

Forslag til ny formulering af faktorblokken

Resumé:

I dette papir skitseres den nye mere overskuelige formulering af faktorblokken. Egenskaberne burde i høj grad være som i dag, men den vil være mere simpelt opskrevet og mere strømlinet. En fordel ved den nye formulering er, at modellen har de oprindelige tiltænkte egenskaber ved en ægte nestet model. For eksempel vil højere energipriser som nu betyde lavere energi forbrug. Til gengæld skal der bruges mere af andre faktorinput, hvilket ikke er tilfældet i dag. De teoretisk korrekte effektivitets korrigerede CES-prisindeks er approksimeret med simple Paasche-indeks.

GRH15109

Nøgleord: Faktorblok

Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.

1. Indledning

Faktorblokken i dag er for det første svær at overskue og for det andet ikke helt teoretisk korrekt opstillet. Dette er en hård kritik – måske også mere streng end berettiget, da tingene jo fungerer. If it works – don't fix it, men nu forsøger jeg alligevel.

Kort sagt så er faktorblokken inkonsistent. Inkonsistensen består i, at substitutionselasticiteten mellem $K(\text{apital})L(\text{abour})$ -aggregatet og henholdsvis $E(\text{energi})$ og $B(\text{ygningskapital})$ implicit er antaget at være nul i ligningerne for K og L , men eksplicit er estimeret større end nul for ligningerne for E og B . Dette betyder, at ved stigende energipriser og usercost for bygninger, så falder efterspørgslen efter disse. Til gengæld stiger efterspørgslen efter andre faktorinput ikke, altså kan man ved højere priser producere med færre inputs! Endvidere er ligningerne svære at overskue. Det gælder især ligningerne for energipriserne og ligningerne for den ønskede mængde af kapital og arbejdskraft.

Hovedformålet med dette papir er at skitsere en faktorblok som er konsistent og lettere at overskue. Første kriterie er, at ligningerne skal være lettere at læse. Andet kriterie er, at det så vidt muligt skal være teoretisk konsistent, og at man let skal kunne genkende og fortolke hele systemet som et nestet (CES-) system. Tredje kriterie er, at ligningerne skal være strømlinet. De skal alle være skrevet ens op. Både lodret og vandret – dvs. ikke kun alle brancher, men også alle nests skal have en ens opbygning. På et tidligt tidspunkt ville jeg gerne have det til at ligne nestene i forbrugssystemet, men dette viste sig ikke at være hensigtsmæssigt.

Papiret er opbygget som følger. I afsnit 2 gives en hurtig gennemgang af, hvordan jeg havde tænkt mig at faktorblokken kunne bygges op. Udledninger, ligninger med videre er henvist til bilag. Endelig gives en konklusion i afsnit 3.

2. Formulering af faktorblokken

Faktorblokken består af et nestet CES-system udvidet med effektivitetsindeks, hvilket også er selve kernen for maskinkapital og arbejdskraft i dag. Udledning af efterspørgselsligninger i effektivitetsudvidede CES-systemer er givet i bilag A. Her udledes efterspørgslen efter to goder i en effektivitetsudvidet CES-funktion.

Den overordnede nestningsstruktur er for de fleste erhverv en KLEBM nestningsstruktur. Et overblik over produktionsfunktionens struktur, løsning og prisindeks på den mest generelle form er givet i bilag B, hvor løsningerne er taget fra bilag A. Enkelte erhverv er dog formuleret som KLBME. Dette gælder blandt andet fremstilling af energi og råolie, hvor energiinput må antages at være nestet yderst. Inarbejdelse af alternative nestningsformer kan nemt implementeres, men overlades til senere arbejde. Thomas Thomsen har foreslået at neste energi og maskiner for fremstillingserhverv, da der her er tale

om procesenergi. Alternativt kunne man gå i den modsatte retning og mere generelt have energi yderst, således ville det være nemmere at isolere BVT.

I bilag C opskrives efterspørgslen af de enkelte faktorinput som funktion af den samlede produktion, hvor formler for input-aggregater er insubstitueret. Dette er første skridt på vejen til de endelige ligninger. Ligningerne i bilag C er de sidste fuldt ud eksakte ligninger med ægte CES-prisindeks m.v.

Indtil videre er lagt op til, at man benytter de effektivitetsjusterede CES-prisindeks, men vi ønsker at benytte ikke-effektivitets korrigerede Paasche-prisindeks. Der er både fordele og ulemper ved at dette. Den første fordel er, at så bliver prisindeksene magen til dem næsten alle andre steder i modellen. Den anden fordel er, at så er priserne ikke afhængige af de estimerede parametre, hvilket letter estimationsarbejdet. Den tredje fordel er, at hvis brugerne vælger at ændre faktorblokken egenskaber gennem J-led, så vil et ikke-teoretisk prisindeks følge disse korrektioner. Af ulemper er der, at prisaggregatet ikke måler eksakt. Endvidere bliver systemet mere simultant, eftersom priserne afhænger af omkostningsandelene og ikke kun estimerne. Denne simultanitet er, som jeg ser det, den største ulempe, da det kan øge PCIMs antal nødvendige iterationer. Det blev ved et modelgruppemøde besluttet at bygge systemet op med ikke-effektivitetsjusterede Paascheprisindeks.

Effektivitetsjusterede CES-prisindeks kan approksimeres med ikke-effektivitetsjusterede Törnqvistprisindeks og nogle effektivitetsindeks. Formlerne for disse er udledt i bilag D. Endvidere er der gjort to yderligere approksimationer. Der er benyttet er Paasche-prisindeks i stedet for et Törnqvist prisindeks, og effektivitetsindeksene gennemslag på de effektivitetsjusterede priser vægtes kun med de laggede omkostningsandele ikke et gennemsnit mellem de laggede og de faktiske. Begge approksimationer er ganske gode, hvis der ikke sker meget store ændringer i hverken priser eller mængder fra den ene periode til den næste, hvilket synes at være tilfældet.

Bilag E omskriver på baggrund af formlerne i bilag D ligningerne for faktorinputene fra bilag C til at afhænge af ikke-effektivitetskorrigerede Paascheindeks. Hermed giver bilag E efterspørgslen efter de forskellige faktorinput, som funktion af den samlede produktion, de relative ikke-effektivitetskorrigerede Paascheprisindeks og effektivitetsindeks for de fem faktorinput.

Umiddelbart indgår de samme fem effektivitetsindeks i ligningerne for alle fem faktorinput. Hermed er rekursiv estimation af de forskellige faktorinput på baggrund af ligningerne i bilag E, hvor effektivitetsindeksene er frie trender, ikke muligt. Endvidere er der for få observationer til at estimere de fem faktorefterspørgsler simultant. Dette problem løses ved at betragte hver faktorinputs samlede portefølje af effektivitetsindeks som en fri trend.

Hermed ender vi med en estimeret model for erhverv med KLEBM-nestning, hvor ligevægtsrelationerne er givet ved:

$$\log fV_m = \alpha_M - \sigma_M \log \frac{pvm}{pyc} + \log fX + \log dtfvm \quad (2.1)$$

$$\log fKnb = \alpha_B - \sigma_B \log \frac{uib}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \quad (2.2)$$

$$+ \log fX + \log dtfknb$$

$$\log fVe = \alpha_E - \sigma_E \log \frac{pve}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} \quad (2.3)$$

$$- \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} + \log fX + \log dtfve$$

$$\log fKnm = \alpha_K - \sigma_K \log \frac{uim}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \quad (2.4)$$

$$+ \log fX + \log dtfknm$$

$$\log Hq = \alpha_L - \sigma_K \log \frac{l}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \quad (2.5)$$

$$+ \log fX + \log dthq$$

hvor fX er produktionen, fVm er materialeinput, pvm er prisen på materialer, $fKnb$ er bygningskapital, uib er usercost for bygninger, fVe er energiforbrug, pve er prisen på energi, Hq er arbejdskraft, l er lønnen, $fKnm$ er maskinkapital, uim er usercost for maskiner, mens α_i og σ_i er parametre, $dt\langle i \rangle$ er trender for tilhørende i faktorinput, og $pyc\langle i \rangle$ er et almindeligt Paascheprisindeks for henholdsvis KL, KLE, KLEB og KLEBM aggregatet, hvor sidstnævnte blot hedder pyc .

Dette system er rekursivt. Altså er det konsistent – om end ikke efficient - at estimere ligningerne rekursivt i den opskrevne rækkefølge. Parameteren σ_M estimeres i ligning (2.1), og dette estimat tages som en konstant i de øvrige estimationer. På tilsvarende måde estimeres de resterende substitutionselasticiteter kun i det nest, hvor de første gang optræder.

Da vi ikke ønsker at fremskrive de enkelte faktorinputs trender som eksogene, er vi ikke færdige endnu. Baggrunden for dette ønske er, at vi ved fremskrivninger af simple trender i faktorinputene ikke automatisk får de korrekte asymptotiske egenskaber. Især er der et ønske om, at 1) stabile efterspørgslesmønstre, 2) symmetri mellem lønvækst og arbejdskrafteffektivitet, og 3) vækst alene i arbejdskrafteffektiviteten – jf. GRH01908 – giver stabile lønvoter.

For at have mere styr på disse egenskaber ønsker vi et system, hvor det er nemt at fremskrive vækst i arbejdskrafteffektiviteten alene. Altså ønsker vi at specificere de estimerede trender rent teoretisk. Med formuleringen i bilag E kræver dette at løse fem ligninger med fem ubekendte i et ikke rekursivt system. Dog kan man få et simpelt rekursivt system ved at omskrive

effektivitetsindeksene som henholdsvis det for arbejdskraft og fire for arbejdskraft over de andre. Udtryk for disse trender er udledt i bilag F.

Dette er de endelige ligninger for erhverv med KLEBM-nestningsstruktur. Den samlede model er opskrevet i bilag H, hvor der også er medtaget dynamik. Vi har estimeret modellen på baggrund af ligningerne (2.1)-(2.5), hvor trenderne i disse ligninger er givet ved standard restrikerede 5. grads polynomier med vandrette vækstrater første estimationsår og sidste endelige år samt en værdi på 1 i sidste endelige år. Derfor vil det være nødvendigt at udlede effektivitetsindekset for arbejdskraft og arbejdskraft over de 4 andre effektivitetsindeks. Dette kan på grund af opskrivningen gøres relativt simpelt og rekursivt. Denne udledning er opskrevet i bilag G. Dette er medtaget som forklaring til datagenereringen.

Endelig er blot tilbage at vise et eksempel på de endelige formler givet i bilag I. I modsætning til tidligere er et valgt at sortere efter branche og ikke input-type, da dette sikrer en mere overskuelig overblik over hele den branche-specifikke produktionsfunktion. Her er nf-erhvervet benyttet som eksempel, men ligninger er helt identiske for 5 af KLEBM-erhvervene: nf, nz, b, qf og qz. Landbruget, a, har fuldstændig samme struktur eneste undtagelse er at produktionen fX er høstkorrigeret. Selvom de 3 KLBME-erhverv (ne, ng og qs) ikke har samme nestningsstruktur, så er de skrevet op på fuldstændig tilsvarende måde hvor E blot er rykket yderst i nestningsstrukturen. Endelig er der undtagelserne: e, h og o, som i store træk er uændret ved denne modelversion. Eneste nævneværdige forskel er, at der ikke er nogen maskinkapital i h-erhvervet. Alt maskinkapital fra h-erhvervet er rykket til qz-erhvervet, da der ikke på 56-niveau er sondret mellem kapital til boliger og erhvervsboliger, og vi ikke ønsker et enkelt erhverv, hvor vi stadig skal stå for den dybe datagenerering.

3. Mindre ændringer i forhold til april08

Prisforventninger er blevet mere træge. Dette er dog ikke nok til at fjerne perversiteterne ved at højere priser stadig giver tendens til umiddelbar lavere usercost – jf. GRH31806. Selvom problemet er mindre, så foreslås det at eksogenisere prisforventningerne efter grundforløbet er lagt fast, og inden der foretages stød.

Bruttokapitalen er fuldt ud erstattet med nettokapitalen i den produktive process. Dette skyldes den dårlige datamæssige sammenhæng mellem investeringer og bruttokapital, som giver utroværdige afgangsrater. Hermed er bruttokapital og afgangsrater afskaffet fra modellen.

Usercost har ændret sig en del. For det første er usercost for nettokapitalen nu den interessante størrelse, hvilket gør beregningen simplere. Jeg er gået tilbage til den mere traditionelle måde at opskrive usercost, som minder om den fra juli05. Dog er afskrivningsraten blevet udglattet, og den halve foran inflationsforventningerne er udskiftet med en minus den udglattede afskrivningsrate. For yderligere diskussion af det nye usercostbegreb henvises til GRH08008.

Endelig er dynamikken skrevet op på en ny måde. For det første er tredjegerationsdynamikken helt skrottet. Alle ligninger er nu opskrevet med andengenerationsdynamik. Endvidere er ligningerne vækstkorrigerede. Denne forskel udmønter sig i variablen $r\langle i \rangle, i = hq, fknm, fve, fknb, fvm$, som afspejler trendvæksten i variablen. Dette gør, at faktorinputtet på en balanceret vækststi vil være lig sin ønskede mængde – dvs. man kan regne med at $Hq \rightarrow Hqw$ osv. For yderligere forklaring om væstkorrektion fås i GRH09909 og TMK22O09.

4. Konklusion

I dette papir er givet forslag til, hvordan faktorblokken kan opskrives. Selve opskrivningen er blevet lettere og mere strømlinet. Endvidere er systemet blevet fuldt konsistent, således at øgede energipriser og byggeomkostninger ikke kun giver reduceret efterspørgsel efter disse, men også øget efterspørgsel efter de øverige produktionsfaktorer. Endelig er der rykket rundt på strukturen, så det er lettere at se at systemet er nestet CES og få overblik over det. Tilbage er et par praktiske overvejelser, såsom om man skulle vælge at køre visse erhverv – jeg tænker især på ne, ng og qs – mere eksogent, end det er lagt op til her.

Litteraturliste.

Høegh, Grane (2006), "Inflationsforventninger, usercost og prisstigninger", GRH31806

Høegh, Grane (2008a), "Ny ligning for usercost", GRH08O08

Høegh, Grane (2008b), "Vækstmodelegenskaber", GRH01908

Høegh, Grane (2009), "Vækstkorektion i fejlkorrektionsligninger", GRH09909

Kristensen, Tony M. (2009), "Trendkorrektion i fejlkorrektionsrelationer", TMK22O09

Thomsen, Thomas (2007), "Bias-corrected Törnqvist indicies", TTH15107

Bilag A: Effektivitetsudvidet CES-nyttefunktion

Udvides CES-nyttefunktionen med et effektivitetsindeks får den formen:

$$Y(x_1, x_2) = A \left(\theta^{1/\sigma} (e_1 x_1)^{(\sigma-1)/\sigma} + (1-\theta)^{1/\sigma} (e_2 x_2)^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (5.1)$$

hvor y er output, x_1 og x_2 er input-goder til produktionen, θ og σ er parametre, mens e_1 og e_2 er effektivitetsindekset.

For en given produktion $Y = \bar{Y}$ ønskes det at minimere udgiften til vare 1 og 2. Optimeringsproblemet er givet ved:

$$\begin{aligned} \min_{x_1, x_2} c(p_1, p_2, \bar{Y}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 \\ \text{s.t.} & \end{aligned} \quad (5.2)$$

$$A \left(\theta^{1/\sigma} (e_1 x_1)^{(\sigma-1)/\sigma} + (1-\theta)^{1/\sigma} (e_2 x_2)^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} = \bar{Y}$$

På baggrund af dette kan følgende Lagrangefunktion opskrives:

$$\begin{aligned} L &= p_1 x_1 + p_2 x_2 \\ &- \lambda \left(A \left(\theta^{1/\sigma} (e_1 x_1)^{(\sigma-1)/\sigma} + (1-\theta)^{1/\sigma} (e_2 x_2)^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} - \bar{Y} \right) \end{aligned} \quad (5.3)$$

Første-ordensbetingelserne til Lagrangefunktionen er givet ved:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = p_1 - \lambda A \theta^{1/\sigma} \bar{Y}^{-1/\sigma} e_1^{(\sigma-1)/\sigma} x_1^{-1/\sigma} = 0 \quad (5.4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = p_2 - \lambda A (1-\theta)^{1/\sigma} \bar{Y}^{-1/\sigma} e_2^{(\sigma-1)/\sigma} x_2^{-1/\sigma} = 0 \quad (5.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \bar{Y} - A \left(\theta^{1/\sigma} (e_1 x_1)^{(\sigma-1)/\sigma} + (1-\theta)^{1/\sigma} (e_2 x_2)^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} = 0 \quad (5.6)$$

Ligning (5.4) og (5.5) giver det relative forhold mellem de to varer:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\theta}{1-\theta} \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{-\sigma} \left(\frac{e_1}{e_2} \right)^{\sigma-1} \quad (5.7)$$

Isoleres vare 1 i ligning (5.4), indsættes i ligning (5.5) og isoleres vare 2 fås:

$$x_2 = \left(\theta \left(\frac{p_1}{e_1} \right)^{-(\sigma-1)} + (1-\theta) \left(\frac{p_2}{e_2} \right)^{-(\sigma-1)} \right)^{-\frac{\sigma}{\sigma-1}} (1-\theta) p_2^{-\sigma} e_2^{\sigma-1} \frac{\bar{Y}}{A} \quad (5.8)$$

og indsættes (5.8) i (5.6) og isoleres vare 1 fås:

$$x_1 = \left(\theta \left(\frac{p_1}{e_1} \right)^{-(\sigma-1)} + (1-\theta) \left(\frac{p_2}{e_2} \right)^{-(\sigma-1)} \right)^{-\frac{\sigma}{\sigma-1}} \theta p_1^{-\sigma} e_1^{\sigma-1} \frac{\bar{Y}}{A} \quad (5.9)$$

Indsættes (5.8) og (5.9) i omkostningsfunktionen i (5.2) fås den optimale omkostningsfunktion:

$$C(p_1, p_2, \bar{Y}) = \left(\theta \left(\frac{p_1}{e_1} \right)^{-(\sigma-1)} + (1-\theta) \left(\frac{p_2}{e_2} \right)^{-(\sigma-1)} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \frac{\bar{Y}}{A} \quad (5.10)$$

For en given udgift \bar{C} giver dette den implicitte produktion som:

$$Y(p_1, p_2, \bar{C}) = A \left(\theta \left(\frac{p_1}{e_1} \right)^{-(\sigma-1)} + (1-\theta) \left(\frac{p_2}{e_2} \right)^{-(\sigma-1)} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \bar{C} \quad (5.11)$$

På baggrund af ligning (5.11) kan ligning (5.9) og (5.8) omskrives til:

$$\log x_1 = \log \theta - \sigma \log \frac{p_1}{p_{12}} - (1-\sigma) \log(Ae_1) + \log \frac{\bar{C}}{p_{12}} \quad (5.12)$$

$$\log x_2 = \log(1-\theta) - \sigma \log \frac{p_2}{p_{12}} - (1-\sigma) \log(Ae_2) + \log \frac{\bar{C}}{p_{12}} \quad (5.13)$$

hvor $p_{12} \equiv A^{-1} \left(\theta \left(\frac{p_1}{e_1} \right)^{-(\sigma-1)} + (1-\theta) \left(\frac{p_2}{e_2} \right)^{-(\sigma-1)} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}}$ er CES-prisindekset med effektivitetskorrigerede priser.

Det bør lige nævnes, at funktionen er under-identificeret – dvs. der skal påføres parameterrestriktioner, hvilket der vendes tilbage til i senere bilag.

Bilag B: Opskrivning af produktionsfunktionen

Trenderne i de overordnede nests fanges af de nedre trender, således kan man undlade trender for aggregater uden tab af generalitet – jf. Thomas Thomsen. Hermed er den samlede produktionsfunktion givet ved:

$$fX(fVm, fKLEB) = A_M \left(\theta_M^{1/\sigma_M} (e_M fVm)^{(\sigma_M-1)/\sigma_M} + (1-\theta_M)^{1/\sigma_M} fKLEB^{(\sigma_M-1)/\sigma_M} \right)^{\sigma_M/(\sigma_M-1)} \quad (5.14)$$

$$fKLEB(fKnb, fKLE) = A_B \left(\theta_B^{1/\sigma_B} (e_B fKnb)^{(\sigma_B-1)/\sigma_B} + (1-\theta_B)^{1/\sigma_B} fKLE^{(\sigma_B-1)/\sigma_B} \right)^{\sigma_B/(\sigma_B-1)} \quad (5.15)$$

$$fKLE(fVe, fKL) = A_E \left(\theta_E^{1/\sigma_E} (e_E fVe)^{(\sigma_E-1)/\sigma_E} + (1-\theta_E)^{1/\sigma_E} fKL^{(\sigma_E-1)/\sigma_E} \right)^{\sigma_E/(\sigma_E-1)} \quad (5.16)$$

$$fKL(fKnm, Hq) = A_K \left(\theta_K^{1/\sigma_K} (e_K fKnm)^{(\sigma_K-1)/\sigma_K} + (1-\theta_K)^{1/\sigma_K} (e_L Hq)^{(\sigma_K-1)/\sigma_K} \right)^{\sigma_K/(\sigma_K-1)} \quad (5.17)$$

hvor fX er produktionen, fVm er materialeinput, $fKnb$ er bygningskapital, fVe er energiforbrug, Hq er arbejdskraft og $fKnm$ er maskinkapital, mens A_i , θ_i , σ_i er parametre og e_i er effektivitetsindeks.

Systemet kan ikke identificeres, hvis både A_i og e_i er helt fire. Derfor er e_i fastsat som indeks og er lig 1 i sidste endelige år, mens A_i er konstante over tid og kun fastsætter niveauet.

Der findes direkte data for fX , fVm , $fKnb$, fVe , $fKnm$ og Hq , mens aggregaterne $fKLEB$, $fKLE$ og fKL er uobserverbare syntetiske størrelser.

De samlede omkostninger er givet ved:

$$Yc = pvm \cdot fVm + uib \cdot fKnb + pve \cdot fVe + uim \cdot fKnm + l \cdot Hq \quad (5.18)$$

hvor pvm er prisen på materialer, uib er usercost for bygninger, pve er prisen på energi, l er timelønnen og uim er usercost for maskiner. Underomkostningerne er givet ved:

$$Yckl = uim \cdot fKnm + l \cdot Hq \quad (5.19)$$

$$Yckle = pve \cdot fVe + uim \cdot fKnm + l \cdot Hq \quad (5.20)$$

$$Yckleb = uib \cdot fKnb + pve \cdot fVe + uim \cdot fKnm + l \cdot Hq \quad (5.21)$$

For en given produktion er de omkostningsminimerende forbrug jf. bilag A givet ved:

$$\log fVm = (\log \theta_M - (1-\sigma_M) \log A_M) - \sigma_M \log \frac{pvm}{pklebm} - (1-\sigma_M) \log e_M + \log fX \quad (5.22)$$

$$\begin{aligned} \log fKLEB &= (\log(1-\theta_M) - (1-\sigma_M)\log A_M) \\ &\quad - \sigma_M \log \frac{pkleb}{pklebm} + \log fX \end{aligned} \quad (5.23)$$

$$\begin{aligned} \log fKnb &= (\log \theta_B - (1-\sigma_B)\log A_B) - \sigma_B \log \frac{uib}{pkleb} \\ &\quad - (1-\sigma_B)\log e_B + \log fKLEB \end{aligned} \quad (5.24)$$

$$\begin{aligned} \log fKLE &= (\log(1-\theta_B) - (1-\sigma_B)\log A_B) \\ &\quad - \sigma_B \log \frac{pkle}{pkleb} + \log fKLEB \end{aligned} \quad (5.25)$$

$$\begin{aligned} \log fVe &= (\log \theta_E - (1-\sigma_E)\log A_E) - \sigma_E \log \frac{pve}{pkle} \\ &\quad - (1-\sigma_E)\log e_E + \log fKLE \end{aligned} \quad (5.26)$$

$$\begin{aligned} \log fKL &= (\log(1-\theta_E) - (1-\sigma_E)\log A_E) \\ &\quad - \sigma_E \log \frac{pkl}{pkle} + \log fKLE \end{aligned} \quad (5.27)$$

$$\begin{aligned} \log fKnm &= (\log \theta_K - (1-\sigma_K)\log A_K) - \sigma_K \log \frac{uim}{pkl} \\ &\quad - (1-\sigma_K)\log e_K + \log fKL \end{aligned} \quad (5.28)$$

$$\begin{aligned} \log Hq &= (\log(1-\theta_K) - (1-\sigma_K)\log A_K) - \sigma_K \log \frac{l}{pkl} \\ &\quad - (1-\sigma_K)\log e_L + \log fKL \end{aligned} \quad (5.29)$$

hvor priserne for aggregaterne er givet ved CES-prisindeks:

$$pklebm \equiv A_M^{-1} \left(\theta_M \left(\frac{pvm}{e_M} \right)^{1-\sigma_M} + (1-\theta_M) pkleb^{1-\sigma_M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_M}} \quad (5.30)$$

$$pkleb \equiv A_B^{-1} \left(\theta_B \left(\frac{uib}{e_B} \right)^{1-\sigma_B} + (1-\theta_B) pkle^{1-\sigma_B} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_B}} \quad (5.31)$$

$$pkle \equiv A_E^{-1} \left(\theta_E \left(\frac{pve}{e_E} \right)^{1-\sigma_E} + (1-\theta_E) pkl^{1-\sigma_E} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_E}} \quad (5.32)$$

$$pkl \equiv A_K^{-1} \left(\theta_K \left(\frac{uim}{e_K} \right)^{1-\sigma_K} + (1-\theta_K) \left(\frac{l}{e_L} \right)^{1-\sigma_K} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_K}} \quad (5.33)$$

Ovenstående er prisindeks lig 1 i 2000. Dette fastsætter A_M^{-1} , A_B^{-1} , A_E^{-1} og A_K^{-1} :

$$A_K = \left(\theta_K \left(\frac{uim_{2000}}{e_{K,2000}} \right)^{1-\sigma_K} + (1-\theta_K) \left(\frac{l_{2000}}{e_{L,2000}} \right)^{1-\sigma_K} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_K}} \quad (5.34)$$

$$A_E = \left(\theta_E \left(\frac{1}{e_{E,2000}} \right)^{1-\sigma_E} + (1-\theta_E) \right)^{\frac{1}{1-\sigma_E}} \quad (5.35)$$

$$A_B = \left(\theta_B \left(\frac{uib_{2000}}{e_{B,2000}} \right)^{1-\sigma_B} + (1-\theta_B) \right)^{\frac{1}{1-\sigma_B}} \quad (5.36)$$

$$A_M = \left(\theta_M \left(\frac{pvm_{2000}}{e_{M,2000}} \right)^{1-\sigma_M} + (1-\theta_M) \right)^{\frac{1}{1-\sigma_M}} \quad (5.37)$$

Bilag C. Faktorinput på baggrund af samlet produktion

Faktorinputene givet i bilag B kan opskrives som funktion af samlet produktion ved simpelt at insubstituere formlerne for produktionsaggregaterne i formlerne for faktorinputs. Hermed fås:

$$\log fVm = \alpha_M - \sigma_M \log \frac{pvm}{pklebm} + \log fX - (1 - \sigma_M) \log e_M \quad (5.38)$$

$$\begin{aligned} \log fKnb &= \alpha_B - \sigma_B \log \frac{uib}{pkleb} - \sigma_M \log \frac{pkleb}{pklebm} \\ &+ \log fX - (1 - \sigma_B) \log e_B \end{aligned} \quad (5.39)$$

$$\begin{aligned} \log fVe &= \alpha_E - \sigma_E \log \frac{pve}{pkle} - \sigma_B \log \frac{pkle}{pkleb} \\ &- \sigma_M \log \frac{pkleb}{pklebm} + \log fX - (1 - \sigma_E) \log e_E \end{aligned} \quad (5.40)$$

$$\begin{aligned} \log fKnm &= \alpha_K - \sigma_K \log \frac{uim}{pkl} - \sigma_E \log \frac{pkl}{pkle} \\ &- \sigma_B \log \frac{pkle}{pkleb} - \sigma_M \log \frac{pkleb}{pklebm} \\ &+ \log fX - (1 - \sigma_K) \log e_K \end{aligned} \quad (5.41)$$

$$\begin{aligned} \log Hq &= \alpha_L - \sigma_L \log \frac{l}{pkl} - \sigma_E \log \frac{pkl}{pkle} \\ &- \sigma_B \log \frac{pkle}{pkleb} - \sigma_M \log \frac{pkleb}{pklebm} \\ &+ \log fX - (1 - \sigma_L) \log e_L \end{aligned} \quad (5.42)$$

hvor

$$\alpha_M = \log \theta_M - (1 - \sigma_M) \log A_M \quad (5.43)$$

$$\alpha_B = \begin{pmatrix} \log \theta_B - (1 - \sigma_B) \log A_B \\ + \log(1 - \theta_M) - (1 - \sigma_M) \log A_M \end{pmatrix} \quad (5.44)$$

$$\alpha_E = \begin{pmatrix} \log \theta_E - (1 - \sigma_E) \log A_E \\ + \log(1 - \theta_B) - (1 - \sigma_B) \log A_B \\ + \log(1 - \theta_M) - (1 - \sigma_M) \log A_M \end{pmatrix} \quad (5.45)$$

$$\alpha_K = \begin{pmatrix} \log \theta_K - (1 - \sigma_K) \log A_K \\ + \log(1 - \theta_E) - (1 - \sigma_E) \log A_E \\ + \log(1 - \theta_B) - (1 - \sigma_B) \log A_B \\ + \log(1 - \theta_M) - (1 - \sigma_M) \log A_M \end{pmatrix} \quad (5.46)$$

$$\alpha_L = \begin{pmatrix} \log(1-\theta_K) - (1-\sigma_K)\log A_K \\ + \log(1-\theta_E) - (1-\sigma_E)\log A_E \\ + \log(1-\theta_B) - (1-\sigma_B)\log A_B \\ + \log(1-\theta_M) - (1-\sigma_M)\log A_M \end{pmatrix} \quad (5.47)$$

Bilag D. Effektivitetsjusterede prisindeks

Det effektivitetsjusterede prisindeks for kapital og arbejdskraft, pkl , approksimeres med et Törnqvistprisindeks:

$$D \log(pkl) \approx \left(\frac{1}{2} \frac{Ycl}{Yckl} + \frac{1}{2} \frac{Ycl_{-1}}{Yckl_{-1}} \right) D \log \frac{l}{e_L} + \left(\frac{1}{2} \frac{Yck}{Yckl} + \frac{1}{2} \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} \right) D \log \frac{uim}{e_K} \quad (5.48)$$

hvor $Ycl \equiv l \cdot Hq$ og $Yck \equiv uim \cdot fKnm$. Ovenstående ligning kan omskrives til:

$$D \log(pkl) \approx D \log(pyckl) - \left(\frac{1}{2} \frac{Ycl}{Yckl} + \frac{1}{2} \frac{Ycl_{-1}}{Yckl_{-1}} \right) D \log e_L - \left(\frac{1}{2} \frac{Yck}{Yckl} + \frac{1}{2} \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} \right) D \log e_K \quad (5.49)$$

hvor $pyckl$ er det ikke effektivitetskorrigerede Törnqvistprisindeks. Altså giver ovenstående ligning en approksimativ sammenhæng mellem effektivitet og ikke effektivitetsjusterede prisindeks.

Da omkostningsandelene ikke ændrer sig voldsomt fra periode til periode kan denne sammenhæng igen approksimeres ved:

$$D \log(pkl) \approx D \log(pyckl) - \frac{Ycl_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_L - \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_K \quad (5.50)$$

Tilsvarende kan prisen på $fKLE$ -aggregatet, $pkle$, approksimeres med et Törnqvistprisindeks:

$$D \log(pkle) \approx \left(\frac{1}{2} \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ve}{Yckle} \right) D \log \frac{pve}{e_E} + \left(\frac{1}{2} \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Yckl}{Yckle} \right) D \log pkl \quad (5.51)$$

hvor $Ve = pve \cdot fVe$. Indsættes udtrykket for pkl fra (5.49) fås:

$$D \log(pkle) \approx \left(\frac{1}{2} \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ve}{Yckle} \right) D \log \frac{pve}{e_E} - \left(\frac{1}{2} \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Yckl}{Yckle} \right) D \log(pyckl) - \left(\frac{1}{2} \frac{Ycl_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ycl}{Yckle} \right) D \log e_L - \left(\frac{1}{2} \frac{Ycm_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ycm}{Yckle} \right) D \log e_K \quad (5.52)$$

hvilket kan omskrives til:

$$\begin{aligned}
D \log(pkle) &\approx D \log(pyckle) \\
&\quad - \left(\frac{1}{2} \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ve}{Yckle} \right) D \log e_E \\
&\quad - \left(\frac{1}{2} \frac{Ycl_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ycl}{Yckle} \right) D \log e_L \\
&\quad - \left(\frac{1}{2} \frac{Ycm_{-1}}{Yckle_{-1}} + \frac{1}{2} \frac{Ycm}{Yckle} \right) D \log e_K
\end{aligned} \tag{5.53}$$

hvor $pyckle$ er det ikke effektivitetskorrigerede prisindeks. Igen vælges den simple approssimation:

$$\begin{aligned}
D \log(pkle) &\approx D \log(pyckle) - \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_E \\
&\quad - \frac{Ycl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_L - \frac{Ycm_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_K
\end{aligned} \tag{5.54}$$

På fuldstændig tilsvarende måde kan prisindekset for $fKLEB$ -agregatet, $pkleb$, approssimeres ved:

$$\begin{aligned}
D \log(pkleb) &\approx D \log(pyckleb) - \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_B - \frac{Ve_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_E \\
&\quad - \frac{Ycl_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_L - \frac{Ycm_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_K
\end{aligned} \tag{5.55}$$

hvor $pyckleb$ er det ikke effektivitetskorrigerede prisindeks for $fKLEB$ og $Ycb \equiv uib \cdot fKnb$.

Endelig kan det sidste prisaggregat approssimeres ved:

$$\begin{aligned}
D \log(pklebm) &\approx D \log(pyc) - \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_M - \frac{Ycb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_B \\
&\quad - \frac{Ve_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_E - \frac{Ycl_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_L - \frac{Ycm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_K
\end{aligned} \tag{5.56}$$

hvor pyc er det ikke effektivitetskorrigerede prisindeks for $fKLEBM$ og $Vm \equiv pvm \cdot fVm$.

Bilag E. Faktorinput med ikke-effektivitetsjusterede prisindeks

Faktorinputene givet i bilag C kan opskrives som en funktion af ikke-effektivitetsjusterede priser:

$$\log fVm = \alpha_M - \sigma_M \log \frac{pvm}{pyc} + \log fX + \log dtfvm \quad (5.57)$$

$$\begin{aligned} \log fKnb &= \alpha_B - \sigma_B \log \frac{uib}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \\ &+ \log fX + \log dtfknb \end{aligned} \quad (5.58)$$

$$\begin{aligned} \log fVe &= \alpha_E - \sigma_E \log \frac{pve}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} \\ &- \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} + \log fX + \log dtfve \end{aligned} \quad (5.59)$$

$$\begin{aligned} \log fKnm &= \alpha_K - \sigma_K \log \frac{uim}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} \\ &- \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \\ &+ \log fX + \log dtfknm \end{aligned} \quad (5.60)$$

$$\begin{aligned} \log Hq &= \alpha_L - \sigma_K \log \frac{l}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} \\ &- \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pyc} \\ &+ \log fX + \log dthq \end{aligned} \quad (5.61)$$

hvor

$$\log dtfvm \equiv -\log e_M + \sigma_M \log \frac{e_M}{e_{KLEBM}} \quad (5.62)$$

$$\log dtfknb \equiv -\log e_B + \sigma_B \log \frac{e_B}{e_{KLEB}} + \sigma_M \log \frac{e_{KLEB}}{e_{KLEBM}} \quad (5.63)$$

$$\begin{aligned} \log dtfve &\equiv -\log e_E + \sigma_E \log \frac{e_E}{e_{KLE}} \\ &+ \sigma_B \log \frac{e_{KLE}}{e_{KLEB}} + \sigma_M \log \frac{e_{KLEB}}{e_{KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.64)$$

$$\begin{aligned} \log dtfknm &\equiv -\log e_K + \sigma_K \log \frac{e_K}{e_{KL}} + \sigma_E \log \frac{e_{KL}}{e_{KLE}} \\ &+ \sigma_B \log \frac{e_{KLE}}{e_{KLEB}} + \sigma_M \log \frac{e_{KLEB}}{e_{KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.65)$$

$$\begin{aligned} \log dthq &\equiv -\log e_L + \sigma_K \log \frac{e_L}{e_{KL}} + \sigma_E \log \frac{e_{KL}}{e_{KLE}} \\ &+ \sigma_B \log \frac{e_{KLE}}{e_{KLEB}} + \sigma_M \log \frac{e_{KLEB}}{e_{KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.66)$$

og

$$\log e_{KLEBM} = \log \frac{pyc}{pklebm} \quad (5.67)$$

$$\log e_{KLEB} = \log \frac{pyckleb}{pkleb} \quad (5.68)$$

$$\log e_{KLE} = \log \frac{pyckle}{pkle} \quad (5.69)$$

$$\log e_{KL} = \log \frac{pyckl}{pkl} \quad (5.70)$$

På baggrund af bilag D fås, at forholdet mellem effektivitets og ikke-effektivitetsjusterede priser er givet ved:

$$D \log \frac{pyckl}{pkl} \approx \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_K + \frac{Ycl_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_L \quad (5.71)$$

$$D \log \frac{pyckle}{pkle} \approx \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_E + \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{KL} \quad (5.72)$$

$$D \log \frac{pyckleb}{pkleb} \approx \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_B + \frac{Yckle_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{KLE} \quad (5.73)$$

$$D \log \frac{pyc}{pklebm} \approx \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_M + \frac{Yckleb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{KLEB} \quad (5.74)$$

Disse udtryk indsættes:

$$\log e_{KL} \approx \log e_{KL,-1} + \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_K + \frac{Ycl_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_L \quad (5.75)$$

$$\log e_{KLE} \approx \log e_{KLE,-1} + \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_E + \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{KL} \quad (5.76)$$

$$\log e_{KLEB} \approx \log e_{KLEB,-1} + \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_B + \frac{Yckle_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{KLE} \quad (5.77)$$

$$\log e_{KLEBM} \approx \log e_{KLEBM,-1} + \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_M + \frac{Yckleb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{KLEB} \quad (5.78)$$

Niveauerne findes ved, at alle effektivitetsindeks er lig 1 i sidste endelige år.

Bilag F. Trender opskrevet i forhold til arbejdskrafteffektivitet

Effektivitetsindeksene fra bilag E kan omskrives til:

$$\log dtfvm \equiv \log \frac{e_{L/M}}{e_L} - \sigma_M \log \frac{e_{L/M}}{e_{L/KLEBM}} \quad (5.79)$$

$$\log dtfknb \equiv \log \frac{e_{L/B}}{e_L} - \sigma_B \log \frac{e_{L/B}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}} \quad (5.80)$$

$$\log dtfve \equiv \log \frac{e_{L/E}}{e_L} - \sigma_E \log \frac{e_{L/E}}{e_{L/KLE}} \quad (5.81)$$

$$- \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}}$$

$$\log dtfknm \equiv \log \frac{e_{L/K}}{e_L} - \sigma_K \log \frac{e_{L/K}}{e_{L/KL}} - \sigma_E \log \frac{e_{L/KL}}{e_{L/KLE}} \quad (5.82)$$

$$- \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}}$$

$$\log dthq \equiv -\log e_L - \sigma_K \log \frac{1}{e_{L/KL}} - \sigma_E \log \frac{e_{L/KL}}{e_{L/KLE}} \quad (5.83)$$

$$- \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}}$$

og de aggregerede indeks kan omskrives til:

$$\log e_{L/KL} \approx \log e_{L/KL,-1} + \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_{L/K} \quad (5.84)$$

$$\log e_{L/KLE} \approx \log e_{L/KLE,-1} + \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/E} + \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/KL} \quad (5.85)$$

$$\log e_{L/KLEB} \approx \log e_{L/KLEB,-1} + \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/B} \quad (5.86)$$

$$+ \frac{Yckle_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/KLE}$$

$$\log e_{L/KLEBM} \approx \log e_{L/KLEBM,-1} + \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/M} \quad (5.87)$$

$$+ \frac{Yckleb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/KLEB}$$

Bilag G. Udledning af effektivitetsindeks

Under estimation tages $dtfknm$, $dthq$, $dtfve$, $dtfknb$ og $dtfvm$ som egenrådige trender. På baggrund af disse udledes effektivitetsindeksene:

$$\log e_{L/K} = \frac{\log(dtfknm/dthq)}{1-\sigma_K} \quad (5.88)$$

$$\log e_{L/KL} = \log e_{L/KL,-1} + \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_{L/K} \quad (5.89)$$

$$\log e_{L/E} = \frac{1}{1-\sigma_E} \left(\log(dtfve/dtfknm) + (1-\sigma_K) \log e_{L/K} \right. \\ \left. + (\sigma_K - \sigma_E) \log e_{L/KL} \right) \quad (5.90)$$

$$\log e_{L/KLE} = \log e_{L/KLE,-1} + \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/E} + \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/KL} \quad (5.91)$$

$$\log e_{L/B} = \frac{1}{1-\sigma_B} \left(\log(dtfy cb/dtfve) + (1-\sigma_E) \log e_{L/E} \right. \\ \left. + (\sigma_E - \sigma_B) \log e_{L/KLE} \right) \quad (5.92)$$

$$\log e_{L/KLEB} = \log e_{L/KLEB,-1} + \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/B} \\ + \frac{Yckle_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/KLE} \quad (5.93)$$

$$\log e_{L/M} = \frac{1}{1-\sigma_M} \left(\log(dtfv m/dtfknb) + (1-\sigma_B) \log e_{L/B} \right. \\ \left. + (\sigma_B - \sigma_M) \log e_{L/KLEB} \right) \quad (5.94)$$

$$\log e_{L/KLEBM} = \log e_{L/KLEBM,-1} + \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/M} \\ + \frac{Yckleb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/KLEB} \quad (5.95)$$

$$\log e_L \equiv -\log dtfv m + \log e_{L/M} - \sigma_M \log \frac{e_{L/M}}{e_{L/KLEBM}} \quad (5.96)$$

Bilag H. Model for faktorinput med dynamik

Den samlede model for faktorinput er givet ved:

$$D \log fVm = \phi_M D \log fVmw + (1 - \phi_M) rfvm - \gamma_M (\log fVm_{-1} - \log fVmw_{-1}) \quad (5.97)$$

$$D \log fKnb = \phi_B D \log fKnbw + (1 - \phi_B) rfknb - \gamma_B (\log fKnb_{-1} - \log fKnbw_{-1}) \quad (5.98)$$

$$D \log fVe = \phi_E D \log fVew + (1 - \phi_E) rfve - \gamma_E (\log fVe_{-1} - \log fVew_{-1}) \quad (5.99)$$

$$D \log fKnm = \phi_M D \log fKnmw + (1 - \phi_M) rfknm - \gamma_M (\log fKnm_{-1} - \log fKnmw_{-1}) \quad (5.100)$$

$$D \log Hq = \phi_L D \log Hqw + (1 - \phi_L) rhq - \gamma_L (\log Hq_{-1} - \log Hqw_{-1}) \quad (5.101)$$

hvor ligevægten er givet ved:

$$\log fVmw \equiv \alpha_M - \sigma_M \log \frac{pvm}{pycklebm} + \log fX + \log dtfvm \quad (5.102)$$

$$\log fKnbw \equiv \alpha_B - \sigma_B \log \frac{uib}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pycklebm} + \log fX + \log dtfknb \quad (5.103)$$

$$\log fVew \equiv \alpha_E - \sigma_E \log \frac{pve}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pycklebm} + \log fX + \log dtfve \quad (5.104)$$

$$\log fKnmw \equiv \alpha_K - \sigma_K \log \frac{uim}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pycklebm} + \log fX + \log dtfknm \quad (5.105)$$

$$\log Hqw \equiv \alpha_L - \sigma_K \log \frac{l}{pyckl} - \sigma_E \log \frac{pyckl}{pyckle} - \sigma_B \log \frac{pyckle}{pyckleb} - \sigma_M \log \frac{pyckleb}{pycklebm} + \log fX + \log dthq \quad (5.106)$$

hvor trenderne er givet ved:

$$\log dtfvm \equiv \log \frac{e_{L/M}}{e_L} - \sigma_M \log \frac{e_{L/M}}{e_{L/KLEBM}} \quad (5.107)$$

$$\log dtfknb \equiv \log \frac{e_{L/B}}{e_L} - \sigma_B \log \frac{e_{L/B}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}} \quad (5.108)$$

$$\begin{aligned} \log dtfve \equiv & \log \frac{e_{L/E}}{e_L} - \sigma_E \log \frac{e_{L/E}}{e_{L/KLE}} \\ & - \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.109)$$

$$\begin{aligned} \log dtfknm \equiv & \log \frac{e_{L/K}}{e_L} - \sigma_K \log \frac{e_{L/K}}{e_{L/KL}} - \sigma_E \log \frac{e_{L/KL}}{e_{L/KLE}} \\ & - \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.110)$$

$$\begin{aligned} \log dthq \equiv & -\log e_L - \sigma_K \log \frac{1}{e_{L/KL}} - \sigma_E \log \frac{e_{L/KL}}{e_{L/KLE}} \\ & - \sigma_B \log \frac{e_{L/KLE}}{e_{L/KLEB}} - \sigma_M \log \frac{e_{L/KLEB}}{e_{L/KLEBM}} \end{aligned} \quad (5.111)$$

og

$$\log e_{L/KL} \approx \log e_{L/KL,-1} + \frac{Yck_{-1}}{Yckl_{-1}} D \log e_{L/K} \quad (5.112)$$

$$\log e_{L/KLE} \approx \log e_{L/KLE,-1} + \frac{Ve_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/E} + \frac{Yckl_{-1}}{Yckle_{-1}} D \log e_{L/KL} \quad (5.113)$$

$$\begin{aligned} \log e_{L/KLEB} \approx & \log e_{L/KLEB,-1} + \frac{Ycb_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/B} \\ & + \frac{Yckle_{-1}}{Yckleb_{-1}} D \log e_{L/KLE} \end{aligned} \quad (5.114)$$

$$\begin{aligned} \log e_{L/KLEBM} \approx & \log e_{L/KLEBM,-1} + \frac{Vm_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/M} \\ & + \frac{Yckleb_{-1}}{Yc_{-1}} D \log e_{L/KLEB} \end{aligned} \quad (5.115)$$

Bilag I: Eksempel på formelkode for nf-erhvervet.

```

() -----
() nf-erhvervet
() -----

() ----- Usercost m.m. -----
FRML _DJRD
bfinvbnfe
= 0.8*bfinvbnfe(-1)+0.2*bfinvbnf $

FRML _DJRD
uibnf
= (1-tsdsu*bivbu)/(1-tsdsu)
*( (1-tsdsu)*iwbz+bfinvbnfe-(1-bfinvbnfe)*rpibpe+0.2*tqej)*pibnf
$

FRML _DJ_D
rpimnfe
= 0.8*rpimnfe(-1)+0.2*(pimnf/pimnf(-1)-1) $

FRML _DJRD
bfinvmnfe
= 0.8*bfinvmnfe(-1)+0.2*bfinvmnf $

FRML _DJRD
uimnf
= (1-tsdsu*bivmu)/(1-tsdsu)
*( (1-tsdsu)*iwlo+bfinvmnfe-(1-bfinvmnfe)*rpimnfe)*pimnf $

() ----- Prisaggregater -----
FRML _D__D
pycklnf
= pycklnf(-1)
* (uimnf*fKnmnf+lnf*hqnf)
/ (uimnf(-1)*fKnmnf+lnf(-1)*hqnf) $

FRML _D__D
pycklenf
= pycklenf(-1)
* (uimnf*fKnmnf+lnf*hqnf+pvenf*fVenf)
/ (uimnf(-1)*fKnmnf+lnf(-1)*hqnf+pvenf(-1)*fVenf) $

FRML _D__D
pycklebnf
= pycklebnf(-1)
* (uimnf*fKnmnf+lnf*hqnf
+pvenf*fVenf+uibnf*fKnbfnf)
/ (uimnf(-1)*fKnmnf+lnf(-1)*hqnf
+pvenf(-1)*fVenf+uibnf(-1)*fKnbfnf) $

FRML _D__D
pycnf
= pycnf(-1)
* (uimnf*fKnmnf+lnf*hqnf+pvenf*fVenf
+uibnf*fKnbfnf+pvmnf*fVmnf )
/ (uimnf(-1)*fKnmnf+lnf(-1)*hqnf+pvenf(-1)*fVenf
+uibnf(-1)*fKnbfnf+pvmnf(-1)*fVmnf ) $

```

() ----- Effektivitetsindeks -----

FRML _D__D
 $\log(\text{dtlklnf})$
 $= \log(\text{dtlklnf}(-1))$
 $+ (\text{uimnf}(-1) * \text{fKnmnf}(-1) / \text{Ycklnf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlknf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtlklenf})$
 $= \log(\text{dtlklenf}(-1))$
 $+ (\text{pvenf}(-1) * \text{fVenf}(-1) / \text{Ycklenf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlenf})$
 $+ (\text{Ycklnf}(-1) / \text{Ycklenf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlklnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtlklebnf})$
 $= \log(\text{dtlklebnf}(-1))$
 $+ (\text{uibnf}(-1) * \text{fKnbnf}(-1) / \text{Ycklebnf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlbnf})$
 $+ (\text{Ycklenf}(-1) / \text{Ycklebnf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlklenf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtlxnf})$
 $= \log(\text{dtlxnf}(-1))$
 $+ (\text{pvmnf}(-1) * \text{fVmnf}(-1) / \text{Ycnf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlmnf})$
 $+ (\text{Ycklebnf}(-1) / \text{Ycnf}(-1)) * \text{Dlog}(\text{dtlklebnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtfvmnf})$
 $= \log(\text{dtlmnf} / \text{dtlnf})$
 $- 0.59449 * \log(\text{dtlmnf} / \text{dtlxnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtfkbnf})$
 $= \log(\text{dtlbnf} / \text{dtlnf})$
 $- 0.00000 * \log(\text{dtlbnf} / \text{dtlklebnf})$
 $- 0.59449 * \log(\text{dtlklebnf} / \text{dtlxnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtfvenf})$
 $= \log(\text{dtlenf} / \text{dtlnf})$
 $- 0.40000 * \log(\text{dtlenf} / \text{dtlklenf})$
 $- 0.00000 * \log(\text{dtlklenf} / \text{dtlklebnf})$
 $- 0.59449 * \log(\text{dtlklebnf} / \text{dtlxnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dtfknmnf})$
 $= \log(\text{dtlknf} / \text{dtlnf})$
 $- 0.20000 * \log(\text{dtlknf} / \text{dtlklnf})$
 $- 0.40000 * \log(\text{dtlklnf} / \text{dtlklenf})$
 $- 0.00000 * \log(\text{dtlklenf} / \text{dtlklebnf})$
 $- 0.59449 * \log(\text{dtlklebnf} / \text{dtlxnf}) \text{ \$}$

FRML _D__D
 $\log(\text{dthqnf})$
 $= -\log(\text{dtlnf})$
 $- 0.20000 * \log(1 / \text{dtlklnf})$
 $- 0.40000 * \log(\text{dtlklnf} / \text{dtlklenf})$
 $- 0.00000 * \log(\text{dtlklenf} / \text{dtlklebnf})$
 $- 0.59449 * \log(\text{dtlklebnf} / \text{dtlxnf}) \text{ \$}$

() ----- **Ligevægt** -----

FRML _DJRD
 $\log(fVmnfw)$
 $= (-0.28609) - 0.59449 * \log(pvmnf/pycnf)$
 $+ \log(fXnf) + \log(dtvmnf)$ \$

FRML _DJRD
 $\log(fKnbnfw)$
 $= (-1.19244) - 0.00000 * \log(uibnf/pycklebnf)$
 $- 0.59449 * \log(pycklebnf/pycnf)$
 $+ \log(fXnf) + \log(dtfnbnf)$ \$

FRML _DJRD
 $\log(fVenfw)$
 $= (-3.88082) - 0.40000 * \log(pvenf/pycklenf)$
 $- 0.00000 * \log(pycklenf/pycklebnf)$
 $- 0.59449 * \log(pycklebnf/pycnf)$
 $+ \log(fXnf) + \log(dtvenf)$ \$

FRML _DJRD
 $\log(fknmnfw)$
 $= (-1.83562) - 0.20000 * \log(uimnf/pycklnf)$
 $- 0.40000 * \log(pycklnf/pycklenf)$
 $- 0.00000 * \log(pycklenf/pycklebnf)$
 $- 0.59449 * \log(pycklebnf/pycnf)$
 $+ \log(fXnf) + \log(dtfnmnf)$ \$

FRML _DJRD
 $\log(HQnfw)$
 $= (-5.98018) - 0.20000 * \log(lnf/pycklnf)$
 $- 0.40000 * \log(pycklnf/pycklenf)$
 $- 0.00000 * \log(pycklenf/pycklebnf)$
 $- 0.59449 * \log(pycklebnf/pycnf)$
 $+ \log(fXnf) + \log(dthqnf)$ \$

() ----- **Faktorinput** -----

FRML _SJRDF
 $D\log(fVmnf)$
 $= 1.00000 * D\log(fVmnfw) + (1 - 1.00000) * rfvmnf$
 $- 0.99824 * (\log(fVmnf(-1)) - \log(fVmnfw(-1)))$ \$

FRML _SJRDF
 $D\log(fKnbnf)$
 $= 0.20000 * D\log(fKnbnfw) + (1 - 0.20000) * rfnbnf$
 $- 0.15226 * (\log(fKnbnf(-1)) - \log(fKnbnfw(-1)))$ \$

FRML _SJRDF
 $D\log(fVenf)$
 $= 0.38067 * D\log(fVenfw) + (1 - 0.38067) * rfvenf$
 $- 0.43050 * (\log(fVenf(-1)) - \log(fVenfw(-1)))$ \$

FRML _SJRDF
 $D\log(fknmnf)$
 $= 0.10000 * D\log(fKnmnfw) + (1 - 0.10000) * rfnmnf$
 $- 0.10000 * (\log(fKnmnf(-1)) - \log(fKnmnfw(-1)))$ \$

FRML _SJRDF
 $D\log(HQnf)$
 $= 0.20000 * D\log(HQnfw) + (1 - 0.20000) * rhqnf$
 $- 0.28808 * (\log(HQnf(-1)) - \log(HQnfw(-1)))$ \$

() ----- Aggregater -----

FRML _I
 Ycklnf
 $= \text{lnf} * \text{hqnf} + \text{uimnf} * \text{fknmnf} \text{ \$}$

FRML _I
 Ycklenf
 $= \text{ycklnf} + \text{pvenf} * \text{fvenf} \text{ \$}$

FRML _I
 Ycklebnf
 $= \text{Ycklenf} + \text{uibnf} * \text{fknbnf} \text{ \$}$

FRML _I
 Ycnf
 $= \text{Ycklebnf} + \text{pvmnf} * \text{fvnmf} \text{ \$}$

() ----- Investeringer og afskrivninger -----

FRML _GJRD
 fIbnf
 $= (\text{fKnbnf} - (1 - \text{bfinvbnf}) * \text{fKnbnf}(-1)) * \text{pknbnf}(-1) / (0.5 * \text{pibnf}(-1) + 0.5 * \text{pibnf}) \text{ \$}$

FRML _I
 fInvbnf
 $= \text{bfinvbnf} * \text{fKnbnf}(-1) * \text{pknbnf}(-1) / (0.5 * \text{pinvbnf}(-1) + 0.5 * \text{pinvbnf}) \text{ \$}$

FRML _GJRD
 fImnf
 $= (\text{Dif}(\text{fKnmnf}) + \text{bfinvmnf} * \text{fKnmnf}(-1)) * \text{pknmnf}(-1) / (0.5 * \text{pimnf}(-1) + 0.5 * \text{pimnf}) \text{ \$}$

FRML _I
 fInvmnf
 $= \text{bfinvmnf} * \text{fKnmnf}(-1) * \text{pknmnf}(-1) / (0.5 * \text{pinvmnf}(-1) + 0.5 * \text{pinvmnf}) \text{ \$}$

() ----- Beskæftigelse m.m. -----

FRML _DJRD
 Qnf
 $= \text{HQnf} / (\text{bqsnf} * \text{hgsnf} + (1 - \text{bqsnf}) * \text{hgwnf}) * 1000 \text{ \$}$

FRML _D
 Qsnf
 $= \text{bqsnf} * \text{Qnf} \text{ \$}$

FRML _I
 Qwnf
 $= \text{Qnf} - \text{Qsnf} \text{ \$}$

FRML _D
 Ywnf
 $= \text{lnakk1} * \text{Hgwnf} * \text{Qwnf} * 0.001 * \text{klnf} \text{ \$}$

FRML _DJR
 lnf
 $= (\text{Ywnf} + \text{siqnfl}) / (\text{Qwnf} * \text{Hgwnf}) * 1000 \text{ \$}$

() Kapitalapparat, afskrivninger og investeringer i løbende priser

FRML _I
Knbnf
= pknbnf*fKnbnf \$

FRML _I
Invbnf
= pinvbnf*fInvbnf \$

FRML _I
Ibnf
= pibnf*fIbnf \$

FRML _I
Knmnf
= pknmnf*fKnmnf \$

FRML _I
Invmnf
= pinvmnf*fInvmnf \$

FRML _I
Imnf
= pimnf*fImnf \$