

Nye ligninger til husholdningernes efterspørgsel efter el

Resumé:

I dette papir estimeres og dokumenteres en ny model til beskrivelse af husholdningernes elforbrug. Modellen er baseret på idéerne fra papiret DGR20N20 og inkluderer valg mellem køb af elydelser og andet forbrug. Elydelserne modelleres derefter som et valg mellem flere elapparater og et øget forbrug af eksisterende apparater. Der arbejdes desuden med imputerede apparatbestande baseret på NR-data, og dermed nærmer papiret sig også på dette punkt DGR20N20. Selve data til estimationerne er beskrevet i datapapiret EBJ05503.

KKA12603.doc

Nøgleord: EMMA, husholdningernes elforbrug

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

1 Indledning

De nye ligninger for husholdningernes el-efterspørgsel er baseret på idéen fra Dorte Grinderslevs papir DGR20N02. I det nævnte papir opstilles et system hvor forbrugeren dels vælger mellem elydelser og øvrige forbrugskomponenter og dels kan sammensætte mængden af elydelser ved enten at efterspørge mere el eller at købe flere elapparater. I DGR20N02 indgår husholdningernes apparatbestand som en imputeret apparatbestand baseret på købet af de givne apparater fra Nationalregnskabet (NR). Denne idé tages op igen og de anvendte apparatbestande baseres på NR-data, dog med levetider skønnet ud fra en teknisk model (Elmodel bolig).

Det er undervejs forsøgt at estimere på "rigtige" bestande for elapparaterne taget fra Elmodel Bolig. Men problemer med at få disse bestande til at passe med NR-data samt et ønske om ikke at blande for mange datakilder i forbindelse med estimation af ligningerne, så er det valgt at fortsætte med imputerede bestande baseret på NR.

Til dette modelgrupp papir er også et tilhørende datapapir (EBJ05503), hvortil der henvises for en nærmere beskrivelse af datakonstruktion og kilder.

Det anbefales at konsultere tabel 3 side 21 for en oversigt over anvendte variabelnavne i de opstillede ligninger.

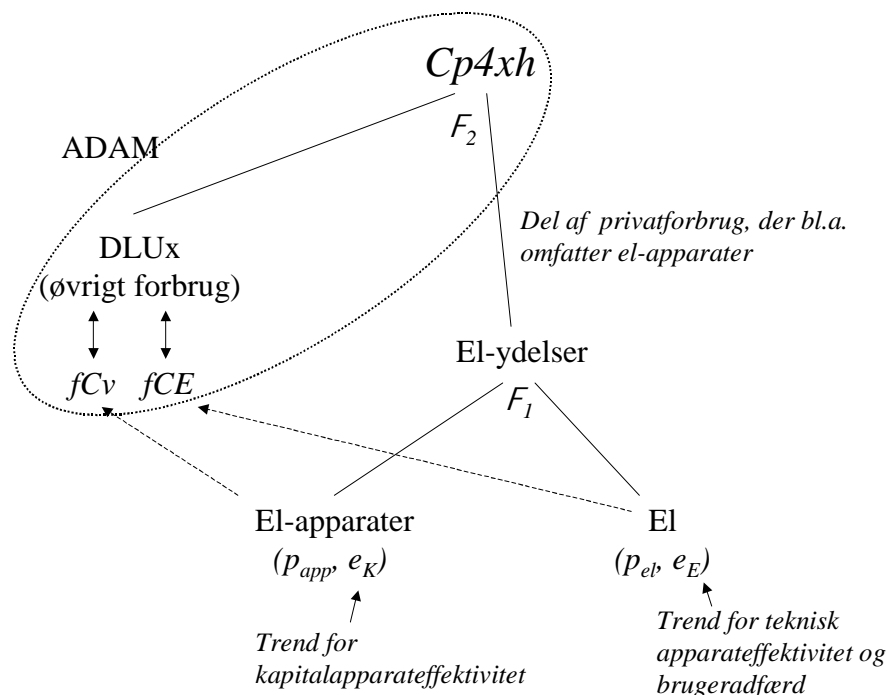
2 Model

Forbruget af el og elapparater er i ADAM en del af DLU (ADAM's Lineære Udgiftssystem). Elapparaterne indgår under "varige varer" og elforbruget under "energi".

I den foreslåede model arbejdes der med begrebet "elydelser", der skal forstås som den ydelse husholdningerne får ud af at anvende sine elapparater. Husholdningerne har ikke interesse i bare at forbruge el. Det, de har interesse i, er de ydelser en række elektriske apparater kan levere/yde. En øget efterspørgsel efter elydelser betyder at husholdningerne dels efterspørger flere elapparater og dels efterspørger en øget brug af de apparater, de allerede har (øget elforbrug). Systemet er illustreret i figur 1.

Det antages således at forbruget af elapparater (mængden af elapparater) og el er komplementære i forhold til de øvrige DLU-komponenter, mens de indbyrdes kan optræde som substitutter. I den foreslåede model vælger husholdningerne først mellem "elydelser" og "øvrigt forbrug". Derefter vælges det, i hvilket forhold "elydelserne" skal opfyldes af henholdsvis anskaffelse af nye apparater og en øget brug af eksisterende elapparater.

Figur 1 Illustration af det foreslåede system.



Der arbejdes med tre grupper af elapparater: belysning, tv mm. og husholdningsapparater (køleskabe, fryserne, vaskemaskiner mm). I EBJ05503 er der en nærmere gennemgang af apparatgrupperne. Disse tre grupper står for ca. 80% af husholdningernes elforbrug til andet end opvarmning.

El-apparatligningen skal opfattes som udgiften til drift, køb og vedligehold af de elektriske husholdningsapparater (usercosts) – altså et udtryk for et kapitalapparat. Trenden, der indgår i apparatligningen er derfor et udtryk for den investerede kapital's effektivitet og derfor et mål for hvorledes omkostningerne udvikler sig i forhold til elydelserne leveret fra apparaterne. Trenden på elligningen dækker udviklingen i teknisk effektivitet, samt ændring i brugeradfærd, som ikke kan relateres til ændring i priser og økonomisk aktivitet.

2.1 "Elydelser"

Begrebet "Elydelser", der anvendes i dette papir, ligger tæt op af begrebet "Eltjenester" som Jørgen S. Nørgård har introduceret, se bl.a. Nørgård 2001. Men "elydelsebegrebet" dækker over flere ting og "eltjenester" kan dermed siges at være en delmængde af "elydelser". Jørgen S. Nørgård måler "Eltjenesterne" i fysiske størrelser som f.eks. kg vasket tøj, antal timer en del af boligarealet er oplyst osv. I EMMA er "Elydelsen" en sammenvejning af det effektivitetskorrigerede elforbrug og kapitalapparatet bundet i elapparater. Den store forskel på de to "målemetoder" er dermed, at det i EMMA antages at forbrugernes "elydelse" dels består af det at have elapparaterne og dels af anvendelsen af elapparaterne. Forbrugere bliver altså gladere jo flere elapparater de har, selvom de ikke nødvendigvis udnytter apparaterne fuldt ud. "Elydelsen" i EMMA-modellen kan dermed ses som en slags velfærdsmål.

2.2 Relation til ADAM

Da modellen for købet af elapparater foreslås implementeret i EMMA, så skal der ved samkørsel af ADAM og EMMA foretages en opdatering af husholdningernes køb af varige varer, fCv , i ADAM. Denne opdatering (feedback) skal implementeres i koblingsfilerne mellem ADAM og EMMA. Desuden skal ændringer i elforbrug også slå tilbage til ADAM, hvilket dog allerede sker i den eksisterende kobling mellem ADAM og EMMA via fCe .

Koblingen til ADAM via fCv kan håndteres ved at ændrede investeringer i elapparater indføres via J-ledet ($jfcv$) i ADAM's udtryk for husholdningernes efterspørgsel efter varige varer.

2.3 Opstilling af ligninger

Mht. opstilling af ligningssystemet henvises til DGR20N20. Her gengives blot ligningen for elydelse, langsigtrelationerne for elforbrug og apparatmængde samt tilhørende dynamiske tilpasningsrelationer.

Ønsket el-tydelseniveau:

$$\log(Y^*) = \log\left(\frac{C}{P_C}\right) + \sigma_2 \cdot \log(\delta_2) - \sigma_2 \cdot \log\left(\frac{P_{KE}}{P_C}\right) \quad (1)$$

Langsigtet el-efterspørgsel:

$$\log(E^*) = \log\left(\frac{C}{P_C}\right) + \sigma_1 \cdot \log(\delta_1) + \sigma_2 \cdot \log(\delta_2) - \sigma_1 \cdot \log\left(\frac{P_E}{P_{KE}}\right) - \sigma_2 \cdot \log\left(\frac{P_{KE}}{P_C}\right) \quad (2)$$

Langsigtet elapparatmængde:

$$\log(K^*) = \log\left(\frac{C}{P_C}\right) + \sigma_1 \cdot \log(1 - \delta_1) + \sigma_2 \cdot \log(\delta_2) - \sigma_1 \cdot \log\left(\frac{P_K}{P_{KE}}\right) - \sigma_2 \cdot \log\left(\frac{P_{KE}}{P_C}\right) \quad (3)$$

C	Samlet udgift til forbrug
P_C	CES-prisindeks (til estimation anvendes den generelle forbrugsdeflator $pcp4xhv$)
P_K	Apparatpris (usercosts)
P_{KE}	CES-prisindeks for el og elaparater
σ_1	Substitutionselasticitet mellem el og apparater
σ_2	Substitutionselasticitet mellem eltjenester og øvrigt forbrug
δ_1	Skaleringsparameter
δ_2	Skaleringsparameter

Både apparat- og el-ligning indeholder desuden et trendled henholdsvis e_E og e_K (ikke vist her).

Dynamiske tilpasningsrelationer for elforbrug, E , og elapparater, K :

$$D\log(E) = a_1 \cdot D\log(E^*) - a_2 \cdot [\log(E_{-1}) - \log(E_{-1}^*)] + \varepsilon_E \quad (4)$$

$$D\log(K) = b_1 \cdot D\log(K^*) - b_2 \cdot [\log(K_{-1}) - \log(K_{-1}^*)] + \varepsilon_K \quad (5)$$

Til estimationen antages, at $(\varepsilon_E, \varepsilon_K)_t \sim iidN_2(0, \Sigma)$.

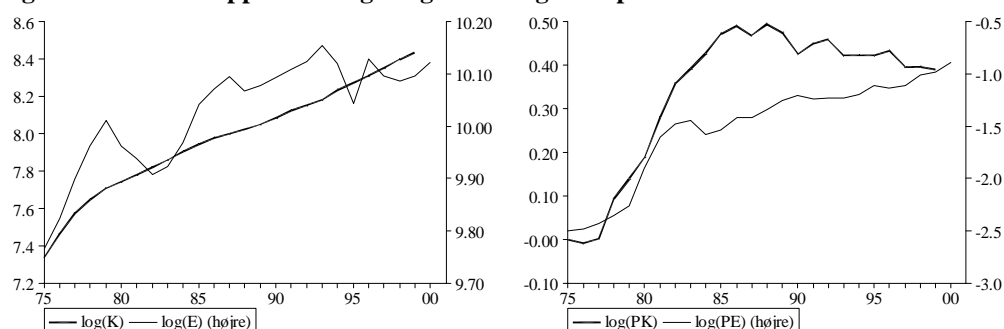
Det er forventeligt, at elforbruget kan "overshoo" på kort sigt, dvs. $a_1 > 1$, mens bestanden af elapparater er træg, dvs. $0 < b_1 < 1$. Vi vil også på forhånd forvente, at tilpasningen i elforbruget er hurtigere end for apparatbestanden, dvs. $a_2 > b_2$ (og $a_1 > b_1$), da det er nemmere at øge brugen af de elapparater, der allerede er i husstanden frem for at gå ned og investere i nye apparater.

3 Data

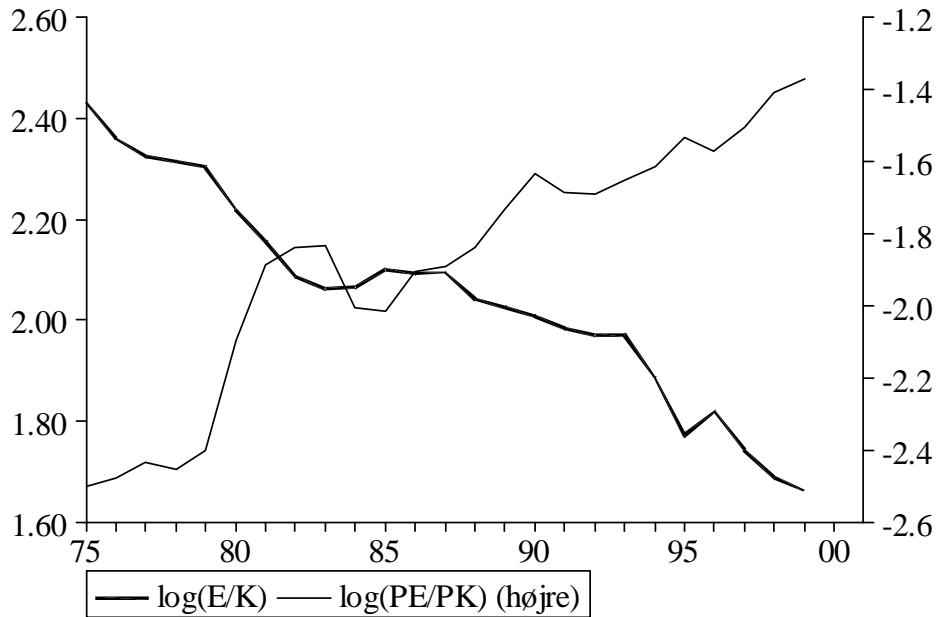
Det er vigtigt at nævne at datagrundlaget for estimationen ikke er husholdningernes samlede elforbrug, qjec, men qjec renset for el til opvarmning, PC'ere og elforbrug til "Diverse"-kategorien fra Elmodel bolig, se EBJ05503.

Generelt henvises til datapapiret EBJ05503 for en nærmere beskrivelse af datagrundlaget for den foreslåede model for husholdningernes elforbrug. Herunder illustreres grafisk en række af de centrale variabler i elforbrugsmodellen. En af de interessante ting, der fremgår af graferne, er, at de underbygger antagelsen om, at der er substitution mellem elapparater og elforbrug – jf. figur 3.

Figur 2 Data for apparatmængde og elforbrug samt priser



Figur 3 Historisk forhold mellem E og K og mellem PE og PK



4 Estimationsresultater

I tabel 1 er estimaterne samt statistiske egenskaber ved regressionerne gengivet.

Tabel 1 Estimer

Parameter	Estimat	T-værdi
* ₁ , skaleringsparameter	0.9000	6.2298
* ₂ , skaleringsparameter	0.0025	0.8271
F ₁ , substitutionselasticitet	0.4112	2.8856
F ₂ , substitutionselasticitet	0.5682	4.6096
a ₁ , elforbrug, kort sigt	0.4894	4.2004
a ₂ , elforbrug, tilpasning	0.4870	3.2507
b ₁ , elapparater, kort sigt	0.3531	6.5838
b ₂ , elapparater, tilpasning	0.2000 ^{*)}	-
T _{E1} , lineær trend elforb.	-0.0868	2.9087
T _{E2} , kvadratisk trend elforb.	0.0032	3.1252
T _{K1} , lineær trend elapp.	-0.0065	1.1384
T _{K2} , kvadratisk trend elapp.	0 ^{*)}	-

Anm: *): parameter bundet

Energi: $R^2 = 0.64$, $s = 0.025$ Elapparater: $R^2 = 0.92$, $s = 0.007$

Af tabellen ses det, som forventet, at substitutionselasticiteten mellem elapparater og elforbrug, F₁ er mindre end substitutionselasticiteten mellem elydelser og øvrigt forbrug, F₂. Parametrene er generelt signifikante, og de rapporterede forklaringsgrader er høje.

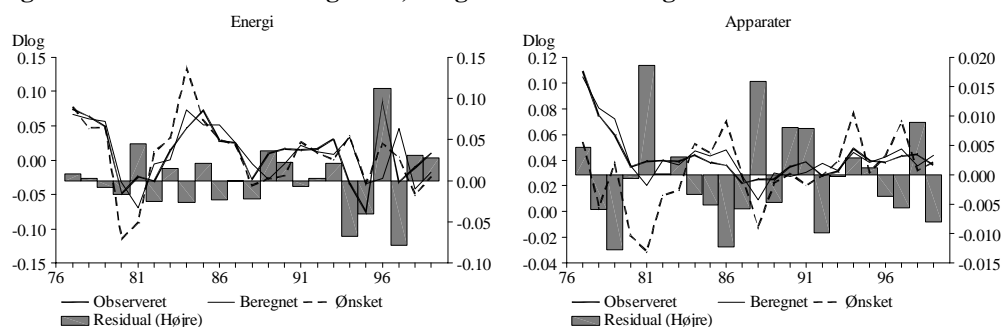
Kortsigtsparameteren i elforbruget er mindre end én, hvilket betyder, at der ikke er nogen kortsigtet overshooting i elforbruget. Til gengæld er tilpasningsparameteren for elforbruget høj, hvorfor der ikke skulle være anledning til frygt for, at elforbruget bliver for trægt.

Estimaterne for elapparaterne vidner om en, i forhold til elforbruget, trægere ligning.

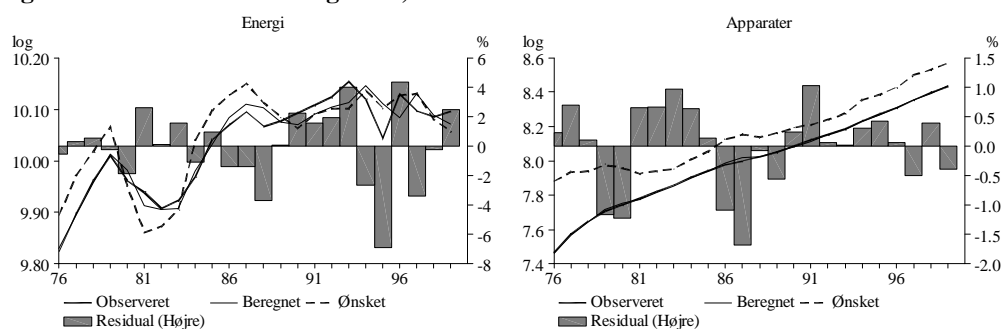
I forhold til DGR20n02 er billedet vendt om, idet estimaterne for elforbruget i DGR20n02 vidnede om en træg ligning, mens estimaterne for kort- og langsigtsparametrene i elappartligningen vidnede om en meget hurtig ligning, hvor der til og med blev estimeret overshooting. Disse egenskaber ved ligningerne i DGR20n02 blev anset for urealistiske – forventningerne i DGR20n02 var mere i retning af det, der er estimeret i nærværende papir.

I nedenstående figurer er den historiske forklaringssevne af de estimerede ligninger gengivet i relative ændringer og i niveau.

Figur 4 Historisk forklaringssevne, årlige relative ændringer



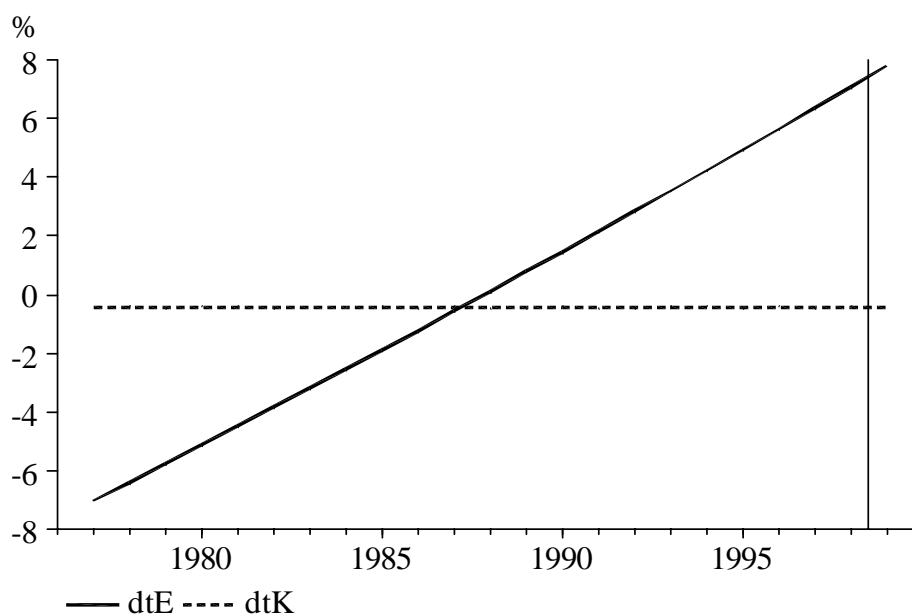
Figur 5 Historisk forklaringssevne, niveau



Af Figur 4 og 5 fremgår det, at de estimerede ligninger fanger både udviklingerne og niveauerne pænt. Det er værd at nævne, at forklaringssevnen af ligningen for elforbruget ikke er dårligere end i tidligere modelversioner – ligningen har svært ved at fange dykket i elforbruget i 1995, men det har også været tilfældet for dens forgængere.

Herunder i figur 6 ses de historiske trende.

Figur 6 Trende for el- og apparatligning

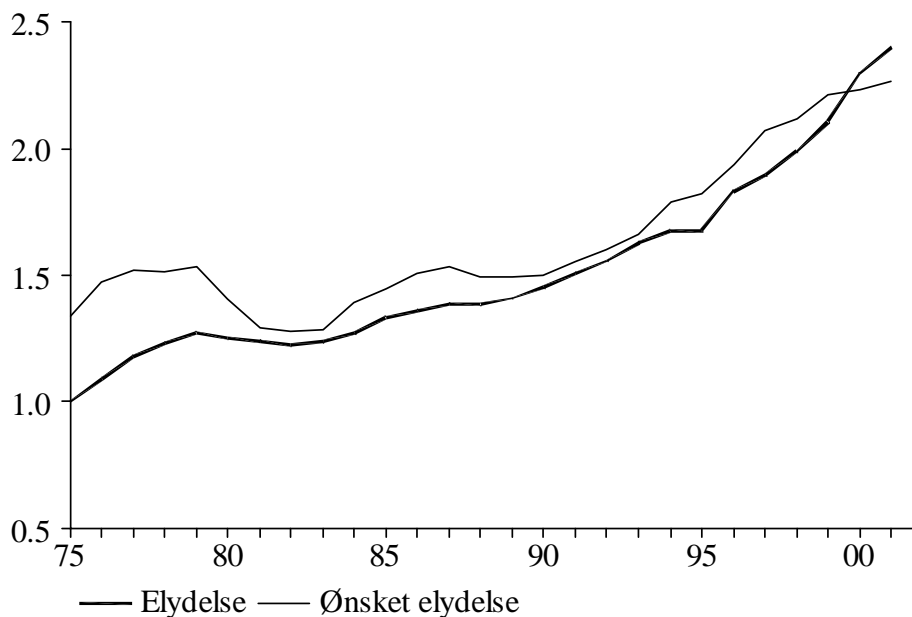


Som det fremgår af figur 6 er der estimeret en kvadratisk trend på det aggregerede elforbrug til de tre apparatgrupper (lys, tv mm. og husholdningsmaskiner), som beskriver en faldende effektivitet frem til 1987, hvorefter den er stigende. En stigende trend dækker både over at elapparaterne pr. enhed er blevet mere energieffektive, men også over en gennemsnitligt faldende brugstid. Hvis folk har fire forskellige food-processorer, er det sjældent de bruger alle fire på en gang. På samme vis betyder den faldende trend i starten af perioden ikke nødvendigvis at elapparaterne blev dårligere energimæssigt, men at det evt. kan forklares med ændret brugstid og ændret apparatsammensætning. I starten af perioden har det været energitunge elapparater, der har fået en øget dækningsgrad, mens det senere er lidt lettere elektronik som har ekspanderet. Efterhånden har de fleste husstande opvaskemaskine, vaskemaskine og tørretumblere, mens der stadig fyldes mere elektronik i boligerne.

Trenden i apparatligningen (dtK) er estimeret lineær og tilvæksten ligger i hele estimationsperioden på ca. $-0,5\%$. Dvs. en svagt faldende trend gennem perioden. Da apparatligningen beskriver et kapitalapparat (en mængde opgjort i kr.), så er trenden et udtryk for kapitalapparatets effektivitet. En faldende trend betyder dermed at omkostningerne pr. ydelse fra apparaterne har været stigende gennem estimationsperioden. Dette betyder, at de efterspurgte elydelser gennem tiden er blevet mere kapitalintensive. Dette billede ses også ADAM's kapitalapparatligninger.

Figur 7 viser den historiske elydelse, som er et billede på den nytte eller velfærd borgerne får ud af deres elforbrug og elapparater. Som det fremgår er elydelsen mere end fordoblet fra 1975 til 2002.

Figur 7 Historisk elydelse



4.1 Sammenligning med EMMA02b

Selv om substitutionen mellem elforbrug og elapparater i husholdningerne empirisk set ser velbegrunder ud, og kan være en spændende effekt at fange, må det ikke være på bekostning af forklaringsvnen af ligningen for elforbruget. Det er som nævnt heller ikke tilfældet, hvis man sammenligner med tidligere modelversioner. Spørgsmålet er dog, hvordan en estimation af den eksisterende ligning for elforbruget i EMMA02b tager sig ud sammenlignet med den nye, hvis man i estimationerne anvender $pcp4xhv$ i stedet for $pcp4v$ og $cp4xh/pcp4xhv$ i stedet for $fcp4$, som det er tilfældet i dag.

Estimationsligningerne for elforbruget i EMMA02b med ovenstående ændringer ser således ud:

Langt sigt

$$\log(E^*) = \kappa + \log\left(\frac{C}{P_C}\right) - \sigma \log\left(\frac{P_E}{P_C}\right) - (1 - \sigma) \log(dt_E) \quad (6)$$

hvor F er den langsigtede substitutionselasticitet mellem elforbrug og øvrigt forbrug.

$$\begin{aligned} \text{Dlog}(E) = & \text{Dlog}\left(\frac{C}{P_C}\right) - a_1 \sigma \text{Dlog}\left(\frac{P_E}{P_C}\right) - a_1(1-\sigma) \text{Dlog}(dt_E) \\ & - a_2 \left[\log(E_{-1}) - \log(E_{-1}^*) \right] \end{aligned} \quad (7)$$

som er en sædvanlig fejlkorrektionsmodel til det langsigtede elforbrug givet ved (6) med tilpasningshastighed a_2 .

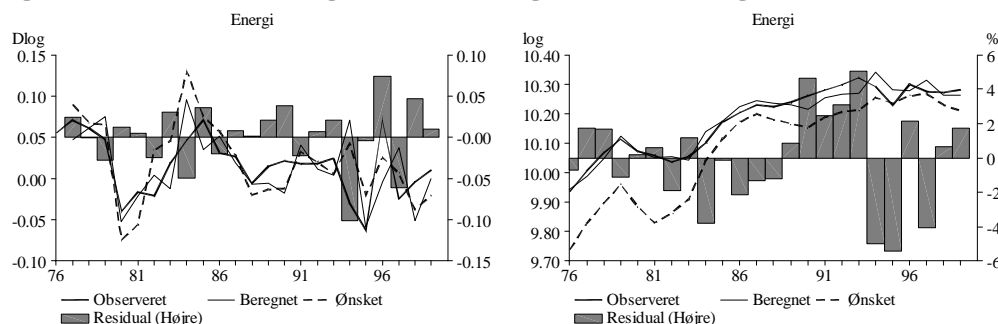
Estimationsresultaterne for (6) og (7) er gengivet i tabel 2, og den historiske forklaringsevne ses i figur 8.

Tabel 2. Estimationsresultater ligning (6) og (7)

Parameter	Estimat	T-værdi
δ , Konstant	-3.65647	11.9076
F , Priselasticitet	0.391727	2.31668
a_1 , Kortsigtstilpasning	0.665713	2.42755
a_2 , Tilpasningshastighed	0.523840	2.76449
T_1 , Lineær trend parameter	-0.118299	2.29930
T_2 , Kvad. trend parameter	0.00355452	2.35569

ANM: $R^2 = 0.36$, $s = 0.031$

Figur 8 Historisk forklaringsevne af (7) i årlige relative ændringer samt i niveau



De statistiske egenskaber opsummeret i tabel 2 er tilfredsstillende, hvilket også er tilfældet for den historiske forklaringsevne i figur 8.

Sammenligner man med regressionerne for ligning (1) - (5) (se tabel 1 og figur 4 og 5) er det ikke indlysende hvilken regression, det er at foretrække. Den (let modificerede) gamle ligning er bedre til at fange dykket i elforbruget i 1995, mens den nye ligning for elforbruget bedre fanger de første år af estimationsperioden.

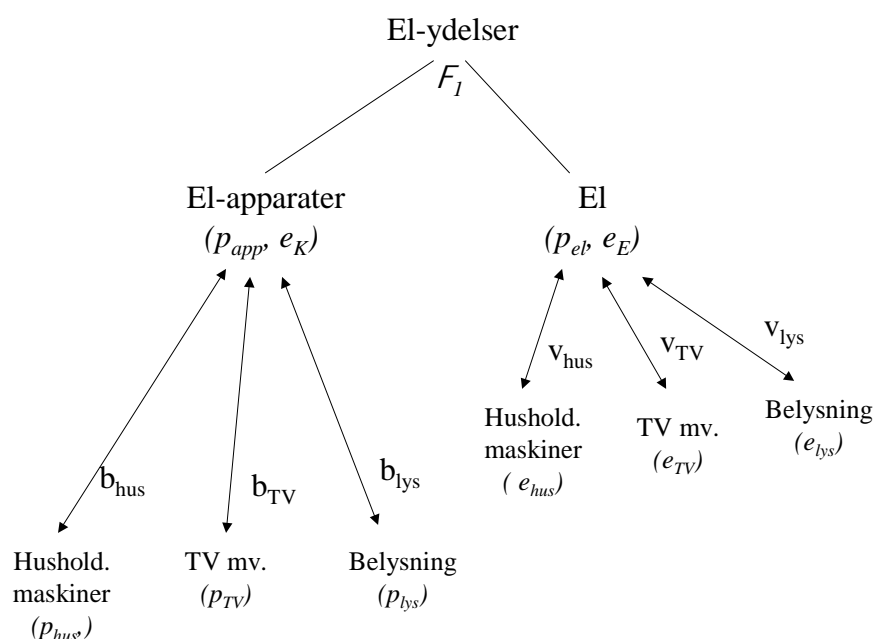
Sammenfattende må man sige, at de nye ligninger på ingen måde er en forringelse i forhold til tidligere modelversioners elforbrug eller den simple modifikation af disse vi har betragtet her. Med den nye modellering kan man tillige fange substitutionen mellem elapparater og elforbrug i husholdningerne

– en substitution data peger på eksisterer, og som de "gamle" ligninger ikke gør rede for.

5 Implementering og fortolkning

Følgende afsnit behandler implementeringen af den nye model. Figur 9 herunder viser sammensætningen af elydelserne. Elydelsen består dels af et bidrag fra mængden af apparater delt op på tre apparatgrupper og dels et bidrag fra selve brugen af apparaterne målt som elforbrug.

Figur 9 viser udsplitningen af omkostninger til kapitalapparat og elforbrug for de tre apparatgrupper.



Trenden i apparatligningen, e_K , er som nævnt et udtryk for kapitalapparatteffektiviteten. Dvs. jo større e_K jo større udbytte per investeret krone. Udbytte betyder i denne sammenhæng at apparater bliver billigere per ydet el-tjeneste (det er ikke det samme som at de bliver billigere per apparat!).

Omregningsfaktorerne for apparatgrupperne, b_i , anvendes som vægte i Törnquist-prisindekset (se datapapiret EBJ05503). Omregningsfaktorerne summer ikke til én, da b_i 'erne er i 1995 kr. og kapitalapparatet, K , ikke er en fastprisstørrelse. b_i 'erne optræder som eksogene størrelser i fremskrivninger. Hives der i omregningsfaktorerne uden at disse er pålagt restriktioner, medfører det en ændring i Törnquist-prisindekset og dermed i den samlede apparatbestand, K . Det samme gælder priserne, p_i , der ligeledes vil ændre Törnquist-prisindekset. Stødes der til omregningsfaktorerne kan det dermed fortolkes som at forholdet mellem apparatgrupperne ændres af andre årsager end prisen. Hives der i priserne er det priseffekter, som forskyder forholdet.

5.1 Restriktion på b_i 'erne

Selvom omregningsfaktorerne, b_i 'erne, ikke summer til én, så skal de alligevel tolkes som en slags andele, da de angiver forholdet mellem faktorerne. Skal b_i 'erne bruges i analyser, så er det dermed nødvendigt med en restriktion for at sikre konsistens i beregningerne. I dette papir har det ikke været muligt at opstille en sådan restriktion og det anbefales derfor i første omgang ikke at røre ved b_i 'erne i fremskrivninger.

Efter dette papir arbejdes der videre med at opstille en sådan restriktion.

5.2 Effektivitetsindeks til fremskrivningsbrug

I fremskrivninger vil vi gerne kunne udtale os om udviklingen i trenderne e_K og e_E i hhv. apparatligningen og elligningen på basis af en formodet udvikling på niveau af de tre apparatgrupper. På apparatligningen er det valgt kun at have en samlet trend på den aggregerede apparatligning, e_K . Dermed antages det at udviklingen i elydelse pr. investeret kapital i de tre apparatgrupper følger ad.

Mht. udviklingen i den samlede trend i elligningen, e_E , så opstilles der en ligning, der aggregerer trendene i de enkelte apparatgrupper til den overordnede trend, e_E .

Aggregeret trend til elligningen:

$$\log(e_E) = v_{hus} \cdot \log(e_{hus}) + v_{lys} \cdot \log(e_{lys}) + v_{TV} \cdot \log(e_{TV}), \text{ hvor } \sum_{i=hus,lys,TV} v_i = 1 \quad (8)$$

Historisk anvendes elvægte, v_i 'er, fra Elmodel bolig og det antages at de tre apparatgrupper har samme effektivitetsudvikling som el-aggregatet E , dvs. $e_{E_i} = e_E \forall i$.

5.3 Kobling mellem faktorandele, elandele og eltrende

Ved fremskrivninger er det nødvendigt at beskrive sammenhængen mellem faktorandelene i apparatligningen og el-andelene i el-ligningen. Det er oplagt at der er sammenhæng mellem mængden af apparater inden for en gruppe og denne gruppes elforbrug. Alt andet lige vil en forskydning i faktorandele betyde en forskydning i el-andele. Stiger mængden af "husholdningsmaskiner" på bekostning af gruppen "TV mm.", så vil elforbruget til husholdningsmaskiner stige med samme procentsats som mængden, ved uændret effektivitet og brugeradfærd. Men ændres der samtidig i el-trendene for de forskellige apparatgrupper, så vil dette vride elforbrugene og dermed elandelene i en anden retning. Derfor skal sammenhængen mellem faktorandele og elandele beskrives i modellen for at sikre konsistens. Det kan f.eks. vælges at lade faktorandelene optræde som eksogene variable, mens el-andelene bestemmes endogent. Dvs. brugeren kan forskyde fordelingen mellem apparatgrupperne via faktorandelene til apparatligningen. El-andelene for de enkelte apparatgrupper bliver dermed en funktion af ændringer i faktorandele

samt udviklingen i trendene for de pågældende apparater. En ændringsrelation som følgende kunne være et bud på denne sammenhæng:

$$D \log(v_i) = D \log(b_i) - D \log(e_i), \quad i = \text{lys, tv, hus} \quad (1.9)$$

Det viser sig dog i praksis ikke at være tilstrækkeligt til at sikre konsistens i systemet og til at overholde den ufravigelige restriktion, at el-andelene skal summe til én.

Mht. el-andelene vælges det i første omgang ikke at indbygge en restriktion og det er derfor optil brugeren dels at sikre at de summer til én og dels at eventuelle eksogene ændringer i andelene er ”fornuftige”. Ved mindre stød til enkelte trende er der ingen grund til at justere på el-andelene og ved samme størrelse stød til alle trendene bibeholdes det eksisterende forhold mellem el-andelene.

Som modellen ser ud på dette tidspunkt så optræder både omregningsfaktorerne, b_i 'erne, og el-andelene, v_i 'erne, som eksogene størrelser, selvom der i papiret argumenteres for at el-andelene bør være endogene. Der vil som nævnt arbejdes videre med disse restriktioner, således at modellen kan ”lukkes” fornuftigt.

5.4 Fortolkning af ligningssystemet

Systemet bestemmer husholdningernes efterspørgsel efter el gennem et par trin. Mængden af elydelser bestemmes ved at sammenholde prisen på elydelser med prisen for øvrigt forbrug. Bliver elydelserne billigere ifht. prisen på øvrigt forbrug, så forskydes forbruget mod flere elydelser. Elydelserne består dels af et kapitalapparat bundet i elapparater samt elforbruget givet ved brugen af apparaterne. Forbrugeren vælger i første omgang om en øget indtægt eller ændrede prisforhold, skal anvendes til at købe rødvin for eller til flere elydelser. Derefter vælger forbrugeren sammensætningen af det valgte elydelseniveau.

Dvs. ligningerne beskriver adfærden ifht. køb af elapparater og brugen af elapparaterne givet prisforhold og generel udvikling i den økonomiske aktivitet. Stiger elprisen vil sammensætningen af elydelsen forskydes mod køb af elapparater og samtidig falder elforbruget som følge kortere brugstid for apparaterne. Omvendt vil en faldende elpris tilskynde forbrugeren til at bruge de allerede erhvervede elapparater mere, men samtidig også til at anskaffe sig flere elapparater.

Foruden reaktionen på priser og deraf mulige indgreb i form af afgifter, så giver modellen mulighed for eksogene indgreb i sammensætningen af apparatyper, deres pris og udviklingen i teknisk- og brugsmæssig effektivitet.

5.5 Eksempel

I dette eksempel kigger vi på hvorledes man kan modellere en effektivisering af husholdningernes belysning, f.eks. gennem stramning af lovgivning og

derigennem øge kravene til effektiviteten af de lyspære, der må forhandles. Dette betyder dels at køb af lyskilder bliver dyrere og dels at elforbruget til belysning falder. Effekten kommer gradvist, da de nye effektive lyskilder gradvist erstatter de gamle efterhånden som disse slides op.

Den effekt som studeres her, er dermed ekstra ifht. hvad der kan tilskrives den generelle økonomiske udvikling.

For at slippe igennem beregningen er vi nødt til at opstille en række antagelser:

1. Kravet til lyskildernes elforbrug strammes løbende i perioden 2005 til 2010. Stramningen medfører at lyskildernes elforbrug halveres. Det antages desuden at 20 % af lyskilderne friholdes fra de nye krav.
2. Levetiden for de nye lavenergi lyskilder antages at være fire år i modsætning til de nuværende lyskilders to år.
3. Prisen på lavenergi lyskilderne antages at være det dobbelte af de konventionelle lyskilder.

Dvs. for 80% af belysningen fordobles effektiviteten, levetiden og prisen i løbet af fem år.

Dermed kan udviklingen i de berørte eksogene variabler beregnes. Tabellen herunder viser variabernes niveau i 2010.

Tabel 3. Modellering af elbesparelse i husholdningernes belysning

	Variabelnavn	Niveau år 2010 ifht. 2005	Årlig tilvækst 2005-10
Eltrend belysning.....	dtqjmlc	$2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,2 = 1,8$	10,2924%
Pris belysning*	pcplc	$2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,2 = 1,8$	10,2924%+3%
Afgangsrate belysning**	bkm1c	$\frac{1}{(4 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,2)} = 0,278$	-9,3198%

* Der ligger 3% til for at inkludere den almindelige prisudvikling.

** Afgangsrate er beregnet som direkte værdi for bkm1c, i modsætning til de to andre variabler, som er angivet som niveauændringer.

Vi antager at udviklingen sker løbende og til modelberegningerne forudsættes at ændringen i de eksogene variabler sker som en jævn årlig tilvækst fra deres niveau i 2005 og til det nye beregnede niveau i 2010. De øvrige elapparater og elforbrug antages desuden uændret ifht. grundforløbet i denne beregning.

Herunder er vist et PCIM-program til afvikling af det opstillede beregningseksempel:

```

()

READ emma9064

TIME 2005 2010
UPD dtqjm1c % 8.8903
UPD pcp1c % 13.2924
UPD bkm1c % -9.3198

TIME 2011 2064
UPD pcp1c % 3
GENR dtqjm1c = dtqjm1c(-1) $
GENR bkm1c = bkm1c(-1) $

sim 2002 2064

() Resultater

TIME 1990 2064

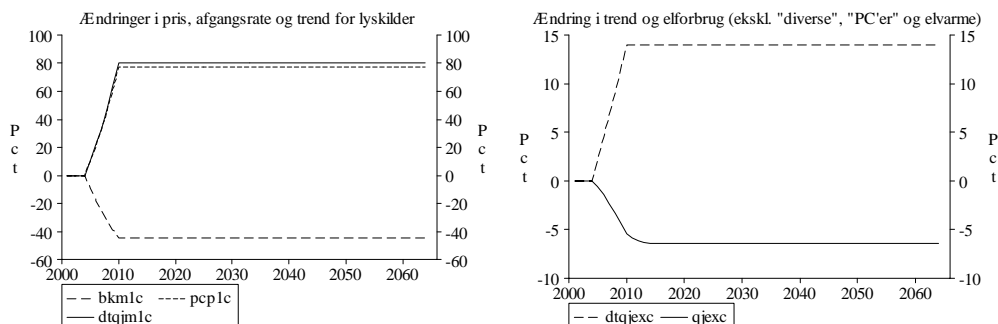
PIPE resmul.tsd
TMULPRT qyec qyecw1 fkec qjec qjexc qjvc dtqjm1c dtqjexc pcp1c bkm1c
PIPE CON

```

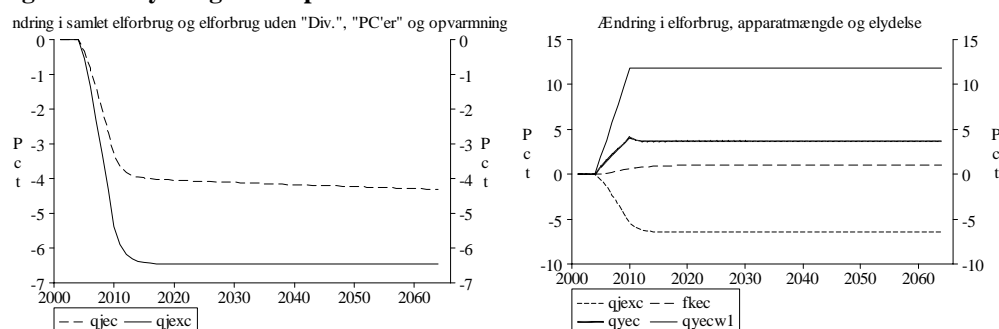
Programmet læser først en grundbank, opdaterer så de ønskede variabler med de beregnede værdier og derefter simuleres hele perioden. Sidst i programmet skrives resultaterne til en fil. Figur 10 og 11 viser de vigtigste resultater grafisk.

Figur 10 viser dels udviklingen i de variabler, der stødes til i eksemplet og dels effekten på den aggregerede trend og på elforbruget til andet end "Diverse", "PC'er" og opvarmning. Det ses at prisen og trenden til belysning stiger med godt 80% og at afgangsraten for belysningsapparaterne (også kaldet pærer) falder med ca. 45%. Efter stødet fra 2005 til 2010 fastholdes det opnåede niveau.

Figur 10 Belysningseksempel



Belysning udgør kun ca. 20% af elforbrugforbruget til andet end "Diverse", "PC'er" og opvarmning. Derfor slå den forbedrede effektivitet for belysningen kun igennem med ca. 14% på den aggregerede trend, *dtqjexc*. Det nævnte elforbrug (*qjexc*) falder med godt 7%, mens det samlede elforbrug (*qjec*) som kan ses i figur 11 falder med lidt over 4%.

Figur 11 Belysningseksempel

Grafen til højre i figur 11 viser det faldende elforbrug ($qjexc$) sammenholdt med udviklingen i apparatmængde ($fkec$) og elydelse ($qyec$ og $qyecw1$). I modellen er det prisen på elydelsen ($pwemc$), der konkurrerer med prisen på det øvrige forbrug ($pcp4xhv$). Apparutmængden stiger bl.a. pga. at usercosts ($pkec$) for elapparaterne falder på trods af at belysningsenhederne bliver dyrere. Dette fald skyldes at den øgede pris på belysningsenheder opvejes af en længere levetid for disse.

Det folk oplever som forbedring af velfærd er den effektivitetskorrigerede elydelse som her er udtrykt ved $qyecw1$. Elydelsen er som nævnt en sammenvæjning af mængden af elapparater og elforbruget til disse apparater (se ligning (1)). For at måle hvad der reelt leveres til folk fra elapparaterne, så skal den beregnede ydelse korrigeres for udviklingen apparaternes "kapitaleffektivitet" og "eleffektivitet". En øget kapitaleffektivitet betyder at apparaterne kan levere flere ydelser per investeret krone og en øget eleffektivitet betyder at apparaterne kan levere flere elydelser ved fastholdt elforbrug.

Konklusionen er dermed at selvom belysningsenhederne bliver dyrere, så giver skiftet til lavenergibelysning plads til at øge mængden af elydelser (med 12%), da elforbruget og kapitalomkostninger per elydelse falder. Den faldende relative pris på elydelser betyder at elydelserne vinder andele fra det øvrige privatforbrug (rødvin mm.) illustreret ved stigningen i apparatmængden, $fkec$. Det udførte eksperiment medfører at husholdningerne dels anskaffer apparater med en højere værdi og dels bruger de enkelte apparater mere. Disse to ting giver tilsammen den øgede elydelse, dvs. mere lys i stuerne fra investeringsmæssigt dyrere belysningsenheder.

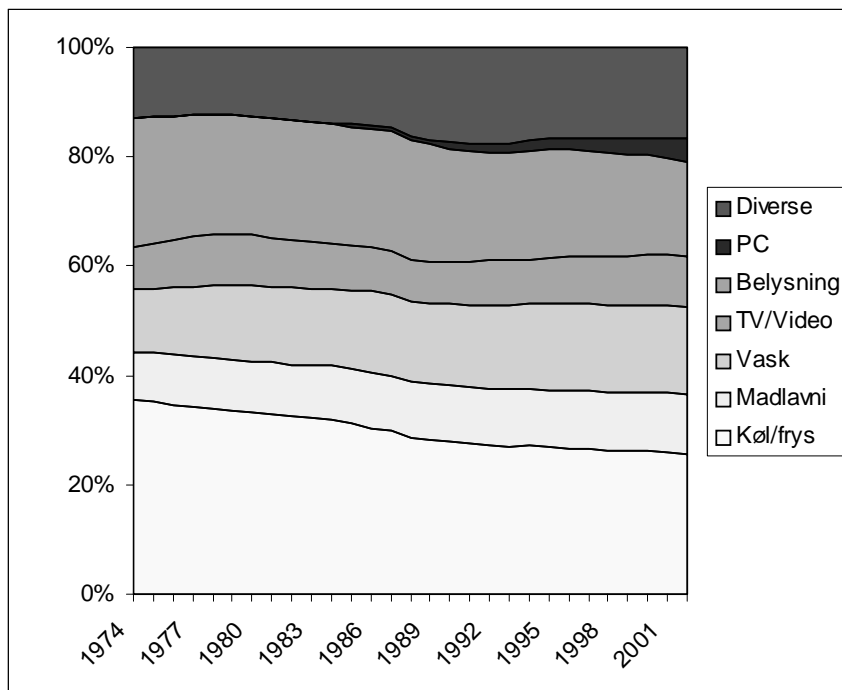
5.6 Elforbrug til "pc'er" og "diverse"

Husholdningernes elforbrug til "diverse" og "PC'er" er holdt uden for den ovenfor præsenterede model, der bl.a. beskriver substitution mellem elforbrug og apparater. Grunden er, at datagrundlaget for disse to grupper ikke giver mulighed for rimelige estimater i systemet. For "diverse"-gruppens vedkommende skyldes det, at der ikke er fundet passende Nationalregnskabsgrupper og for "PC'ernes" vedkommende at de i Nationalregnskabet opgøres med en værdi i forhold til deres ydelse og ikke pr.

styk PC. Mht. elforbrug, så giver antallet af PC'er en bedre forklaring af elforbruget til PC'er end den i Nationalregnskabet vægtede "mængde".

Elforbruget til "diverse" og "PC'er" udgør i dag hhv. ca. 15% og ca. 5% af husholdningernes elforbrug til andet end opvarmning, se figur 8.

Figur 12 Sammensætningen af husholdningernes elforbrug (uden elvarme). Kilde: Elmodel Bolig.



Det er valgt at opstille relativt simple relationer for henholdsvis husholdningernes elforbrug til "diverse" og til "PC'er". Hovedformålet med disse relationer er, at give mulighed for at have en holdning til udviklingen inden for de to grupper mht. antal apparater og deres energieffektivitet i fremskrivninger. På sigt er det dog målsætningen at inkludere disse apparater i "Elydelsessystemet".

Historisk kan elforbruget til "PC'er" og "diverse" bestemmes residualt ud fra husholdningernes samlede elforbrug fratrukket elforbruget til opvarmning samt fra grupperne "husholdningsmaskiner", "belysning" og "TV mv". Fordelingen af dette forbrug mellem "PC'er" og "diverse" foretages derefter på grundlag af data fra Elmodel Bolig.

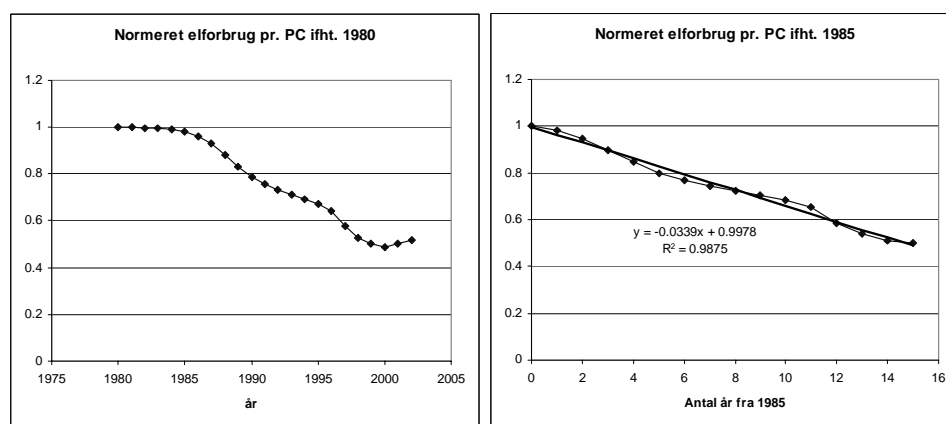
"PC'er"

I udtrykket for PC'ernes elforbrug indgår en forklarende variabel og en trend, som kan fortolkes udviklingen i effektivitet. Den forklarende variabel kunne f.eks. være antallet af boliger. I den foreslåede model anvendes dog boligarealet "k_{hm2}" som proxy på antallet af boliger. Der indføres en lineær trend til at beskrive udviklingen i elforbruget pr. enhed og en k-faktor til at fange eventuel støj og som udtryk for udviklingen i antallet af enheder pr. bolig/boligareal.

$$E_{PC} = \frac{k_{PC} \cdot khm2}{e_{PC}} \quad (10)$$

Til at beskrive udviklingen i trenden (e_{PC}) historisk anvendes data fra Elmodel Bolig, hvor der er årlige opgørelser af antallet af PC'er og det tilhørende elforbrug. I figurene herunder vises på baggrund af data fra Elmodel Bolig udviklingen i PC'ernes elforbrug.

Figur 13 Normeret elforbrug til PC'ere. Kilde: Elmodel Bolig.



Fra 1980 til 1985 har elforbruget pr. PC stort set været konstant, men fra 1985 og til 2000 er der sket et jævnt fald. Fra år 2000 og frem flader udviklingen igen ud.

Det forslås hermed historisk at anvende en tredelt trend. En trend, der antager værdien 1 i perioden før 1985 og som er lineært voksende fra 1985 til 2000, hvorefter den fortsætter med værdien $\frac{1}{0,5} = 2$.

I figuren ovenfor er foretaget en lineær regression over udviklingen i elforbruget pr. PC i perioden 1985 til 2000. Dermed kan trenden, jf. figur 4, i denne periode beskrives med approksimationen:

$$trend = \frac{1}{-0,0339 \cdot (\text{år} - 1985) + 0,9978} \quad (11)$$

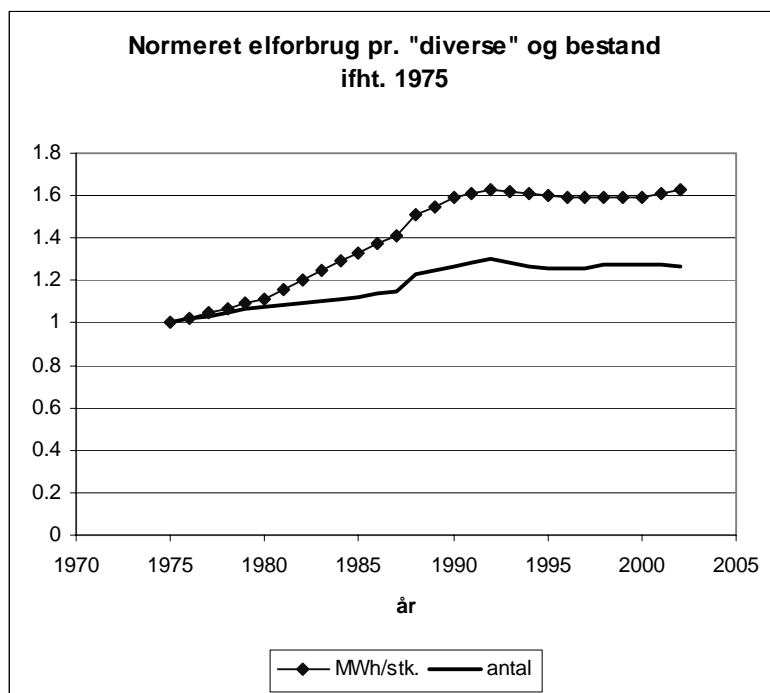
Ved at lade trenden beskrive udviklingen i energieffektivitet, så bliver k-faktoren (der nu kan bestemmes historisk) et udtryk for antallet af PC'er pr. boligareal. Dermed er der to eksogene håndtag at hive i forbindelse med fremskrivninger. Dels et håndtag vedrørende udviklingen i PC'ernes energieffektivitet og dels et vedrørende antallet af PC'er pr. bolig. Ved

fremskrivninger kan k-faktoren og trenden f.eks. fremskrives med væksten i sidste endelige år.

"Diverse"

Til "diverse"-gruppen anvendes samme opskrift som for "PC'erne". Som figur 5 viser så elforbruget pr. "diverse"-enhed steget fra 1975 til 1990, hvorefter det er stagneret. Gruppen "diverse" består af cirkulationspumper til boligernes varmesystemer samt af andre apparater, der ikke passer i de øvrige apparatkategorier. Dermed varierer sammensætningen af "diverse" over tid og det er svært at sige noget fornuftigt om udviklingen i bestand og energieffektivitet.

Figur 14 Normeret elforbrug og bestand for apparatgruppen "diverse".



Historisk vælges det at låse k-faktoren til 1. Dermed kommer trenden til at fange diverse effekter historisk. I fremskrivninger kan K-faktoren så anvendes som et mål for ændring i bestanden og trenden kan bruges til at beskrive en udvikling i energieffektivitet.

Der er flere grunde til at "diverse"-gruppen ikke stiger betydeligt i antal over tid. Gruppen er i Elmodel Bolig nærmest defineret som et aggregat af apparater, der er én af pr. husstand. F.eks ændres behovet for cirkulationspumper ifht. antallet af boliger ikke direkte på baggrund af ændringer i økonomisk aktivitet, men kun følge af et ændret antal boliger.

$$E_{div} = \frac{k_{div} \cdot khm2}{e_{div}} \quad (12)$$

"Diverse"-gruppen og "PC'er" håndteres således stort set som i en teknisk apparatmodel.

5.7 Elforbrug til opvarmning

Husholdningernes elforbrug til opvarmning bestemmes som en andel af det samlede opvarmningsbehov. Dette er nærmere beskrevet i papiret KKA 04.04.03 vedrørende husholdningernes varmekonsum.

5.8 Beregning af husholdningernes samlede elforbrug

Husholdningernes samlede elforbrug, E , kan dermed i fremskrivninger beregnes som følger:

$$E_{tot} = E + E_{PC} + E_{div} + E_{varme} \quad (13)$$

Elforbrug til andet end opvarmning:

$$E_{exv} = E + E_{div} + E_{PC} \quad (14)$$

Elforbrug til belysning:

$$E_{lys} = v_{lys} \cdot E \quad (15)$$

Elforbrug til TV mm.:

$$E_{TV} = v_{TV} \cdot E \quad (16)$$

Elforbrug til husholdningsmaskiner:

$$E_{hus} = v_{hus} \cdot E \quad (17)$$

5.9 Nomenklatur

Tabel 4. Forslag til navngivning

	Forslag	Variabeltype
C, Samlet udgift til forbrug	Cp4xh (ADAM)	<i>Eksogen</i>
P _C , Anvendt prisindeks for forbrug	pcp4xhv (ADAM)	<i>Eksogen</i>
Y*, ønsket elydelse uden div, PC og opvarmning	qYecw	Endogen
Y* _{eff} , effektivitetskorrigeret ønsket elydelse	qYecw1	Endogen
Y, elydelse uden div, PC og opvarmning	qYec	Endogen
T _Y , udgift til elydelse	Tqyec	Endogen
e _Y , trend på elydelse	dtqyec	Endogen
E*, ønsket elforbrug uden div, PC og opvarmning	qJexcw	Endogen
E, elforbrug uden div, PC og opvarmning	qJexc	Endogen
E _{exv} , elforbrug til andet end opvarmning	qJexc (EMMA02)	Endogen
E _{varme} , elforbrug til opvarmning	qJevc (EMMA02)	Endogen
E _{PC} , elforbrug til PC'er	qJepcc	Endogen
e _{PC} , el trend PC'er	dtqjepcc	<i>Eksogen</i>
K _{PC} , K-faktor PC'er	kqJepcc	<i>Eksogen</i>
E _{div} , Elforbrug til diverse	qJedc	Endogen
e _{div} , el trend Diverse	dtqjedc	<i>Eksogen</i>
K _{div} , K-faktor Diverse	kqJedc	<i>Eksogen</i>
K*, ønsket apparatmængde	fKecw	Endogen
K, apparatmængde	fKec	Endogen
P _{KE} , CES-prisindeks for el og apparater	pwemc	Endogen
P _K , prisen på apparatmængden	pkec	Endogen
e _E , aggregeret trend for elforbrug uden div, PC og opv.	dtqjexc	Endogen
e _K , effektivitetsindeks for elapparater uden div, PC og opv.	dtfkeec	<i>Eksogen</i>
k _{lys} , mængde lyskilder	km1c	Endogen
k _{tv} , mængde TV-apparater mm.	km2c	Endogen
k _{hus} , mængde husholdningsmaskiner	km3c	Endogen
k _l *, ønsket mængde lyskilder	km1cw	Endogen
k _{tv} *, ønsket mængde TV-apparater mm.	km2cw	Endogen
k _{hus} *, ønsket antal (stk.) husholdningsmask.	km3cw	Endogen
b _{lys} , faktorandel, lys	bfm1c	<i>Eksogen</i>
b _{tv} , faktorandel, tv	bfm2c	<i>Eksogen</i>
b _{hus} , faktorandel, husholdningsmaskiner	bfm3c	<i>Eksogen</i>
p _{lys} , pris på køb af app. kategori lys	pcp1c	<i>Eksogen</i>
p _{TV} , pris på køb af app. kategori TV mm.	pcp2c	<i>Eksogen</i>
p _{hus} , pris på køb af app. kategori husholdningsmask.	pcp3c	<i>Eksogen</i>
δ _{lys} , afgangsrage, lys	bkm1c	<i>Eksogen</i>
δ _{tv} , afgangsrage, tv	bkm2c	<i>Eksogen</i>
δ _{hus} , afgangsrage, husholdningsmaskiner	bkm3c	<i>Eksogen</i>
u _l , usercost, lys	uim1c	Endogen
u _{tv} , usercost, tv	uim2c	Endogen

u_{hus} , usercost, husholdningsmaskiner	uim3c	Endogen
S_{lys} , omkostningsandel, lys	skm1c	Endogen
S_{tv} , omkostningsandel, TV	skm2c	Endogen
S_{hus} , omkostningsandel, Husholdningsapparater	skm3c	Endogen
e_{lys} , el trend, lyskilder	dtqjm1c	Eksogen
e_{tv} , el trend, tv	dtqjm2c	Eksogen
e_{hus} , el trend, husholdningsmask.	dtqjm3c	Eksogen
v_1 , elandel for lys	bqjm1c	Eksogen
v_2 , elandel for tv	bqjm2c	Eksogen
v_3 , elandel for husholdningsmaskiner	bqjm3c	Eksogen
E_{lys} , elforbrug til belysning	qJem1c	Endogen
E_{TV} , elforbrug til TV mm.	qJem2c	Endogen
E_{hus} , elforbrug til husholdningsmaskiner	qJem3c	Endogen

6 Forslag til ligninger

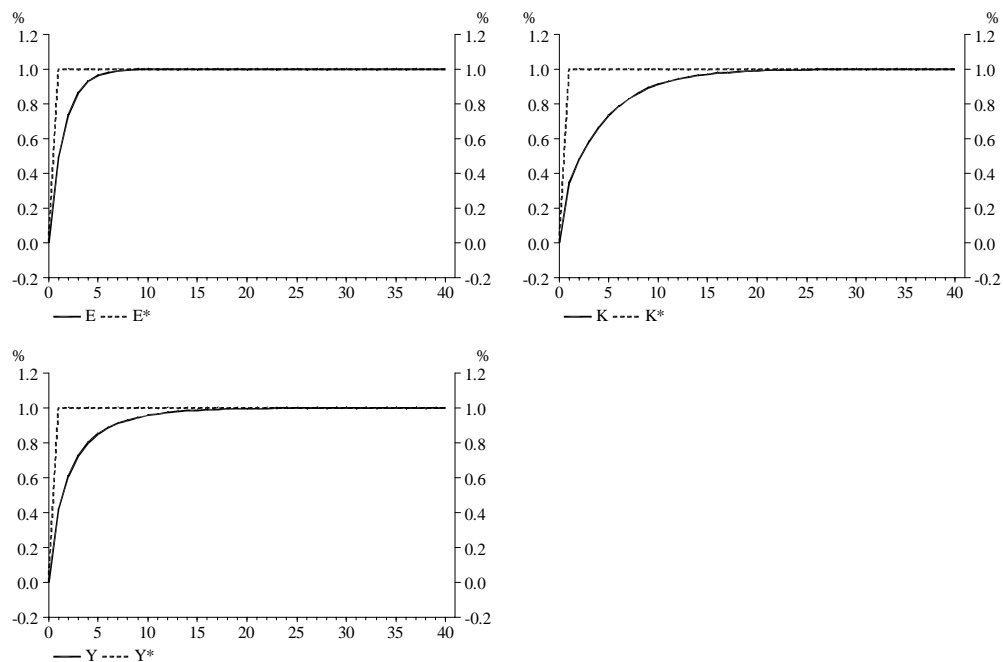
Se bilag 1 med udskrift af foreslåede modelligninger.

7 Multiplikatoreksperimenter i isoleret model

I dette afsnit ses på modellens multiplikatoregenskaber. De betragtede eksperimenter er stød på 1 % alle år til forbruget ($cp4xh$), elprisen ($pqjec$), forbrugerprisindekset ($pcp4xhv$), effektivitetsindeksene ($dtfkeec$ og $dtqjexc$) samt investeringspriserne ($pcp1c$, $pcp2c$ og $pcp3c$).

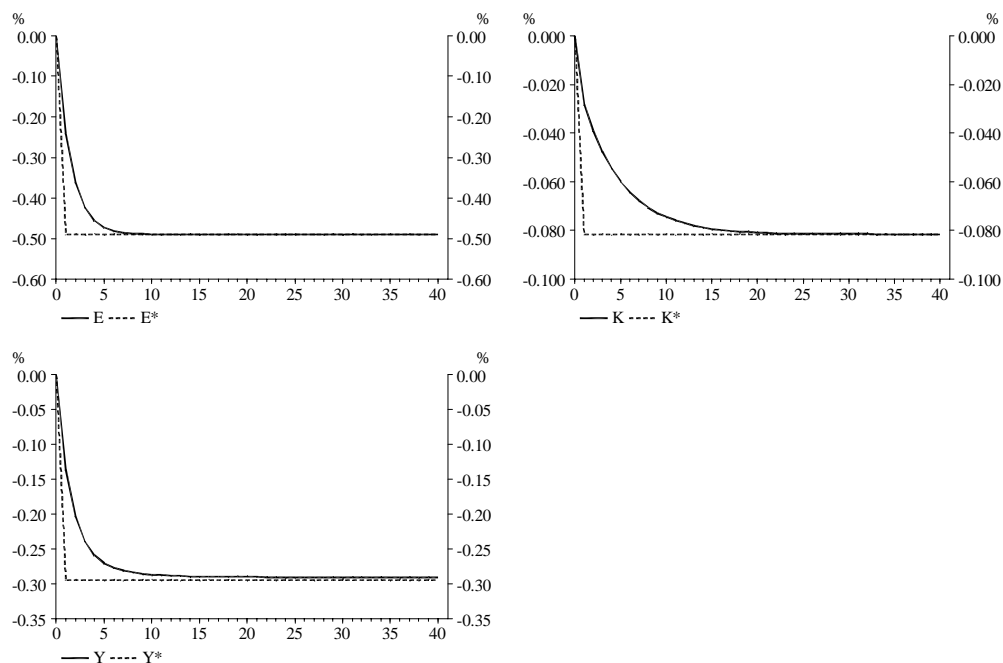
Multiplikatorerne er vist i nedenstående figurer.

Figur 15 cp4xh + 1% alle år

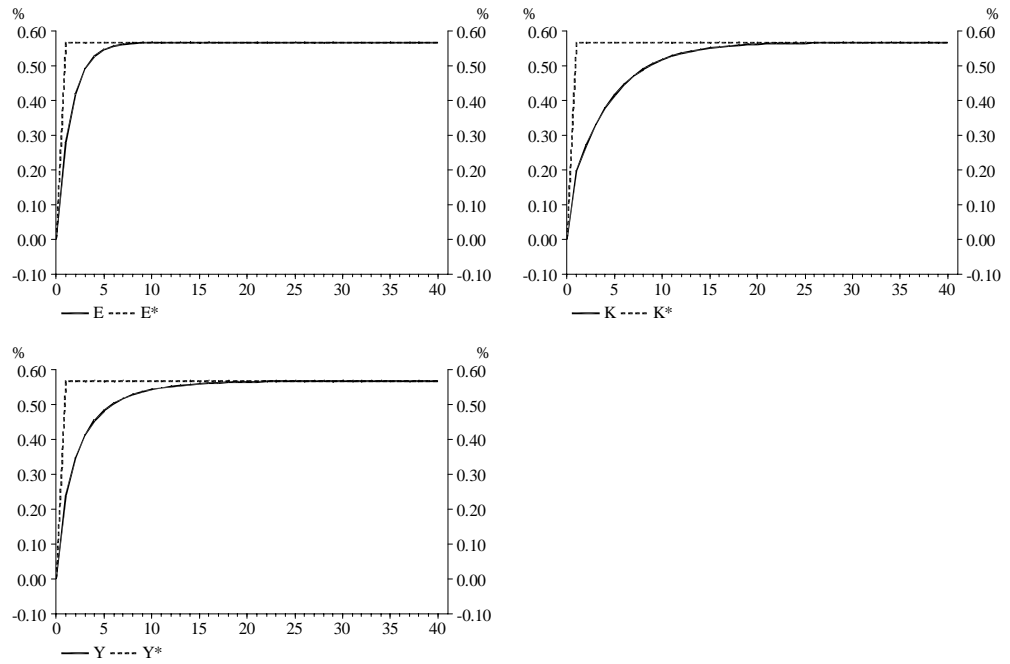
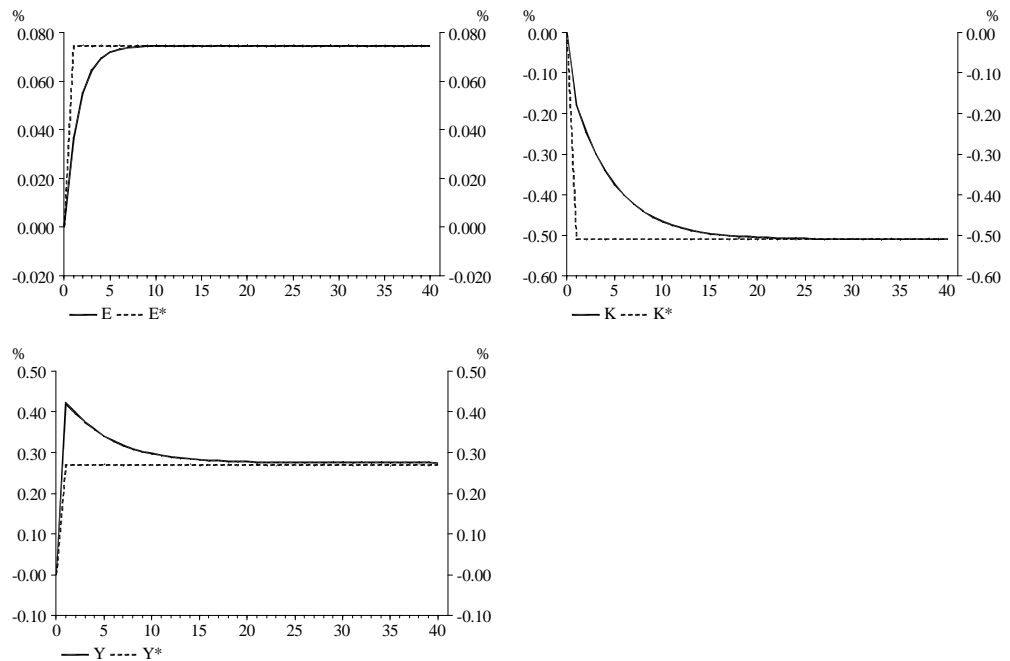


Elforbrug, apparatmængde og elydelse følger pænt med den økonomiske udvikling.

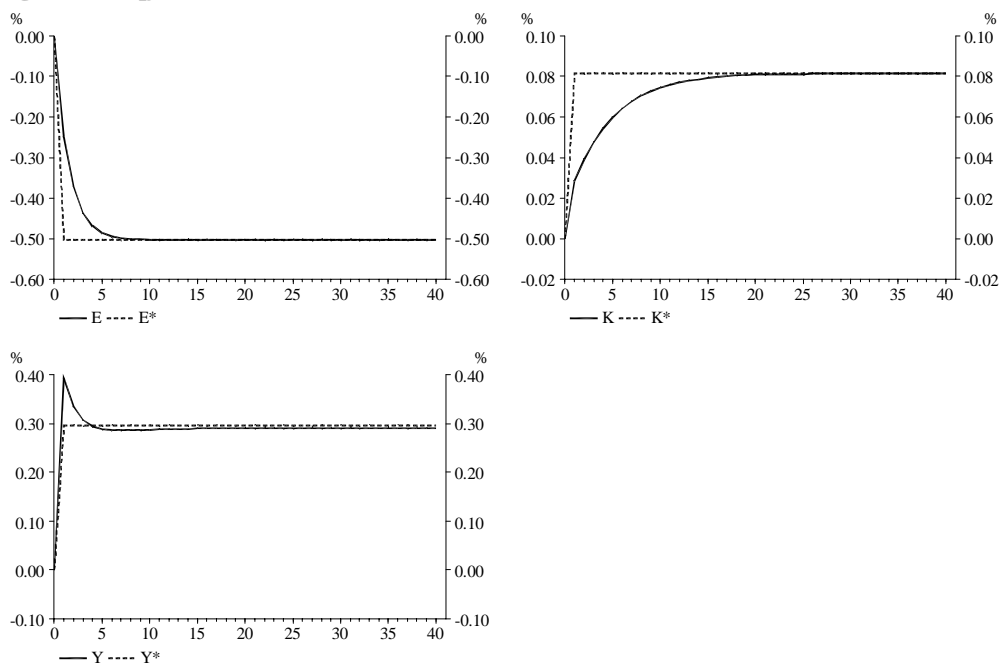
Figur 16 pqjec + 1% alle år



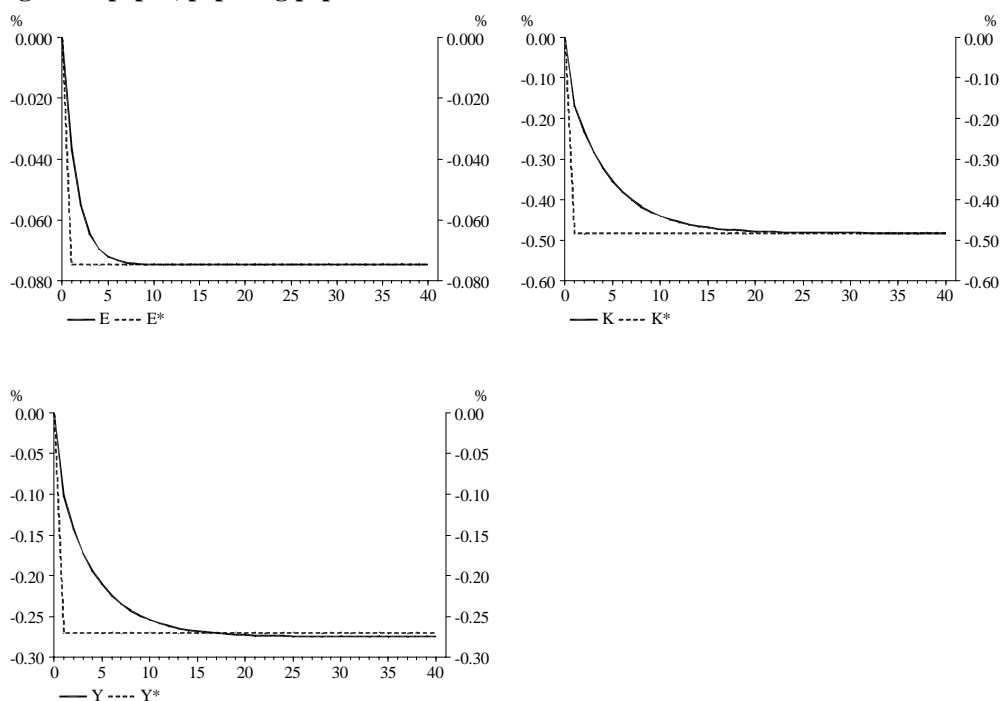
Øget elpris rammer først og fremmest ned på brugen af apparaterne, mens det ikke rammer apparatmængden så hårdt.

Figur 17 pcp4xhv + 1% alle år**Figur 18 dtfkeec + 1% alle**

Stigende trend (dtfkeec) giver et fald i apparatmængden, da der skal færre apparater til at levere samme elydelse. Elforbruget stiger og ligeledes elydelsen da den bliver mere konkurrencedygtig over for det øvrige forbrug.

Figur 19 dtqjexc + 1% alle år

Mere effektive apparater giver et fald i elforbruget, men giver samtidig plads til at øge apparatmængden.

Figur 20 pcp1c, pcp2c og pcp3c + 1% alle år

Modellen reagerer i alle eksperimenterne som forventet (se DGR20n02 for en udledning og fortegnanalyse for hver enkelt multiplikator).

I forhold til multiplikatorerne i DGR20n02 er tilpasningen i elforbruget i denne model meget hurtigt, og sammenligner man med elforbruget i forrige modelversion er tilpasningen i elforbruget ingenlunde blevet trægere.

Alt i alt ser multiplikatorerne derfor fornuftige ud.

8 Konklusion

Data bakker op om antagelsen vedrørende substitution mellem elapparater og forbruget af el. Dvs. der er et valg mellem at bruge de elapparater man har mere, eller at købe nye apparater. Derudover giver den opstillede model mulighed for en bedre udveksling af beregningsforudsætninger med tekniske apparatmodeller. EMMA kan på baggrund af en ADAM-kørsel fremskrive efterspørgslen efter elapparater, som kan anvendes i de tekniske modeller. Samtidig kan apparaternes udvikling i effektivitet opdateres med data fra tekniske modeller.

De udførte forsøg med modellen falder også ud som ventet og egenskaberne betragtes som tilfredsstillende.

Der bør arbejdes på at alle grupper af elapparater inkluderes i "Elydelse modelsystemet", således at husholdningernes samlede elforbrug til andet end opvarmning indgår i det aggregat, der vejes mod øvrigt forbrug.

Desuden bør de nævnte mulige konsistensproblemer mellem omregningsfaktorer og elandele løses på sigt.

På baggrund af dette papir og på datapapiret EBJ 05.05.03 anbefales det at anvende de foreslåede ligninger i modellen.

9 Litteratur

- KKA 12.06.03 Kenneth Karlsson, Erik Bjørsted: *Nye ligninger til husholdningernes efterspørgsel efter el*
 EBJ 05.05.03 Erik Bjørsted: *Data til husholdningernes elforbrug*
 KKA 04.04.03 Kenneth Karlsson: *Nye ligninger til husholdningernes varmekonsum – forslag til ligninger*
 DGR 20.11.02 Dorte Grinderslev: *Husholdningernes efterspørgsel efter elapparater og el i EMMA*

Nørgård, J. S. (2001), *Integrating Energy Demand Side Management Into Economic Policy*. Published in "UNESCO International School of Science for Peace: Can Advanced Energy Systems cope with Energy Demands of Asia, OECD-Pacific and CIS?" (eds. Aslanian, Gherardi, Kagramanian and Schneider) UNESCO in the Landau Network Centro Volta Series. Proceedings of conference in Villa Olmo, Como, Italy, July 5-8, 2000.

Bilag 1

() ELFORBRUG
 () elelapp.firm
 () usercost
 FRML _D__D uim1c=pcp1c*bkm1c \$
 FRML _D__D uim2c=pcp2c*bkm2c \$
 FRML _D__D uim3c=pcp3c*bkm3c \$
 () omkostningsandele
 FRML _D__D skm1c = (uim1c*bkm1c)/(uim1c*bkm1c+uim2c*bkm2c+uim3c*bkm3c) \$
 FRML _D__D skm2c = (uim2c*bkm2c)/(uim1c*bkm1c+uim2c*bkm2c+uim3c*bkm3c) \$
 FRML _D__D skm3c = (uim3c*bkm3c)/(uim1c*bkm1c+uim2c*bkm2c+uim3c*bkm3c) \$
 () usercost på K, Tornqvistindeks
 FRML _D__D dlog(pkec) = 0.5*(skm1c+skm1c(-1))*dlog(uim1c)
 +0.5*(skm2c+skm2c(-1))*dlog(uim2c)
 +0.5*(skm3c+skm3c(-1))*dlog(uim3c) \$
 () Udsplitning af E på underliggende elapparater
 FRML _D__D log(dtqjexc) = bqjm1c*log(dtqjm1c)+bqjm2c*log(dtqjm2c)
 + bqjm3c*log(dtqjm3c) \$
 () CES-prisindeks for elydelse sammenvæjer priserne på el og elapp.
 FRML _DJRD pwemc = (0.89997**0.41115 * (pqjec/dtqjexc)**(1-0.41115)
 + (1-0.89997)**0.41115 * (pkec/dtfkeec)**(1-0.41115))**(1/(1-0.41115)) \$
 () LANGSIGTSLIGNINGER
 FRML _DJRD log(qjexcw) = log(cp4xh/pcp4xhv)
 + 0.41115*log(0.89997)
 + 0.56818*log(0.0024842)
 - 0.41115*log(pqjec/pwemc)
 - (1-0.41115)*log(dtqjexc)
 - 0.56818*log(pwemc/pcp4xhv) \$
 FRML _DJRD log(fKecw) = log(cp4xh/pcp4xhv)
 + 0.41115*log(1-0.89997)
 + 0.56818*log(0.0024842)
 - 0.41115*log(pkec/pwemc)
 - (1-0.41115)*log(dtfkeec)
 - 0.56818*log(pwemc/pcp4xhv) \$
 () DYNAMIKKEN (simpel fejlkorrektion til at starte med)
 FRML _SJRD dlog(qjexc) = 0.49277*Dlog(qjexcw) - 0.48385*(log(qjexc(-1)/qjexcw(-1))) \$
 FRML _SJRD dlog(fKec) = 0.34900*Dlog(fKecw) - 0.20000*(log(fKec(-1)/fKecw(-1))) \$
 () Lys
 FRML _DJRD Km1cw = bfm1c*fKecw \$
 FRML _GJRDf dlog(Km1c) = dlog(bfm1c)+0.34900*Dlog(fKecw)
 - 0.20000*(log(Km1c(-1))-log(Km1cw(-1))) \$
 () TV
 FRML _DJRD Km2cw = bfm2c*fKecw \$
 FRML _GJRDf dlog(Km2c) = dlog(bfm2c)+0.34900*Dlog(fKecw)
 - 0.20000*(log(Km2c(-1))-log(Km2cw(-1))) \$
 () Husholdningsapparater
 FRML _DJRD Km3cw = bfm3c*fKecw \$
 FRML _GJRDf dlog(Km3c) = dlog(bfm3c)+0.34900*Dlog(fKecw)
 - 0.20000*(log(Km3c(-1))-log(Km3cw(-1))) \$
 () Elydelse
 FRML _DJRD qYecw = (0.89997 * (qjexcw*dtqjexc)**((0.41115-1)/0.41115)
 + (1-0.89997) * (fkecw*dtfkeec)**((0.41115-1)/0.41115)
)**(0.41115/(0.41115-1)) \$
 FRML _DJRD qYec = (0.89997 * (qjexc*dtqjexc)**((0.41115-1)/0.41115)
 + (1-0.89997) * (fkec*dtfkeec)**((0.41115-1)/0.41115)
)**(0.41115/(0.41115-1)) \$
 () Udgift til elydelse
 FRML _DJRD TqYec = pqjec*qjexc + fkec*pkec \$
 () dtqyec
 FRML _D__D log(dtqyec) = 0.57*log(dtqjexc) + 0.43*log(dtfkeec) \$
 () Effektivitetskorrigeret Y*
 FRML _D__D qYecw1 = qYecw * dtqyec \$
 () Elforbrug, Lys
 FRML _DJRD qJm1c = bqjm1c*qjexc \$
 () Elforbrug, TV
 FRML _DJRD qJm2c = bqjm2c*qjexc \$
 () Elforbrug, Husholdningsapparater
 FRML _DJRD qJm3c = bqjm3c*qjexc \$
 () Elforbrug, PC'ere
 FRML _GJRDf qJepcc = kjepcc*khm2/dtqjepcc \$ () nyt!!!!
 () Elforbrug, Diverse
 FRML _GJRDf qJedc = kjedc*khm2/dtqjedc \$ () nyt!!!!
 () Samlet elforbrug, Husholdningerne
 FRML _I qJec = qjexc+qJepcc+qJedc+qJevc \$ () nyt!!!!
 FRML _I QJEXVC = QJEXC+QJEPCC+QJEDC \$