

Husholdningernes el- og varmeefterspørgsel i EMMA, skitser

Resumé:

Papirets formål er todelt.

For det første opsummeres de nuværende relationer for husholdningernes efterspørgsel efter varme og el til andet end opvarmning.

For det andet gives forslag til forskellige variabler, der kan være med til at forklare efterspørgslen, og der diskuteres en skarpere opdeling af energiligningerne i adfældsrelaterede forhold og tekniske forhold.

Papiret vil blive fulgt op af papirer med forslag til nye ligninger.

DGR22702.WPD

Nøgleord: EMMA, husholdninger, el, varme, apparater

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 dette papir ser vi nærmere på modelleringen i EMMA af husholdningernes energiefterspørgsel fraregnet transportenergi, hvor vi dels opsummerer, hvorledes de hidtidige modelleringer ser ud (afsnit 2), og vi giver forslag til ændringer (afsnit 3). Desuden indeholder papiret et kort litteraturstudie med modeller, der beskriver efterspørgsel i husholdninger efter el og varme (afsnit 4). Papiret afsluttes med en omfattende litteraturliste (afsnit 5).

Vi ser på EMMA-energityperne el, $qJec$, og øvrig energi, $qJoc$, hvor øvrig energi er et aggregat af fem energityper (gas $qJgc$, fjernvarme $qJhc$, bio $qJbc$, fast $qJsc$ og flydende $qJfc$).

En anden måde at betragte energiefterspørgslen på er, at se på hvilke 'energitjenester' husholdningerne efterspørger, hvor vi i EMMA har set på opvarmning, $qJvc$, og el til andet end opvarmning, $qJexvc$.

2. Hidtidige modelleringer

2.1. Nuværende EMMA (EMMA02b)

Der er estimeret ligninger for husholdningernes efterspørgsel efter henholdsvis varme og el til andet end opvarmning. Estimationen af ligningerne for husholdningernes energiefterspørgsel er dokumenteret i MOW19499, dog er relationen for varmeefterspørgslen reestimeret i DGR30302, således at biobrændsel nu er inkluderet i varme-aggregatet.

Data

Fra Danmarks Statistiks Energibalancer (energimatricerne) haves data for husholdningernes forbrug af forskellige energiarter, EMMA-variablerne qJj_c , hvor $j = e, s, f, g, h, b$, (der er flere forbrugskategorier i energimatricerne, men de er ikke opdelt efter anvendelse fx elvarme, men efter energitype).

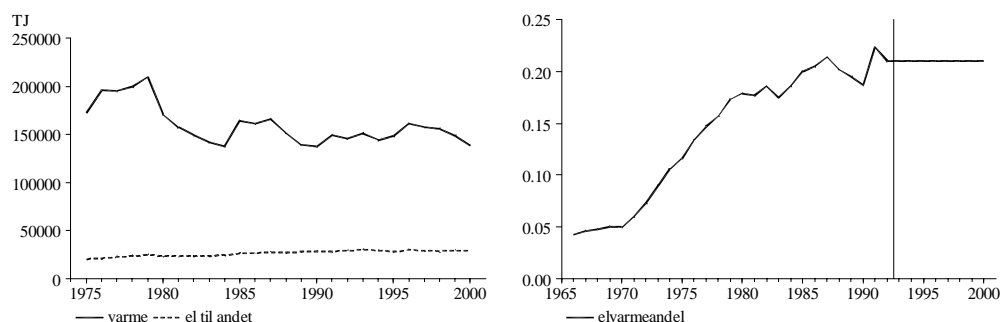
Opdelingen af elforbruget ($qJec$) til opvarmning ($bqj_{ecv} \cdot qJvc$) og andet ($qJexvc$) er foretaget med data fra DEFU for perioden 1966-92.¹ I figur 1 er vist den historiske udvikling i husholdningernes varme- og elforbrug i TJ samt andelen af elforbruget, der anvendes til opvarmning.

¹Data er konstrueret til den første EMMA-version, jf. Andersen&Trier (1995), og går samlet under betegnelsen 'Det store Regneark'. I datarevisionsprogrammet er variabelen *elvandel* den del af elforbruget, der er elvarme. Andelen er blot holdt konstant efter 1992, men bør opdateres derefter, da den kan tænkes at være faldende de senere år som følge af regulativer vedrørende elvarme i boliger.

Variablen for el til andet end varme konstrueres som $qJexvc = (1 - elvandel) \cdot qJec$.

Varmeforbruget er dannet som summen af de underliggende energityper, $qJvc = (qJec - qJexvc) + qJsc + qJfc + qJgc + qJhc + qJbc$, dermed er fx gas til madlavning indeholdt i varme-aggregatet.

Figur 1. El og varme



Priserne på varme og el (p_{jvc} og p_{jec}) er køberpriser inklusiv afgifter og avancer fra energimatricerne.

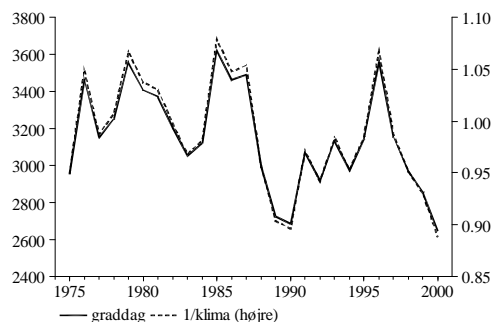
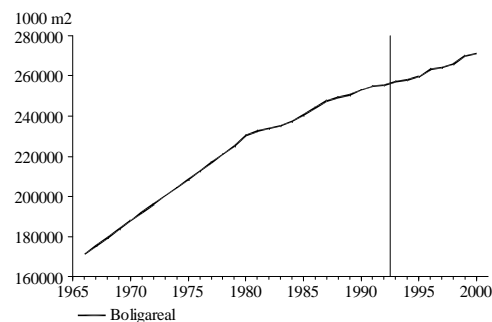
Varmeforbruget afhænger bl.a. af, hvor koldt det er. Variablen *klima* er konstrueret således, at $qJvc \cdot klima$ er den klimakorrigerede varmeefterspørgsel.² Variablen afhænger af antal graddage set i forhold til det gennemsnitlige antal graddage og er konstrueret ud fra ligning (1), hvor *graddag* er graddagetallet i året, og *x* er andelen af varmekonsumet, der ikke er klimaafhængigt (fx varmt vand), denne andel er estimeret til 0,37.³ Som det ses i figur 2 er der kun ubetydelige afvigelser mellem udviklingen i *graddag* og $1/klima$, vi kunne derfor overveje at anvende *graddag* direkte som forklarende variabel i ligningen, da denne variabel ligeledes benyttes i ligningerne for erhvervenes efterspørgsel efter øvrig energi. Hvis *graddag* normeres med det gennemsnitlige antal, vil den estimerede koefficient afspejle, hvor stor en andel af energiforbruget, der ikke er klimaafhængigt. Alternativt bør formelen for *klima* indgå i modellen, således at kun variabelen *graddag* skal fremskrives i modellen.

$$\frac{1}{klima} = (1 - x) \cdot \frac{graddag}{gns.graddag} + x \quad (1)$$

Desuden benyttes variabelen *khm2* (antal boligkvadratmeter) i bestemmelsen af husholdningernes varmekonsum, se figur 3. Denne variabel opdateres med antal boliger og det gennemsnitlige antal kvadratmeter pr. bolig (DS-tal).

²Desværre indgår variabelen *klima* nu forkert i modellen (fra og med EMMA99), idet ligningen er formuleret (og estimeret) som $\log(qJvc) + klima$ i stedet for $\log(qJvc \cdot klima)$. Variablen *klima* vil som oftest sættes til 1 i fremskrivninger og har derfor i den sammenhæng ingen betydning. Fremskrivninger med *klima* forskellig fra 1 betyder, at der regnes med klimaændringer i fremskrivningerne.

³Jf. Det store Regneark.

Figur 2. Klimakorrektion**Figur 3. Boligkvadratmeter**

El til andet end opvarmning

Efterspørgslen efter el til andet end opvarmning, $qJexvc$, bestemmes med de to nedenstående ligninger med en langsigtsammenhæng, $qJexvcw$, og en fejlkorrektionsstilpasning til det ønskede niveau.

$$\begin{aligned} \log(qJexvcw) = & - 3.25244 + \log(knrfCp4 * fCp4) \\ & - 0.150267 * \log(pqjec / (knrpcp4v * pcp4v)) \\ & - (1 - 0.150267) * \log(dtqjexvc) - 0.064856 * d7373 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D\log(qJexvc) = & D\log(knrfCp4 * fCp4) \\ & - 0.095864 * D\log(pqjec / (knrpcp4v * pcp4v)) \\ & - 0.637961 * (1 - 0.150267) * D\log(dtqjexvc) \\ & - 0.064856 * dif(d7373) \\ & - 0.415337 * (\log(qJexvc(-1)) - \log(qJexvcw(-1))) \end{aligned}$$

Det er estimeret, at en stigning på 1% i det samlede private forbrug, $fCp4$, giver en stigning i efterspørgslen på 1% på både kort og langt sigt, således at ligningerne beskriver udviklingen i enhedsforbruget.

Den langsigtede priselasticitet er estimeret til -0.150267 og den kortsigtede til $-0.095864 = 0.637961 \cdot (-0.150267)$.

Effektivitetsindekset, $\log(dtqjexvc)$, er estimeret som en kvadratisk tidstrend.⁴ Desuden er der medtaget en dummy i 1973 for at fange effekten af energikrisen.

Variablerne knr korrigerer for, at ved estimationen var nationalregnskabsvariablerne målt i 1990-kr., mens de nu er målt i 1995-kr., jf. evt. DGR25500.

Varme

Husholdningernes efterspørgsel efter varme, $qJvc$, er beskrevet med nedenstående relationer, der er opbygget ligesom el-relationerne ovenfor. Det er estimeret, at en stigning på 1% i antal boligkvadratmeter, $khm2$, giver en stigning i varmeefterspørgslen på 1% på både kort og langt sigt.

⁴Vi vælger normalt at sætte kortsigtsparameteren til trenden lig med fejlkorrektionsparameteren (0.415337), mens det her er valgt at sætte den lig med kortsigtstilpasningen til prisen (0.637961); dette har ingen betydning for estimationsresultaterne.

Den langsigtede priselastisitet er estimeret til -0.347453 og den kortsigtede til $-0.170116 = 0.489608 \cdot (-0.347453)$. Effektivitetsindekset, $\log(dtqjvc)$, er estimeret som en kvadratisk tidstrend.

$$\begin{aligned}\log(qJvcw) &= \log(khm2) + 0.447863 \\ &- 0.347453 \cdot \log(pqjvc/pcp4v) \\ &- (1-0.347453) \cdot \log(dtqjvc) - \text{klima}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D\log(qJvc) &= D\log(khm2) \\ &- 0.347453 \cdot 0.489608 \cdot D\log(pqjvc/pcp4v) \\ &- 0.489608 \cdot (1-0.347453) \cdot D\log(dtqjvc) - \text{dif(klima)} \\ &- 0.673588 \cdot (\log(qJvc(-1)) - \log(qJvcw(-1)))\end{aligned}$$

Underliggende energityper

Efterspørgslen efter de seks EMMA-energityper bestemmes med følgende relationer, hvor de andele, der udsplitter varme på underliggende energityper, $bqjcv$, er eksogene.

$$\begin{aligned}qJec &= qJexvc + bqjecnv \cdot qJvc \\ qJgc &= bqjgcnv \cdot qJvc \\ qJhc &= bqjhcnv \cdot qJvc \\ qJsc &= bqjscnv \cdot qJvc \\ qJbc &= bqjbcnv \cdot qJvc \\ qJfc &= (1 - bqjecnv - bqjgcnv - bqjhcnv - bqjscnv - bqjbcnv) \cdot qJvc\end{aligned}$$

Bemærk, at modelleringen er anderledes end i erhvervene, hvor der direkte bestemmes efterspørgslen efter el og øvrig energi, hvorefter øvrig energi udsplittes med eksogene andele på de fem underliggende arter.

2.2. Tidligere EMMA-versioner

Den eneste forskel mellem EMMA99/EMMA00 og den aktuelle EMMA02b er (som ovenfor nævnt), at varme-ligningerne er reestimeret med biobrændsel indeholdt i aggregatet varme, dvs. nu er $qJvc = (qJec - qJexvc) + qJhc + qJfc + qJgc + qJsc + qJbc$.

I den oprindelige EMMA-version (EMMA97) var der samme grundlæggende formulering af ligningerne, men der blev anvendt målte indeks for energieffektiviteten. Modellen er dokumenteret i EMMA-bogen og Andersen&Trier (1995).

I ligningen for opvarmning blev anvendt et målt indeks for effektiviteten i brugen af energi til opvarmning, og i ligningen for el til andet end opvarmning et målt indeks for effektiviteten af husholdningernes bestand af elapparater. I modellen blev de to inverse effektivitetsindeks betegnet $bqjvc1$ og $bqjexvc$.⁵

⁵Kilden til indeksene er 'Det store Regneark', hvor der kun er data til og med 1992. Der er korte beskrivelser i EMMA-bogen, hvor kilderne angives som henholdsvis HYBRIS-modellen (Risø) og ELMODEL-bolig (DEFU).

2.3. ADAM

I ADAM bestemmes efterspørgslen efter to energityper for husholdningerne, privat forbrug af benzin og olie til køretøjer, fCg , og privat forbrug af brændsel mv., fCe , hvor fCe svarer til EMMA-variablen $qJevc = qJexvc + qJvc$ (eller tilsvarende summen af el og øvrig energi $qJec + qJoc$). Efterspørgslen efter fCe bestemmes i udgiftssystemet DLU, hvor de forklarende variable bl.a. er samlet privat forbrug (eksl. boliger), $Cp4xh$, brændselspris, pce , og antal frostdøgn, $fros$. Seneste reestimation af DLU (til ADAM, september 2001 og februar 2002) er dokumenteret i THV12901.

2.4. Kobling mellem EMMA og ADAM

I EMMA's relationer for varme og el indgår ADAM-variablerne $fCp4$ (samlet privat forbrug) og $pcp4v$ (forbrugerpris) direkte, mens $fKbh$ (boligbeholdning) bruges til at opdatere EMMA's variabel for antal boligkvadratmeter, $khm2$.

Efter en EMMA-kørsel eksogeniseres i ADAM det private brændselsforbrug fCe , så det følger el- og varmemeforbruget i EMMA, $qJevc$. Pris og afgift på brændselsforbrug, henholdsvis pce og tpe , opdateres med ændringen i EMMA i priser og afgifter på de underliggende energityper. Desuden opdateres i ADAM io-koefficienterne for energileverancer til husholdningerne for at korrigere for en eventuel ændret sammensætning af forbruget.

3. Overvejelser vedrørende ny modellering

I dette afsnit beskrives nogle ideer og overvejelser vedrørende forbedringer af EMMA's energiligninger for husholdninger.

Energitjenester

Vi tænker i, at der forbruges to energitjenester i husholdningerne, henholdsvis opvarmning og ydelser fra elapparater. Til opvarmning anvendes to (aggregerede) 'produktionsfaktorer' opvarmningskilde (fx oliefyr) og brændsel (fx olie). Ydelser fra elapparater 'produceres' med elapparater og el.

I den nuværende model beskrives efterspørgslen givet apparatbestanden, men hvis elprisen er en betydende faktor ved køb af nye elapparater, er den estimerede elpriselasticitet i el-ligningen misvisende, da den er en sammenblanding af effekten på apparatbestanden og brugen af apparaterne givet bestanden, jf. Halvdorsen&Larsen-papirerne. Det tilsvarende gør sig gældende med varmeefterspørgslen, jf. Nesbakken-papirerne.

Substitution?

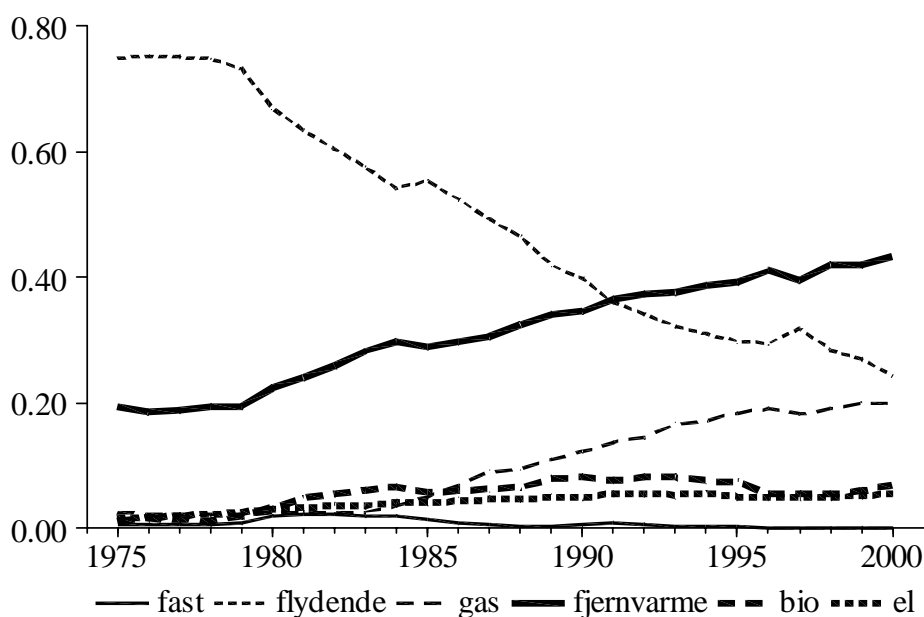
Det kan næppe tænkes, at der forekommer direkte substitution mellem opvarmning, q_{Jvc} , og el til andet, q_{Jexvc} , derfor kan der fortsat opstilles og estimeres separate relationer for de to typer. Fx viser Leth-Petersen (2001), at der ikke er substitution mellem el og naturgas (baseret på estimationer med tværsnitsdata for husholdninger i 1996).

Dog frigives der varme ved brug af el i husholdningerne, således at efterspørgslen efter brændsel til opvarmning bør afhænge af elforbruget. Enten skal denne afhængighed estimeres ved at medtage elforbrug til andet som en forklarende variabel eller også skal en teknisk koefficient angive, hvor meget varmeefterspørgslen sænkes med, når elforbruget stiger med 1 kWh (eller 1 TJ eller 1%).

Umiddelbart kunne det være oplagt at se på substitution mellem de underliggende energityper i varme-aggregatet, men for den enkelte husholdning er det ofte ikke muligt frit at vælge opvarmningskilde, da det bl.a. afhænger af det aktuelle udbud, fx om der er fjernvarmeforsyning i området. Som beskrevet i Leth-Petersen (2001) er udbygningen af naturgas- og fjernvarmenettet i Danmark planlagt således, at de enkelte områder kun har adgang til én af disse varmekilder. Med hensyn til brugen af el som primær opvarmningskilde er dette forbudt i nye huse siden 1988 og siden 1994 også i eksisterende huse, jf. Leth-Petersen, dermed anvendes el kun som supplerende varmekilde i de seneste år (og formentlig også fremover).

I figur 4 er vist den historiske udvikling i de enkelte brændselstyper i varmeaggregatet, hvor det mest tydelige er et skift fra olie til gas og fjernvarme.

Figur 4. Brændselsandele i varmeaggregatet



Det kan dog vælges, at formulere ligningerne, der udsplitter varmeaggregatet på de underliggende typer, således, at der i fremskrivninger kan indsættes en (evt. prisafhængig) substitution mellem de enkelte typer, jf. Thomsen (1998).

Indeks for målt effektivitet

Vi bør overveje at genindføre indeks for målt effektivitet i både varme- og efterspørgslen, men grunden til, at de udgik i EMMA99, var, at det ikke var muligt at få opdateret de relevante variabler efter 1992. Dette er vigtigt at tage med i overvejelserne - hellere et indeks, der forklarer 'dårligere' end et godt, der ikke kan opdateres!

IMAR19299 redegøres der for, at hvis der anvendes 'rigtige' (målte) effektivitetsindeks i estimationen, vil priselasticiteten blive undervurderet, idet 'køb af effektivitet' ikke medtages i beslutningen, (fx vil en høj elpris øge efterspørgslen efter lavenergipærer). Papiret giver et bud på en kvantificering af forskellen.

Efterspørgsel efter 'elydelse'

Helt grundlæggende må en større velstand (indkomst) øge efterspørgslen efter alle ydelser, deriblandt 'elydelser', mens en højere pris for denne ydelse (højere elpris) vil sænke efterspørgslen. Lad os se nærmere på effekten af elprisen og apparatbestanden.

Elpris

En stigning i elprisen (målt i forhold til fx et generelt forbrugerprisindeks) har flere effekter på efterspørgslen efter el. Den direkte effekt er et større incitament til at spare på elektriciteten via en nedgang i efterspurgte elydelse (fx vaske 'hvid vask' på 60° i stedet for 90° eller piske flødeskummet med piskeris i stedet for røremaskine).

Af indirekte effekter kan nævnes to ting. For det første vil forbrugeren være villig til at købe mere energieffektive apparater, som evt. kan være dyrere end 'almindelige' apparater. For det andet vil forbrugeren købe færre elforbrugende apparater, da han ved, at han ikke vil have 'råd' til at benytte dem. Den sidste effekt er muligvis ganske beskeden, hvilket også er konklusionen i Halvorsen&Larsen-papirerne.

Apparatbestanden

Umiddelbart vil en større apparatbestand kunne medføre et større elforbrug (jo flere vaskemaskiner jo større elforbrug). Hvor effektive apparaterne er, vil ligeledes påvirke el-efterspørgslen, idet mere effektive apparater giver samme 'elydelse' med lavere elforbrug.

Et andet spørgsmål er, hvad apparatbestanden afhænger af? Da det er en forbrugsvarer, kan vi betragte det som andre varer og lade forbrugers budget (indkomst eller samlet forbrug) og prisen på varen relativt til andre forbrugsvarer være bestemmende for købet. I den nuværende EMMA-el-ligning anvendes det samlede elforbrug som proxy for apparatbestanden.

Tekniske og adfærdsbestemte forhold

En anden tilgangsvinkel kan være at opdele bestemmelsen af elforbruget i tekniske og adfærdsbestemte forhold.

Af *tekniske forhold* eller *ikke adfærdsafhængige forhold* nævnes her:

- Elapparaternes energiintensitet (kWh el per ydelse)

Af *adfærdsafhængige forhold* nævnes her:

- Apparatbestand
- Brugshyppighed

Det er dermed nødvendigt at binde apparatbestanden og brugshyppigheden sammen for at beskrive mængden af 'elydelser'. Elefterspørgslen kan derefter beregnes som antallet af ydelser ganget med apparaternes energiintensitet.

Efterspørgsel efter 'opvarmningsydelse'

Ligesom 'elydelsen' er der to faktorer, der producerer 'opvarmningsydelsen'. Husholdningerne vælger dels en varmekilde (eller flere) og dels, hvor meget de anvender varmekilden (brændselsforbruget). I praksis er der næppe store muligheder for frit at vælge varmekilde, jf. ovenstående diskussion af substitution mellem de enkelte energityper, og i givet fald vil det være en meget træg proces, da det er en stor investering at udskifte oliefyret. Derfor koncentrerer vi os om brændsefterspørgslen givet varmekilden.

Der er både tekniske og adfærds-mæssige forhold, der er med til at bestemme husholdningernes efterspørgsel efter opvarmning.

Opvarmningsydelsen kan beskrives som et antal kvadratmeter opvarmet til en ønsket indetemperatur samt et antal liter varmt vand. For at beregne energiforbruget og dermed brændselsforbruget til at levere den ønskede ydelse, kan der opstilles en varmebalance for husholdningerne:

Varmetab og Varmt vand	-	Gratisvarme	=	Nettovarmeforbrug
Isoleringsstandard Indetemperatur Udetemperatur Ventilation Varmt brugsvand		Solindstråling Personvarme El-apparater		Energiforbrug til : Rumvarme og Varmt brugsvand

Nettovarmeforbruget er det, som skal tilføres boligerne for at dække de ønskede ydelser. For beregning af brændselsforbruget skal der divideres med en virkningsgrad for opvarmningskilden.

Herunder deles de indgående faktorer op i *tekniske forhold* og *adfærdsmæssige forhold*.

Af *tekniske forhold* eller *ikke adfærdsafhængige forhold* nævnes her:

- Isoleringsstandard i form af specifikt varmetab ($W/m^2 \cdot C$)
- Solindstråling
- Udetemperatur
- Antal personer per kvadratmeter
- Opvarmningsbidrag fra elapparater
- Varmetab via luftskifte
- Virkningsgrader for opvarmningsteknologier

Af *adfærdsafhængige forhold* nævnes her:

- Antal boligkvadratmeter
- Indetemperatur
- Udluftningshyppighed
- Liter varmt vand per person

Vi kan knytte følgende kommentarer til de *adfærdsmæssige forhold*.

Antal boligkvadratmeter er en eksogen variabel i EMMA, men ved en sammenkobling med ADAM, opdateres variabelen med den i ADAM endogent bestemte variabel for boligbeholdning.

Ønsket indetemperatur kan tænkes at afhænge af indkomst (måske ikke direkte, men hvis folk bliver fattigere, må de skrue lidt ned for varmen).

Udluftningshyppighed kan ligeledes tænkes afhængig af indkomst, (folk glemmer at lukke vinduet, hvis de bliver rigere, eller de prioriterer frisk luft over ekstra varmekonsum).

Forbrug af varmt vand kan fx antages at variere med indkomst og antal personer i husstanden.

Ud over de nævnte faktorer, som påvirker efterspørgslen efter opvarmningsydelser, så er der selve prisen på opvarmning, som kan have indflydelse på de *adfærdsmæssige forhold*.

4. Modeller fra forskellig litteratur

I dette afsnit gives en kort gennemgang af nogle forskellige modeller, der kan give inspiration til modellering i EMMA af husholdningernes efterspørgsel efter el og varme.

Leth-Petersen

I Leth-Petersen (2001) ses på husholdningers efterspørgsel efter el og naturgas estimeret på en stikprøve af danske husholdninger i 1996, (hvor alle har naturgas som primær varmekilde, det er et en-familie-hus i HNG/NESA-området, og husstanden har to voksne med fuldtidsarbejde og højst to børn).

Der opstilles relationer for el betinget på forbrug af naturgas og for naturgas betinget på elforbruget. Der testes og accepteres hypotesen om, at el er separabelt fra naturgas og omvendt.

Estimationsresultaterne er, at elforbruget afhænger af privat forbrug, m^2 , antal (og alder) af børnene i husstanden, og naturgasforbruget afhænger af privat forbrug og m^2 , alderen på den ældste person i husholdningen og desuden af byggetidspunktet for huset (en række dummyvariabler, der bl.a. fanger skift i byggregulativer).

I Leth-Petersen (1999) er en tilsvarende analyse af energiefterspørgsel til opvarmning i boligblokke. Resultaterne er meget lave kortsigts priselasticiteter, og det kommenteres, at det kan skyldes dels, at der ikke er måling af forbrug i den enkelte lejlighed, og dels en lille information om den marginale pris.

Halvorsen & Larsen

Der er set på tre papirer fra SSB (Statistisk sentralbyrå Norge), der omhandler efterspørgsel efter el og elapparater estimeret på norske mikrodata. Der opstilles en teoretisk model, der leder frem til forholdsvist enkle estimationsligninger.

I papirerne ses på husholdningernes simultane valg af køb af forskellige el-apparater (diskret valg) og elforbrug til disse apparater (kontinuert valg). Der ses på husholdningernes køb af fem elapparater (fryser, køleskab, vaskemaskine, opvaskemaskine og komfur) og deres tilknyttede elforbrug. Elprisen er en af de vigtige forklarende variabler.

I EMMA skal vi i midlertidig have en beskrivelse af det *totale* elforbrug, og vi er heller ikke interesseret i at opstille en egentlig apparatmodel med beskrivelse af køb og brug af mange typer elapparater.

Nesbakken

Der er set på tre papirer fra SSB om husholdningers simultane valg af opvarmingskilde (diskret valg) og totalt energiforbrug til opvarmning (kontinuert valg) estimeret på norske mikrodata. Modellen er ganske lig Halvorsen&Larsen.

Elektricitet udgør i Norge en meget stor del af brændselsforbruget til opvarmning i husholdningerne i modsætning til i Danmark. Med udbygningen af naturgas- og fjernvarmenettet i Danmark er der, som tidligere nævnt, ofte ikke frit valg af opvarmingskilde. Derfor er det simultane valg (mellem apparater og brændsel) i EMMA-sammenhæng ikke lige så relevant for opvarmning som for el.

Durbin & McFadden

De seks papirer fra SSB bygger videre på Durbin & McFadden (1984), der er klassikeren på dette område.

Haas, Biermayr, Zoechling & Auer

Artiklen udfører to analyser af husholdningernes elforbrug i Østrig, henholdsvis en tidsserieestimation og en tværsnitsestimation. Der betragtes ni typer af elapparater og deres tilknyttede elforbrug. Der ses på betydningen af elpris, indkomst og effektivitet.

Tidsserieanalysen anvendes primært til at få information om effektiviteten, mens tværsnitsanalysen skulle give information om forholdet mellem indkomst og strukturelle parametre.

Tre af hovedkonklusionerne er, at priselasticiteten er meget lille, at der stort set ikke er nogen rebound effect af effektiviteten, (hvilket i EMMA's ligninger også fremkommer som resultat, hvis priselasticiteten er lille), og indkomstelasticiteten er lille på kort sigt og stor på lang sigt.

5. Litteratur

- Frits Møller Andersen & Peter Trier (1995): *Environmental satellite models for ADAM. CO₂, SO₂ and NO_x emissions*, NERI Technical Report No. 148, National Environmental Research Institute
- EMMA-bogen
- Thomas Thomsen: *Underopdeling af 'øvrige energi' i INDUS*, notat fra Energistyrelsen 25. juni 1998.
- Søren Leth-Petersen (2001): *Micro Evidence on Household Energy Consumption*, AKF Memo
- Søren Leth-Petersen (1999): *Consumption of Energy for Space Heating in Large Buildings*, øvelsesoplæg Økonomisk Institut (Lineære paneldata modeller forår 1999)⁶
- B. Halvorsen & B. Larsen (a): *Changes in Pattern of Household Electricity Demand over Time*, Discussion Papers No. 255, Statistics Norway, Research Department, June 1999
- B. Halvorsen & B. Larsen (b): *The flexibility of household electricity demand over time*, Resource and Energy Economics vol. 23, 2001
- B. Halvorsen & B. Larsen (c): *Norwegian residential electricity demand - a microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993*, Energy Policy vol. 29, 2001

⁶Er muligvis kommet senere som en AKF publikation.

- R. Nesbakken (a): *Residential Energy Consumption for Space Heating in Norwegian Households, A Discrete-Continuous Choice Approach*, Discussion Papers No. 231, Statistics Norway, Research Department, September 1998
- R. Nesbakken (b): *Price sensitivity of residential energy consumption in Norway*, Energy Economics vol. 21, 1999
- R. Nesbakken (c): *Energy Consumption for Space Heating: A Discrete-Continuous Approach*, The Scandinavian Journal of Economics vol. 103 no. 1, 2001
- J. Durbin & D. McFadden (1984): *An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption*, Econometrica vol. 52 no. 2.
- R. Haas, P. Biermayr, J. Zochling & H. Auer (1998): *Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: a comparison of time series and cross-section analyses*, Energy Policy vol. 26, no. 13

Desuden citeres følgende modelgruppepapirer:

- Martin Rasmussen (1999): *Estimation af energianvendelse med rigtige indeks for effektivitet*, MAR19299
- Morten Werner (1999): *Reestimation af husholdningernes energieferspørgsel*, MOW19499
- Dorte Grinderslev & Martin Rasmussen (2000): *Skitser til en EMMA-version baseret på variable i 1995-priser*, DGR25500
- Tina Saaby Hvolbøl (2001): *Reestimation af DLU*, THV12901
- Dorte Grinderslev (2002): *Revisioner af EMMA, april 2002*, DGR30302