

Pris- og indkomstelastiteter i boligsektorens elforbrug

Jan Bentzen

Nationaløkonomisk Institut, Handelshøjskolen i Aarhus

SUMMARY: A distributed lag model is applied in order to estimate price and income elasticities in the demand for electricity for household purposes. The explaining variables are the price of electricity, real income, the oil price and the temperature (degree days). The regression shows very small short-run and long-run price elasticities and a unitary long-run income elasticity.

1. Indledning

Det samlede elforbrug i Danmark er på omkring 28000 Gwh årligt, hvoraf boligernes elforbrug udgør ca. en tredjedel. Gennem 1980'erne har vækstraten i det samlede elforbrug ligget på 2-3% årligt, uden nogen tilsyneladende aftagende tendens. En af de centrale målsætninger i den danske energipolitik er imidlertid at få reduceret energiforbruget – mest tydeligt formuleret i den seneste plan, ENERGI 2000. For tiden er det primært miljøargumenterne, der inddrages i argumentationen mod et stigende energiforbrug, som det f.eks. er kommet til udtryk i CO₂-afgiftsforslaget, der ikke mindst vil berøre elområdet.

Boligernes elforbrug er, som alt andet privat energiforbrug, kraftigt beskattet, og man vil nu gennem nye miljøafgifter på bl.a. SO₂ og CO₂ forsøge at lægge en (yderligere) dæmper på dette forbrug. For bl.a. at kunne vurdere effekten af sådanne energiafgifter – men også ud fra en mere generel interesse – estimeres her nogle centrale størrelser, nemlig pris- og indkomstelastiteter i elforbruget.

Fra 1979 eksisterer der rimeligt detaljerede energidata for elforbruget, udarbejdet af Danske Elværkers Forening (DEF), og med udgangspunkt i disse data estimeres de førnævnte elasticiteter i boligernes elforbrug. Der findes for nuværende desværre kun data for 11 perioder (1979-89), opdelt på Øst- og Vestdanmark, men alligevel viser det sig, at det ikke er en helt umulig opgave at få et indtryk af niveauet for disse elasticiteter.¹ Estimationsresultaterne bliver – som man ville forvente – en relativ lille elasticitet med hensyn til (egen)pris, hvad der f.eks. sætter nogle grænser for, hvor effektivt energiafgifter

Danske Elværkers Forening takkes for hjælp med fremskaffelse af datamateriale og ligeledes takkes mine kolleger T. Engsted, V. Smith og H. Linderoth for hjælpsomme kommentarer.

1. Opdelingen svarer til henholdsvis Elkraft- og Elsamområderne.

Pris- og indkomstelastiteter i boligsektorens elforbrug

Jan Bentzen

Nationaløkonomisk Institut, Handelshøjskolen i Aarhus

SUMMARY: A distributed lag model is applied in order to estimate price and income elasticities in the demand for electricity for household purposes. The explaining variables are the price of electricity, real income, the oil price and the temperature (degree days). The regression shows very small short-run and long-run price elasticities and a unitary long-run income elasticity.

1. Indledning

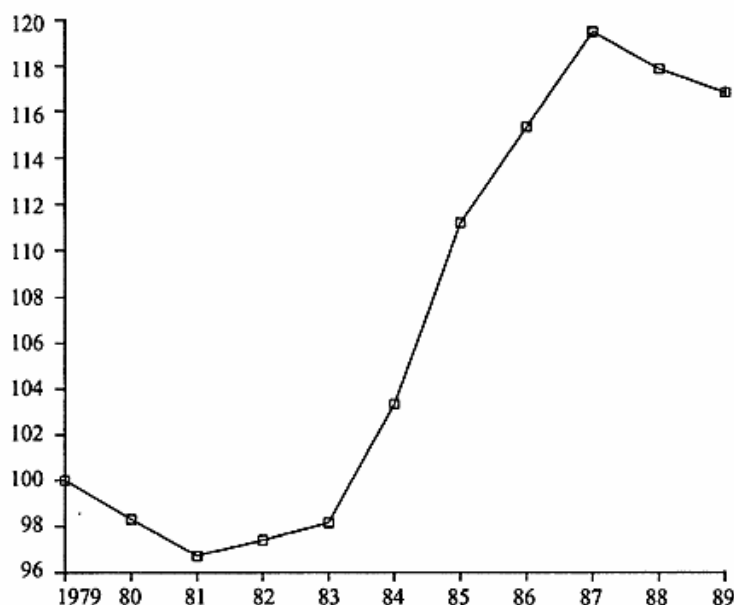
Det samlede elforbrug i Danmark er på omkring 28000 Gwh årligt, hvoraf boligernes elforbrug udgør ca. en tredjedel. Gennem 1980'erne har vækstraten i det samlede elforbrug ligget på 2-3% årligt, uden nogen tilsyneladende aftagende tendens. En af de centrale målsætninger i den danske energipolitik er imidlertid at få reduceret energiforbruget – mest tydeligt formuleret i den seneste plan, ENERGI 2000. For tiden er det primært miljøargumenterne, der inddrages i argumentationen mod et stigende energiforbrug, som det f.eks. er kommet til udtryk i CO₂-afgiftsforslaget, der ikke mindst vil berøre elområdet.

Boligernes elforbrug er, som alt andet privat energiforbrug, kraftigt beskattet, og man vil nu gennem nye miljøafgifter på bl.a. SO₂ og CO₂ forsøge at lægge en (yderligere) dæmper på dette forbrug. For bl.a. at kunne vurdere effekten af sådanne energiafgifter – men også ud fra en mere generel interesse – estimeres her nogle centrale størrelser, nemlig pris- og indkomstelastiteter i elforbruget.

Fra 1979 eksisterer der rimeligt detaljerede energidata for elforbruget, udarbejdet af Danske Elværkers Forening (DEF), og med udgangspunkt i disse data estimeres de førnævnte elasticiteter i boligernes elforbrug. Der findes for nuværende desværre kun data for 11 perioder (1979-89), opdelt på Øst- og Vestdanmark, men alligevel viser det sig, at det ikke er en helt umulig opgave at få et indtryk af niveauet for disse elasticiteter.¹ Estimationsresultaterne bliver – som man ville forvente – en relativ lille elasticitet med hensyn til (egen)pris, hvad der f.eks. sætter nogle grænser for, hvor effektivt energiafgifter

Danske Elværkers Forening takkes for hjælp med fremskaffelse af datamateriale og ligeledes takkes mine kolleger T. Engsted, V. Smith og H. Linderoth for hjælpsomme kommentarer.

1. Opdelingen svarer til henholdsvis Elkraft- og Elsamområderne.



Figur 1. Udviklingen i boligsektorens elforbrug, 1979-89. Indeks: 1979=100.

Kilde: Elforsynings tiårsoversigt, div. årgange, samt data stillet til rådighed af DEF.

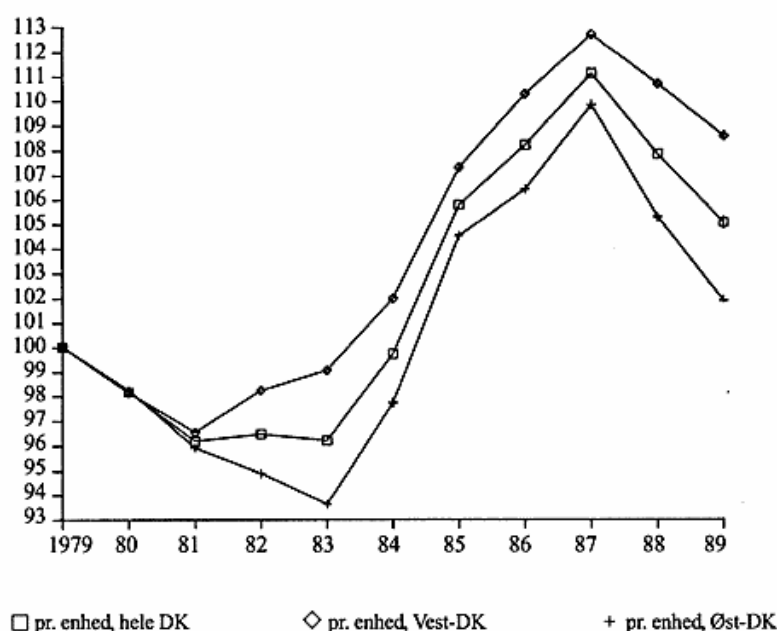
virker som forbrugsreducerende instrument. Indkomstelasticiteten viser sig derimod at være omkring 1 på langt sigt, hvad der med fortsat økonomisk vækst af en vist omfang, alt andet lige, skulle indebære tilsvarende stigning i elforbruget.

De følgende afsnit vil først indeholde en kort beskrivelse af udviklingen i boligsektorens elforbrug, dernæst diskuteres mulige, forklarende faktorer for dette forbrug og endelig opstilles en model, hvor pris- og indkomstelasticiteterne estimeres.

Med udgangspunkt i de fundne elasticiteter diskuteres derefter den fremtidige udvikling i boligernes elforbrug, herunder specielt prognoserne i den officielle energiplanlægning som udtrykt i ENERGI 2000. Når den fremtidige udvikling i elforbruget vurderes, skal andre forhold end de her diskuterede elasticiteter selvfølgelig også tages i betragtning – som f.eks. specielle energibesparende kampagner/indgreb, tekniske fremskridt, omlægning mellem forskellige energiproduktionsteknikker (f.eks. decentral kraftvarme). Endelig skal det også nævnes, at de elasticiteter, som her beregnes, ikke nødvendigvis gælder de fremtidige perioder, f.eks. ved et ændret niveau i elforbruget forårsaget af adfærdsskift eller lignende i befolkningen.

2. Udviklingen i boligernes elforbrug

Det samlede elforbrug i boligsektoren er steget 15-20% over de sidste ti år. Denne vækst har været lidt mindre end vækstraten for de øvrige, elforbrugende sektorer. Figur 1



Figur 2. Udviklingen i boligsektorens elforbrug, opgjort pr. forbrugsenhed, 1979-89.

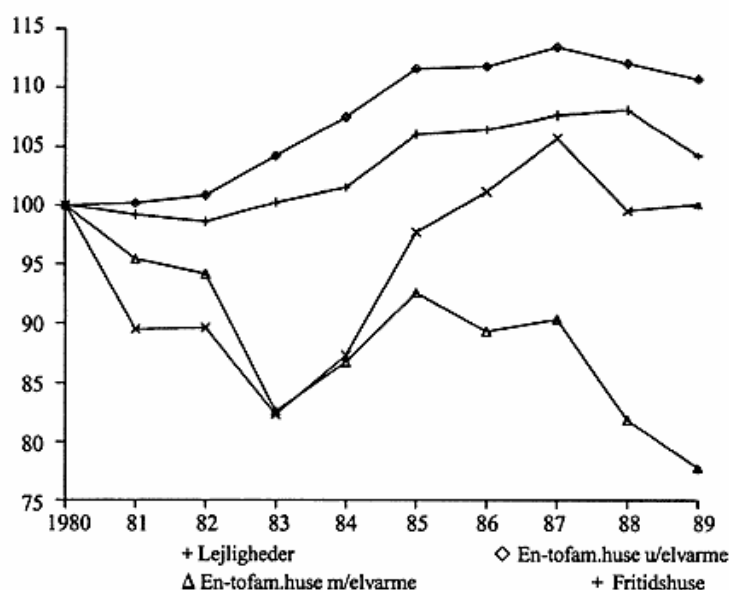
viser, at der har været tale om relativt store udsving på årsbasis og med tydelige spor efter anden oliekrises energiprisstigninger med tilhørende forbrugsafdæmpning.

Boligernes andel af det samlede elforbrug udgjorde 34% i 1979, og siden er denne andel faldet til 31% (1989). Det er først og fremmest serviceerhverv og industri, som udviser de højeste vækstrater, hvad der altså resulterer i en mindre og mindre andel til boliger over tiden.

Den i Figur 1 viste stigning i elforbruget skyldes flere forhold. Et væsentligt forhold er, at antallet af forbrugere (dvs. boliger) er gået i vejret, hvorfor det vil være relevant også at se på udviklingen pr. forbrugsenhed. Figur 2 viser udviklingen, hvor der endvidere er opdelt på henholdsvis Øst- og Vestdanmark.

Stigningen i boligernes samlede elforbrug er som tidligere vist på omkring 15-20% i den her betragtede periode, men opgjort i forhold til antal elforbrugere er stigningstakten derimod meget mere moderat, omend der også er store udsving i denne opgørelse. Som det fremgår af figuren, er udviklingen opgjort pr. forbrugsenhed noget forskellig mellem Øst- og Vestdanmark.

Endelig kan også elforbruget for de forskellige boligtyper inddrages. Som det ses af den følgende Figur 3, er der en rimelig stor variation mellem disse typer. Ifølge DEF's oplysninger er der stadig et vist skøn i alle data, selv om disse er reviderede ved flere lejligheder, men for 1979 optræder der muligvis direkte fejl. Af datamaterialet fremgår, at



Figur 3. Udviklingen i elforbruget på boligtyper, opgjort pr. forbrugsenhed, 1980-89. Indeks: 1980=100.

Kilde: Elforsyningens tiårsoversigt, div. årgange, DEF.

det tilsyneladende er antal forbrugere på de enkelte boligtyper, der er ufuldstændigt opgjort, hvorfor kun perioden 1980-89 er medtaget i Figur 3.²

Heraf ses, at for denne periode dækker udviklingen i elforbrug pr. enhed (jvf. Figur 2) over relativt forskellige udviklinger på de enkelte boligtyper.³ En- og tofamiliehuse uden elvarme, der dækker omkring halvdelen af det samlede elforbrug, udviser – sammen med lejligheder – den mest stabile udvikling. Derimod forekommer der store variationer for de to sidste boligtyper, hvad man måske også ville forvente på baggrund af stigende realpris på el i denne periode. Ikke mindst for parcelhuse med elvarme har denne udvikling været følelig og en del af forklaringen på det faldende forbrug er bl.a. energibesparende indgreb i boligerne. For 1989 udgør forbrugsandelene på boligtyper 23% for lejligheder (med/uden elvarme), 51% for huse uden elvarme, 21% for huse med elvarme og endelig 5% til fritidshusenes elforbrug.

3. Boligernes elforbrug – forklarende faktorer

Til forklaring af den viste udvikling gennem 1980'erne tages udgangspunkt i følgende faktorer, nemlig *elprisen*, *indkomsten*, *olieprisen* samt *temperaturen*. Andre forhold

2. Det samlede forbrug og samlet antal forbrugere for 1979 ser derimod mere rimeligt ud, hvorfor denne observation opretholdes i de senere estimationer over elasticiteter for alle boliger.

3. DEF's statistik opererer med følgende 5 boligtyper: lejligheder uden elvarme, lejligheder med elvarme, en- og tofamiliehuse uden elvarme, en- og tofamiliehuse med elvarme og fritidshuse.

har sikkert også indflydelse på elforbruget, men de her valgte giver, som det senere vil fremgå, en høj forklaringsgrad på udviklingen i den her behandlede del af elforbruget.

Først den reale elpris, hvor forventningen er, at elforbruget er rimeligt uelastisk – ihvertfald på kort sigt. Der er en vis geografisk variation i elpriserne, dvs. mellem de lokale forsyningsselskaber, hvorfor det optimale ville være data for både elpriser og elforbrug på de enkelte forsyningsselskaber. Da dette ikke er muligt, er i stedet valgt prisudviklingen for komponenten »elektricitetsforbruget« i Danmarks Statistiks forbrugerprisindeks.⁴ Prisen er inklusiv elafgift og moms, hvad der er relevant i denne forbindelse med privat elforbrug, og der forudsættes så, at prisudviklingen er repræsentativ for hele landet. Deflateringen til reale (el)priser sker ved hjælp af forbrugerprisindekset.

Der findes i et vist omfang substitutter til elektricitet, selv på kort sigt og formodentlig i endnu større grad på længere sigt. På opvarmningsområdet optræder f.eks. olieprodukter som substitutter, idet også ejendomme med oliebaseret opvarmning har mulighed for at supplere med elovne o.lign. Omvendt er det for ejendomme med elvarme måske begrænset, hvad der eksisterer af oliebaserede substitutionsmuligheder på kort sigt. På længere sigt vil den relative prisudvikling mellem el og olie kunne influere på valg af opvarmningsmetode, her elvarme kontra oliefyr, hvorved olieprisen influerer på elforbruget. I det følgende inddrages derfor fyringsolieprisen, inklusiv afgifter og opgjort realt, som forklarende variabel, hvor data hentes fra DEF's *Elforsyningens tiårs-oversigt*, der indeholder årlige gennemsnitspriser for olieprisen (gasolie).

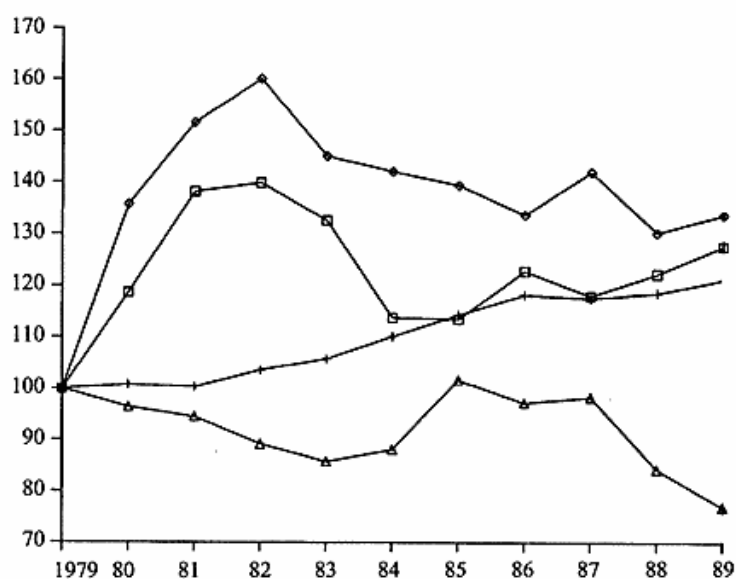
Endelig medtages indkomstudviklingen, samt »temperatur-udviklingen«, i forklaringen på elforbrugets udvikling. Her vælges BFI pr. indbygger og formodningen er, at indkomstsammenhængen er positiv og eventuelt, at indkomstelasticiteten er omkring 1 på længere sigt, hvilket testes i det følgende.

Argumentet for at medtage temperaturen som forklarende variabel er primært, at omkring 25% af elforbruget går til boliger med elvarme, hvor langt den største del af sidstnævntes elforbrug går til opvarmningsformål. Hertil kommer så andre boligers eventuelle anvendelse af el til – formodentlig også temperaturafhængig – opvarmning. Temperaturen spiller en ikke uvæsentlig rolle i elselskabernes prognosevirksomhed, hvor f.eks. det milde vejr i 1989 reducerede boligernes elforbrug med 2% i forhold til det forventede niveau.⁵ Som indikator er valgt det årlige graddaetal publiceret af Danmarks Statistik (*Statistisk Årbog*, div. årgange).

Som det fremgår af den følgende Figur 4, har udviklingen i el- og oliepriserne ikke været helt sammenfaldende, hvad der er flere forklaringer på. I elproduktionen udgør

4. Det bliver således en gennemsnitlig elpris, der indgår og ikke den marginale kwh-pris, som kunne være lige så relevant, da det formodentlig er den, forbrugerne på kort sigt vil – eller burde – tilpasse elforbruget ud fra.

5. Rundspørget 1990. Elsam.



□ PE + BFI ◇ PO △ TEMP

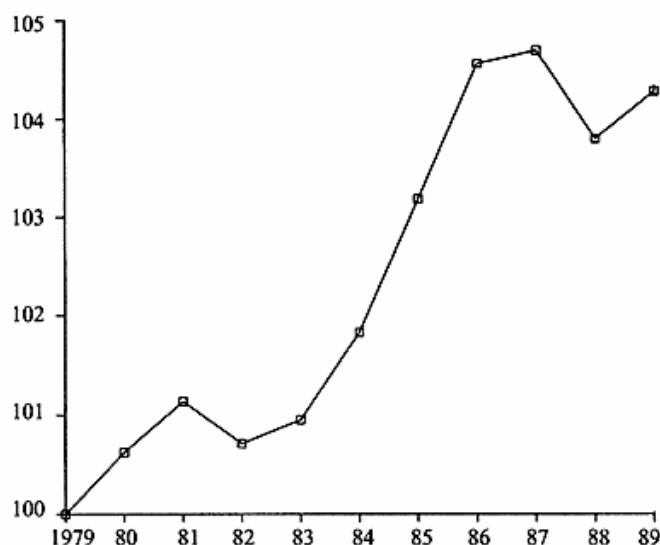
PE: El-pris incl. afgift, faste priser
 BFI: Bruttofaktorindkomst pr. indbygger, faste priser
 PO: Fyringsoliepris incl. afgift, faste priser
 TEMP: Graddaetel

Figur 4. Udviklingen i elpris, indkomst, oliepris samt temperatur, 1979-89. Indeks: 1979=100.

brændselsudgifterne en relativ lille andel af de samlede omkostninger, hvilket indebærer mindre følsomhed i elprisen over for udsving i brændselspriserne. Endvidere er elproduktionen i stigende grad blevet baseret på kul i stedet for olie, og samtidig har afgiftsudviklingen været forskellig for brændslerne (priserne her er inklusiv afgifter). Temperaturen eller vejrligets udvikling har også været en del svingende gennem 1980'erne, og må derfor have haft en ikke uvæsentlig indflydelse på elforbruget.

En stor del af udviklingen i elforbruget vil formodentlig kunne forklares ved hjælp af de før diskuterede variable, hvor det også vil være relevant at skelne separat mellem virkningerne på kort sigt og på længere sigt. Eksempelvis vil (reale) elprisstigninger umiddelbart have en vis effekt på forbruget, men på lidt længere sigt vil der kunne være en noget større, forbrugsreducerende effekt, idet der vil ske en tilpasning og udvikling i elapparatbestanden. Det sidste findes der masser af eksempler på inden for bl.a. området husholdningsapparater, hvor der sker en stadig reduktion i nye apparaters elforbrug.

Den tekniske udvikling inden for elapparaterne, med hensyn til reduceret forbrug, modvirkes i et vist omfang af en stigende dækningsgrad for en række af apparaternes vedkommende, samt endvidere den førnævnte udvikling mod flere husstande. Således



Figur 5. Skønnet udvikling i husholdningsapparaternes samlede elforbrug, 1979-89. Indeks: 1979:100

Anm.: Følgende husholdningsapparater indgår i indekset: køleskabe, kombiskabe, dybfrysere, vaskemaskiner, tørretumblere, TV(s/h), TV(farve) og opvaskemaskiner.

Kilde: Elforsyningens tiårsoversigt 1980-89, DEF 1990 – samt egne beregninger.

er der gennem 1980'erne sket en væsentlig stigning i andelen af husstande, der anskaffer bl.a. opvaskemaskine eller tørretumbler. Den samlede indflydelse på elforbruget af udviklingen i retning af flere apparater, men samtidig også mere energieffektive apparater, kan opgøres på følgende måde.

Skønnet årligt elforbrug i nye apparater er oplyst for alle år i perioden 1980-89, foruden antallet af husstande, der har disse apparater, uanset sidstnævntes alder.⁶ Ud fra elforbruget i de nye apparater kan konstateres, at reduktionen i disses elforbrug har været tilnærmelsesvist af lineær karakter, dvs. omtrent samme årlige reduktion i elforbruget gennem den nævnte periode.⁷ Med dette udgangspunkt forudsættes derefter, for det første, at denne udvikling også gælder tilbage i 1970'erne, hvor en del af de for perioden her relevante apparater er anskaffet og for det andet, at anskaffelserne er sket rimeligt jævnt over tiden.⁸ Dette indebærer, at hele bestandens gennemsnitlige »energieffektivitet« følger den førnævnte tekniske udvikling vedrørende nye apparaters elforbrug. Med disse forudsætninger, samt oplysninger om dækningsgrader i husstandene, kan opstille et indeks, der viser udviklingen i den samlede bestands elforbrug, se Figur 5.

6. Elforsyningens tiårsoversigt 1980-89. DEF (1990).

7. På grundlag af disse data for 1980-89 er derefter anvendt lineær regression til beskrivelse af udviklingen i nye husholdningsapparaters elforbrug over tiden.

8. Den sidste forudsætning er kun tilnærmelsesvist opfyldt, da der netop for enkelte husholdningsapparaters vedkommende er tale om stigende dækningsgrader over perioden.

Som det fremgår, er den samlede stigning ca. 5% over perioden, hvilket vil sige, at flere husstande med højere dækningsgrader vedrørende husholdningsapparater mere end opvejer effekten fra udviklingen af stadig mindre elforbrugende apparater. Den her viste udvikling behøver ikke at fortsætte, for på det tidspunkt, hvor antal husstande eller dækningsgrader for husholdningsapparaterne stagnerer, vil elforbrugsudviklingen selvfølgelig vende, forudsat, at den tidligere nævnte tekniske udvikling fortsætter eller blot, at de eksisterende apparater udskiftes med nye og dermed mindre energiforbrugende enheder.

4. Model for boligsektorens elforbrug

Med udgangspunkt i den tidligere diskussion af, hvad der kunne indgå i forklaringen af boligsektorens elforbrug, opstilles følgende model for efterspørgslen. Efterspørgselsfunktionen specificeres ud fra de i Figur 4 viste forklarende variable, samt med en forudsætning om konstante elasticiteter, dvs. en isoelastisk formulering. Idet E_t^* angiver det optimale elforbrug – opgjort pr. forbrugsenhed (husstand) – fås:

$$E_t^* = \alpha PE_t^{\beta_1} BFI_t^{\beta_2} PO_t^{\beta_3} TEMP_t^{\beta_4}$$

Der antages endvidere, at tilpasningen til det optimale elforbrug sker over flere perioder, hvor tilpasningsprocessen specificeres som, idet E_t angiver det faktiske elforbrug og u_t det stokastiske fejllid:

$$\frac{E_t}{E_{t-1}} = \left(\frac{E_t^*}{E_{t-1}^*} \right)^\delta e^{u_t} \quad 0 \leq \delta \leq 1$$

Der er tale om en adaptiv tilpasningsproces, hvor δ angiver tilpasningsandelen vedrørende forskellen mellem på den ene side det ønskede, optimale forbrug og på den anden side det faktiske forbrug.

Ved at kombinere disse to relationer, samt omskrive i logaritmer, fås følgende lineært estimérbare relation, som indeholder det laggede forbrug som forklarende variabel. Endvidere sker der en opdeling på henholdsvis Øst- og Vestdanmark ($j=1,2$), svarende til de foreliggende data:

$$\begin{aligned} \ln E_{t,j} &= \delta_j \ln \alpha_j + \delta_j \beta_{1,j} \ln PE_t + \delta_j \beta_{2,j} \ln BFI_t + \delta_j \beta_{3,j} \ln PO_t \\ &+ \delta_j \beta_{4,j} \ln TEMP_t + (1 - \delta_j) \ln E_{t-1,j} + u_{t,j} \\ j &= 1, 2 \end{aligned}$$

Med den dobbelt-logaritmiske formulering angiver parametrene elasticitetsværdierne med $\beta_{i,j}$ ($i=1,\dots,4$) som langsigts-elasticiteterne og $\delta_j\beta_{i,j}$ som de tilsvarende elasticiteter på kort sigt, dvs. første år. I modellen her er forudsat samme lagstruktur (geometrisk lag) for alle de medtagne variable, hvilket ikke nødvendigvis er en helt nøjagtig beskrivelse af tilpasningsprocessen, men til gengæld stiller modellen færre krav til antallet af observationer i forhold til en separat lag-formulering for hver af de medtagne variable.⁹

Med hensyn til data for elforbruget, samt antal forbrugere, findes dette opgjort for hele landet og desuden på boligtyper, som det tidligere er fremgået. Endelig er de samme data tilgængelige for henholdsvis Øst- og Vestdanmark, hvilket vil sige de områder, der dækkes af Elkraft og Elsam. Der er således observationer for 11 perioder (1979-89) for hver af de to geografiske områder, hvorfor man ved *pooling* af tidsserie- og cross-sectiondata når op på 22 observationer ialt, hvilket giver flere frihedsgrader i den følgende modelestimation, der indeholder en del forklarende faktorer. For 1979 er data for boligtyper ufuldstændige, og da der tilsyneladende er meget specifikke forhold, der gør sig gældende for de enkelte boligtyper (jvf. Figur 3), har det ikke været muligt at estimere en holdbar model her ud fra det trods alt begrænsede antal observationer.

Estimationsmetoden er derefter følgende. Først estimeres alle parametre uden nogen form for restriktioner ved hjælp af OLS,¹⁰ dvs. en »unrestricted« model, hvor konstantled og hældninger kan variere frit over de to områder ($j=1,2$). Dernæst pålægges modellen gradvist flere og flere restriktioner i form af ens parametre, f.eks. i form af samme indkomstelasticitet i Øst- og Vestdanmark. De således »restricted« modeller testes over for den »unrestricted« model ved hjælp af et F-test på residualssummerne,¹¹ hvor alle signifikante restriktioner (5%-signifikansniveau) i form af ens parametre over områderne opretholdes. Formålet med metoden er at opnå mere effektive skøn.

Den første restriktion, der pålægges, er en indkomstelasticitet på langt sigt lig 1, idet denne elasticitet viser sig at være henholdsvis 0,96 og 0,99 for Øst- og Vestdanmark i den »unrestricted« model. Da elasticiteten ikke er signifikant forskellig fra 1, antages denne værdi i de følgende estimationer, og der vindes dermed også yderligere frihedsgrader. Efter tests af signifikante restriktioner nås frem til følgende slutformulering, hvor der anvendes OLS hele vejen igennem:

$$\begin{aligned} \ln E_{t,j} &= \delta \ln \alpha + \delta \beta_{1,j} \ln PE_t + \delta \beta_2 \ln BFI_t + \delta \beta_3 \ln PO_t + \delta \beta_{4,j} \ln TEMP_t \\ &+ (1 - \delta) \ln E_{t-1} + u_{t,j} \\ \text{hvor: } \beta_2 &\equiv 1 \end{aligned}$$

9. For en yderligere diskussion af modelforudsætninger og -egenskaber henvises til Johnston (1984) p. 350; Pindyck & Rubinfeld (1991) p. 204.

10. Anvendelse af OLS forudsætter fravær af autokorrelation, jvf. iøvrigt værdierne for Durbin's h .

11. Vedr. test-teknikken henvises til Johnston (1984) p. 207.

Tabel 1. Koefficientværdier (kort sigt), tidsserie/cross-section-data.

Koefficient		Østdanmark	Vestdanmark
konstant:	$\delta \ln \alpha$	-0.59 (0.06)	-0.59 (0.06)
elpris:	$\delta \beta_{1, j}$	-0.18 (0.03)	-0.11 (0.03)
indkomst:	$\delta \beta_2$	0.45 (0.03)	0.45 (0.03)
oliepris:	$\delta \beta_3$	0.18 (0.03)	0.18 (0.03)
temperatur:	$\delta \beta_{4, j}$	0.24 (0.02)	0.12 (0.02)
E_{t-1} :	$1-\delta$	0.55 (0.03)	0.55 (0.03)

Anm: $R^2 = 0.98$. Antal frihedsgrader: 13. Standardafvigelser angivet i parentes, og alle koefficienter er forskellige fra 0 på 1%-signifikansniveauet.

Som det fremgår, er der kun signifikante forskelle mellem de to områder med hensyn til variablene PE og TEMP, hvorimod der for de resterende parametre kan estimeres med samme værdi. Resultaterne er som vist i tabel 1.

Alle koefficienter har det forventede fortegn og er signifikante med en høj forklaringsgrad angående det samlede elforbrug. På kort sigt er der – også forventeligt – tale om en relativ lille priselastisitet med hensyn til egenpris. Der er tilsyneladende en tendens til, at forbruget i Vestdanmark (Elsam-området) reagerer svagere på ændringer i elprisen. Mere overraskende er derimod resultatet med hensyn til olieprisen. Krydselastisiteten på 0,18 er på højde med eller endog større end egenpriselastisiteten, hvad der indebærer en relativ større følsomhed over for olieprisen end elprisen. Det tyder på, at der selv på kort sigt finder en del substitution sted mellem olie og el, når der sker ændringer i den relative pris (PE/PO).

Indkomstelastisiteten er positiv og noget større end de øvrige elasticiteter, med en værdi omkring 1 på langt sigt. Værdierne for »temperatur-elasticiteten« er overraskende høje, ikke mindst for Østdanmark, men på den anden side går hele 21% af elforbruget til enfamiliehuse med elvarme, så der må selvfølgelig være en vis sammenhæng med vejrligets udvikling.

Koefficienten til E_{t-1} bliver 0.55, hvilket med lagstrukturen her svarer til, at godt halvdelen af tilpasningen mellem ønsket og faktisk forbrug sker i første periode. På langt sigt er pris- og indkomstelastisiteterne dermed omtrent dobbelt så høje som de i Tabel 1 viste værdier, idet langtsigtselastisiteterne $\beta_{i, j}$ nemt findes ud fra tabellen ved hjælp af værdien for δ , som er 0.45. Da elforbruget er næsten ligeligt fordelt på Øst- og Vestdanmark, vil priselastisiteten gældende for hele landet svare til et simpelt gennemsnit af de to værdier i Tabel 1, hvilket giver værdierne i Tabel 2.

Der findes en del undersøgelser af elasticiteter i energiefterspørgslen, også specielt vedrørende boligernes elforbrug. Det er udenlandske undersøgelser,¹² og resultaterne an-

12. For en nærmere gennemgang/oversigt af disse henvises til R. Nordstrand m.fl. AKF (1984) p. 288 ff.

Tabel 2. Pris- og indkomstelasticiteter i boligernes elforbrug.

	Østdanmark	Vestdanmark	Hele landet
Elpris:			
– kort sigt	-0.18	-0.11	-0.14
– langt sigt	-0.40	-0.24	-0.32
Indkomst:			
– kort sigt	0.45	0.45	0.45
– langt sigt	1.00	1.00	1.00

gående pris- og indkomstelasticiteter er uhyre varierende fra undersøgelse til undersøgelse, hvilket understreger, at man skal være varsom med tolkning og anvendelse også af resultaterne her i Tabel 2. Den i noten omtalte rapport fra AKF indeholder også en sammenfatning af de udenlandske undersøgelser, hvor medianværdierne for de forskellige elasticitetsværdier tages som »konklusion« på de mange undersøgelsesresultater. Egenpriselasticitetens medianværdier er angivet til -0.2 og -0.9, på henholdsvis kort og langt sigt – og indkomstelasticitetens tilsvarende medianværdier er 0.2 og 0.7 (alle værdier angående elforbrug i boliger). Disse »konklusioner« adskiller sig fra Tabel 2 ved en noget større priselasticitet, især på langt sigt, hvorimod indkomstelasticiteten er mindre afvigende. Selv om AKF-rapportens sammenfatning også netop refererer til boligernes elforbrug, er metoden med at se på disse medianværdier måske ikke særlig relevant, for der er tale om sammenstilling af meget forskelligartede undersøgelser fra flere lande, som ikke nødvendigvis har meget tilfælles med den danske boligsektors elforbrug i 1980'erne.

En alternativ mulighed, i forhold til anvendelse af tidsserie/cross-section data, er estimationer separat på henholdsvis Øst- og Vestdanmark under anvendelse af (rene) tidsserie-data. Som tidligere nævnt er der kun 11 observationer (1979-89), hvorfor der med den her formulerede estimationsligning kun bliver få frihedsgrader – i forhold til metoden med *pooling* af data.

Koefficientværdier i estimationerne – igen pålagt restriktionen om en indkomstelasticitet lig én på langt sigt i samme modelformulering som før – over de to områder fremgår af Tabel 3. Forklaringsgraden er i begge tilfælde meget høj og stort set alle koefficienter er signifikante. Endelig er der tilsyneladende ingen væsentlig autokorrelation (1. orden) i datamaterialet.¹³

Parameterværdierne i Tabel 3 kan umiddelbart sammenlignes med værdierne i Tabel 1. Resultaterne er ikke helt identiske, men ud fra de anførte standardafvigelser ses, at

13. Hvilket også er en af forudsætningerne bag den tidligere anvendelse af OLS på det poolede datasæt.

Tabel 3. Koefficientværdier (kort sigt), tidsserie-data.

Koefficient		Østdanmark	Vestdanmark
konstant:	$\delta \ln \alpha$	-0.55 (0.057)	-0.66 (0.093)
elpris:	$\delta \beta_1$	-0.22 (0.029)	-0.06* (0.044)
indkomst:	$\delta \beta_2$	0.40 (0.027)	0.54 (0.062)
oliepris:	$\delta \beta_3$	0.23 (0.028)	0.13**(0.046)
temperatur:	$\delta \beta_4$	0.22 (0.019)	0.14 (0.029)
E_{t-1} :	$1-\delta$	0.60 (0.027)	0.46 (0.062)
R^2		0.99	0.99
Frihedsgrader		5	5
DW		2.24	2.15
Durbin's h		-0.663	-0.635

Anm: Standardafvigelser angivet i parentes, og alle koefficienter er forskellige fra 0 på 1%-signifikansniveauet, på nær:

*: ikke-signifikant

** : signifikant på 5%-niveauet

Koefficienterne er estimeret under restriktionen: $\beta_2 = 1$. Værdierne for Durbin's h indebærer, at hypotesen om »ingen 1. ordens autokorrelation« ikke kan afvises. I stedet for DW anvendes Durbin's h pga. den laggede, forklarede variabel på højresiden (jvf. estimationsligningen afsnit 4).

forskellene mellem de to tabellers værdier ikke er signifikante – hvad man heller ikke skulle forvente, da der ligger samme datasæt og model til grund for begge tabeller.¹⁴

Konklusionen bliver som før, nemlig en lille priselastisitet (specielt i Vestdanmark) og en relativ stor følsomhed i elforbruget over for oliepris- og temperaturudviklingen. Indkomstelastisiteten er åbenbart omkring 0.5 på kort sigt og derefter 1 på langt sigt.

5. Udviklingen i boligernes fremtidige elforbrug – herunder nye miljøafgifter

Den fremtidige udvikling i elforbruget er der lavet skøn over i forbindelse med Energiministeriets seneste plan ENERGI 2000. Med en række antagelser opstilles en såkaldt *referenceudvikling*.¹⁵ I denne vurderes elforbruget i boligsektoren at stige med 14% fra 1988 til år 2000, og derefter med kun 1% frem til år 2015, for dernæst at aftage svagt. Stigningerne er for de anførte perioder og ikke årlige stigningsrater.

Denne referenceudvikling er under forudsætning af fortsat økonomisk vækst og ingen særlige tiltag med hensyn til at spare på elforbruget. Dog skal der gøres opmærksom på, at den stadige forbedring i husholdningsapparater o.lign., som er sket siden 1970 med hensyn til deres energieffektivitet, tænkes at fortsætte, hvorfor der i et måske ikke uvæsentligt omfang allerede er taget hensyn til kommende tekniske fremskridt. Endelig er der også taget hensyn til mulige, nye elanvendelsesområder i boligerne, som typisk er på

14. Elasticiteterne på langt sigt vedr. Tabel 3 findes, som før, hvor δ for Østdanmark er 0.40 og for Vestdanmark 0.54 – dvs. kortsigts-elasticiteterne divideres blot med disse to værdier for at frembringe elasticiteterne på langt sigt.

15. Energiforbrug i bygninger. 1990. Energiministeriet.

»småapparat«-området, hvilket vil kunne øge forbruget. I denne forbindelse er det også vigtigt at være opmærksom på den tidligere diskuterede forskel mellem udviklingen i dels det samlede elforbrug og dels elforbruget opgjort pr. forbrugsenhed (dvs. husstand). En væsentlig del af den seneste forbrugsstigning har sammenhæng med et stigende antal forbrugere, jvf. Figur 1 og Figur 2. I ENERGI 2000 prognosen er dette forhold imidlertid ikke diskuteret, og der ses også bort herfra i det følgende.

For den første del af perioden frem til år 2000, svarer den forventede stigning meget godt til udviklingen det seneste tiår, jvf. Figur 1, som viser udviklingen i det samlede forbrug. Derefter skulle elforbruget i boliger fuldstændigt stagnere ifølge Energiministeriets plan. Det er selvfølgelig muligt, det går sådan, men det vil kræve en betydelig indsats i form af sparekampagner, ny elbesparende teknologi, etc. Set i lyset af estimationsresultaterne her, nemlig en indkomstelasticitet omkring 1 på langt sigt og en relativ lille priselasticitet, vil den almindelige indkomstudvikling sandsynligvis medføre en helt parallel udvikling i elforbruget, forudsat der ikke kommer f.eks. meget store realprisstigninger på el, eller antallet af elforbrugere falder.

Der ligger således i prognosen et vist brud med den hidtidige udvikling i boligernes elforbrug, specielt efter år 2000, hvor det må være særdeles usikkert, om der virkelig kan opnås så radikalt et skift med den hidtidige udviklingstendens.

En måde at reducere energiforbruget og dermed miljøbelastningen på er øgede afgifter. Hvad angår specielt CO₂-afgiften på el er denne foreslået til omkring 10 øre/kwh, hvilket svarer til 100 kr./ton CO₂.¹⁶ Da man ikke kan opgøre eller fastlægge de eksterne virkninger fra CO₂-udledninger præcist, bliver afgiftsniveauet i sidste ende et politisk spørgsmål. Men for en given afgiftsforhøjelse – i dette tilfælde på el – kan virkningen på energiforbruget i det mindste vurderes, her ved hjælp af priselasticiteterne. Nu vil en CO₂-afgift selvfølgelig ramme andet end el, dvs. stort set alle energipriser vil stige, hvorfor de her fundne (partielle) elasticiteter ikke udgør et tilstrækkeligt eller fuldstændigt grundlag for en analyse af virkningerne på hele energiområdet, herunder elforbruget.

Som illustration kan vurderes effekten af en ensidig forhøjelse af den eksisterende elafgift med 10 øre/kwh, altså *under forudsætning af uændrede energipriser iøvrigt*. For 1989 er prisen, incl. elafgift og moms, omkring 95 øre/kwh, hvoraf afgiften udgør ca. 22 øre.¹⁷ Den antagne afgiftsforhøjelse vil få elprisen til at stige med knap 13%, når der også tages hensyn til moms. På kort sigt skulle boligernes elforbrug dermed falde 1,8% og på langt sigt 4,2%. Det er ikke meget, og CO₂-begrænsningen bliver tilsvarende minimal, dvs. afgiftsforhøjelsen har reelt ingen mærkbar miljøeffekt. Derimod virker afgifts-

16. Delrapport fra det under styregruppen ..., p. 38. 1991. Skatteministeriet. Redegørelse om energiafgifter. 1990. Energiministeriet.

17. Elforsyningens tiårsoversigt 1980-89. DEF (1990). Den anførte pris er en gennemsnitspris – og ikke en marginal kwh-pris – for hele landet, som iøvrigt dækker over relativt store lokale variationer.

forhøjelsen udmærket, hvis hensigten (også) er at skaffe et øget afgiftsproveneru til staten, for det vil – på kort sigt – nemlig stige med omkring hele 28% på grund af den minimale reduktion i forbruget.

Hvad provenuvirkningen beløbsmæssigt svarer til, kan illustreres for året 1989. Her var boligernes elforbrug på 8862 Gwh, og hvis der ses bort fra, at elvarme er belagt med en lidt lavere afgift, vil den anførte afgiftsforhøjelse umiddelbart øge provenuet¹⁸ med ca. 800 mio. kr. på årsbasis – og på langt sigt med ca 700 mio. kr. Til sammenligning kan anføres, at det samlede proveneru af elafgifter var på 4,2 mia. kr. i 1989, hvoraf langt den største part stammer fra boligsektoren.

Nu vil en CO₂-afgift ikke kun vedrøre elpris og -forbrug, hvorfor de faktiske effekter på forbrug, proveneru mv. selvfølgelig ikke vil blive helt som i de foregående beregnings-eksempler. Således vil f.eks. den tidligere fundne (relativt store) elasticitet i elforbruget med hensyn til olieprisen indebære en vis substitution mellem her olie og el – men totalt set må man forvente relativt små mængdemæssige forskydninger i forbruget på de forskellige energiarter på grund af den uelastiske efterspørgsel. Derimod skulle afgiftsproveneru med rimelig sikkerhed gå markant i vejret, som eksemplet før viste. Da der ikke for nuværende findes teknikker, hvormed CO₂-indholdet kan fjernes, og da selv relativt store afgiftsforhøjelser kun vil have marginale forbrugsbegrænsende effekter, vil CO₂-afgifter og dens proveneru dermed primært tjene fiskale interesser – med mindre afgiften indrettes, så den virker forbrugsændrende i retning af »CO₂-fattige« brændsler, f.eks. ved skift fra kul til gasolie eller naturgas.

6. Sammenfatning

Gennem 1980'erne er elforbruget i boligerne generelt stigende, men stigningstakten er mindre end for de øvrige elforbrugende sektorer. Udviklingen i elforbruget har derimod været meget forskellig for de enkelte boligtyper (jvf. Figur 3), således udviser f.eks. ejendomme med elvarme et direkte fald i elforbruget, når dette opgøres pr. forbrugsenhed (husstand). Den opstillede model angående sektorens elforbrug giver som resultat – efter estimation af modellens koefficienter – at priselasticiteten er relativ lille på både kort og langt sigt (henholdsvis -0.14 og -0.32) for elektricitet, med en mindre geografisk variation over Øst- og Vestdanmark. Resultatet vedrørende indkomstelasticiteten er derimod omkring 0.45 på kort sigt, og 1 på langt sigt. Endvidere ser elforbruget ud til i et vist omfang at være følsomt over for oliepris- og temperaturudviklingen.

Med dette udgangspunkt – en meget lille priselasticitet og en indkomstelasticitet omkring 1 på længere sigt – kan dernæst fastslås, at stigende elpriser, f.eks. forårsaget af stigende elafgifter, vil have ringe indflydelse på elforbruget, og dermed tilsvarende ringe miljøeffekt (vedr. CO₂). Væsentlige miljøeffekter opnås formodentlig kun – i det om-

18. Beregningerne vedrører kun selve afgiften, dvs. der er ikke taget hensyn til øget momsproveneru, som følge af højere priser.

fang, det skal foregå v.h.a. afgifter – ved ændring af hele energiafgiftsstrukturen, så denne indrettes med henblik på en generel drejning af energiforbruget i retning af »CO₂-fattige« brændsler. Derimod skulle CO₂-afgifter o. lign. være udmærkede instrumenter set ud fra en provenumæssig synsvinkel. Med en indkomstelasticitet af den fundne størrelsesorden vil elforbruget på længere sigt følge den almindelige (real)indkomstudvikling, og denne effekt kan meget vel være kraftigere end eventuelle afgifters forbrugsreducerende virkning, så det samlede resultat bliver en fortsat stigning i elforbruget.

Litteratur

- Beskatning af elektricitet og andre energiformer. 1989. *Danske Elværkers Forening*.
- Delrapport fra det under styregruppen vedrørende energiafgifter nedsatte udvalg om erhvervslivets beskatningsforhold på energiområdet. 1991. *Skatteministeriet*.
- Elforsyningens tiårsoversigt, div. årgange. *Danske Elværkers Forening*.
- Energiforbrug i bygninger. 1990. (Baggrundsrapport nr. 1 til ENERGI 2000). *Energiministeriet*.
- Johnston, J. 1984. *Econometric Methods*. 3. ed. New York.
- Nordstrand, R. m.fl. 1984. *Salg af kollektiv energi*. København.
- Pindyck, R.S. & Rubinfeld, D.L. 1991. *Econometric Models & Economic Forecasts*. 3. ed. New York.
- Redegørelse om energiafgifter. 1990. *Energiministeriet*.
- Rundspørget. 1990. *Elsam*.
- Sohlman, Å.M. (ed.). 1983. *Energy demand analysis*. Stockholm.
- Udgifter til eltjenester i boligsektoren. 1991. *DEFU*.

fang, det skal foregå v.h.a. afgifter – ved ændring af hele energiafgiftsstrukturen, så denne indrettes med henblik på en generel drejning af energiforbruget i retning af »CO₂-fattige« brændsler. Derimod skulle CO₂-afgifter o. lign. være udmærkede instrumenter set ud fra en provenumæssig synsvinkel. Med en indkomstelasticitet af den fundne størrelsesorden vil elforbruget på længere sigt følge den almindelige (real)indkomstudvikling, og denne effekt kan meget vel være kraftigere end eventuelle afgifters forbrugsreducerende virkning, så det samlede resultat bliver en fortsat stigning i elforbruget.

Litteratur

- Beskatning af elektricitet og andre energiformer. 1989. *Danske Elværkers Forening*.
- Delrapport fra det under styregruppen vedrørende energiafgifter nedsatte udvalg om erhvervslivets beskatningsforhold på energiområdet. 1991. *Skatteministeriet*.
- Elforsyningens tiårsoversigt, div. årgange. *Danske Elværkers Forening*.
- Energiforbrug i bygninger. 1990. (Baggrundsrapport nr. 1 til ENERGI 2000). *Energiministeriet*.
- Johnston, J. 1984. *Econometric Methods*. 3. ed. New York.
- Nordstrand, R. m.fl. 1984. *Salg af kollektiv energi*. København.
- Pindyck, R.S. & Rubinfeld, D.L. 1991. *Econometric Models & Economic Forecasts*. 3. ed. New York.
- Redegørelse om energiafgifter. 1990. *Energiministeriet*.
- Rundspørget. 1990. *Elsam*.
- Sohlman, Å.M. (ed.). 1983. *Energy demand analysis*. Stockholm.
- Udgifter til eltjenester i boligsektoren. 1991. *DEFU*.