

Reestimation af husholdningernes energiefteerspørgsel

Resumé:

I papiret præsenteres en reestimation af husholdningernes energiefteerspørgsel baseret på de nye energimatricer. I forhold til de nuværende EMMA-ligninger er den væsentligste forskel, at der anvendes en anden type effektivitetsindeks. Derudover er der justeringer i enkelte af de anvendte variable. Endvidere diskuteres aggregeringen af husholdningernes energiforbrug fra energimatricernes 40 energiarter til EMMA's 7 energiarter.

mow19499.wp

Nøgleord: Husholdningernes energiforbrug, effektivitetskorrigerede priser, fejlkorrigeringsmodeller

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. Husholdningernes energiefterspørgsel

Husholdningernes efterspørgsel efter energi til opvarmning, el til andet end opvarmning og transport er i den nuværende EMMA-version bestemt som en funktion af beholdningen af det energiforbrugende kapitalapparat, det samlede forbrug, energiprisen relativt til pris på forbrug og energiens fysiske effektivitet. Den teoretiske forklaring på tilstedeværelsen af effektivitetsindekset er antagelsen om, at det er energiens ydelse og energiens effektive pris, der er af betydning for husholdningernes valg af energiforbrug.

I det følgende præsenteres reestimerede ligninger for husholdningernes energiforbrug. I forhold til den nuværende EMMA-version er indeksene for energiens fysiske effektivitet erstattet med mere generelle effektivitetsindeks. Energiens fysiske effektivitet kan indgå som en del af disse indeks. Derudover er enkelte variable ændret.

Udgangspunktet er, at husholdningernes efterspørgsel efter en energiydelse afhænger af beholdningen af det relevante energiforbrugende kapitalapparat, et mål for husholdningernes forbrug og energiprisen relativt til de samlede forbrugerpriser. Kapitalapparatet giver den direkte effekt på energiforbruget når beholdningen af det energiforbrugende kapitalapparat øges. Privatforbruget afspejler i hvor høj grad det eksisterende kapitalapparat anvendes. Problemet med disse to variable er, at de ikke er ukorrelerede, idet både boligbenyttelsen og forbruget af private køretøjer indgår som komponenter i det samlede private forbrug, samt at beslutningen om øget privatforbrug og investering i forøgelsen af antallet af boligkvadratmeter er tæt knyttet til husholdningernes velstand. De relative priser afspejler husholdningernes substitution mellem det relevante energiforbrug og andet forbrug ved forskydninger i den relative pris.

Det antages, at efterspørgslen efter energiydelser kan beskrives ved en log-lineær funktion, dvs.

$$\log(E^*I)_t = \beta_0 + \beta_1 \log(K)_t + \beta_2 \log\left(\frac{C}{P}\right)_t + \beta_3 \log\left(\frac{P_e I}{P}\right)_t \quad (1)$$

E^*	er det ønskede energiforbrug
I	er et effektivitetsindeks
K	er beholdningen af det energiforbrugende kapitalapparat
C	er privatforbruget
P	er prisen på privatforbrug
P_e	er prisen på den relevante energitype

β_i 'erne er energiefterspørgslens elasticitet mht. de relevante variable.

Effektivitetsindekset I er givet ved

$$I_t = \exp(\omega_1 t + \omega_2 t^2 + v_i G_i) \quad (2)$$

t er tiden

G_i er øvrige variable i effektivitetsindekset, eksempelvis fysisk effektivitet

Der er p.t. ikke fysiske effektivitetsindeks i de estimerede ligninger. Tidstrendene i effektivitetsindekset fanger i denne formulering udviklingen i energiens effektivitet, manglende forklarende variable, strukturelle ændringer i energiforbruget over tid mm.

Der indføres dynamik ved at antage, at det faktiske energiforbrug, E , på langt sigt er lig det ønskede energiforbrug, E^* , mens der tillades afvigelser på kort sigt som følge af trægheder i tilpasningen. Dette fører til fejlkorrektionsligningen

$$\begin{aligned} D \log E_t = & \gamma_{11} \beta_1 D \log(K_t) + \gamma_{12} \beta_2 D \log\left(\frac{C}{P}\right)_t + \gamma_{13} \beta_3 D \log\left(\frac{P_e}{P}\right) \\ & - \gamma_{13}(1 + \beta_3) D \log(I_t) + \theta_j D(D_{j,t}) + \gamma_2 [\beta_0 + \beta_1 \log(K_{t-1}) \\ & + \beta_2 \log\left(\frac{C}{P}\right)_{t-1} + \beta_3 \log\left(\frac{P_E}{P}\right) - (1 + \beta_3) \log(I_{t-1}) + \theta_j D_{j,t-1} - \log(E_{t-1})] \end{aligned} \quad (3)$$

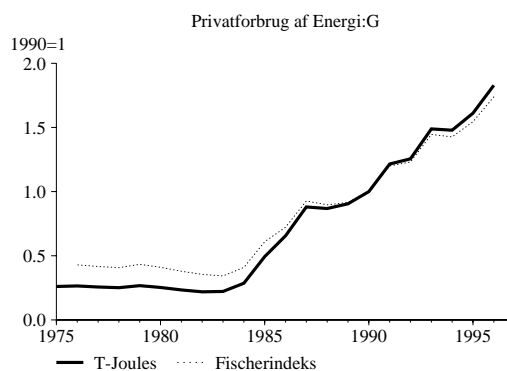
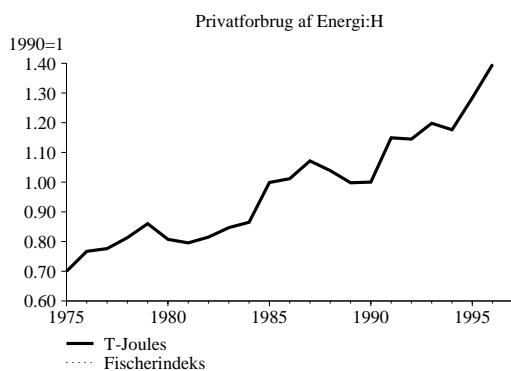
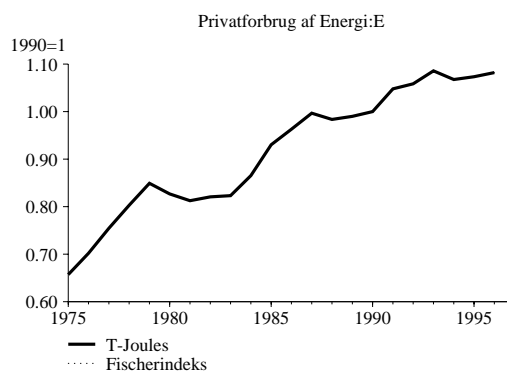
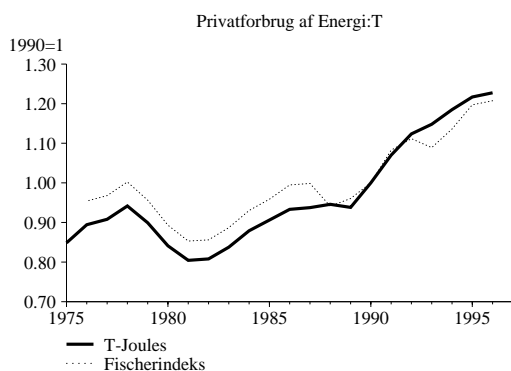
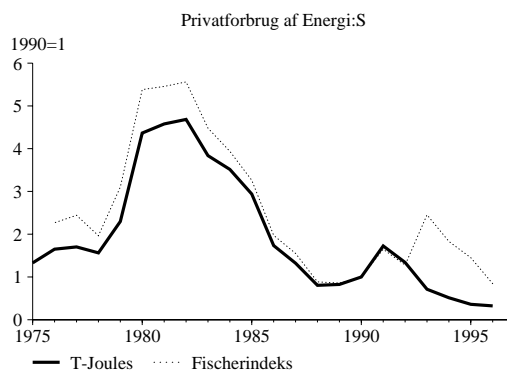
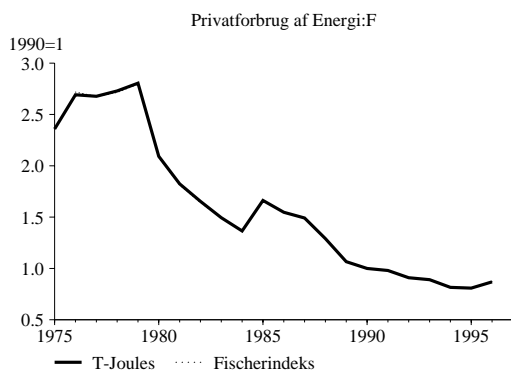
hvor γ_{1i} er tilpasningen i første periode givet et stød til variabel i , og γ_2 er hastigheden, hvormed energiforbruget korrigerer fejl fra tidligere perioder. θ_j er parameteren til den j 'te dummyvariable, D_j .

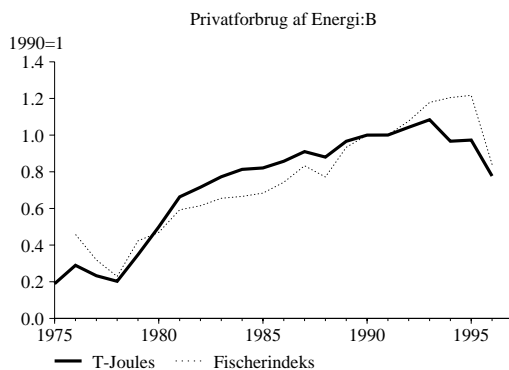
Det er generelt af interesse at teste en hypotese om, hvorvidt ligningen beskriver forbruget af energi pr. kapitalenhed. Denne hypotese kan testes ved at pålægge parameterrestriktionerne $\beta_1=1$ og $\gamma_{11}=1$. Med disse restriktioner pålagt kan ligningen 3) omskrives til en tilsvarende ligning for enhedsforbruget, E/K .

Ligningen 3) estimeres ved NLS i TSP for de tre energianvendelser. Den ikke-lineære estimation betyder, at det er muligt at teste hypoteser vedrørende de strukturelle parametre direkte.

2. Data

Data for husholdningernes energifterspørgslen er baseret på Danmarks Statistiks ny energimatricer. Energimatricernes 40 energiarter aggregeres til EMMAs syv energiarter. Nedenfor er aggregeringen foretaget dels i terajoule og dels ved hjælp af et Fischerkædeindeks. (Se modelgruppepapir MOW & SKP 20.11.98).





Der er ikke store afvigelser mellem aggregeringerne, så der synes ikke at være problemer med at aggregere fra energimatricernes 40 til EMMAs syv energiarter ved aggregering af forbruget i terajoule. Dog bemærkes det, at Fischerindekset for energiarten fastbrændsel, s , viser en kraftig vækst i forbruget af denne energitype i 1992, hvor aggregeringen i terajoule udviser et fald. Energiaggregatet s er en sammenvejning af tre af energimatricers energiarter. Forklaringen på afvigelsen er, at det private forbrug af den ene af disse falder bort i perioden 1993 til 1995. Den følgende stigning i forbruget af de to øvrige variable betyder, at Paasche-delen af Fischerindekset stiger kraftigt. Der er ligeledes en forholdsvis stor afvigelse mellem de to aggregerings metoder for biobrændsel, b . Denne energitype indgår ikke i husholdningernes tre energianvendelser.

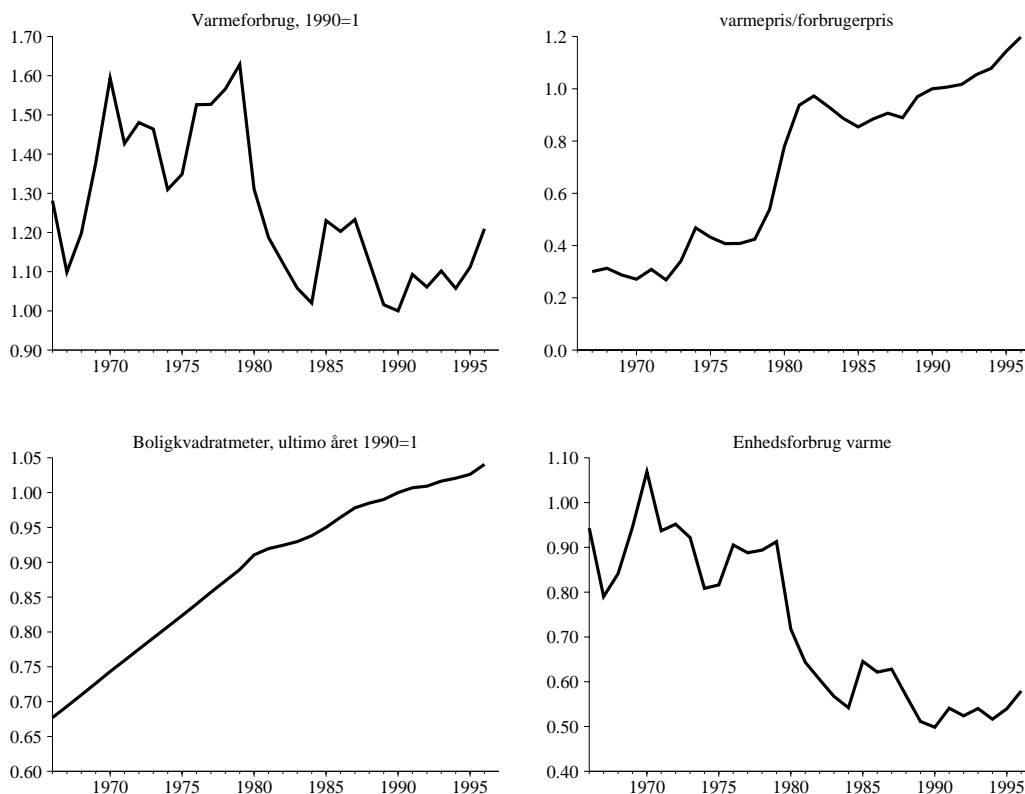
De tre energianvendelser, der estimeres, er konstrueret ud fra ovenstående syv energiarter målt i terajoule. Varmeforbruget er dannet som summen af energiarterne g , h , s , f og en andel af elforbruget. El er resten af elforbruget, og forbruget af transportenergi er energitype t .

Husholdningernes energiefterspørgsel er estimeret for perioden 1968 til 1994. Estimationsperioden er begrænset af den anvendte forbrugsvariabel $fCp4$, hvor første observation er 1967 og af sidste endelige år i Nationalregnskabet, 1994. Data for energiforbruget stammer i perioden 1975 til 1994 fra Danmarks Statistiks nye energimatricer, mens perioden 1967 til 1974 er dannet ved hjælp af vækstraterne i de tilsvarende serier i de gamle energimatricer.

Efterspørgslen efter energi til anvendelserne varme, el til andet end varme og transportenergi er EMMA-variablene $qJvc$, $qJexvc$ og $qJtc$. De tilhørende priser er $pqjvc$, $pqjec$ og $pqjtc$. Variablen for kapitalapparatet er i ligningen for efterspørgslen efter varme henholdsvis transportenergi beholdningen af boligkvadratmeter ultimo året, $Khm2$, og bilparken ultimo året, Kcb . I ligningen for forbruget af el til andet end varme anvendes ingen variabel for kapitalapparatet. Variablen for det private forbrug er $fCp4$. De relative priser er i alle ligninger forholdet mellem udviklingen i prisen på den aktuelle energi-anvendelse og udviklingen i prisen på $Cp4$. Den lineære trend t er defineret som året minus 1966, og den kvadratiske trend er t^2 .

3. Efterspørgslen efter energi til opvarmning

Variablene, der anvendes i estimationen af efterspørgslen efter energi til opvarmning, er gengivet nedenfor.



Udviklingen i varmekonsumet i TJ er især karakteriseret ved to niveauskift, sidst i 1960'erne og sidst i 1970'erne, der er derimod ikke tegn på trend i varmekonsumet. Prisen på energi til opvarmning relativt til prisen på forbrug generelt er øget gennem hele perioden. Det tilsvarende gælder for antallet af boligkvadratmeter. Energiforbruget pr. kvadratmeter har stort set været aftagende i hele estimationsperioden.

Der er introduceret en klimavariabel i ligningen, til forklaring af klimafhængige udsving i varmekonsumet. Klimavariablen er konstrueret således, at en klimabetinget stigning i varmebehovet på 1 pct. i forhold til normalåret fører til et fald i klimavariablen på 1 pct. Som følge af konstruktionen af klimavariablen bindes parameteren til denne variabel til -1. Dette betyder, at der estimeres en ligning for det klimakorrigerede energikonsum. Klimavariablen har ikke intertemporale effekter, så den behandles som en dummyvariabel i estimationen.

Hypotesen om enhedsforbrug, $\beta_1=1$ og $\gamma_{11}=1$ kan sammen med en hypotese om, at det generelle forbrugsniveau ikke påvirker varmekonsumet, $\beta_2=0$, ikke afvises på 10% signifikansniveau. Hypoteser vedrørende trendene $\omega_1=\omega_2=0$ afvises. Så

der tillades en lineær og en kvadratisk trend i effektivitetsindekset.

Estimationsresultaterne er gengivet i tabel 1 nedenfor.

Tabel 1. estimation af forbrug af energi til opvarmning

Variabel	Parameter	Koefficient	Spredning
Konstant	β_0	-0,628189	0,210720
trend	ω_1	-0,067442	0,035562
kvadratisk trend	ω_2	0,001607	0,000786
<i>langtsigtselasticiteter mht:</i>			
Kapital	β_1	1,0	-
Forbrug	β_2	0,0	-
Relativ pris	β_3	-0,620055	0,076127
<i>1. års tilpasning ved ændring i:</i>			
Kapital	γ_{11}	1,0	-
Relativ pris	γ_{13}	0,530137	0,084389
Tilpasningshastighed	γ_2	0,585082	0,137749
Klimavariabel	ν_1	-1,0	-

Anm. n=1968-1994 $R^2=0,91$ DW=2,15

Parameterestimerne til den relative pris og tilpasningsparametrene er signifikante, og den langsigtede priselasticitet estimeres til -0,62. Dette er uændret i forhold til de nuværende ligninger. Tilpasningshastigheden er øget væsentligt, og forklaringssevnen i den reestimerede ligning er næsten fordoblet i forhold til den nuværende ligning.

Den estimerede ligningen kan fortolkes som en ligning for det klimakorrigerede varmeforbrug pr. kvadratmeter bolig. Udeladelsen af forbrugsvariablen betyder, at der ses bort fra den mulighed, at husholdninger ønsker at anvende noget af en generel forbrugsstigning til at øge varmeforbruget. Således øges husholdningernes forbrug af varme givet en stigning i husholdningens velstand kun som følge af, at husholdningerne øger beholdningen af boligkvadratmeter.

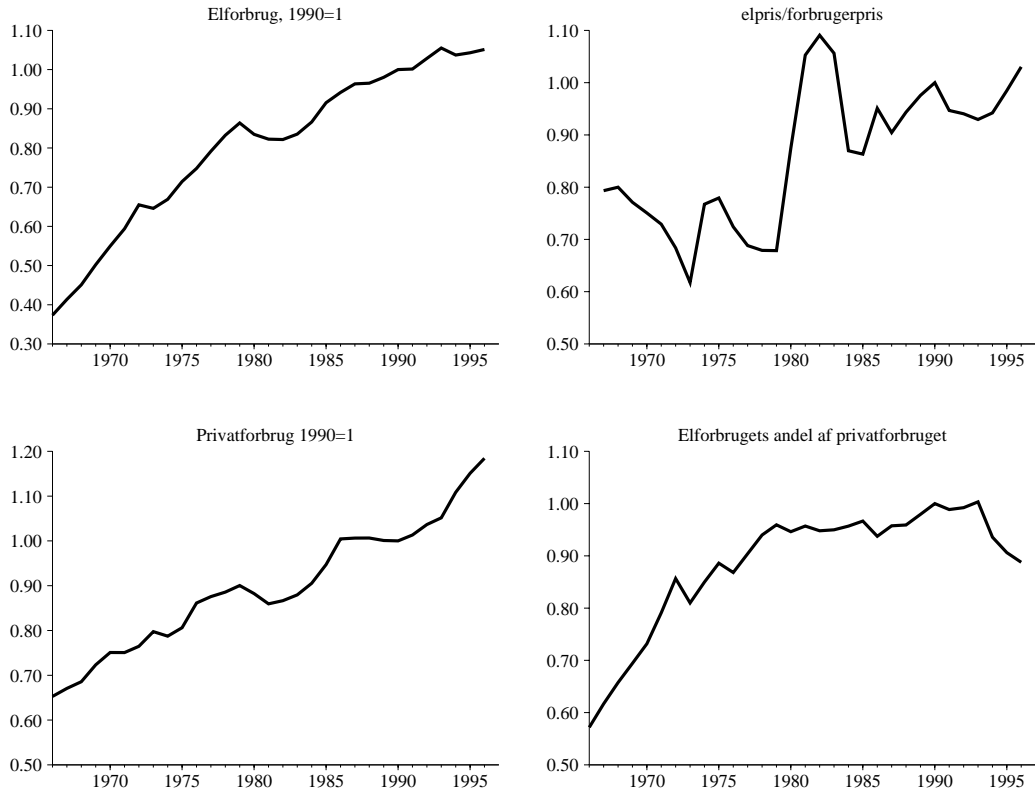
Bedre isolering af boliger har i den betragtede periode været anvendt som et middel til at mindske varmeforbruget i forbindelse med stigende energipriser. Gode isoleringsmuligheder og tilskudsordninger til isolering i estimationsperioden kan være medvirkende til den numerisk store priselasticitet i varmeforbruget. I takt med at isoleringsmulighederne udtømmes, og tilskudsordninger bortfalder, kan det tænkes, at den estimerede priselasticitet overvurderer den faktiske.

4. Efterspørgsel efter el til andet end opvarmning

Forbruget af el, der ikke anvendes til opvarmning, estimeres på privatforbruget og prisen på el relativt til priser på samlet forbrug. Fraværet af kapitalapparatet

skyldes, at der ikke haves et mål for dette.

De variable, der anvendes til bestemmelsen af elforbruget, er vist nedenfor:



Elforbruget er voksende gennem hele perioden. Vækstraten synes dog at være aftagende fra starten af 1980'erne, og der ses et fald i elforbruget i forbindelse med den 2. energikrise. Udviklingen i elprisen relativt til den generelle forbrugerpris er præget af nogle niveauskift i forbindelse med den 2. energikrise. Umiddelbart er indtrykket, at væksten i det samlede privatforbrug er lavere end væksten i elforbruget i første del af perioden, mens den er højere i sidste del af perioden. Figuren for elforbrugets andel af det samlede forbrug viser, at elforbrugets andel af privatforbruget har været voksende indtil sidst i 1970'erne, hvorefter forholdet har været konstant. Figurerne kunne således antyde en ændret sammenhæng mellem udviklingen i privatforbruget generelt og elforbruget. En sådan ændret sammenhæng kunne evt. skyldes, at forbrugs-sammensætning ændres i takt med, at velstanden og dermed privatforbruget øges.

Det har været forsøgt at estimere, hvordan forholdet mellem udviklingen i det samlede private forbrug og elforbruget påvirkes, når privatforbruget øges. Dels forsøgt ved at estimere forskellige koefficienter til den langsigtede forbrugs-elasticitet for forskellige perioder. Og dels ved, at lade variabelen for det samlede forbrug indgå i regressionen på en måde så forbrugselasticiteten varierer med det samlede privatforbrug.

Forsøg med at opdele estimationsperioden for forbrugets vedkommende har ikke givet resultat. Udgangspunktet i forsøg med at lade indkomstelasticiteten variere med indkomsten har været at lade elasticiteten være høj i starten af perioden og lade denne falde mod et nyt niveau i løbet af perioden. Dette leder til en elasticitet, der i fremskrivningssammenhæng vil blive negativ ved en beskeden vækst i privatforbruget.

Estimeres modellen 3) med både privatforbruget og med trende som forklarende variable, viser det sig, at der ikke kan estimeres en signifikant parameter til forbruget. Valget mellem en lineær trend og forbruget har ikke indflydelse på priselasticitetens størrelse, men tilpasningstiden forøges væsentligt, når privatforbruget anvendes som forklarende variabel. I tilfældet hvor privatforbruget anvendes, estimeres en parameter til denne variabel på 0,9. Problemet i denne relation er, at parameteren for tilpasningshastigheden medfører en fejlkorrektions tid på ca. 8 år.

Som en sidste mulighed har det været forsøgt at estimere en ligning for elforbrugets andel af det samlede forbrug. Dette svarer til parameterrestriktionen $\beta_2 = \gamma_{12} = 1$. I denne model vil det således være trendene, der fanger udviklingen i elforbrugets andel af det samlede privatforbrug, men der tages ikke stilling til, om og hvordan udviklingen i denne andel hænger sammen med udviklingen i det samlede privatforbrug.

I modellen inkluderes en dummy for 1973. Der haves ingen restriktioner, som det af teoretiske grunde er ønskeligt at pålægge modellen.

Tabel 2 opsummerer estimationresultaterne

Tabel 2. estimation af forbrug af el til andet end opvarmning

Variabel	Parameter	Koefficient	Spredning
Konstant	β_0	-3,25244	0,171944
trend	ω_1	-0,042828	0,011373
kvadratisk trend	ω_2	0,001002	0,000294
<i>langsigtselasticiteter mht:</i>			
Forbrug	β_2	1	-
Relativ pris	β_3	-0,150267	0,110572
<i>1. års tilpasning ved ændring i</i>			
Forbrug	γ_{12}	1	1
Relativ pris	γ_{13}	0,637961	0,471595
Tilpasningshastighed	γ_2	0,415337	0,169450
Dummy 1973		-0,064856	0,024179

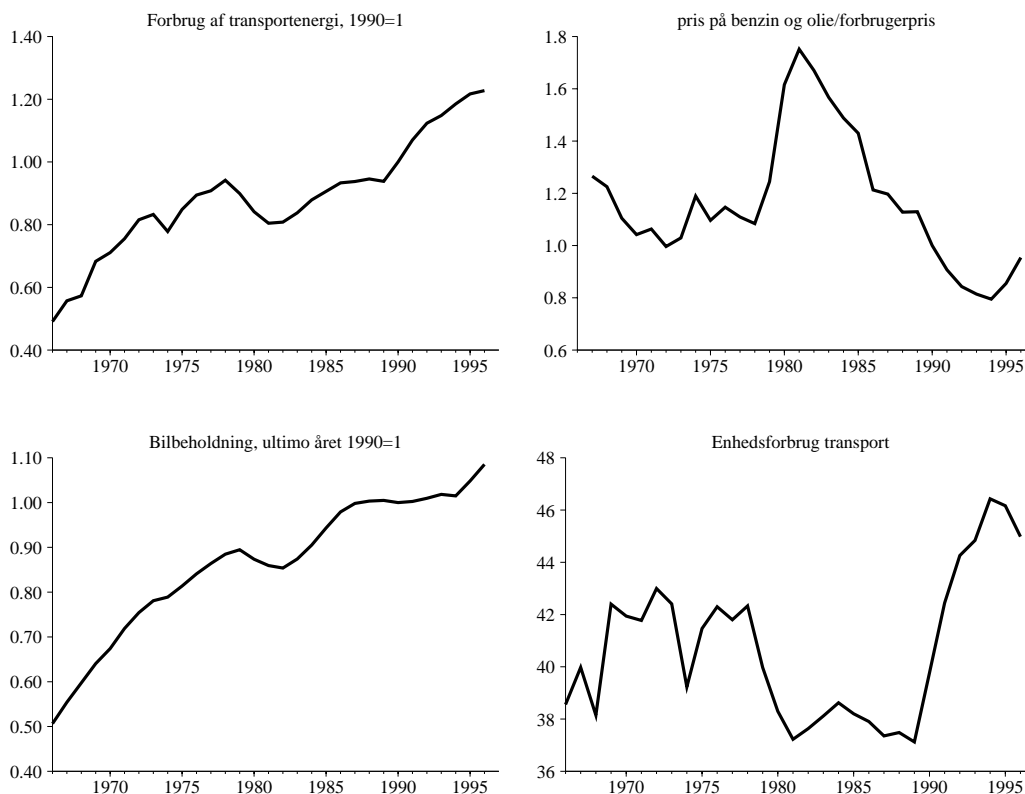
Anm. n=1968-1994 $R^2=0,73$ DW=1,87

I forhold til de nuværende ligninger mindskes den langsigtede priselastisitet fra ca. -0.3 til ca. -0.15. Tilpasningstiden halveres, og relationens forklaringssevne er øget. Trendene bidrager signifikant til forklaringen.

Relationen tager gennem trendene højde for, at sammenhængen mellem vækst i samlet privatforbrug og elforbrug kan være ændret i løbet af perioden. Samtidig undgås den lange tilpasningstid.

5. Transportenergi

De variable, der anvendes til bestemmelsen af forbruget af transportenergi, er vist grafisk nedenfor:



Når der ses bort fra perioden 1978 til 1983, har udviklingen i anvendelsen af transportenergi været præget af en forholdsvis jævn vækst. Prisen på transportenergi relativt til prisen på samlet privatforbrug steg kraftigt i forbindelse med den 2. energikrise, mens der siden 1982 har været tale om et jævnt fald i den relative pris. Sammenlignes udviklingen i enhedsforbruget med udviklingen i den relative pris, synes der umiddelbart at være en ret tæt negativ sammenhæng mellem disse. Dette gælder dog ikke for perioden sidst i 1980'erne, hvor både den relative pris og enhedsforbruget er aftagende.

I forbruget af transportenergi anvendes bilparken som det relevante kapitalapparat. Det er igen relevant at undersøge, om ligningen beskriver enhedsforbruget. Dvs. teste hypotesen $\beta_1 = \gamma_{11} = 1$.

Det testes endvidere om privatforbruget, den lineære og den kvadratiske trend kan udelades. Et samlet test for de 5 parameterrestriktioner kan ikke afvises på 1% signifikansniveau.

Estimationsresultaterne er gengivet i tabel 3.

Tabel 3. estimation af forbrug af transportenergi

Variabel	Parameter	Koefficient	Spredning
Konstant	β_0	3,08091	0,277360
trend	ω_1	0,0	-
kvadratisk trend	ω_2	0,0	-
<i>langsigts elasticiteter mht:</i>			
Kapital	β_1	1,0	-
Forbrug	β_2	0,0	-
Relativ pris	β_3	-0,395273	0,177784
<i>1. års tilpasning ved ændring i:</i>			
Kapital	γ_{11}	1,0	-
Relativ pris	γ_{13}	0,728268	0,318468
Tilpasningshastighed	γ_2	0,220769	0,159238

Anm. n=1968-1994 $R^2=0,72$ DW=2,01

Parameterestimerne er alle signifikante med forventet fortegn, og forklarings-
evnen er øget i forhold til de nuværende estimationer. Den langsigtede
priselasticitet estimeres til -0,40. Dette er en anelse mindre end den nuværende
priselasticitet på -0,43.

Fraværet af trende i transportenergiforbruget pr. bil kan undre, idet der
formodentligt har fundet en teknisk udvikling sted i estimationsperioden, der
har øget bilernes benzineffektivitet. Forklaringen kan være, at biler i slutningen
af perioden typisk kører flere kilometer end i starten af perioden. Hvis modellen
udvides med et indeks for bilernes tekniske effektivitet, kunne man forestille
sig, at der kan estimeres en trend, der fanger dette.

6. Konklusioner

I de reestimerede ligninger er ændringerne, hvad parameterestimerne og
specifikationen af ligningerne angår, ikke særlig voldsomme. Der er dog for alle
ligningers vedkommende tale om en forøgelse af forklarings-
evnen, samt at tilpasningshastigheden er øget.

Aggregering af energimatricernes 40 energiarter til EMMA's syv foretages i
terajoule.