

## Problemet med datering af kapitalapparatet

### Resumé:

*I dette papir beskrives, hvorledes efterspørgslen efter kapital afhænger af dateringen af, hvornår kapitalapparatet er produktivt. Bilbeholdningen tages som eksempel, og der tages udgangspunkt i et (evt. fleksibelt) CES-efterspørgselssystem.*

---

GRH11d07

Nøgleord: Kapitalapparat, datering, primo, ultimo, medio, kapital, ydelse, bilydelse

*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

I den tidligere jul05 version af ADAM er kapitalapparatet de fleste steder opgivet således, at det kan tolkes, som om alle investeringer foretages primo i perioden. Dette er dog ikke i overensstemmelse med den måde Nationalregnskabet opgør investeringerne på. Samtidig var det ikke helt konsistent gennemført<sup>1</sup>.

I den nuværende version af ADAM jul07 er udgifter til kapitalapparatet givet på baggrund af mediokapitalapparater. Dette er i overensstemmelse med, at kapitalapparatet anskaffes løbende og i gennemsnit medio. Til gengæld er det stadig ultimokapitalapparatet, som benyttes i produktionen. Det var tænkt at rette op på dette, men er på grund af andre prioriteringer endnu ikke gjort.

At ændre, hvilket kapitalapparat der er det produktive, kan have større konsekvenser. Det har selvfølgelig en indflydelse på den forudsagte produktion og herigennem produktiviteten, hvis den er residualt defineret. Samtidig har det betydning for den efterspurgte mængde af kapitalapparatet, hvilket er, hvad dette papir handler om. Det beskriver, hvorledes efterspørgslen efter kapitalapparatet afhænger af, hvorledes det produktive kapitalapparat dateres.

Selve papiret er opdelt som følger. I afsnit 2 gives en kort opridsning af hvad der menes med ydelser, og hvordan de er knyttet til kapitalapparatet. Herefter beskrives, hvordan dateringen af, hvornår et kapitalapparat er produktivt, påvirker efterspørgslen. Der tages udgangspunkt i biler som kapitalgode, og det der beskrives er et nestet CES-efterspørgselsystem eventuelt et fleksibelt, som det nye forbrugssystem, der forventes implementeret 2009-modellen. Afsnit 3 gennemgår nestet med biler med ultimokapitalapparatet som det produktive. I afsnit 4 gennemgås det med mediokapitalapparatet som det produktive, mens afsnit 5 beskriver det, når primokapitalapparatet er det produktive. Endelig gives en konklusion i afsnit 6.

## 2. Ydelser og kapitalapparater

Ydelser navngivet  $fC\{i\}u$  og bruttokapitalapparater navngivet  $fK\{i\}$  er tæt forbundne. Pr. definition er ydelsen den strøm af produktive ydelser, der kommer fra kapitalapparatet. Kapitalapparatet er angivet i ultimostørrelser. Investeringerne i og opbygningen af kapitalapparatet sker løbende gennem året. I den nuværende version af ADAM er det antaget, at kapitalapparatet kan tages i brug, når det anskaffes. I gennemsnit anskaffes nyt kapitalapparat medio perioden. Således er den produktive kapacitet for kapitalapparatet givet ved  $\frac{1}{2}fK\{i\} + \frac{1}{2}fK\{i\}_{-1}$ . Alternativt kunne man antage, at kapitalapparatet først

---

<sup>1</sup> Ultimobeholdningen indgik alle steder i produktionsfunktionerne, samtidig blev usercost beregnet pr. enhed ultimobruttokapital, og de samlede udgifter blev beregnet ud fra ultimonetto beholdningen. Her var eneste inkonsistens, at afskrivningsraten blev beregnet ud fra primobeholdningen, hvilket er en mindre detalje. For boliger og biler var det dog lavet anderledes, da usercost her blev beregnet for primokapitalapparatet.

var produktivt perioden efter, således at den produktive kapacitet for kapitalapparatet er  $fK\{i\}_{-1}$ . Endelig kunne man antage, at ultimokapitalapparatet er produktivt gennem hele perioden. Dette er dog i modstrid med, at investeringerne bliver foretaget i løbet af perioden og jævnt fordelt over hele året, hvorfor kapitalprisen i Nationalregnskabet på mikroniveau er et simpelt gennemsnit af primo- og ultimoprisen.

Definitionen af ydelser lyder entydig, men er det kun, hvis kapitalapparatet tages i brug umiddelbart, når det installeres. Ifølge Nationalregnskabet sker dette jo som sagt i løbet af året – dvs. i gennemsnit medio. Herved er det forbrug, der er knyttet til kapitalapparatet i løbet af året – udgiften divideret med prisen i løbet af året – præcis den samme som den produktionskapacitet, der opnås fra kapitalapparatet – den reale ydelse. Skal ydelsen ansues som forbrug, så bør den dateres efter, hvornår udgiften finder sted, men skal den indgå i produktionsfunktionen, så skal den defineres efter, hvornår den reale ydelse er der. Ved produktivt mediokapitalapparat er dette automatisk opfyldt og ved ultimodatering er det opfyldt, hvis alle investeringer foretages primo.

Problemstillingen er den samme for produktion og forbrug, men jeg vil her tage udgangspunkt i forbrug, og benytte bilbeholdningen som eksempel. Tilsammen giver bilydelsen  $fCbu_t$  og benzinforbruget  $fCg_t$  transportforbruget  $fCgb_t$ . Fordeles transportforbruget til bilydelsen og benzinforbruget via en CES-nyttfunktion, så er det relative ligevægtsforhold givet ved:

$$\log \frac{fCg_t}{fCbu_t} = \log \theta_t - \sigma \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} \quad (2.1)$$

hvor  $\sigma$  er substitutionselasticiteten,  $\theta_t$  enten er en konstant eller afhængigt af transportforbruget – jf. GRH27n07 – mens  $pcg_t / pcb_u_t$  er de relative priser.

### 3. Ultimokapitalapparatet som produktivt kapitalapparat

1. Den 1/1 er kapitalapparatet  $fK_{i,t-1}$ .
2. Den 2/1 afskrives kapitalapparatet til  $(1 - \delta_{i,t}) fK_{i,t-1}$ .
3. Den 3/1 rejstures kapitalapparatet gennem investeringer og salg (negative investeringer) til  $fK_{i,t} = (1 - \delta_{i,t}) fK_{i,t-1} + fI_{i,t}$ .
4. Fra den 3/1 til den 31/12 er kapitalapparatet  $fK_{i,t}$  og dette er det produktive kapitalapparat gennem perioden.

Er ultimokapitalapparatet det produktive kapitalapparat, og foretages investeringerne primo, så fås at kapitalapparatet og bilydelsen er proportionale:

$$fCbu_t = \omega fK_t \quad (3.1)$$

Kapitalapparatet i ligevægt er herved givet ved:

$$\log \frac{fCg_t}{fK_t} = \log \tilde{\theta}_t - \sigma \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} \quad (3.2)$$

hvor  $\log \tilde{\theta}_t \equiv \log \theta_t + \log \omega$ . Der kan på sædvanlig vis indføres dynamik. Alt i alt fås pæne resultater, hvilket er den helt store fordel ved denne formulering.

Den store og alafgørende ulempe ved denne formulering er, at den antager, at investeringerne foretages primo. Dette er i modstrid med Nationalregnskabets opgørelser af investerings- og kapitalpriser og mængder. Her anskaffes kapitalapparatet i løbet af perioden primoprisen på mikrokapitalapparat er lig gennemsnittet af de to nærmeste årsgennemsnitspriser – og ikke blot lig årsgennemsnittet. I appendiks A og B er opgivet to ækvivalente måder at opskrive systemet, hvor det antages, at investeringerne foretages primo.

Alternativt kan det selvfølgelig antages, at kapitalapparatet anskaffes i løbet af året – medio i gennemsnit – men allerede er produktivt primo. Dette er sådan, man skal fortolke det, der ligger i den nuværende version af ADAM. I appendiks C er systemet skrevet op under denne specifikation.

Bilag D viser de ADAM-ligninger for et produktivt mediokapitalapparat med investeringer og afskrivninger primo, mod det der allerede er i modellen i dag for nm-erhvervets maskiner.

#### 4. Mediokapitalapparatet som produktivt kapitalapparat

1. Den 1/1 er kapitalapparatet  $fK_{i,t-1}$ .
2. Den 30/6 afskrives kapitalapparatet til  $(1 - \delta_{i,t})fK_{i,t-1}$ .
3. Den 1/7 rejstures kapitalapparatet gennem investeringer og salg (negative investeringer) til  $fK_{i,t} = (1 - \delta_{i,t})fK_{i,t-1} + fI_{i,t}$ .
4. Det produktive kapitalapparat er givet ved  $\frac{1}{2}fK_{i,t-1} + \frac{1}{2}fK_{i,t}$ .

Er mediokapitalapparatet det produktive kapitalapparat, så fås, at gennemsnittet af primo- og ultimokapitalapparatet og bilydelsen er proportionale:

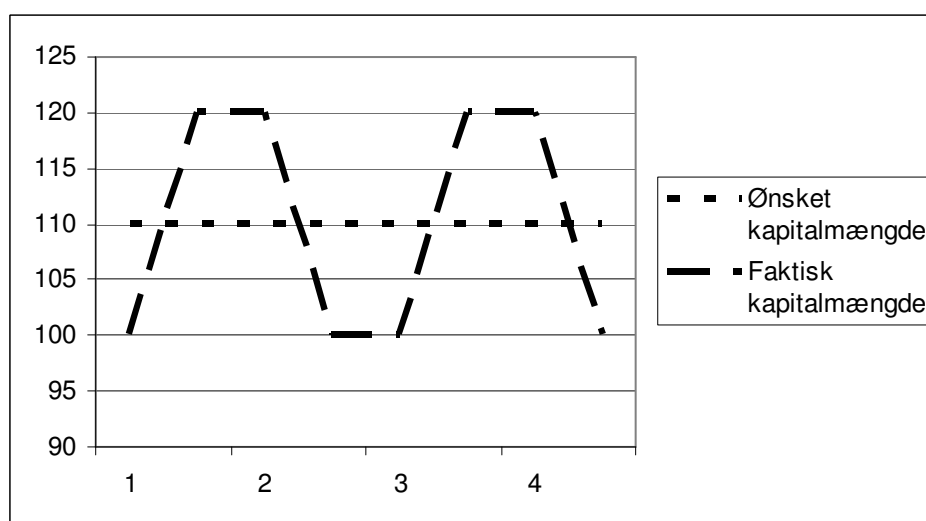
$$fCbu_t = \omega(\frac{1}{2}fK_t + \frac{1}{2}fK_{t-1}) \quad (4.1)$$

Kapitalapparatet er herved i ligevægt givet ved:

$$\log \frac{fCg_t}{\frac{1}{2}fK_t + \frac{1}{2}fK_{t-1}} = \log \theta_t + \log \omega - \sigma \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} \quad (4.2)$$

Antag først, at der ingen dynamik er, og at der kommer et uventet positivt stød til  $fCgb_t$ , som betyder proportionalt højere kapitalapparat og benzinfbrug. Da  $fK_{t-1}$  ikke kan stige, så må  $fK_t$  stige med dobbelt så meget som  $fCg_t$ . Antag, alt er uændret i næste periode. Hermed vil  $fK_{t+1}$  skulle være lige så lille som  $fK_{t-1}$  for at få ligevægten til at holde. Figur 3.1 illustrerer dette.

Figur 3.1. Egenskaber for produktivt mediokapitalapparat uden dynamik



Ovenstående skitse viser, at prøver forbrugeren at ramme et optimalt mediokapitalapparat, så er resultatet et svingende primokapitalapparat. Indføres der dynamik, så kan der dog blødes op for denne uheldige egenskab.

Indføres dynamik som sædvanlig fås:

$$D \log \frac{fCg_t}{\frac{1}{2}fK_t + \frac{1}{2}fK_{t-1}} = \phi_Y D \log \theta_t - \phi_Y \sigma D \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} - \gamma \left( \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{\frac{1}{2}fK_{t-1} + \frac{1}{2}fK_{t-2}} \right) - \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{\frac{1}{2}fK_{t-1} + \frac{1}{2}fK_{t-2}} \right)^* \right) \quad (4.3)$$

hvor

$$\log \left( \frac{fCg_t}{\frac{1}{2}fK_t + \frac{1}{2}fK_{t-1}} \right)^* = \log \theta_t + \log \omega - \sigma \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} \quad (4.4)$$

Også denne formulering lider under, at  $fKb_t$  skal tage hele tilpasningen, men ikke lige så voldsomt. For at der ikke skal komme periode til periode svingninger, så skal tilpasningen ikke aftage i en grad, som det er tilfældet her. Der kommer altså svingninger, men de mindskes, og man vil gå mod ligevægten. En sådan model er opstillet i appendiks E.

En alternativ dynamisk formulering kunne være:

$$D \log \frac{fCg_t}{fK_t} = \phi_Y D \log \theta_t - \phi_Y \sigma D \log \frac{pcg_t}{pcb_u_t} - \gamma \left( \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{fK_{t-1}} \right) - \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{\frac{1}{2}fK_{t-1} + \frac{1}{2}fK_{t-2}} \right)^* \right) \quad (4.5)$$

Med denne formulering har man sikret sig pæne egenskaber. Fortolkningen er, at forholdet mellem benzinforsøget og ultimokapitalapparatet nærmer sig det optimale niveau mellem benzinforsøget og mediokapitalapparatet, hvilket kan

forsvares ved, at de er ens i ligevægt. Formuleringen af en model med denne dynamik er ækvivalent til den givet i appendiks C, dog med en pænere fortolkning. Det er væsentligt at understrege, at denne formulering *ikke* er ækvivalent med:

$$D \log \frac{fCg_t}{fCbu_t} = \phi_Y D \log \theta_t - \phi_Y \sigma D \log \frac{pCg_t}{pCbu_t} - \gamma \left( \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{fCbu_{t-1}} \right) - \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{fCbu_{t-1}} \right)^* \right) \quad (4.6)$$

Hvilket er den normale måde at indføre dynamik, og som er modellen opstillet i appendiks E.

## 5. Primokapitalapparatet som produktivt kapitalapparat

1. Den 1/1 er kapitalapparatet  $fK_{i,t-1}$ .
2. Den 30/12 afskrives kapitalapparatet til  $(1 - \delta_{i,t}) fK_{i,t-1}$ .
3. Den 31/12 rejstures kapitalapparatet gennem investeringer og salg (negative investeringer) til  $fK_{i,t} = (1 - \delta_{i,t}) fK_{i,t-1} + fI_{i,t}$ .
4. Fra den 1/1 til den 29/12 er kapitalapparatet  $fK_{i,t-1}$  og dette er det produktive kapitalapparat gennem perioden.

Umiddelbart virker det mere rimeligt at lade det produktive kapitalapparat være primokapitalapparatet end ultimokapitalapparatet. Samtidig virker det som om, det umiddelbart kan formuleres nemmere end ved medio-kapitalapparatet. Det sidste er dog langt fra tilfældet, hvis det skal gøres korrekt. Problemet er, at investeringerne for denne periode ikke knytter sig til det relevante kapitalapparat for samme periode.

Første pointe, der kan anskueliggøre problemerne er, at den udgift, der i perioden betales til bilydelse, ikke er relateret til den nytte, der fås af bilydelsen i perioden, og derved ikke påvirker for eksempel benzinforsbruget. Altså er bilydelsen som nyttegivende og som udgift i perioden blevet separeret. I stedet for en variabel skal der nu være to variable for biler og benzin. Den ene skal være den, der genererer nytten,  $\widehat{fCgb}_t$ , mens den anden er den egentlige udgift i perioden,  $fCgb_t$ . Den sidste variabel indgår ikke i forbrugssystemet, men er en tabelvariabel.

Den bilydelse,  $\widehat{fCbu}_t$ , der indgår i forbrugssystemet, er allerede bestemt i perioden inden. Herved bestemmes  $\widehat{fCbu}_t$  ikke i forbrugssystemet. Heller ikke  $fCbu_t$  bestemmes her, da den relaterer sig til forventede størrelser i næste periode. Altså bestemmes bilbeholdningen uden for forbrugssystemet. Til gengæld er det nødvendigt at få en skyggepris for kapitalapparatet med i modellen for at få den til at klare. Et sådan system er angivet i bilag F.

Umiddelbart er min holdning, at et sådan system er unødigt kompliceret. Det er måske meget cool for den, der selv har skabt systemet, at udlede skyggepriser og opskrive komplicerede ligningsudtryk, men det er ikke særlig venligt overfor brugerne.

## **7. Konklusion**

I konklusionen vil jeg gerne skrive, hvad jeg selv foretrækker. Umiddelbart er jeg ret glad for at definere alle investeringer som primoinvesteringer, som er produktive samme år. Det giver de letteste ligninger og den simpleste struktur uden nogle små finurligheder. Ulempen er, at det er i strid med, hvordan Nationalregnskabet behandler investeringerne. Dette bliver dog ikke for alvor et problem, da systemet vil være internt konsistent og et system, der modellerer mere i overensstemmelse med Nationalregnskabet vil være besværligt og sandsynligvis kun vil give minimalt bedre historisk fit og stort set ens forecast.

## **Litteratur**

Høegh, Grane, ”Kogebog til fleksible CES-systemer”, GRH27N07.



## Appendiks A

( ) Prisaggregater:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcgb} &= \text{pcgb}(-1) * ( \text{pcg} * \text{fCg} + \text{ucb} * \text{fKcb} ) \\ &\quad / ( \text{pcg}(-1)*\text{fCg}+\text{ucb}(-1)*\text{fKcb} ) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcxh} &= \text{pcxh}(-1) * ( \text{pcetsfv} * \text{fCetsfv} + \text{pcgb} * \text{fCgb} ) \\ &\quad / ( \text{pcetsfv}(-1)*\text{fCetsfv}+\text{pcgb}(-1)*\text{fCgb} ) \$ \end{aligned}$$

( ) Relative forbrug

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCetsfv}) &= (0.02) - 0.03 * \log(\text{fCxh}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCetsfvw}) &= \log(\text{dtbfCetsfv}) + (-0.6)*\log(\text{pcetsfv}/\text{pcxh}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCetsfv}) &= 1*\text{Dlog}(\text{bfCetsfvw}) - (0.33)* \\ &\quad ( \log(\text{fCetsfv}(-1)/\text{fCxh}(-1)) - \log(\text{bfCetsfvw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCetsfv} &= \text{bfCetsfv}*\text{fCxh} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fCgb} &= (\text{pcxh}*\text{fCxh}-\text{pcetsfv}*\text{fCetsfv})/\text{pcgb} \$ \\ \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCg}) &= (-0.22) + (-0.40) * \log(\text{fCgb}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCgw}) &= \log(\text{dtbfCg}) + (-0.3) * \log(\text{pcg}/\text{pcgb}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCg}) &= 1*\text{Dlog}(\text{bfCgw}) \\ &\quad - (0.30)* ( \log(\text{fCg}(-1)/\text{fCgb}(-1)) - \log(\text{bfCgw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCg} &= \text{bfCg}*\text{fCgb} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fKcb} &= (\text{pcgb}*\text{fCgb}-\text{pcg}*\text{fCg})/\text{ucb} \$ \end{aligned}$$

( ) Bilinvesteringer:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_I} \\ \text{fCb} &= \text{kfCb} * ( \text{fKcb} - (1-\text{bivcb}) * \text{fKcb}(-1) ) \$ \\ \text{FRML \_GJ} \\ \text{Kncb} &= (1-\text{binvcb}) * (\text{pcb}/\text{pcb}(-1)) * \text{Kncb}(-1) + \text{pcb} * \text{fCb} \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{rpcbe} &= .4 * ( \text{pm7b}/\text{pm7b}(-1) - 1 ) + (1-.4) * \text{rpcbe}(-1) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{ucb} &= (\text{binvcb}+(\text{iwlo}*(1-\text{tsuih}))-0.5*\text{rpcbe}+\text{tsdv})*\text{Kncb}/\text{fKcb} \$ \end{aligned}$$

AFTER \$

( ) Nominelle størrelser i eftermodellen

$$\begin{aligned} \text{FRML \_I} \quad \text{Cxh} &= \text{pcxh}*\text{fCxh} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cgb} &= \text{pcgb}*\text{fCgb} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cetsfv} &= \text{pcetsfv}*\text{fcetsfv} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cg} &= \text{pcg}*\text{fCg} \$ \end{aligned}$$

## Appendiks B

( ) Prisaggregater:

**FRML \_DJRD**

$$\mathbf{pcgb} = \mathbf{pcgb(-1)} * (\mathbf{pcg} * \mathbf{fCg} + \mathbf{pcbu} * \mathbf{fCbu}) / (\mathbf{pcg(-1)} * \mathbf{fCg} + \mathbf{pcbu(-1)} * \mathbf{fCbu}) \text{ \$}$$

FRML \_DJRD

$$\mathbf{pcxh} = \mathbf{pcxh(-1)} * (\mathbf{pcetsfv} * \mathbf{fCetsfv} + \mathbf{pcgb} * \mathbf{fCgb}) / (\mathbf{pcetsfv(-1)} * \mathbf{fCetsfv} + \mathbf{pcgb(-1)} * \mathbf{fCgb}) \text{ \$}$$

( ) Relative forbrug

FRML \_DJ\_D

$$\log(\mathbf{dtbfCetsfv}) = (0.02) - 0.03 * \log(\mathbf{fCxh}/\mathbf{u}) \text{ \$}$$

FRML \_DJRD

$$\log(\mathbf{bfCetsfvw}) = \log(\mathbf{dtbfCetsfv}) + (-0.6) * \log(\mathbf{pcetsfv}/\mathbf{pcxh}) \text{ \$}$$

FRML \_SJ\_D

$$\mathbf{Dlog}(\mathbf{bfCetsfv}) = 1 * \mathbf{Dlog}(\mathbf{bfCetsfvw}) - (0.33) * (\log(\mathbf{fCetsfv(-1)}/\mathbf{fCxh(-1)}) - \log(\mathbf{bfCetsfvw(-1)})) \text{ \$}$$

FRML \_D

$$\mathbf{fCetsfv} = \mathbf{bfCetsfv} * \mathbf{fCxh} \text{ \$}$$

FRML \_I

$$\mathbf{fCgb} = (\mathbf{pcxh} * \mathbf{fCxh} - \mathbf{pcetsfv} * \mathbf{fCetsfv}) / \mathbf{pcgb} \text{ \$}$$

FRML \_DJ\_D

$$\log(\mathbf{dtbfCg}) = (-0.22) + (-0.40) * \log(\mathbf{fCgb}/\mathbf{u}) \text{ \$}$$

FRML \_DJRD

$$\log(\mathbf{bfCgw}) = \log(\mathbf{dtbfCg}) + (-0.3) * \log(\mathbf{pcg}/\mathbf{pcgb}) \text{ \$}$$

FRML \_SJ\_D

$$\mathbf{Dlog}(\mathbf{bfCg}) = 1 * \mathbf{Dlog}(\mathbf{bfCgw}) - (0.30) * (\log(\mathbf{fCg(-1)}/\mathbf{fCgb(-1)}) - \log(\mathbf{bfCgw(-1)})) \text{ \$}$$

FRML \_D

$$\mathbf{fCg} = \mathbf{bfCg} * \mathbf{fCgb} \text{ \$}$$

**FRML \_I**

$$\mathbf{fCbu} = (\mathbf{pcgb} * \mathbf{fCgb} - \mathbf{pcg} * \mathbf{fCg}) / \mathbf{pcbu} \text{ \$}$$

( ) Bilinvesteringer:

**FRML \_I**

$$\mathbf{fKcb} = \mathbf{fCbu} / 0.10764502 \text{ \$}$$

FRML \_I

$$\mathbf{fCb} = \mathbf{fKcb} * (\mathbf{fKcb} - (1 - \mathbf{bivcb}) * \mathbf{fKcb(-1)}) \text{ \$}$$

FRML \_GJ

$$\mathbf{Kncb} = (1 - \mathbf{binvcb}) * (\mathbf{pcb}/\mathbf{pcb(-1)}) * \mathbf{Kncb(-1)} + \mathbf{pcb} * \mathbf{fCb} \text{ \$}$$

FRML \_DJRD

$$\mathbf{rpcbe} = .4 * (\mathbf{pm7b}/\mathbf{pm7b(-1)} - 1) + (1 - .4) * \mathbf{rpcbe(-1)} \text{ \$}$$

FRML \_DJRD

$$\mathbf{ucb} = (\mathbf{binvcb} + (\mathbf{iwlo} * (1 - \mathbf{tsuih})) - 0.5 * \mathbf{rpcbe} + \mathbf{tsdv}) * \mathbf{Kncb} / \mathbf{fKcb} \text{ \$}$$

**FRML \_DJRD**

$$\mathbf{pcbu} = \mathbf{ucb} / 0.10764502$$

AFTER \$

( ) Nominelle størrelser i eftermodellen

FRML \_I

$$\mathbf{Cxh} = \mathbf{pcxh} * \mathbf{fCxh} \text{ \$}$$

FRML \_I

$$\mathbf{Cgb} = \mathbf{pcgb} * \mathbf{fCgb} \text{ \$}$$

FRML \_I

$$\mathbf{Cetsfv} = \mathbf{pcetsfv} * \mathbf{fcetsfv} \text{ \$}$$

FRML \_I

$$\mathbf{Cg} = \mathbf{pcg} * \mathbf{fCg} \text{ \$}$$

**FRML \_I**

$$\mathbf{Cbu} = \mathbf{pcbu} * \mathbf{fCbu} \text{ \$}$$

## Appendiks C

( ) Prisaggregater:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcgb} &= \text{pcgb}(-1) * ( \text{pcg} * \text{fCg} + \text{ucb} * \text{fKcb} ) \\ &\quad / ( \text{pcg}(-1) * \text{fCg} + \text{ucb}(-1) * \text{fKcb} ) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcxh} &= \text{pcxh}(-1) * ( \text{pcetsfv} * \text{fCetsfv} + \text{pcgb} * \text{fCgb} ) \\ &\quad / ( \text{pcetsfv}(-1) * \text{fCetsfv} + \text{pcgb}(-1) * \text{fCgb} ) \$ \end{aligned}$$

( ) Relative forbrug

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCetsfv}) &= (0.02) - 0.03 * \log(\text{fCxh}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCetsfvw}) &= \log(\text{dtbfCetsfv}) + (-0.6) * \log(\text{pcetsfv}/\text{pcxh}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCetsfv}) &= 1 * \text{Dlog}(\text{bfCetsfvw}) - (0.33) \\ &\quad * ( \log(\text{fCetsfv}(-1)/\text{fCxh}(-1)) - \log(\text{bfCetsfvw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCetsfv} &= \text{bfCetsfv} * \text{fCxh} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fCgb} &= (\text{pcxh} * \text{fCxh} - \text{pcetsfv} * \text{fCetsfv}) / \text{pcgb} \$ \\ \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCg}) &= (-0.22) + (-0.40) * \log(\text{fCgb}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCgw}) &= \log(\text{dtbfCg}) + (-0.3) * \log(\text{pcg}/\text{pcgb}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCg}) &= 1 * \text{Dlog}(\text{bfCgw}) \\ &\quad - (0.30) * ( \log(\text{fCg}(-1)/\text{fCgb}(-1)) - \log(\text{bfCgw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCg} &= \text{bfCg} * \text{fCgb} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fKcb} &= (\text{pcgb} * \text{fCgb} - \text{pcg} * \text{fCg}) / \text{ucb} \$ \end{aligned}$$

( ) Bilinvesteringer:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_I} \\ \text{fCb} &= \text{kfCb} * ( \text{fKcb} - (1 - \text{bivcb}) * \text{fKcb}(-1) ) \$ \\ \text{FRML \_GJ} \\ \text{Kncb} &= \text{Kncb}(-1) - \text{binvcb} * \text{Kncb} + \text{pcb} * \text{fCb} \\ &\quad + ( \text{pcb}/\text{pcb}(-1) - 1 ) * ( \text{Kncb}(-1) + 0.5 * ( \text{pcb} * \text{fCb} - \text{binvcb} * \text{Kncb} ) ) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{rpcbe} &= .4 * ( \text{pm7b}/\text{pm7b}(-1) - 1 ) + (1 - .4) * \text{rpcbe}(-1) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{ucb} &= ( \text{binvcb} + (\text{iwlo} * (1 - \text{tsuih})) - 0.5 * \text{rpcbe} + \text{tsdv} ) \\ &\quad * ( \text{Kncb}(-1) + 0.5 * \text{pcb} * \text{fCb} ) / ( 0.5 * \text{fKcb}(-1) + 0.5 * \text{fKcb} ) \$ \end{aligned}$$

AFTER \$

( ) Nominelle størrelser i eftermodellen

$$\begin{aligned} \text{FRML \_I} \quad \text{Cxh} &= \text{pcxh} * \text{fCxh} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cgb} &= \text{pcgb} * \text{fCgb} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cetsfv} &= \text{pcetsfv} * \text{fcetsfv} \$ \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cg} &= \text{pcg} * \text{fCg} \$ \end{aligned}$$

## Appendiks D

### Gamle formler:

```

FRML _DJRD
Ycmnm = (1-tsdsul*bivmu)/(1-tsdsul)
        *( Invnmn
          +(Knmm(-1)+0.5*Inmm)*( (1-tsdsul)*iwlo-0.5*rpimne) )$
FRML _D
uimnm = ycmnm/(0.5*fKmm(-1)+0.5*fKmm) $
FRML _KJRD
fImnm = kfImnm * (Dif(fKmm) + bivnm*fKmm(-1)) $
FRML _I
Imnm = fImnm*pimnm $
FRML _GJ_D
Okmm = (pimnm/pimnm(-1)-1)*(Knmm(-1)+0.5*Inmm) $
FRML _GJRD
Invnm = (pimnm/(0.5*pimnm(-1)+0.5*pimnm))
        *bivnm*Knmm(-1) $
FRML _I
Inmm = Imnm-Invnm $
FRML _I
Knmm = Knmm(-1) + Inmm + oKnmm $

```

### Nye formler:

```

FRML _D
uimnm = (1-tsdsul*bivmu)/(1-tsdsul)
        *(bivnm+(1-tsdsul)*iwlo-0.5*rpimne))*Knmm / fKmm $
FRML _KJRD
fImnm = kfImnm * (fKmm - (1-bivnm)*fKmm(-1)) $
FRML _GJ
Kncb = (1-binvcb) * (pcb/pcb(-1)) * Kncb(-1) + pcb * fCb $

```

## Appendiks E

( ) Prisaggregater:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcgb} &= \text{pcgb}(-1) * ( \text{pcg} * \text{fCg} + \text{pcbu} * \text{fCbu} ) \\ &\quad / ( \text{pcg}(-1) * \text{fCg} + \text{pcbu}(-1) * \text{fCbu} ) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcxh} &= \text{pcxh}(-1) * ( \text{pcetsfv} * \text{fCetsfv} + \text{pcgb} * \text{fCgb} ) \\ &\quad / ( \text{pcetsfv}(-1) * \text{fCetsfv} + \text{pcgb}(-1) * \text{fCgb} ) \$ \end{aligned}$$

( ) Relative forbrug

$$\begin{aligned} \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCetsfv}) &= (0.02) - 0.03 * \log(\text{fCxh}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCetsfvw}) &= \log(\text{dtbfCetsfv}) + (-0.6) * \log(\text{pcetsfv}/\text{pcxh}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCetsfv}) &= 1 * ((-0.6) * \text{Dlog}(\text{pcetsfv}/\text{pcxh}) + \text{Dlog}(\text{dtbfCetsfv})) \\ &\quad - (0.33) * ( \log(\text{fCetsfv}(-1))/\text{fCxh}(-1)) \\ &\quad \quad - \log(\text{bfCetsfvw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCetsfv} &= \text{bfCetsfv} * \text{fCxh} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fCgb} &= (\text{pcxh} * \text{fCxh} - \text{pcetsfv} * \text{fCetsfv}) / \text{pcgb} \$ \\ \text{FRML \_DJ\_D} \\ \log(\text{dtbfCg}) &= (-0.22) + (-0.40) * \log(\text{fCgb}/u) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \log(\text{bfCgw}) &= \log(\text{dtbfCg}) + (-0.3) * \log(\text{pcg}/\text{pcgb}) \$ \\ \text{FRML \_SJ\_D} \\ \text{Dlog}(\text{bfCg}) &= 1 * ((-0.3) * \text{Dlog}(\text{pcg}/\text{pcgb}) + \text{Dlog}(\text{dtbfCg})) \\ &\quad - (0.30) * ( \log(\text{fCg}(-1))/\text{fCgb}(-1)) - \log(\text{bfCgw}(-1)) ) \$ \\ \text{FRML \_D} \\ \text{fCg} &= \text{bfCg} * \text{fCgb} \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fCbu} &= (\text{pcgb} * \text{fCgb} - \text{pcg} * \text{fCg}) / \text{pcbu} \$ \end{aligned}$$

( ) Bilinvesteringer:

$$\begin{aligned} \text{FRML \_I} \\ \text{fKcb} &= 2 * \text{fCbu} / 0.10764502 - \text{fKcb}(-1) \$ \\ \text{FRML \_I} \\ \text{fCb} &= \text{kfCb} * ( \text{fKcb} - (1 - \text{bivcb}) * \text{fKcb}(-1) ) \$ \\ \text{FRML \_GJ} \\ \text{Kncb} &= \text{Kncb}(-1) - \text{bivcb} * \text{Kncb} + \text{pcb} * \text{fCb} \\ &\quad + (\text{pcb}/\text{pcb}(-1) - 1) * (\text{Kncb}(-1) + 0.5 * (\text{pcb} * \text{fCb} - \text{bivcb} * \text{Kncb})) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{rpcbe} &= .4 * ( \text{pm7b}/\text{pm7b}(-1) - 1 ) + (1 - .4) * \text{rpcbe}(-1) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{ucb} &= (\text{binvcb} + (\text{iwlo} * (1 - \text{tsuih})) - 0.5 * \text{rpcbe} + \text{tsdv}) \\ &\quad * (\text{Kncb}(-1) + 0.5 * \text{pcb} * \text{fCb}) / (0.5 * \text{fKcb}(-1) + 0.5 * \text{fKcb}) \$ \\ \text{FRML \_DJRD} \\ \text{pcbu} &= \text{ucb} / 0.10764502 \end{aligned}$$

AFTER \$

( ) Nominelle størrelser i eftermodellen

$$\begin{aligned} \dots \\ \text{FRML \_I} \quad \text{Cbu} &= \text{pcbu} * \text{fCbu} \$ \end{aligned}$$

## Appendiks F

Primokapitalapparatet og den bilydelsen, som genererer nytten, er proportionale:

$$\widehat{fCbu}_t = \omega fK_{t-1} \quad (5.1)$$

Altså bliver den bilydelse, der genererer nytten fastsat allerede i perioden inden. I stedet for bilydelse, så er skyggeprisen på bilydelsen nu den endogene, som bestemmes sammen med benzinforbruget. I ligningerne:

$$D \log \left( \frac{fCg_t}{\widehat{fCbu}_t} \right) = \phi_Y D \log \theta_t - \phi_P \sigma D \log \frac{pcg_t}{pcbu_t} - \gamma \left( \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{\widehat{fCbu}_{t-1}} \right) - \log \left( \frac{fCg_{t-1}}{\widehat{fCbu}_{t-1}} \right)^* \right) \quad (5.2)$$

hvor

$$\log \left( \frac{fCg_t}{\widehat{fCbu}_t} \right)^* = \log \theta_t - \sigma \log \frac{pcg_t}{pcbu_t} \quad (5.3)$$

og

$$\widehat{pcgb}_t, \widehat{fCgb}_t = fCg_t pcg_t + \widehat{pcbu}_t \widehat{fCbu}_t \quad (5.4)$$

Simultant bestemmes skyggeprisen på transportaggregatet,  $\widehat{pcgb}_t$ , sammen med udgiften til energi, service og andet,  $fCetsfv_t$ , ved:

$$D \log \left( \frac{\widehat{fCgb}_t}{fCetsfv_t} \right) = \phi_Y^{sb} D \log \theta_t - \phi_P^{sb} \sigma D \log \left( \frac{\widehat{pcgb}_t}{pcetsfv_t} \right) - \gamma^{sb} \left( \log \left( \frac{\widehat{fCgb}_{t-1}}{fCetsfv_{t-1}} \right) - \log \left( \frac{\widehat{fCgb}_{t-1}}{fCetsfv_{t-1}} \right)^* \right) \quad (5.5)$$

hvor

$$\log \left( \frac{\widehat{fCgb}_{t-1}}{fCetsfv_{t-1}} \right)^* = \log \theta_t^{sb} - \sigma^{sb} \log \frac{\widehat{pcgb}_t}{pcetsfv_t} \quad (5.6)$$

og

$$fCpxh_t pcpxh_t + \widehat{pcbu}_t \widehat{fCbu}_t = fCetsfv_t pcetsfv_t + \widehat{pcgb}_t \widehat{fCgb}_t \quad (5.7)$$

Her er den fiktive udgift til biler beregnet på baggrund af skyggeprisen lagt til budgettet, da bilbeholdningen allerede er fastsat perioden inden.

Skyggeprisen på bilydelsen bestemmes ud fra prisindekset – her Paasche:

$$\frac{\widehat{pcgb}_t}{\widehat{pcgb}_{t-1}} = \frac{pcg_t fCg_t + \widehat{pcbu}_t \widehat{fCbu}_t}{pcg_{t-1} fCg_t + \widehat{pcbu}_{t-1} \widehat{fCbu}_t} \quad (5.8)$$