at TFP er entydigt og bundet til produktionen (eller måske BVT).

Jeg har dog valgt at bibeholde produktivitetsmålet for BVT pr. erlagt arbejdstime, da der muligvis er nogle, som bruger dette produktivitetsmål, som for historiske år er offentliggjort i Nationalregnskabet.

Muligvis skal det analyseres nærmere, hvilken betydning en ændring i mark-up'en har for TFP-væksten.

Litteraturliste

Groth, Christian, 2012, ”Some basic relationships in growth theory”, Lecture Note 3 – economic growth.

Groth, Christian, 2012, ”On the concepts of TFP and growth accounting: Some warnings”, Lecture Note 3 – economic growth.

Hulten, Charles R., 1975, “Technical Change and the reproduceability of Capital”, The American Economic Review, 956-65.

Bilag A: Udledning af TFP på baggrund af BVT

Opgøres den ud fra BVT er det samlet BVT-vækst divideret med omkostningerne til arbejdskraft og kapital – igen begge i faste priser. BVT i faste (kæde-)priser er givet ved:

$$fYf = \frac{px_{-1}fX - px_{E,-1}fX_E - px_{M,-1}fX_M}{pyf_{-1}} \tag{7.4}$$

TFP på baggrund af BVT er givet ved:

$$TFP_{BVT} = TFP_{BVT,-1}\left(\frac{fYf}{fYc_{KLB}} / \frac{fYf_{-1}}{fYc_{KLB,-1}}\right) \tag{7.5}$$

Indsættes fYf og fYc_{KLB} fås:

$$\frac{TFP_{BVT}}{TFP_{BVT,-1}} = \frac{\dfrac{px_{-1}fX - px_{E,-1}fX_E - px_{M,-1}fX_M}{pyf_{-1}}}{\dfrac{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L + px_{B,-1}fX_B}{pyc_{KLB,-1}}} / \frac{fYf_{-1}}{fYc_{KLB,-1}} \tag{7.6}$$

Det udnyttes, at BVT med konstant mark-up er proportional med omkostningerne i løbende priser, og der fås:

$$\frac{TFP_{BVT}}{TFP_{BVT,-1}} = \frac{px_{-1}fX - px_{E,-1}fX_E - px_{M,-1}fX_M}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L + px_{B,-1}fX_B} \tag{7.7}$$

Insættes for $px_{-1}fX$ fås:

$$\begin{aligned}\frac{TFP_{BVT}}{TFP_{BVT,-1}} &= \frac{\left(px_{K-1}/e_{K,-1}\right)\left(e_K fX_K\right) + \left(px_{L-1}/e_{L,-1}\right)\left(e_L fX_L\right)}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L + px_{B,-1}fX_B} \\ &+ \frac{\left(px_{E-1}/e_{E,-1}\right)\left(e_E fX_E\right) + \left(px_{B-1}/e_{B,-1}\right)\left(e_B fX_B\right)}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L + px_{B,-1}fX_B} \\ &+ \frac{\left(px_{M-1}/e_{M,-1}\right)\left(e_M fX_M\right) - px_{E,-1}fX_E - px_{M,-1}fX_M}{px_{K,-1}fX_K + px_{L,-1}fX_L + px_{B,-1}fX_B}\end{aligned} \tag{7.8}$$

hvilket kan omskrives til:

$$
\begin{aligned}
\frac{TFP_{BVT} - TFP_{BVT}}{TFP_{BVT,-1}} = {} & \frac{e_K - e_{K,-1}}{e_{K,-1}} \frac{px_{K-1} fX_K}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\
& + \frac{e_L - e_{L,-1}}{e_{L,-1}} \frac{px_{L-1} fX_L}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\
& + \frac{e_E - e_{E,-1}}{e_{E,-1}} \frac{px_{E-1} fX_E}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\
& + \frac{e_B - e_{B,-1}}{e_{B,-1}} \frac{px_{B-1} fX_B}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\
& + \frac{e_M - e_{M,-1}}{e_{M,-1}} \frac{px_{M-1} fX_M}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}} \\
= {} & \frac{TFPresidual}{pyc_{KLB,-1} fYc_{KLB}}
\end{aligned} \tag{7.9}
$$