

Reestimation af husholdningernes varmekonsum

Resumé:

I dette rapport bliver modellen for husholdningens samlede varmekonsum, opstillet i KKA 04.04.03, reestimeret. De nye parameterestimerer er uændret i forhold til tidligere estimationer, hvorfor det nye datagrundlag ikke ændrer modellens egenskaber. Men sikkerheden omkring estimerer, målt på spredningen, er dog forbedret en smule i reestimationen.

THJ13306.doc

Nøgleord: Emma, varme, husholdning

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

1 Indledning

På baggrund af opdateret data foretages der i dette papir en reestimation af modellen for husholdningernes samlede varmeforbrug.

I afsnit 2 vil der være en kort opsummering af modellen, som stammer fra papiret KKA 04.04.03. Efterfølgende vil der være en fortolkning af ligningerne, før estimationsresultaterne bliver præsenteret i afsnit 4. Til sidst i papiret udføres der en række multiplikatoreksperimenter

2 Repetition af modellen

2.1 Varmebalancer

Den nødvendige tilførsel af varme til husholdningerne kan beregnes ud fra ligning 1,

$$Q_{netto} = Q_{tot} - Q_{sol} - Q_{el} - Q_{pers} \quad (1)$$

Q_{netto}	Nettovarmeforbrug
Q_{tot}	Totalt varmebehov
Q_{sol}	Solens bidrag til rumopvarmning
Q_{el}	Elapparaternes bidrag til rumopvarmning
Q_{pers}	Personvarme

hvor det totale varmebehov er defineret som varmetab gennem klimaskærme og ventilation, plus varmeforbrug i form af varmt brugsvand. Ud fra nettovarmeforbruget kan husholdningernes samlede varmeforbrug beregnes ved at dividere med varmesystemets samlede udnyttelsesgrad – dvs. den interessante variable i denne sammenhæng er defineret som

$$qJvc = \frac{Q_{netto}}{\eta_v}$$

$$\Downarrow$$

$$qJvc = \frac{Q_{tot} - Q_{sol} - Q_{el} - Q_{pers}}{\eta_v} \quad (2)$$

η_v	Vægtet udnyttelsesgrad for brændsel
$qJvc$	Husholdningens samlede varmeforbrug (en allerede eksisterende EMMA-variable)

Modellen foresimples med antagelsen om, at rumopvarmning fra personer (Q_{pers}) og solen (Q_{sol}) er konstant over tid, så hele variationen findes det totale varmebehov (Q_{tot}) og elforbruget (Q_{el}).

2.2 Ligninger for husholdningernes varmeforbrug

Estimationen af husholdningens ligninger for varmeforbruget foretages på det som kaldes *opvarmningsbehovet*, som dækker over energiindholdet i det brændsel der anvendes i husholdningerne ($qJvc$), samt den varme de elektriske apparater bidrager med.

Opvarmningsbehovet, Ω , defineres således:

$$\Omega \equiv qJvc \cdot KLIMA + \lambda \cdot qJexvc \quad (3)$$

$qJvc$	Husholdningernes samlede varmeforbrug
$KLIMA$	Variabel der korrigerer for graddage
λ	Andel af el til andet end opvarmning, der bidrager til rumopvarmning
$qJexvc$	Forbrug af el til andet end opvarmning

Andelen af el til andet end opvarmning, der bidrager til rumopvarmning, beregnes som:

$$\lambda = 0,75 \cdot \frac{227}{365} \quad (4)$$

hvilket er baseret på en gennemsnitlig varmesæson på 227 dage om året, og at 75 pct. af varmen afgivet fra el-apparater bidrager til rumopvarmningen. Der eksisterer historiske data for brændselsforbruget, $qJvc$, hvorfor der beregnes en tidsserie for opvarmningsbehovet, Ω , der skal danne grundlag for estimation.

Da varmebidraget fra solen og personer er antaget til at være konstant er disse ikke interessante i forbindelse med estimationen af modellen og undlades derfor.

Til selve estimationen anvendes en standard fejlkorrektions model, hvor det effektivitetskorrigerede opvarmningsbehov antages at afhænge af det samlede boligareal og en relativ pris på brændsel til opvarmning. På lang sigt antages det ønskede opvarmningsbehov, Ω^* , at være beskrevet ved

$$\log(\Omega^* \cdot dtqjvc) = \alpha \cdot \log(khm2) + \beta \cdot \log\left(\frac{pqjvc / dtqjvc}{pcp4xhv1}\right) \quad (5)$$

$$\text{hvor } dtqjvc = \exp(\omega_1 \cdot t + \omega_2 \cdot t^2), \quad t = 1, 2, \dots$$

som kan omskrives til

$$\log(\Omega^*) = \kappa + \alpha \cdot \log(khm2) + \beta \cdot \log\left(\frac{pqjvc}{pcp4xhv1}\right) - (1 + \beta) \cdot \log(dtqjvc) \quad (6)$$

dtqjvc Trendled

khm2 Boligareal (1000 m²)

pqjvc Husholdningernes varmepris (kr/TJ)

pcp4xhv1 Prisudtryk for samlet privatforbrug ekskl. boligydelse
(mio. kr.)

t Tidsvariabel, t=1 i 1975

Kortsigtsrelationen er givet ved:

$$D \log(\Omega) = \delta_0 \cdot \alpha \cdot D \log(khm2) + \delta_1 \cdot \beta \cdot D \log\left(\frac{pqjvc}{pcp4xhv1}\right) - \gamma \cdot (1 + \beta) \cdot D \log(dtqjvc) - \gamma [\log(\Omega_{-1}) - \log((\Omega^*)_{-1})] \quad (7)$$

Systemet er estimeret på relationerne (6) og (7), og resultatet kan ses i afsnit 4.

3 Fortolkning af ligninger

I dette afsnit gennemgås kort de vigtigste elementer i relationerne, samt en beskrivelse og fortolkning af deres bidrag og effekt.

3.1 Boligareal

Boligarealet har en direkte indflydelse på varmekonsumet. Flere opvarmede kvadratmeter giver større varmekonsum. I de eksisterende ligninger antages effekten af boligarealet at være en til en. Dvs. øges boligarealet med 1 pct. så øges varmekonsumet ligeledes med 1 pct., når der ikke er nogen feedback fra priserne (jf. multiplikatoreksperimenterne).

3.2 Pris

Prisledet giver anledning til en reaktion på prisen, der i dette ligningssystem fortolkes som en ren adfærdsmæssig reaktion. Stiger prisen på varme ift. øvrige forbrugsgoder, så reagerer forbrugerne ved at sænke varmekonsumet inden for de ikke-tekniske muligheder de råder over. Det forbrugerne kan foretage sig er dermed at sænke indetemperaturen, sænke luftskiftet og tage færre og kortere varme bade.

3.3 Elforbrug til andet end opvarmning

Elforbruget i husholdningerne til andet end opvarmning bidrager direkte til opvarmningen i fyringssæsonen, da al el tilført el-apparaterne ender som varme i de rum de er placeret. At vi inkluderer dette led i relationen, betyder

dermed at et ændret elforbrug får indflydelse på energiforbruget til opvarmning. Størrelsesordenen af denne effekt er vurderet i KKA 18.11.02.

3.4 Klima

Klima variabelen i EMMA er en funktion af antallet af graddage pr. år. Årsagen til at det ikke direkte er antallet af graddage der indgår er, at det ikke er hele varmekonsumet der varierer med udetemperaturen - f.eks. antages det at forbruget af varmt brugsvand er helt uafhængigt heraf, og dermed antallet af graddage.

I beregningen af KLIMA indgår der derfor en vægtning af hvor stor en del af brændslet der anvendes til opvarmning af brugsvand. Denne andel antages historisk set at være 27 pct, men i fremskrivninger kan det tænkes at dette ændres.

$$KLIMA = \left((1 - B) \frac{GD}{\langle GD \rangle} + B \right)^{-1} \quad (8)$$

GD Antal graddage på et år

<GD> Gennemsnitligt antal graddage per år i estimationsperioden

B Andel af brændsel, som anvendes til opvarmning af brugsvand

3.5 Trend-led

Trend-leddet i ligningen fanger variationer over tid, der ikke forklares af de øvrige variable. Fortolkningsmæssigt vil dette bl.a. dække ændring i teknisk effektivitet og andet.

Fortolkningsmuligheder for trend-led:

- Forbedret virkningsgrad grundet brændsel og/eller teknologiskift
- Mindre varmetab som følge af bedre isolering
- Ændring i luftskifte
- Eventuelle variationer i gratisvarme-bidragene Q_{sol} og Q_{pers} , som ved estimationen antages konstante over tid
- Tekniske vandbesparelser
- Ændret varmtvandsforbrug grundet ændret adfærd

4 Estimationsresultater

Parametrene til boligarealet, α og δ_0 , er bundet til 1, da fri estimation giver urealistiske størrelser.

Parameterestimaterne, som ses i tabel 1, er i overensstemmelse med estimaterne i KKA 04.04.03. Dog er der i denne estimation et svagt tegn på heteroskedasticitet, som ikke kan afvises på et 5 procent signifikansniveau.

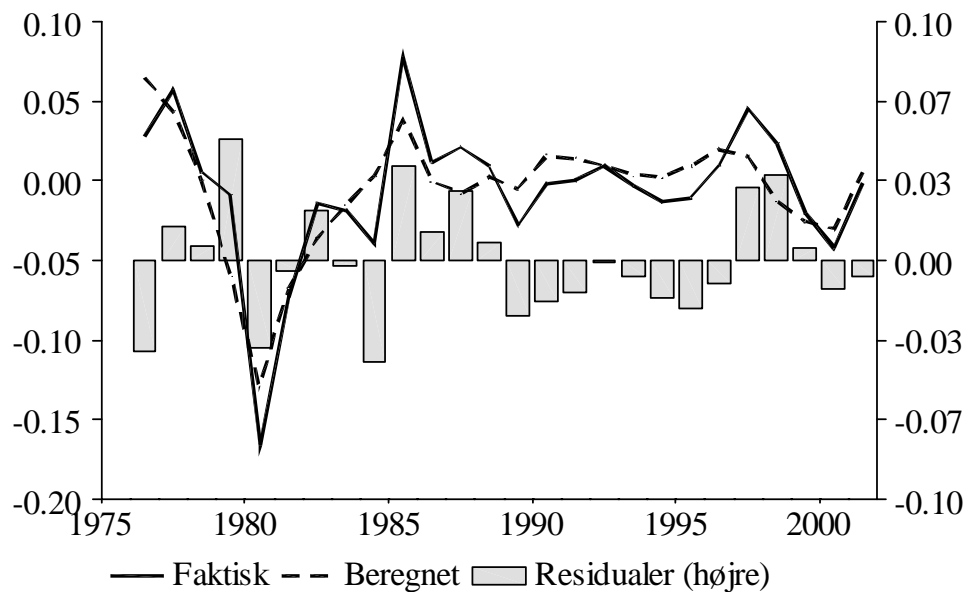
Tabel 1 Parameterestimater

Parameter	Fortolkning	Estimat	Spredning
κ	Konstantled	-0.83276	0.152224
α	Langsigteffekt, <i>khm2</i>	1,00000	bundet
β	Priselasticitet, langsigte	-0.36564	0.064263
γ	Tilpasningshastighed	0.67757	0.196880
δ_0	Førsteårseffekt, <i>kmh2</i>	1.00000	bundet
δ_1	Priseffekt, første år	0.48797	0.175030
ω_1	Trendparameter, <i>t</i>	0.039099	0.0790370
ω_2	Trendparameter, <i>t</i> ²	-0.00082508	0.0002654
$\delta_1 \cdot \beta$	Priselasticitet, første år	0.178421	-

Estimationsperiode: 1975-2001 $R^2 = 0.712166$ $DW = 1.96778$ $LM = 3.41510 [0.065]$

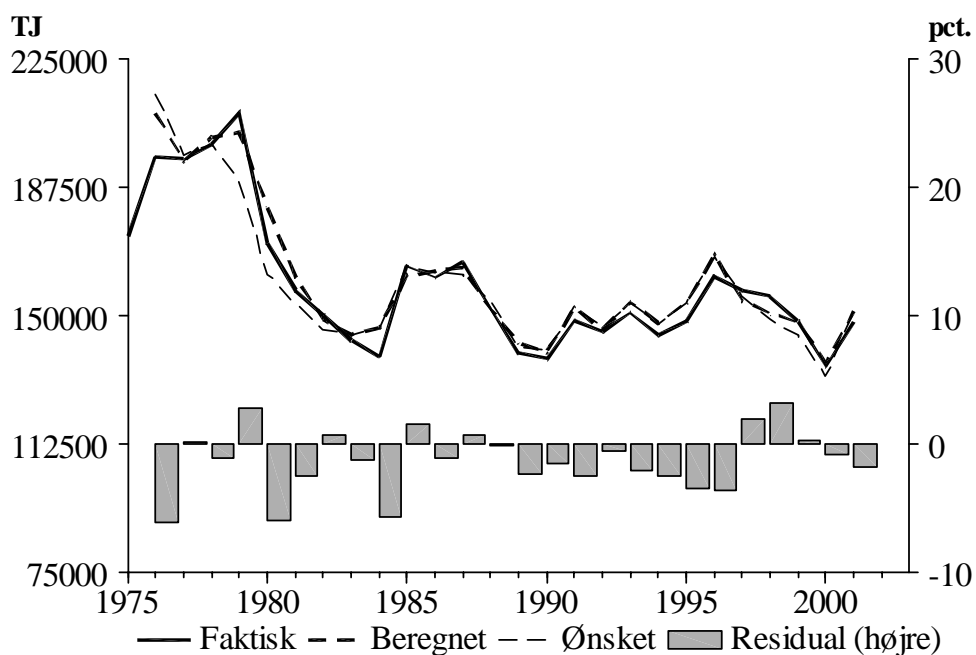
Figureerne 1 og 2 viser den historiske forklaringssevne for henholdsvis opvarmningsbehovet, Ω , og varmekonsumet, $qJvc$.

Figur 1 Historisk forklaringssevne, $dlog(\Omega)$



Når $dlog(\Omega)$ er beregnet, kan man ved brug af simpel matematik finde Ω . Denne serie for opvarmningsbehovet kan bruges til at kalkulere brændselsforbruget, $qJvc$, ved en omskrivning af (3):

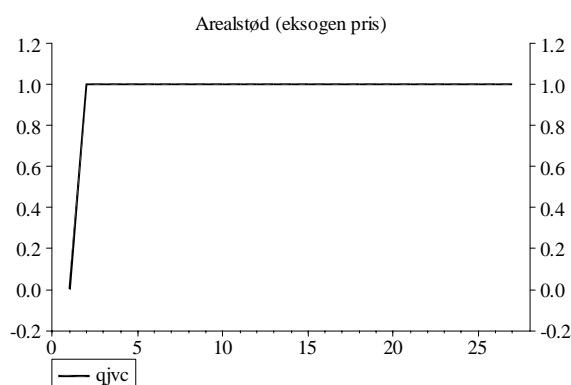
$$qJvc = \frac{\Omega - \lambda \cdot qJexvc}{KLIMA} \quad (9)$$

Figur 2 Historisk forklaringssevne, $qJvc$ 

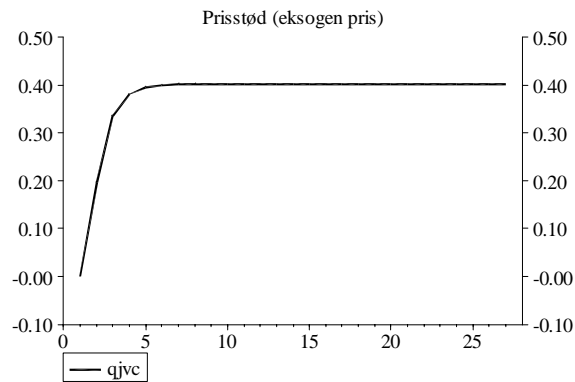
5 Multiplikatorforsøg i isoleret delmodel

Der er udført en række multipliktoreksperimenterne for at teste modellens egenskaber. Prisen på husholdningernes varmekonsum, $pqjvc$, er eksogen i delmodellen, hvilket vil sige at den ikke bliver påvirket af chok til systemet – hvilket også gælder ændringer i varmekonsumet.

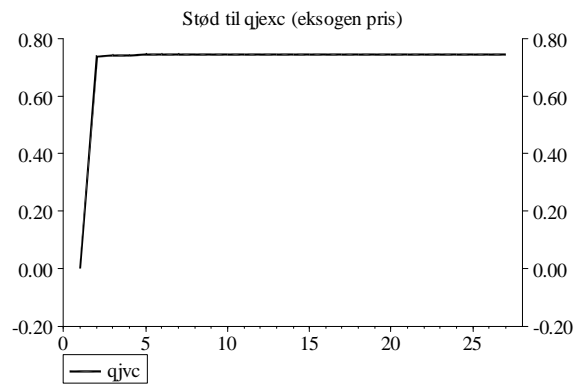
I det første forsøg er det opvarmede areal øget med 1 procent, som betyder en stigning i varmekonsumet med 1 procent. Dette skyldes antagelsen om 1:1 forholdet mellem ændringer i k_{hm2} og $qJvc$, jf. parameterrestriktionerne.

Figur 3 Stød til arealet, k_{hm2} 

I det næste eksperiment falder prisen på varmekonsum med 1 procent, hvilket umiddelbart får varmekonsumet til at stige med 0,40 procent.

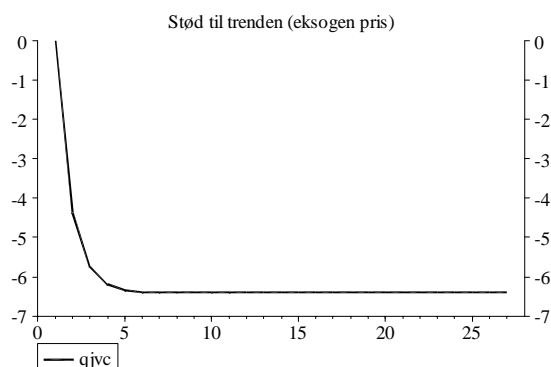
Figur 4 Stød til prisen, $pqjvc$ 

Det tredje multiplikatorforsøg går ud på at sænke husholdningers elforbrug, uden diverse, pc og opvarmning, med 10 procent.

Figur 5 Stød til Husholdningers elforbrug uden diverse, pc og opvarmning, $qjexc$ 

Ændringen betyder at husholdningens elforbrug til andet end opvarmning falder ($qJexcvc$), hvilket direkte bevirker at varmemeforbruget stiger. Alt i alt betyder reduktionen af husholdningers elforbrug, uden diverse, pc og opvarmning på 10 pct., at varmemeforbruget stiger med 0,74 pct.

I det sidste eksperiment stødes der til trenden, hvilket kan tolkes som husene er blevet isoleret bedre, så varmetabet falder 10 pct. Dette forårsager et fald på omkring 6,5 pct. i det samlede varmemeforbrug.

Figur 6 Stød til trenden, $dtqjvc$ 

6 Afsluttende bemærkninger

Modellens egenskaber er uændret ved reestimationen, da både de nye estimater og multiplikatoreksperimenterne ligner dem fra KKA 04.04.03. Dog er spredningen på de nye parametre samlet set en smule mindre, hvilket indikerer at sikkerheden omkring estimaterne er forbedret en smule.

Referencer

- KKA 04.04.03 Kenneth Karlsson, Claus Færch-Jensen, Anne
Bender: *Nye ligninger til husholdningens
varmeforbrug – forslag til ligninger*
- KKA 18.11.02 Kenneth Karlsson: *Nye ligninger til
husholdningernes varmeforbrug - varmebalance*