

Bodil M. Larsen og Runa Nesbakken

**Formålsfordeling av
husholdningenes
elektrisitetsforbruk i 2001**
Sammenligning av
formålsfordelingen i 1990 og 2001

Rapporter

I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

Reports

This series contains statistical analyses and method and model descriptions from the various research and statistics areas. Results of various single surveys are also published here, usually with supplementary comments and analyses.

© Statistisk sentralbyrå, juli 2005
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537-6816-8 Trykt versjon
ISBN 82-537-6817-6 Elektronisk versjon
ISSN 0806-2056

Emnegruppe

01.03.10

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Statistisk sentralbyrå/238

Standardtegn i tabeller	Symbols in tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpig tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Desimalskilletegn	Decimal punctuation mark	,(,)

Sammendrag

Bodil M. Larsen og Runa Nesbakken

Formålsfordeling av husholdningenes elektrisitetsforbruk i 2001

Sammenligning av formålsfordelingen i 1990 og 2001

Rapporter 2005/18 • Statistisk sentralbyrå 2005

Husholdningene kan benytte elektrisitet til mange formål, for eksempel til oppvarming av bolig og vann, til belysning og til oppvaskmaskin og andre apparater. Elektrisitetsverkene måler ikke elektrisitetsforbruk til ulike formål, og det er svært kostnadskrevenende å skaffe slike måledata for mange husholdninger. Formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket kan imidlertid beregnes ved å benytte modeller. Bruk av modeller innebærer at det er usikkerhet knyttet til resultatene.

Denne rapporten analyserer formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket i norske husholdninger ved hjelp av økonometriske analyser og data fra Forbruksundersøkelsen 2001. Resultatene viser at om lag 31 prosent av elektrisitetsforbruket i husholdningene i 2001 ble brukt til boligoppvarming, 14 prosent til vasking (vaske- og oppvaskmaskin), 14 prosent til kjøling og frysing, 11 prosent til belysning, 10 prosent til oppvarming av vann og 2 prosent til tørking av klær. Da gjenstår om lag 19 prosent til alle andre elektriske apparater.

Vi har også sammenlignet formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket i 1990 og 2001, og finner relativt store forskjeller. Blant annet er andelen av elektrisitetsforbruket til boligoppvarming i denne rapporten anslått til 20 prosent i 1990, dvs. betydelig lavere enn i 2001. Dette kan for en stor del forklares med at 1990 var et svært mildt år, samtidig som relative energipriser og beholdning av oppvarmingsutstyr også trakk i retning av økt elektrisitetsforbruk til oppvarming fra 1990 til 2001.

Prosjektstøtte: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Enova SF.

Innhold

1. Innledning.....	6
2. Metode for beregning av formålsfordeling.....	7
2.1. Økonometrisk modell.....	7
2.2. Beregning av elektrisitesforbruk til ulike utstyrstyper.....	8
3. Data 2001.....	10
3.1. Beskrivelse av datagrunnlaget.....	10
3.2. Utvalg av husholdninger versus husholdningssektoren.....	11
3.3. Deskriptiv statistikk.....	11
4. Resultater 2001.....	13
4.1. Økonometriske resultater.....	13
4.2. Elektrisitesforbruk til ulike apparater.....	18
4.3. Formålsfordeling av elektrisitesforbruket.....	19
5. Sammenligning av formålsfordelingen i 1990 og 2001.....	20
5.1. Deskriptiv statistikk for 1990 og 2001.....	20
5.2. Økonometriske resultater for 1990.....	21
5.3. Sammenligning av formålsfordelingen i 1990 og 2001.....	21
6. Formålsfordeling av samlet energiforbruk i husholdningene i 1990 og 2001.....	23
7. Diskusjon av metoder for formålsfordeling av elektrisitesforbruket.....	24
7.1. Internasjonal litteratur.....	24
7.2. ERÅD-modellen.....	24
7.3. Økonometrisk modell.....	25
8. Diskusjon av ERÅD og økonometrisk modell.....	26
8.1. Sammenligning av resultatene.....	26
8.2. Diskusjon av metodene.....	27
9. Konklusjoner.....	29
Referanser.....	31
Vedlegg	
A. Skjema for tilleggsspørsmål om energibruk i bolig.....	32
B. Predikering av antall lyspunkter.....	35
C. Korrigering for heteroskedastisitet.....	36
D. Formålsfordeling i 2001, veid og uveid utvalg.....	37
E. Formålsfordeling i 1990 basert på ERÅD.....	40
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter.....	41

1. Innledning*

Norske husholdninger benytter elektrisitet til en rekke forskjellige formål. Fordelingen av husholdningenes elektrisitetsforbruk på ulike anvendelser (formålsfordelingen) anslår hvor stor del av elektrisitetsforbruket som går til oppvarming av bolig og tappevann og hvor mye som går til belysning og elektrisk utstyr (f.eks. oppvaskmaskiner og tørketromler). Effekten av energipolitiske tiltak, som f.eks. avgifter, vil blant annet avhenge av i hvilken grad husholdningene har mulighet til å vri sitt energiforbruk mot den energikilden som til enhver tid er billigst. For en rekke husholdningsapparater kan det kun brukes elektrisitet, slik at det er først og fremst i oppvarmingen at elektrisitet kan erstattes av andre energibærere.

Formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket vil endre seg over tid. I 1960 var det relativt lite bruk av elektrisitet til apparater og oppvarming. På 1960- og 70-tallet, og til dels 1980-tallet, var det sterk vekst i beholdningen av elektriske apparater og store endringer i sammensetningen av energiforbruket til oppvarming. I dag er elektrisk oppvarming av boliger svært vanlig. De siste årene har vi opplevd perioder med høye strømpriser. Dette kan ha påvirket fordelingen av elektrisitet til oppvarming og andre formål ved at husholdningene i større grad har tatt i bruk oppvarmingsutstyr basert på f.eks. ved, eventuelt mer energieffektivt utstyr. Siden formålsfordelingen endrer seg over tid, vil det være behov for regelmessige oppdateringer dersom beregningene skal brukes til analyser av dagens eller framtidig energiforbruk.

Elektrisitetsverkene måler ikke elektrisitetsforbruk til ulike formål, og det er svært høye kostnader ved å skaffe slike måledata. Formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket kan beregnes ved hjelp av ulike metoder. To hovedtyper av metoder som er benyttet i den internasjonale litteraturen er ingeniørmodeller og økonometriske modeller. For norske husholdninger er det tidligere foretatt to analyser av formålsfordelingen. Den ene er basert på beregninger Energidata A/S gjorde i 1992 ved bruk av energirådgivningsmodellen ERÅD og data fra bl.a. Energiundersøkelsen 1990 (se

Energidata, 1989 og Ljones mfl., 1992). Den andre er basert på økonometrisk metode og data fra Energiundersøkelsen 1990 (se Larsen og Nesbakken, 2004).

Vi har tidligere sammenlignet metode og resultater fra bruk av ERÅD-modellen med en økonometrisk modell, se Larsen og Nesbakken (2004). ERÅD er en modell som inneholder ingeniørkunnskap om hvordan energiforbruket påvirkes av tekniske og konstruksjonsmessige forhold ved boligene. Hovedprinsippet i den økonometriske metoden er at dummyvariable for elektrisitetsforbrukende utstyr (som antar verdi 1 eller 0 avhengig av om husholdningen har eller ikke har utstyret) brukes til å beregne forskjellen i elektrisitetsforbruket mellom husholdninger som har og de som ikke har ulike typer utstyr. I Larsen og Nesbakken (2004), ble det konkludert med at en ny formålsfordeling bør baseres på en økonometrisk modell. For å skaffe et best mulig datagrunnlag, tok vi inn tilleggsspørsmål i forbruksundersøkelsen for 2001 med sikte på å foreta økonometriske analyser av elektrisitetsforbruk til ulike formål.

I denne rapporten foretar vi en beregning av fordelingen av norske husholdningers elektrisitetsforbruk på ulike formål basert på en økonometrisk modell og dataene fra forbruksundersøkelsen for 2001. Vi studerer også utviklingen i formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket ved å sammenligne nye resultater for formålsfordelingen i 1990 og 2001.

I kapittel 2 utleder vi den økonometriske modellen og forklarer hvordan denne benyttes til å formålsfordele elektrisitetsforbruket. Kapittel 3 gir en oversikt over data som er benyttet. Kapittel 4 inneholder de økonometriske resultatene samt resultater for formålsfordelingen i 2001. I kapittel 5 sammenligner vi formålsfordelingen i 1990 og 2001, basert på de økonometriske resultatene for disse to årene. I kapittel 6 har vi foretatt etterberegninger av formålsfordelingen av samlet energiforbruk i husholdningene i 1990 og 2001, ved å anta at oljer og ved kun benyttes til boligoppvarming. Kapittel 7 gir en oversikt over internasjonal litteratur og diskusjon av metoder for formålsfordeling. I kapittel 8 diskuterer vi resultatene fra ERÅD-modellen og økonometrisk modell. Konklusjoner er gitt i kapittel 9.

* Takk til Bente Halvorsen og Torgeir Ericson for nyttige kommentarer til et tidligere utkast.

2. Metode for beregning av formålsfordeling

Vi vil benytte en metode beskrevet i blant annet Parti og Parti (1980), Fiebig mfl. (1991) og Bartels og Fiebig (2000) for å estimere hvor stor del av elektrisitetsforbruket som benyttes til ulike typer elektrisk utstyr. Metoden utnytter forskjeller i beholdning av elektrisk utstyr mellom husholdninger. Denne økonometriske prosedyren blir kalt betinget etterspørselsanalyse (CDA: Conditional Demand Analysis). Husholdninger som besitter en type elektrisk utstyr sammenlignes med husholdninger som ikke har denne utstyrstypen, og forskjeller i elektrisitetsforbruk kan tilskrives denne utstyrstypen.

Det er svært liten grad av direkte målinger av elektrisitetsforbruket for de enkelte utstyrstyper i husholdninger. For å kunne benytte CDA-modellen trenger en imidlertid kun måling av husholdningens totale elektrisitetsforbruk, samt informasjon om husholdningens beholdning av elektrisk utstyr og andre relevante demografiske og økonomiske data.

2.1. Økonometrisk modell

Anta at årlig elektrisitetsforbruk til utstyr j ($j=1, 2, \dots, J$) for husholdning i ($i=1, \dots, N$), x_{ij} , er observert gjennom direkte måling. Da kunne følgende ligning vært benyttet for å estimere formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket:

$$(1) \quad x_{ij} = \gamma_j + \sum_{m=1}^M \rho_{jm} (C_{im} - \bar{C}_{jm}) + \varepsilon_{ij}.$$

Variablene C_{im} ($m=1, 2, \dots, M$) representerer økonomiske og demografiske variable som kjennetegner husholdningen og boligen og som er viktige for elektrisitetsforbruket, f.eks. boligareal, husholdningsstørrelse, inntekt og elektrisitetspris. \bar{C}_{jm} er gjennomsnittsverdier for de økonomiske og demografiske variable, γ_j og ρ_{jm} er ukjente parametre, og ε_{ij} er et stokastisk restledd. Parameteren γ_j representerer elektrisitetsforbruk til utstyr j for "gjennomsnittshusholdningen" eller gitt at ingen økonomiske eller demografiske variable er relevante

for elektrisitetsforbruket til utstyr j (dvs. $\rho_{jm} = 0$ for alle m).

Vi har ikke data for elektrisitetsforbruk til ulike utstyrstyper i den enkelte husholdning, og ligning (1) kan derfor ikke estimeres. Vi har imidlertid data for samlet årlig elektrisitetsforbruk i et utvalg av husholdninger. Ved å summere elektrisitetsforbruket over alle formål j i ligning (1) får vi samlet elektrisitetsforbruk i husholdning i (x_i). Vi må da ta hensyn til at ikke alle husholdninger har alt utstyr, og at ikke alle formål lar seg spesifisere. D_{ij} er en dummyvariabel med verdi én dersom husholdning i har utstyr j og verdi null dersom husholdningen ikke har utstyr j . Av totalt J mulige utstyrstyper er S de utstyrstyper som lar seg spesifisere, dvs. $j=1, 2, \dots, S, \dots, J$, og $S < J$. Husholdning i sitt samlede elektrisitetsforbruk er da gitt ved:

$$(2) \quad x_i \equiv \sum_{j=1}^J x_{ij} D_{ij} \equiv \sum_{j=1}^S x_{ij} D_{ij} + \sum_{j=S+1}^J x_{ij} D_{ij} = \sum_{j=S+1}^J \gamma_j D_{ij} + \sum_{j=1}^S \gamma_j D_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M \rho_{jm} (C_{im} - \bar{C}_{jm}) D_{ij} + u_i,$$

hvor u_i er et stokastisk restledd med formen:

$$(3) \quad \sum_{j=1}^J \varepsilon_{ij} D_{ij} = u_i.$$

De økonomiske og demografiske variable inngår på en slik måte at de justerer elektrisitetsforbruket til utstyr j , dvs. de inngår som interaksjoner med variablene for elektrisk utstyr. For eksempel vil en interaksjon mellom oppvaskmaskin (j =oppvaskmaskin) og husholdningsstørrelse (m =antall personer i husholdningen) fange opp betydningen av at elektrisitetsforbruket til oppvaskmaskin varierer med husholdningsstørrelse. Interaksjonsvariablene mellom utstyr og andre variable kan beregnes på ulike måter, avhengig av formålet med estimeringene. Vi har beregnet interaksjonene som avviket fra gjennomsnittsverdiene for de ulike økonomiske og demografiske variable for de H_j husholdninger som besitter det aktuelle utstyret, dvs.

$$\bar{C}_{jm} = \frac{1}{H_j} \sum_{i=1}^N C_{im} D_{ij} \cdot \text{Uttrykket } \sum_{m=1}^M \rho_{jm} (C_{im} - \bar{C}_{jm}) D_{ij}$$

er dermed å tolke som en justering av elektrisitetsforbruket til utstyr j som følge av avvik fra gjennomsnittsverdien for ulike demografiske og økonomiske variable.

I ligning (2) er $\sum_{j=S+1}^J \gamma_j D_{ij}$ uspesifisert elektrisitets-

forbruk. Interaksjonene gjelder for alle J fordi det uspesifiserte elektrisitetsforbruket kan avhenge av økonomiske og demografiske variable på samme måte som det spesifiserte elektrisitetsforbruket. Vi har forutsatt at koeffisientene foran dummyvariablene og interaksjonsvariablene er konstante, dvs. at de ikke varierer mellom husholdninger. Vi forutsetter også at det uspesifiserte elektrisitetsforbruket ikke varierer

mellom husholdninger, dvs. $\sum_{j=S+1}^J \gamma_j D_{ij} = x_0$.

For de spesifiserte utstyrstypene indikerer dummyene kun om utstyret finnes eller ikke, og de varierer ikke med størrelse, kapasitet eller antall. Vi tar imidlertid hensyn til slike variasjoner gjennom interaksjoner mellom utstysvariable og økonomiske og demografiske variable.

Restleddet u_i forutsettes å ha forventning lik null, og vi åpner for muligheten for ikke-konstant varians (heteroskedastisitet). Det er vanlig å stå overfor heteroskedastisitet i estimeringen av formålsfordelt elektrisitetsforbruk. Restleddet i estimeringene (u_i i ligning 2) vil kunne variere systematisk med forklaringsfaktorene. Som følge av strukturen i ligning (3), vil u_i typisk være heteroskedastisk. Det skyldes at jo større for eksempel boligareal og beholdning av elektriske husholdningsapparater, jo større mulighet for større variasjon i elektrisitetsforbruket mellom husholdninger fordi bruken av utstyret kan variere mer. Dermed vil også avviket mellom estimert og observert elektrisitetsforbruk kunne øke med størrelsen på utstysbeholdningen.

Multikollinearitet (korrelasjon mellom høyresidevariablene) er et annet potensielt problem innenfor denne modellen. Problemer med multikollinearitet vil kunne gi seg utslag i estimeringene ved at vi ikke får spesifisert utstyr som svært mange (eller svært få) husholdninger har, eller ved at estimatene blir ustabile. Interaksjonsvariablene mellom utstyr og økonomiske og demografiske variable er viktige å ha med for at estimatene for elektrisitetsforbruk til elektriske apparater skal bli forventningsrette. Hvis interaksjonsvariablene blir utelatt, kan estimatene bli skjeve som følge av at utelatte variable er korrelert med utstysvariablene (multikollinearitet).

Siden CDA-modellen fokuserer på bruk av elektrisk utstyr gitt beholdningen av elektrisk utstyr, forutsettes det at dummyvariablene for om husholdningen har eller ikke har de ulike utstyrstypene er eksogene. På kort sikt kan dette være en rimelig forutsetning. Studier viser også at skjevheter som følge av å se bort fra mulig endogenitet er små, jf. Fiebig mfl. (1991).

2.2. Beregning av elektrisitetsforbruk til ulike utstyrstyper

Fra ligning (2) har vi at elektrisitetsforbruket for husholdning i er en funksjon av utstysbeholdning samt interaksjoner mellom utstysbeholdningen og økonomiske og demografiske variable. Vår økonomiske betingede etterspørselsfunksjon for elektrisitet for husholdning i er gitt ved:

$$(4) \quad x_i = x_0 + \sum_{j=1}^S \gamma_j D_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M \rho_{jm} (C_{im} - \bar{C}_{jm}) D_{ij} + u_i,$$

hvor x_0 , γ_j og ρ_{jm} er parametre som skal estimeres.

Første ledd i ligning (4) er konstantleddet i estimeringen og er å tolke som elektrisitetsforbruk som ikke er spesifisert. Annet ledd i ligningen inneholder gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk (γ_j) til de ulike utstyrstypene j som husholdning i besitter, dvs. for utstyr der dummyvariablen D_{ij} har verdi én.

Av ligning (4) følger at forventet elektrisitetsforbruk til utstyr k for husholdning i er lik:

$$(5) \quad x_{ik} = \gamma_k D_{ik} + \sum_{m=1}^M \rho_{km} (C_{im} - \bar{C}_{km}) D_{ik},$$

dvs. lik null for husholdninger som ikke har utstyret ($D_{ik} = 0$) og lik $\gamma_k + \sum_{m=1}^M \rho_{km} (C_{im} - \bar{C}_{km})$ for husholdninger som har utstyret ($D_{ik} = 1$).

Predikert forventet elektrisitetsforbruk til utstyr k for "gjennomsnittshusholdningen" (x_k^P) blir da :

$$(6) \quad x_k^P = \hat{\gamma}_k \bar{D}_k + \sum_{m=1}^M \hat{\rho}_{km} (C_m - \bar{C}_{km}) D_k,$$

hvor parametre med symbolet $\hat{\cdot}$ indikerer estimert parameter og $\bar{D}_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{ik}$, dvs. gjennomsnittlig verdi for dummyvariablen D_{ik} for husholdningene i utvalget. $(C_m - \bar{C}_{km}) D_k$ er gjennomsnittsverdien for $(C_{im} - \bar{C}_{km}) D_{ik}$ over alle husholdningene (N). Dette kan illustreres med et eksempel der D_{ik} representerer oppvaskmaskin og C_{im} er husholdningsstørrelse.

Husholdningene som ikke har oppvaskmaskin, får interaksjonsvariabel lik null fordi $D_{ik} = 0$. Husholdninger som har oppvaskmaskin ($D_{ik} = 1$) får en verdi på interaksjonsvariabelen som er lik antall personer i husholdningen fratrukket gjennomsnittlig husholdningsstørrelse blant husholdninger med oppvaskmaskin. Gjennomsnittet blant alle husholdningene blir dermed beregnet på grunnlag av observasjoner som er lik null og lik det nevnte avviket.

I formålsfordelingen i ligning (6) benyttes parameterestimater ($\hat{\gamma}_k$ og $\hat{\rho}_{km}$) fra estimeringen av en modell for gjennomsnittshusholdningen, samtidig som vi benytter gjennomsnittsverdier for dummyvariable og interaksjonsvariable, der interaksjonene beregnes som avvik fra gjennomsnittsverdiene. Vi foretar formålsfordelingen for gjennomsnittsverdier for alle variable, og da blir leddet $\sum_{m=1}^M \hat{\rho}_{km} (C_m - \bar{C}_{km}) D_k$ i

ligning (6) lik null. Predikert forventet elektrisitesforbruk til utstyr k for "gjennomsnittshusholdningen" kan dermed beregnes som gjennomsnittlig elektrisitesforbruk til utstyr k for husholdninger som besitter utstyr k multiplisert med andelen av husholdningene som har utstyr k :

$$(7) \quad x_k^p = \hat{\gamma}_k \bar{D}_k.$$

Koeffisienten γ_k er å tolke som forskjellen i elektrisitesforbruk (målt i kWh per år) mellom en typisk ("gjennomsnittlig") husholdning som har utstyr k og en typisk husholdning som ikke har dette utstyret, dvs. elektrisitesforbruket til en typisk husholdning som har utstyr k . For å få et anslag på elektrisitesforbruket i gjennomsnitt til utstyr k for alle husholdningene (enten de har eller ikke har utstyret), multipliserer vi med gjennomsnittet av dummyvariabelen (\bar{D}_k).

I tillegg til elektrisitesforbruk som er beregnet eksplisitt for de utstyrstypene som inkluderes i den økonometriske modellen (ligning 4), kommer elektrisitesforbruk til andre typer elektriske apparater. Dette forbruket er representert ved konstantleddet x_0 , og tolkningen er gjennomsnittlig elektrisitesforbruk til alle de $J-S$ utstyrstyper som ikke er inkludert eksplisitt i den økonometriske modellen for "gjennomsnittshusholdningen". Det er mange apparater vi ikke har datagrunnlag til å estimere spesifikt. I tillegg vil det være vanskelig å estimere elektrisitesforbruket til apparater som svært få eller svært mange husholdninger har. Anslaget på forbruket til uspesifisert utstyr er gitt ved:

$$(8) \quad x_{div}^p = \hat{x}_0.$$

Formålsfordelingen utføres for gjennomsnittlige verdier på variablene. Dette sikrer at estimert elektrisitesforbruk til de ulike spesifiserte utstyrstyper (formål) og uspesifisert elektrisitesforbruk summerer seg til gjennomsnittlig elektrisitesforbruk i utvalget (fordi forventningen til restleddet og forventningen til interaksjonene begge er null). Ut fra dette og ligning (7) gjelder følgende oppsummeringsbetingelse for elektrisitesforbruket:

$$(9) \quad x^p = \hat{x}_0 + \sum_{j=1}^S x_j^p = \hat{x}_0 + \sum_{j=1}^S \hat{\gamma}_j \bar{D}_j = \bar{x},$$

hvor x^p er predikert forventet samlet elektrisitesforbruk, og gjennomsnittlig observert elektrisitesforbruk $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ er beregnet for alle husholdningene i utvalget.

Fra ligning (7) og (8) følger gjennomsnittlig elektrisitesforbruk målt i kWh til de typer utstyr som er spesifisert i modellen samt det uspesifiserte elektrisitesforbruket. Vi ønsker også å beregne den prosentvise fordelingen av gjennomsnittlig elektrisitesforbruk på ulike utstyrstyper. Andelen av elektrisitesforbruket til utstyr k beregnes som gjennomsnittlig elektrisitesforbruk til utstyr k dividert med gjennomsnittlig totalt elektrisitesforbruk:

$$(10) \quad a_k^p = \frac{x_k^p}{\bar{x}} \quad \text{og}$$

$$(11) \quad a_{div} = \frac{\hat{x}_0}{\bar{x}}.$$

Siden dekomponert forbruk summerer seg til samlet forbruk (for "gjennomsnittshusholdningen"), vil også andelen i ligning (10) og (11) summere seg til 1.

Etterspørselsfunksjonen (4) estimeres ved hjelp av programvaren SAS og vanlig minste kvadraters metode (Ordinary Least Squares, OLS). Vi har også benyttet OLS korrigert for heteroskedastisitet for å teste betydningen av heteroskedastisitet for resultatene (se vedlegg C).

3. Data 2001

3.1. Beskrivelse av datagrunnlaget

Data fra Forbruksundersøkelsen 2001 (Statistisk sentralbyrå, 2004) er grunnlaget for analysen. Skjemaet for tilleggsspørsmålene om energi er gjengitt i vedlegg A. Bruttoutvalget besto av 2200 husholdninger, og svarprosenten var 48. Nettoutvalget består dermed av 1051 husholdninger. 64 husholdninger er tatt ut av analysen som følge av at viktige spørsmål ikke er tilfredsstillende besvart. Husholdninger som for eksempel ikke har oppgitt noe oppvarmingsutstyr er tatt ut av analysen. Den økonomiske studien er dermed basert på mikrodata for 987 husholdninger.

Tilleggsspørsmålene om energibruk i bolig er utformet med tanke på å analysere formålsfordelingen av elektrisitesforbruket. Eksempler på viktige forklaringsfaktorer i analysen er elektriske ovner, varmekabler, sentralvarme, varmtvannsbereder, oppvaskmaskin og tørketrommel, slik vi har funnet i en tidligere analyse av formålsfordelingen av elektrisitesforbruket (se Larsen og Nesbakken, 2004). I tillegg til oppvarmingsutstyr og elektriske apparater vil vi teste om inntekt, elektrisitespris, boligareal, hustype, utetemperatur, husholdningsstørrelse, etc. har vært viktige forklaringsfaktorer for elektrisitesforbruket i 2001. Dessuten ønsker vi å utnytte informasjonen som ligger i de nye spørsmålene om blant annet bruk av komfyr, vaske-maskin, oppvaskmaskin og tørketrommel. Inntektsbegrepet vi benytter er pensjonsgivende inntekt etter skatt. Negative inntekter kan dermed forekomme.

Data for elektrisitesforbruk er innhentet fra de elektrisitesverkene som hver enkelt husholdning har oppgitt som sin leverandør. Elektrisitesforbruk til hytter er ikke inkludert i dataene fra e-verkene. For enkelte husholdninger har vi ikke informasjon om elektrisitesforbruk fra elektrisitesverket, og i disse tilfellene beregner vi elektrisitesforbruk ut fra elektrisitespriser og selvoppgitt utgift til elektrisitet fra Forbruksundersøkelsen 2001. For våningshus beregner vi også elektrisitesforbruk ut fra elektrisitespris og selvoppgitt elektrisitesutgift fordi elektrisitesforbruket fra elektrisitesverkene er inkludert forbruk til gårdsdrift.

De fleste husholdningene som inngår i den økonomiske studien har elektriske ovner, men enkelte husholdninger som har felles eller egen sentralfyr, har oppgitt at de ikke har elektriske ovner. Husholdninger med felles sentralfyr må forventes å ha en annen adferd enn øvrige husholdninger, fordi de ofte ikke betaler for energien ut fra faktisk forbruk. Vi velger å ta dem med fordi de gir informasjon om elektrisitesforbruk til andre formål enn oppvarming. I den grad det er systematisk sammenheng mellom dummyer for felles sentralfyr og elektriske apparater, vil slike variable inngå signifikant i estimeringene.

Når det gjelder belysning, er det flere husholdninger som ikke har oppgitt antall lyspunkter. Vi har valgt å predikere antall lyspunkter for disse husholdningene, for dermed å slippe å ta dem ut av analysen. Vedlegg B viser estimeringen og predikeringen av antall lyspunkter.

I tillegg til opplysninger fra Forbruksundersøkelsen 2001 med tilleggsspørsmål om energibruk har vi koblet til opplysninger fra Meteorologisk institutt om utetemperatur etter husholdningens bostedskommune. Årlige graddagstall gjenspeiler hvordan temperaturforholdene har vært gjennom året. Graddagene er definert som summen av differansen mellom 17°C og gjennomsnittstemperaturen over døgnet for alle dager kaldere enn denne grensen. Det innebærer at jo høyere graddagstall, jo kaldere er klimaet.

Elektrisitespris er også en viktig variabel, og denne finnes det ikke data for i Forbruksundersøkelsen. Elektrisitesprisen for husholdningene består av kraftpris, nettleie og avgifter. Tariffer for nettleie er koblet til datasettet på husholdningsnivå ved hjelp av geografiske koordinater (fra Norges vassdrags- og energidirektorat). Kraftpriser er også koblet på husholdningsnivå avhengig av tariffstype, og priser på ukebasis er innhentet fra Konkurransetilsynet og Nordpool. For å komme frem til årlige kraftpriser har vi beregnet månedlige priser ut fra ukepriser og veid summen til en årspris ved hjelp av gjennomsnittlig forbruksprofil

gjennom årene 1997 og 1998.¹ Vi antar dermed at forbruket fordeler seg om lag på samme måte gjennom året 2001 som gjennom årene 1997 og 1998. For enkelte husholdninger mangler vi informasjon om tariffstype eller elektrisitetspris. Vi har antatt at disse står overfor gjennomsnittlig pris i fylket.

3.2. Utvalg av husholdninger versus husholdningssektoren

Når estimeringer foretas på data for et utvalg av husholdninger, gjelder resultatene strengt tatt kun for dette utvalget. Utvalgsskjevheter innebærer at bestemte husholdningsgrupper er over- eller underrepresentert i utvalget i forhold til alle husholdninger i Norge (populasjonen). Ved slike skjevheter kan det være aktuelt å korrigere dataene (veie) slik at fordelingen i utvalget samsvarer bedre med fordelingen i populasjonen. En korrigerende kan skape nye skjevheter, og en bør derfor bare korrigere variable som er viktige for den problemstillingen som belyses. Slike utvalgsskjevheter oppstår blant annet fordi utvalget trekkes på individnivå. Da blir sannsynligheten for å trekke en enpersonhusholdning halvparten av sannsynligheten for å trekke en topersonhusholdning. I tillegg har det vist seg at enpersonhusholdninger har større frafallssannsynlighet (se Belsby 2003).

Enpersonhusholdninger har en annen formålsfordeling enn gjennomsnittet, blant annet fordi varmtvannsforbruket er avhengig av antall personer i husholdningen. Da vil utvalgsskjevheter kunne påvirke resultatene fra analysen på en systematisk måte. I 2001 var det 37,7 prosent enpersonhusholdninger i Norge (jf. Folke- og boligtellingen), mens det i vårt utvalg kun er 12,1 prosent. Dette har vi korrigert for ved å beregne vekter for hver enkelt husholdning avhengig av husholdningsstørrelsen. Vektene er beregnet ved forholdet mellom andelen husholdninger i de ulike gruppene for antall personer i vårt utvalg og tilsvarende andeler i populasjonen (husholdningssektoren). Tabell 3.1 viser disse andelene i populasjonen og i utvalget og de beregnede husholdningsvektene. Tabellen viser for eksempel at hver enpersonhusholdning i utvalget får vekt 3,15 mens en firepersonhusholdning får vekt 0,56. Dette skyldes at vi i det uveide utvalget har 215 prosent for få enpersonhusholdninger, mens vi har 44 prosent for mange firepersonhusholdninger i forhold til populasjonen.

Tabell 3.1. Husholdningsvekter basert på antall husholdningsmedlemmer i populasjon og utvalg, 2001

Antall personer i husholdningen	Andel i populasjonen (%)	Andel i utvalget (%)	Husholdningsvekt
1	37,7	12,0	3,15
2	27,3	27,9	0,98
3	13,7	18,1	0,76
4	13,6	24,4	0,56
5 og over	7,7	17,6	0,44
Sum	100,0	100,0	

¹ De eneste tilgjengelige forbruksprofiler vi har gjelder årene 1997 og 1998. For disse årene ble det tatt inn spørsmål om elektrisitetsverkets forbruksprofil for de elektrisitetsverkene som ble oppgitt som leverandør til husholdninger i Forbruksundersøkelsen.

3.3. Deskriptiv statistikk

Summarisk statistikk for viktige variable for elektrisitetsforbruket er gitt i tabell 3.2. Husholdningsvekter (jf. tabell 3.1) er benyttet i beregningen av statistikken. Inndelingen i tabell 3.2 følger formålsfordelingsmodellen. Venstresidevariabelen i estimeringene (elektrisitetsforbruket) angis først. Deretter følger mulige høyresidevariable, med utstyr basert på elektrisitet først og andre variable til slutt.

Gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk i det veide husholdningsutvalget for 2001 var 17 382 kWh og varierte mellom 1 600 kWh og 56 400 kWh. Den store variasjonen i elektrisitetsforbruket har sammenheng med stor variasjon i oppvarmingsutstyr, boligareal, antall husholdningsmedlemmer, temperaturforhold osv. Blant annet viser tabell 3.2 at antall elektriske ovner varierte mellom 0 og 30, boligarealet varierte mellom 9 og 800 kvadratmeter og antall personer i husholdningene varierte mellom 1 og 8 personer. Inntekten varierte svært mye, fra stor negativ verdi til stor positiv verdi. Én husholdning har negativ inntekt og én husholdning har svært høy inntekt. Betydningen for resultatene av disse to ekstremobservasjonene vil vi teste i estimeringene. Gjennomsnittsverdien for antall elektriske ovner var 5, for boligarealet 115 kvadratmeter og for husholdningsstørrelsen 2,3 personer. Videre hadde 60 prosent av husholdningene oppvaskmaskin, 41 prosent tørketrommel eller tørkeskap, mens 94 prosent hadde vaske-maskin.

Hvor stor del av elektrisitetsforbruket som går til ulike formål vil variere fra husholdning til husholdning. Den økonometriske metoden (se kapittel 2) utnytter at noen husholdninger har en viss utstyrstype, mens andre ikke har det. For å identifisere forskjellen i elektrisitetsforbruk mellom husholdningsgruppen som har utstyret og gruppen som ikke har, er vi avhengige av et tilstrekkelig antall husholdninger i hver gruppe. Vi vil derfor forvente å få dårligst signifikansnivå for elektrisk utstyr som svært mange eller svært få husholdninger benytter. Alle husholdningene har lys og alle bruker komfyr (se tabell 3.2). Da er det ikke mulig å estimere elektrisitetsforbruk til belysning og komfyr på vanlig måte. For belysning har vi derfor laget en dummyvariabel som er null for husholdninger med 10 eller færre lyspunkter og 1 for husholdninger med over 10 lyspunkter. For komfyr har vi også informasjon fra tilleggsskjemaet til Forbruksundersøkelsen 2001 om bruk av plater og stekeovn. Denne informasjonen vil vi utnytte i estimeringene, i håp om å få spesifisert elektrisitetsforbruk til komfyr. Andre formål som kan vise seg vanskelige å estimere er elektriske ovner, vaske-maskin og varmepumper, se tabell 3.2. Hvor grensen går for hva som er mulig å estimere er et empirisk spørsmål. Grensen vil variere fra utstyrstype til utstyrstype avhengig av hvor klare effektene for de som har utstyret er i forhold til de som ikke har utstyret.

Tabell 3.2. Summarisk statistikk, Forbruksundersøkelsen 2001 (987 husholdninger), veid utvalg

Variabel	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
Elektrisitetsforbruk (kWh)	17382	9126	1558	56433
Utstyr i boligen basert på elektrisitet (verdi 0 eller 1):				
Har elektriske ovner	0,97	0,18	0	1
Har varmekabler	0,63	0,48	0	1
Har egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	0,01	0,12	0	1
Har elektrisk varmtvannsbereder	0,86	0,34	0	1
Har mer enn 10 lyspunkter	0,91	0,28	0	1
Bruker vaskemaskin	0,94	0,24	0	1
Bruker tørketrommel eller tørkeskap	0,41	0,49	0	1
Bruker oppvaskmaskin	0,60	0,49	0	1
Bruker kjøleskap	0,51	0,50	0	1
Bruker kombinert kjøle- og frysescap	0,54	0,50	0	1
Har kjølerom	0,06	0,24	0	1
Bruker fryseboks	0,60	0,49	0	1
Bruker frysescap	0,33	0,47	0	1
Eier hjemme-PC	0,59	0,49	0	1
Har div. verktøy	0,01	0,11	0	1
Har luft til luft varmepumpe	0,00	0,00	0	0
Har berg/jord/sjø varmepumpe	0,00	0,02	0	1
Eier komfyr	0,96	0,20	0	1
Bruker komfyr	1,00	0,02	0	1
Eier TV	0,96	0,20	0	1
Har utendørs varmekabler	0,03	0,16	0	1
Andre variable:				
Antall elektriske ovner	4,7	3,0	0	30
Antall rom med varmekabler	1,4	1,7	0	15
Vedovn eller peisovn (0 eller 1)	0,68	0,46	0	1
Sentralfyr med olje eller ved (0 eller 1)	0,02	0,13	0	1
Felles sentralfyr (0 eller 1)	0,13	0,33	0	1
Inntekt (kr)	337835	311792	-388734	8159858
Elektrisitetspris inkl. avgifter (øre/kWh)	55,9	5,3	35,3	70,2
Boligareal (m ²)	115	61	9	800
Våningshus (0 eller 1)	0,06	0,24	0	1
Enebolig (0 eller 1)	0,48	0,50	0	1
Blokk (0 eller 1)	0,20	0,40	0	1
Månedlig husleie > 0 (0 eller 1)	0,39	0,49	0	1
Boligen er ubebodd vinter > 15 dager (0 eller 1)	0,02	0,14	0	1
Areal med varmekabler (m ²)	28	41	0	600
Antall personer i husholdningen	2,3	1,3	1	8
Enpersonhusholdning (0 eller 1)	0,38	0,48	0	1
Alder på hovedperson (år)	47	15	18	86
Bruk av tørketrommel (antall per år)	50	110	0	1164
Bruk av vaskemaskin (antall per år)	204	191	0	1164
Bruk av oppvaskmaskin (antall per år)	114	130	0	720
Antall lyspunkter	34,1	21,5	3	200
Antall eide PC-er	0,8	0,9	0	7
Antall kjøleskap	0,6	0,7	0	4
Antall kombiskap	0,6	0,6	0	3

4. Resultater 2001

4.1. Økonometriske resultater

Tabell 4.1 viser resultatene fra den økonometriske analysen av elektrisitesforbruket (ligning 4). Første kolonne i tabell 4.1 angir forklaringsvariable, andre kolonne viser parameterverdiene og tredje kolonne viser signifikansnivået målt ved p-verdien.² Første del av tabellen viser utstysvariablene, mens andre del viser interaksjonsvariablene. I hovedsak er elektrisk utstyr som er funnet signifikante på minimum 15 prosent nivå tatt med. Unntak er oppvaskmaskin, som vi har valgt å ta med til tross for dårligere signifikansnivå. Årsaken er at parameterverdien for oppvaskmaskin har sett ut til å være relativt stabil, dvs. at vi har hatt estimeringsvarianter hvor signifikansnivået har vært bedre samtidig som parameterverdien ikke har endret seg betydelig. Det er viktig å huske på at slik vi har definert interaksjonsvariablene, vil alle effekter av de økonomiske og demografiske variable fanges opp av parametrene for de aktuelle utstysvariablene. For eksempel har ikke boligarealet noen direkte effekt på elektrisitesforbruket, kun indirekte via utstysvariablene, for eksempel belysning.

Vi har ikke funnet en metode for å korrigere for utvalgsskjevhet (veie) og korrigere for heteroskedastisitet samtidig i estimeringene. Vi har valgt å korrigere for utvalgsskjevhet i estimeringene som omtalt i forrige avsnitt, slik at resultatene blir mest mulig representative for norske husholdninger. Årsaken er at korrigerende for heteroskedastisitet kun påvirker signifikansnivåene og ikke parameterverdiene. Vi har estimert en av modellene i denne analysen med og uten korrigerende for heteroskedastisitet, se vedlegg C. For noen variable blir signifikansen dårligere, mens for andre blir signifikansen bedre. En annen årsak til at vi har valgt å presentere en modell med bruk av vekter som hovedmodell er at det å veie utvalget slik at det stemmer med husholdningssektoren når det gjelder fordeling av husholdningene på antall husholdningsmedlemmer er viktig i forhold til formålsfordeling (jf. sammenligning av veid og uveid formålsfordeling i vedlegg D).

Tabell 4.1. Estimert elektrisitesforbruk i husholdningene, kWh per år. Veid utvalg, 2001

Variabel	Parameter	p-verdi
Utstyr basert på elektrisitet (verdi 0 eller 1)		
(γ_j):		
Konstant (x_0)	2812	0,05
Elektriske ovner	3663	0,00
Varmekabler	2566	0,00
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	11024	0,00
Elektrisk varmtvannsbereder	2033	0,01
Belysning, antall lyspunkter > 10	2046	0,01
Vaskemaskin	2026	0,02
Tørketrommel eller tørkeskap	792	0,07
Oppvaskmaskin	751	0,17
Kjøleskap	1259	0,04
Kombinert kjøle- og fryseskap	1539	0,01
Kjølerom	1785	0,03
Fryseboks	869	0,07
Fryseskap	1016	0,02
Hjemme-PC	742	0,10
Diverse el. verktøy, motorvarmer, kupévarmer	6787	0,00
Interaksjonsvariable (ρ_{jm}):[#]		
Antall elektriske ovner * elektrisk ovn	349	0,00
Vedovn * elektrisk ovn	885	0,08
Sentralfyr med olje, ved og ev. elektrisitet * elektrisk ovn	-7104	0,00
Elektrisitetspris * elektrisk ovn	-1718	0,00
Leietaker * elektrisk ovn	-4010	0,01
Boligen ubebodd mer enn 15 dager om vinteren * elektrisk ovn	-295	0,00
Areal med varmekabler * varmekabler	23	0,00
Boligareal * sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	75	0,01
Enpersonhusholdning * elektrisk varmtvannsbereder	-1105	0,10
Enebolig * elektrisk varmtvannsbereder	1283	0,04
Boligareal * belysning	15	0,00
Blokk * belysning	-2117	0,00
Antall tørketromlinger * tørketrommel	5	0,03
Enebolig * tørketrommel	1227	0,12
Inntekt * oppvaskmaskin	0	0,07
Antall manuelle oppvasker * oppvaskmaskin	-13	0,23
Antall vasker med oppvaskmaskin * oppvaskmaskin	3	0,28
Antall husholdningsmedlemmer * oppvaskmaskin	609	0,02
Alder hovedperson * oppvaskmaskin	26	0,23
Enpersonhusholdning * kjøleskap	-2070	0,01
R²	0,594	

[#] Avvik fra gjennomsnittsverdi for de husholdningene som har det respektive utstyret multiplisert med utstysdummyene.

² Standardavvik er illustrert i form av konfidensintervall i figur 4.1.

Tabell 4.2. Estimert elektrisitetsforbruk, eksempler på effektforbruk og brukstid, og antall enheter oppgitt av husholdningen i Forbruksundersøkelsen 2001

Utstyr	Estimert elektrisitetsforbruk (kWh/år) ⁽¹⁾	Effektforbruk (W) ⁽²⁾	Brukstid (timer/år) ⁽³⁾	Antall (oppgitt av husholdningen)
Elektriske ovner	3663	718 ^N	5100 ^X	4,9 stk.
Varmekabler	2566	293 ^N	8760 ^X	2,2 rom
Elektrisk varmtvannsbereider	2033	232 ^N	8760 ^X	
Belysning, antall lyspunkter > 10	2046	50 per stk. ^X	1118 ^N	36,6 stk.
Vaskemaskin	2026	2000 ^X	1013 ^N	18 ganger per mnd.
Tørketrommel eller tørkeskap	792	3000 ^X	264 ^N	10 ganger per mnd.
Oppvaskmaskin	751	2000 ^X	376 ^N	16 ganger per mnd.
Kjøleskap	1259	111 ^N	8760 ^X	1,3 stk.
Kombinert kjøle- og frysescap	1539	160 ^N	8760 ^X	1,1stk.
Kjølerom	1785	204 ^N	8760 ^X	
Fryseboks	869	83 ^N	8760 ^X	1,2 stk.
Frysescap	1016	89 ^N	8760 ^X	1,3 stk.
Hjemme-PC	742	300 ^X	2473 ^N	1,4 stk.

⁽¹⁾ Elektrisitetsforbruket gjelder for husholdninger som har de ulike utstyrstypene, dvs. lik parameterestimaterne i tabell 4.1.

⁽²⁾ N betyr her at effektforbruk er beregnet som elektrisitetsforbruk dividert på en forutsetning om brukstid merket med ^X i tabellen.

⁽³⁾ N betyr her at brukstid er beregnet som elektrisitetsforbruk dividert på en forutsetning om effektforbruk merket med ^X i tabellen.

I det følgende vil vi diskutere resultatene for elektrisitetsforbruk for de ulike apparatene. For å gi mer informasjon enn antall kWh til hvert apparat, gir vi eksempler på hva estimatene på elektrisitetsforbruket innebærer når det gjelder effektforbruk og brukstid. Tabell 4.2 gir en oversikt over eksempler på effektforbruk og brukstid for ulike typer elektrisitetskrevede utstyr som benyttes i diskusjonen av resultatene. I regneeksemplene varierer det om vi gjør forutsetninger om effektforbruket og beregner brukstiden ut fra beregnet elektrisitetsforbruk og effektforbruk, eller om vi gjør forutsetninger om brukstiden og beregner effekten ut fra beregnet elektrisitetsforbruk og brukstid. Gjennomsnittlig antall enheter for ulike typer utstyr eller gjennomsnittlig antall ganger utstyret ble brukt er også oppgitt for de husholdningene som hadde utstyret. Denne informasjonen er hentet fra Forbruksundersøkelsen 2001.

Boligoppvarming

Både elektriske ovner, elektriske varmekabler og sentralfyr basert på elektrisitet har p-verdier lik 0,00. Elektrisitetsforbruk til boligoppvarming er dermed svært presist estimert.

Elektrisitetsforbruk til elektriske ovner i 2001 er estimert til 3663 kWh per husholdning. Dette innebærer for eksempel et gjennomsnittlig effektforbruk på 718 W ved en brukstid på 5100 timer (7 måneder). Tre prosent av husholdningene hadde ikke elektriske ovner (se tabell 3.2), og det er disse vi sammenligner med. Av de som ikke hadde elektriske ovner, hadde 85 prosent felles sentralfyr eller fjernvarme og 15 prosent egen sentralfyr. Blant husholdningene med egen sentralfyr hadde 8,1 prosent egen sentralfyr med mulighet for å benytte elektrisitet, hvorav 64 prosent kun hadde mulighet for å benytte elektrisitet. Vi har korrigert for de som hadde sentralfyr med elektrisitet (eventuelt kombinert med olje eller ved) i estimeringene.

Alle elektriske apparater og belysning avgir varme, og bidrar dermed til oppvarming av boligen. I våre estimeringer blir elektrisitetsforbruket til boligoppvarming regnet netto, dvs. det husholdningen må bruke utover den varme apparatene avgir.

Elektrisitetsforbruk til varmekabler er estimert til 2566 kWh. Det er mest vanlig å ha varmekabler på badet, og her er varmen ofte på i store deler av året. Dersom vi antar at kablene står på året rundt (8760 timer), innebærer det en gjennomsnittlig effekt på 293 W. Siden vi har benyttet maksimal brukstid, blir dette et nedre anslag på gjennomsnittlig effekt.

Husholdninger som hadde egen sentralfyr med elektrisitet og eventuelt kombinert med olje og/eller ved brukte 11024 kWh mer enn andre husholdninger. Dette estimatet inkluderer all bruk av varmtvann fra sentralfyren (dvs. både tappevann og boligoppvarming). Om lag halvparten av disse husholdningene hadde kun mulighet til å benytte elektrisitet i sentralfyren, mens om lag 40 prosent hadde mulighet for å bruke både olje og elektrisitet. Oljeprisen var imidlertid betydelig høyere enn elektrisitetsprisen i 2001, slik at mange av disse husholdningene kan ha valgt å benytte elektrisitet. Årsaken til det høye elektrisitetsforbruket kan også være at varmebaserte systemer er vanskeligere å regulere enn panelovner og at sentralfyr installeres i hus der husholdningene har stort energibehov. Stort energibehov kan oppstå pga. stort boligareal, mange husholdningsmedlemmer og fritidsaktiviteter og næringsvirksomhet i hjemmet som krever mye oppvarming (f.eks. drivhus, oppvarmet verksted, frisør). Dataene våre viser at husholdningene som hadde egen sentralfyr med elektrisitet og eventuelt kombinert med olje og/eller ved, hadde et gjennomsnittlig areal på 194 m², mens gjennomsnittet for alle husholdningene i utvalget var 115 m². Inntekten for husholdninger med egen sentralfyr med elektrisitet var 18 prosent høyere enn gjennomsnittsinntekten for alle husholdningene.

For husholdninger med felles sentralfyr med elektrisitet er det ikke mulig å estimere elektrisitetsforbruk til varmtvann (har ikke informasjon om energibærer for husholdningene med fellesanlegg), og for felles sentralfyr, fjernvarme og kombikjeler med elektrisitet kan vi heller ikke skille på varmtvannsforbruk til boligoppvarming og tappevann. Tre prosent av husholdningene hadde felles sentralfyr, og disse er dermed ikke dekket. Anslaget på elektrisitetsforbruk til boligoppvarming vil være underestimert dersom noen av disse tre prosentene hadde elektrisitet som energibærer.

Utetemperatur er ikke funnet signifikant i denne modellen. Årsaken kan være at forskjeller i elektrisitetsforbruket som følger av variasjon i utetemperatur mellom regioner i Norge er fanget opp av andre variable (for eksempel bruk av oppvarmingsutstyr basert på ved og olje).

Vannvarming

Elektrisitetsforbruk til varmtvann er estimert ved hjelp av en dummyvariabel for egen elektrisk varmtvannsbereder, og estimatet er svært presist bestemt (p-verdi på 0,01). Elektrisitetsforbruk til varmtvann er estimert til 2033 kWh per husholdning med egen varmtvannsbereder. Dette innebærer et gjennomsnittlig effektforbruk på 232 W per egen varmtvannsbereder ved brukstid på 8760 timer. 86 prosent av husholdningene hadde egen varmtvannsbereder. De som ikke hadde egen bereder er husholdninger med vannbåren oppvarming (felles sentralfyr, felles varmtvannsbereder, fjernvarme eller egen sentralfyr), og for disse har vi ikke informasjon om hvilken energibærer anleggene benyttet. Det er kun dersom fellesanleggene til disse 14 prosent av husholdningene benyttet andre energibærere enn elektrisitet, at vi har fått beregnet alt elektrisitetsforbruk til varmtvann. Om lag 75 prosent av de husholdningene som ikke hadde egen varmtvannsbereder hadde felles sentralfyr eller fjernvarme, mens 25 prosent hadde egen sentralfyr. Enkelte felles sentralfyr-anlegg og fjernvarmeanlegg kan være basert på elektrisitet, noe som trekker i retning av at vårt anslag er for lavt. På den annen side er det mulig at samlet elektrisitetsforbruk for disse husholdningene er underrapportert, noe som trekker i motsatt retning. For husholdninger med egen sentralfyr som benytter elektrisitet til vannvarming, får vi et entydig bidrag til underestimering av varmtvannsforbruk, så lenge vi legger alt elektrisitetforbruket til sentralfyr til boligoppvarming.

Husholdningene i utvalget som hadde egen varmtvannsbereder, oppga at de dusjet 10 ganger per uke, badet 1,2 ganger per uke og utførte 21,5 manuelle oppvasker per måned. SINTEF (1996) oppgir varmtvannsforbruket som følger (liter): Karbad 100 - 150, dusj 40 - 80, oppvask 12 - 20. Dersom vi benytter middelverdiene, blir varmtvannsforbruket 43128 liter per husholdning per år eller 118 liter per husholdning per døgn eller 49 liter per person per døgn (2,4 per-

soner per husholdning med egen varmtvannsbereder).³ 118 liter per husholdning tilsvarer 200 W pluss 100 W varmetap, dvs. et gjennomsnittlig effektforbruk på 300 W til egen elektrisk varmtvannsbereder.⁴ Vårt estimat er på 232 W, noe som for eksempel tilsvarer 100 W i varmetap og nedre grenser for varmtvannsforbruk (100 liter for karbad, 40 liter for dusj og 12 liter for oppvask), gitt antall dusjer osv. Alternativt gjenspeiler estimatet på 232 W middelverdier for varmtvannsbruk og 32 W i varmetap.

Belysning

Siden alle husholdninger har belysning (minst tre lyspunkter), har vi estimert forskjellen i elektrisitetsforbruk til belysning for husholdninger med mer enn 10 lyspunkter sammenlignet med de som har 10 eller færre lyspunkter. Dette elektrisitetsforbruket til belysning er estimert til 2046 kWh. Husholdningene som hadde mer enn 10 lyspunkter hadde i gjennomsnitt 36,6 lyspunkter. Hvis vi antar et gjennomsnittlig effektforbruk per lyspunkt på 50 W, innebærer det et samlet effektforbruk på 1830 W, dvs. en brukstid på 1118 timer per år. Dette tilsvarer 4,1 timer per døgn i 9 måneder. Med et gjennomsnittlig boligareal som var lik 121 m² for denne gruppen, blir det 15 W per m².⁵

Estimert parameter viser elektrisitetsforbruk til belysning for husholdninger med mer enn 10 lyspunkter sammenlignet med husholdninger med 10 eller færre lyspunkter. Dette trekker i retning av at vi underestimerer elektrisitetsforbruk til belysning, fordi også de 9 prosent som hadde mindre enn 11 lyspunkter brukte strøm til lys. Gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per lyspunkt for husholdninger som hadde mer enn 10 lyspunkter er 56 kWh. Gjennomsnittlig antall lyspunkter for husholdninger med 10 eller færre lyspunkter var 8, og andelen i denne gruppen var 9 prosent. Dette gir et anslag på underestimeringen på 40 kWh.

Husholdningsapparater

Elektrisitetsforbruk til *vaskemaskin* er estimert til 2026 kWh, og er presist bestemt (p-verdi 0,02). Hvis vi antar et (maksimalt) effektforbruk på 2 kW, betyr det at vaskemaskinen gikk 1013 timer i året, eller 2,8 timer per døgn (maksimaleffektens brukstid). Husholdningene oppga at de brukte sine vaskemaskiner 18 ganger per måned i gjennomsnitt, dvs. noe over én vask annenhver dag. Dette virker lavt i forhold til anslaget over (fordi en vaskemaskin bruker maksimal effekt kun under oppvarmingen av vannet og sentri-

³ $1,2 \cdot 52 \cdot 125 + 10 \cdot 52 \cdot 60 + 21,5 \cdot 12 \cdot 16 = 43128$. SINTEF (1996) oppgir at forbruk av varmt tappevann ligger på 66 liter per person per døgn.

⁴ En liter vann som blir én grad Celsius kaldere, avgir 1,1609 Wh. Vi antar at temperaturen på forbruksvannet er 40°C og at temperaturen på kaldt tappevann er 5°C (dvs. at vannet skal varmes opp 35°C). I tillegg til å varme opp den varmtvannsmengden som er brukt, går det også energi til å erstatte varmetap (effekttap). Varmetap for varmtvannsbereder ligger mellom 60 og 140 W (kilde: to leverandører).

⁵ SINTEF (1996) oppgir en installert effekt til lys i området 10 - 15 W per m², og at det har økt i de senere år.

fugering), og kan ha sammenheng med at det er lett å undervurdere antallet når man skal telle opp for en hel måned. Vi har forsøkt å ta med interaksjoner mellom vaskemaskin og antall vasker oppgitt av husholdningene, men fikk ikke signifikant resultat. Det betyr at det ikke er noen systematikk mellom antall vasker og elektrisitesforbruket, noe som kan være en indikasjon på at husholdningenes anslag på antall vasker er usikre. Dersom vi antar en gjennomsnittlig maksimal-effekt på 3 kW (eldre beholdning av vaskemaskiner), blir maksimaleffektens brukstid 1,9 timer per døgn.

Elektrisitesforbruk til *tørketrommel* og *tørkeskap* er estimert til 792 kWh, og er relativt presist bestemt med p-verdi på 0,07. Dersom vi antar et maksimalt effektforbruk på 3 kW for en tørketrommel, innebærer det en brukstid for maksimaleffekten på 0,7 timer per døgn for husholdninger som hadde tørketrommel eller 22 timer per måned. Husholdningene oppga at de brukte sine tørketromler 10 ganger per måned, dvs. 2,2 timer per tromling. Tørketromler trekker full effekt nesten hele tiden, siden det er kontinuerlig behov for oppvarming av luften. 3 kW i 2,2 timer virker da rimelig. Dersom vi antar at beholdningen av tørketromler består av nyere teknologi, for eksempel 2 kW maksimaleffekt i gjennomsnitt, blir brukstiden 1,1 timer per døgn, dvs. 3,3 timer per tromling.

Elektrisitesforbruk til *oppvaskmaskin* er estimert til 751 kWh. Signifikansnivået er relativt lavt (p-verdi på 0,17), og erfaringer underveis i estimeringene tilsier at parameteranslaget er noe for lavt som følge av dette. Årsaken til lavere signifikansnivå for oppvaskmaskin enn for de andre apparatene kan være at det skjedde spesielt store endringer i teknologien og sterk økning i andelen av husholdningene som hadde oppvaskmaskin etter 1990 (se også Halvorsen og Larsen, 2001). Dermed var beholdningen av oppvaskmaskiner i husholdningene i 2001 sammensatt av oppvaskmaskiner som brukte svært mye elektrisitet og maskiner som brukte svært lite elektrisitet (stor variasjon i elektrisitesforbruket), og stor varians gir lav p-verdi. Til tross for at usikkerheten er større for dette estimatet enn for de øvrige, har vi valgt å spesifisere oppvaskmaskin fordi parameteranslaget ikke ligger langt unna et mer signifikant nivå. Hvis vi antar et effektforbruk på 2 kW, betyr det at oppvaskmaskinen gikk én time per døgn eller drøyt 30 timer per måned. Husholdningene i utvalget oppga at de brukte sine oppvaskmaskiner 16 ganger per måned i gjennomsnitt. Hver vask tok da 1,9 timer, noe som virker høyt tatt i betraktning at vi har forutsatt 2 kW effekt hele tiden (maksimaleffekt benyttes til oppvarming av vannet og i tørkefasen). Bruken av maskinene kan imidlertid være undervurdert.

Elektrisitesforbruk til *kjøleskap* og *kombiskap* er estimert til 1259 kWh og 1539 kWh, og begge er presist bestemt med p-verdier på 0,04 og 0,01.

Estimatene gjelder for et gjennomsnittlig antall kjøleskap på 1,3 for husholdningene som hadde kjøleskap og tilsvarende 1,1 for kombiskap. Elektrisitesforbruket per skap blir dermed 968 kWh og 1399 kWh. Hvis vi antar brukstider på 8760 timer, innebærer det et gjennomsnittlig effektforbruk per skap på 111 W og 160 W. Effektforbruket for kjøleskap vil variere mye avhengig av bruken av kjøleskapet, størrelsen på kjøleskapet, alder på kjøleskapet og (for gitt alder) energi-effektiviteten. Vi vet at beholdningen av kjøleskap i husholdningene består av kjøleskap som både er store og små, gamle og nye, og med gode og dårlige teknologier. Våre anslag på gjennomsnittseffekten på kjøleskapene kan dermed ikke sies å være urimelige.

Kjølerom er estimert til å bruke 1785 kWh, og er presist bestemt med p-verdi lik 0,03. Dersom vi antar brukstid på 8760 timer, blir effektforbruket for et kjølerom 204 W.

Fryseboks og *fryseskap* er estimert til å bruke 869 og 1016 kWh eller 724 og 782 kWh per boks og skap (1,2 frysebokser og 1,3 fryseskap). Estimaten er relativt presist bestemt med p-verdier på 0,07 og 0,02. Dersom vi antar at fryseboks og fryseskap står på året rundt, blir estimert effektforbruk 83 W for fryseboks og 89 W for fryseskap.

Elektrisitesforbruk for bruk av PC hjemme er estimert til 742 kWh, og har p-verdi 0,10. Hvis vi antar et effektforbruk på 300 W, innebærer det en brukstid på 6-7 timer per døgn.

Noen få husholdninger har oppgitt at de har benyttet diverse apparater som trekker mye elektrisitet. Dette er snekkermaskiner, elektrisitet til bygging av hus, sveising, motorvarmer og kupévarmer. Dette har vi korrigert for i estimeringene, og disse apparatene er presist bestemt med p-verdi 0,00.

Variable vi har forsøkt å få med, men som har svært dårlig signifikans er blant annet komfyr, mikrobølgeovn, varmpumpe, TV, video, svømmebasseng, badstue, solarium, utendørs varmekabler og vannseng. Alle husholdningene som er med i estimeringene har brukt komfyr, og dermed har det ikke vært mulig å anslå elektrisitesforbruket til komfyrer. Elektrisitesforbruket til apparater som vi ikke har tatt eksplisitt inn i estimeringene inngår i konstantleddet, og dette elektrisitesforbruket utgjør 2812 kWh (presist bestemt med p-verdi på 0,05). Dette gjelder de nevnte apparatene med dårlig signifikansnivå, samt elektriske senger, varmeteppe, massasjestoler og andre elektriske stoler, støvsuger, kaffetrakter, vannkoker, bake- og eltemaskiner, eggkokere, trykkokere, is- og milkshakemaskiner, strykejern, stereoanlegg, luftfukter, luftavfukter, oppladbare batterier til ulike typer utstyr (fra tannbørster til elektriske biler), osv.

Elektrisitetsforbruk til komfyr vil utgjøre en forholdsvis stor del av konstantleddet. Dersom vi antar at gjennomsnittlig effektbruk på en komfyr er 1500 W både for kokeplatene og stekeovnen og utnytter informasjonen fra tilleggsspørsmålene til forbruksundersøkelsen om at brukstiden er 56 minutter per dag for platene og 12 minutter per dag for stekeovnen, får vi et anslag på 630 kWh. Dette utgjør 22 prosent av konstantleddet. Tilsvarende kan vi anta at effekten for en TV er 100 W, og at den står på 2 timer per døgn (jf. Statistisk sentralbyrå, 2002). Det gir et elektrisitetsforbruk på 73 kWh, som utgjør drøyt 2,5 prosent av konstantleddet.

Interaksjoner mellom elektrisk utstyr og andre forklaringsfaktorer for elektrisitetsforbruket

Interaksjonsvariablene er svært viktige for å få estimert formålsfordelingen på en god måte. For eksempel vil interaksjonen mellom dummyvariabelen for elektriske ovner og antall elektriske ovner påvirke anslaget på elektrisitetsbruk til elektriske ovner ved at det eksplisitt blir tatt hensyn til at elektrisitetsforbruket er høyere jo flere ovner husholdningen har. For interaksjonsvariablene har vi ikke stilt like strenge krav til signifikansnivå som for det elektriske utstyret. Årsaken er at interaksjonsvariablene er viktige for å få estimert utstyrsvariablene presist, samtidig som signifikansnivå på interaksjonsvariablene ikke har vært like viktig for parameterstabiliteten for utstyrsvariablene.

Slik vi har estimert interaksjonsvariablene kan vi ikke tolke nivået på koeffisientene. Årsaken er at parameterverdiene for elektrisk utstyr gjelder for gjennomsnittet av husholdningene, dvs. at effektene av de demografiske og økonomiske variablene fanges opp av parametrene for de aktuelle utstyrtypene. Det er imidlertid interessant å tolke fortegnet på interaksjonsvariablene.

For elektrisk oppvarmingsutstyr (ovner, varmekabler og sentralfyr) har vi signifikante estimater for flere interaksjoner som har å gjøre med alternativt oppvarmingsutstyr (ved og olje), boligtype, husholdningstype og elektrisitetspris. Tolkningen av positiv interaksjon mellom elektriske ovner og vedovner er at husholdninger som har vedovner bruker mer elektrisitet. Årsaken kan være at disse husholdningene har flere rom med varmekabler enn gjennomsnittet, større boliger, flere husholdningsmedlemmer og høyere inntekt. Husholdninger som har sentralfyr med olje eller ved har lavere elektrisitetsforbruk enn andre husholdninger fordi dette er store oppvarmingsystemer som i stor grad baseres på andre energikilder enn elektrisitet. Jo høyere elektrisitetsprisen er, jo mindre brukes de elektriske ovnene. Dermed er interaksjonen mellom elektriske ovner og elektrisitetsprisen negativ. Bidraget til elektrisitetsforbruket fra elektriske ovner reduseres også dersom boligen står tom mer enn 15 dager om vinteren eller om boligen leies. Det siste kan skyldes en underrapportering

av elektrisitetsforbruket for leietakere, som ofte betaler for energi gjennom husleia uten at det er spesifisert hvor mye som gjelder energi. For varmekabler inngår en interaksjon med areal som varmes med varmekabler, og sammenhengen er positiv. Arealet er beregnet som boligareal multiplisert med antall rom med varmekabler dividert på antall beboelsesrom pluss to. Vi har lagt til to rom fordi bad, gang o.l. ikke telles med i antall beboelsesrom, samtidig som det nettopp er slike rom som ofte har varmekabler. Husholdninger med sentralfyr basert på elektrisitet, eventuelt med olje eller ved i tillegg, bruker mer elektrisitet enn andre husholdninger, og mer jo større boligarealet er. Interaksjonen mellom denne typen sentralfyr og arealet er dermed positiv.

Husholdninger i eneboliger bruker mer elektrisitet til varmt vann enn husholdninger i andre hustyper, og énpersonhusholdninger bruker mindre varmt vann enn større husholdninger. Dette gjenspeiles i fortegnet på de to interaksjonene med elektrisk varmtvannsbereder. Størst elektrisitetsforbruk til elektrisk bereder i eneboliger kan ha sammenheng med at berederen i eneboliger oftere enn i andre hustyper står i kalde kjellerrom med større varmetap enn ved plassering i oppvarmet blokkleilighet. Interaksjonene mellom antall lyspunkter (over 10) og boligareal og blokk har henholdsvis positivt og negativt fortegn. Det går mer elektrisitet til belysning jo større boligarealet er, mens blokkleiligheter er små og krever færre lyspunkter. Fra tilleggsspørsmålene til Forbruksundersøkelsen 2001 har vi informasjon om antall kjøring med tørketrommel og oppvaskmaskin. Disse variablene er knyttet til dummyvariablene for tørketrommel og oppvaskmaskin, og interaksjonene er estimert med positivt fortegn. Inntekt og alder på hovedperson som interaksjoner med oppvaskmaskin er også estimert med positive fortegn. Antall manuelle oppvasker har en motsatt effekt på elektrisitetsforbruket til oppvaskmaskin. Positiv parameter for interaksjonen mellom tørketrommel og enebolig skyldes trolig at antall personer og behovet for vasking og tørking er høyere i enebolig enn i andre boliger. Antall personer kunne ikke tas med i interaksjonen i stedet for enebolig fordi antall personer er tatt med i interaksjonen med oppvaskmaskin, og signifikansen blir dårlig hvis samme forklaringsfaktor tas med flere steder. En dummyvariabel for énpersonhusholdning er brukt i interaksjon med kjøleskap. Årsaken til negativt fortegn på interaksjonen er at slike husholdninger i mindre grad har flere kjøleskap. Andre årsaker kan være at de åpner kjøleskapdøra sjeldnere, at kjøleskapet er mindre, eller at de fyller opp kjøleskapet mindre.

For flere av de økonomiske og demografiske variablene er det slik at de ikke blir signifikante dersom de kombineres med flere utstyrtyper samtidig. Dette har sannsynligvis å gjøre med størrelsen på utvalget. Erfaringer underveis i estimeringene viser imidlertid at det i disse tilfellene ikke har veldig stor betydning for

parameterne for elektrisk utstyr hvilket utstyr de økonomiske og demografiske variablene kombineres med. Dette tyder på at modellen er relativt stabil i forhold til interaksjoner og nivå på utstyrparametrene.

Usikkerhet knyttet til estimeringsresultatene

Det er flere typer usikkerhet knyttet til de økonomiske resultatene, både som følge av støy i data, bruk av utvalg (må forutsette at husholdningene i de grupper som veies er representative for tilsvarende grupper i populasjonen) og valg av modell. Vi har imidlertid foretatt svært mange estimeringer med ulike utvalg og forklaringsvariable, og funnet relativt stabile sammenhenger når det gjelder nivå på parametrene, gitt et visst krav til signifikansnivå.⁶ Dette kan tyde på at vi i liten grad har problemer med multikollinearitet for de utstyrstyper vi har spesifisert i estimeringene. Vi har også testet modellens robusthet for ekstreme observasjoner når det gjelder inntekt, og funnet at dette ikke påvirker resultatene. En R^2 på 59,4 prosent er svært høyt for mikro tverrsnittsanalyser.

P-verdiene gitt i tabell 4.1 er mål på hvor presise estimatene er og gjenspeiler variansen til parameterestimatene. Usikkerheten kan også måles ved hjelp av konfidensintervaller. Figur 4.1 viser konfidensintervaller for elektrisitesforbruket til ulike apparater. Konfidensintervaller kan beregnes med ulike krav knyttet til usikkerheten. Vi har valgt å benytte et signifikansnivå på 10 prosent som krav, dvs. vi har beregnet 90 prosent konfidensintervaller. Nedre og øvre verdi for intervallet for elektrisitesforbruk til et apparat er dermed beregnet som parameterestimat $\pm 1,645 \cdot \text{standardavviket}$.⁷

Figur 4.1 illustrerer at estimatet for sentralfyr med elektrisitet, diverse verktøy og det uspesifiserte elektrisitesforbruket er mest usikkert.

4.2. Elektrisitesforbruk til ulike apparater

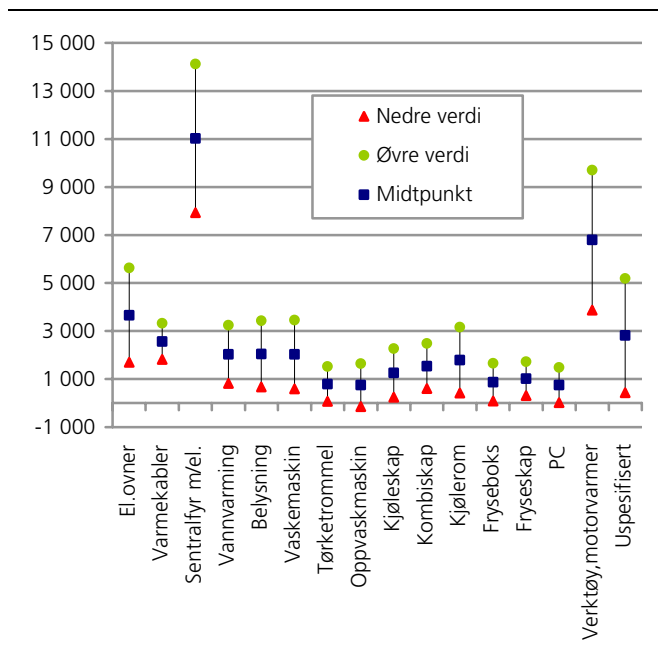
Elektrisitesforbruk spesifisert på ulike formål beregnes ved å ta utgangspunkt i de estimerte koeffisientene for utstyr diskutert i forrige avsnitt samt utvalgs-gjennomsnitt for disse variablene (se ligning 7).

Tabell 4.3 viser parameterestimatene og tilhørende gjennomsnittsverdier for hele det veide utvalget. Siste kolonne i tabellen viser gjennomsnittlig elektrisitesforbruk til ulike formål for hele utvalget når vi har tatt hensyn til antall husholdninger som har hver utstyrstype. Dette summerer seg opp til gjennomsnittlig elektrisitesforbruk i det veide utvalget (17382 kWh).

⁶ Ut fra estimeringserfaringene for denne analysen ser det ut til at parametrene blir ustabile når signifikansnivået blir dårligere enn 15-20 prosent (varierer fra utstyrstype til utstyrstype).

⁷ Dersom det forekommer heteroskedastisitet i modellen, vil variansen fra en vanlig Minste Kvadraters Metode-estimering kunne gi et feilaktig bilde. Vi har imidlertid funnet at korrigering for heteroskedastisitet i liten grad påvirker variansen og p-verdiene til utstyrparametrene, jf. vedlegg C.

Figur 4.1. Konfidensintervaller (90 prosent) for elektrisitesforbruk til ulike apparater. Veid økonomisk modell 2001. kWh

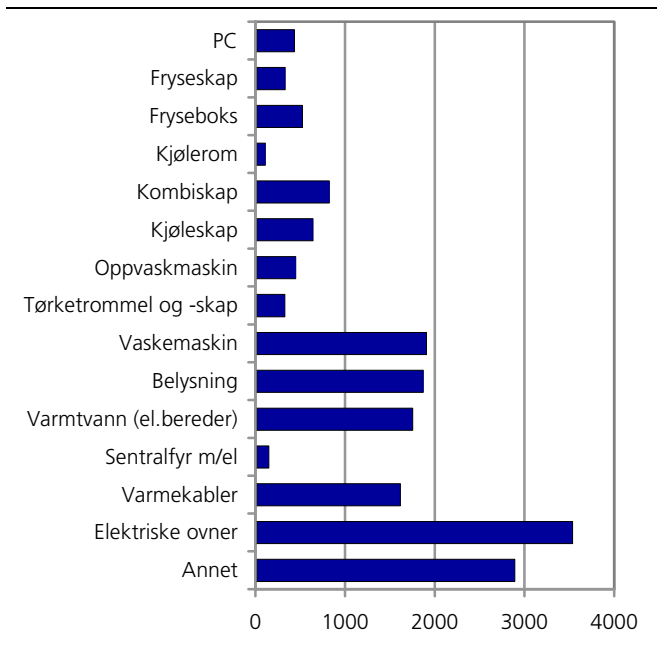


Tabell 4.3. Parametre og gjennomsnittsverdier for dummyvariablene, veid utvalg 2001

	Parameter (kWh)	Gjennomsnitt (andel)	Parameter* gjennomsnitt (kWh)
Konstant	2812	1,00	2812
Elektriske ovner	3663	0,97	3537
Varmekabler	2566	0,63	1618
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	11024	0,01	149
Elektrisk varmtvannsbereider	2033	0,86	1754
Belysning, antall lyspunkter > 10	2046	0,91	1872
Vaskemaskin	2026	0,94	1906
Tørketrommel eller tørkeskap	792	0,41	327
Oppvaskmaskin	751	0,60	450
Kjøleskap	1259	0,51	644
Kombinert kjøle- og frysenskap	1539	0,54	826
Kjølerom	1785	0,06	112
Fryseboks	869	0,60	526
Frysenskap	1016	0,33	333
Hjemme-PC	742	0,59	434
Diverse verktøy, motorvarmer	6787	0,01	82
Samlet elektrisitesforbruk			17382

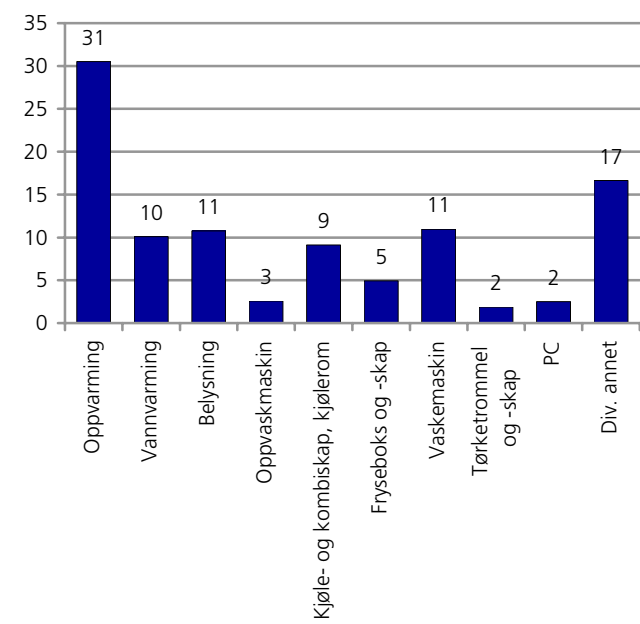
Vi ser av tabell 4.3 at noen apparater er svært utbredt, slik at gjennomsnittlig forbruk til apparatene blant alle husholdningene ligger nært anslagene på forbruket til apparatene for de som har apparatene. Motsatt vil gjennomsnittlig forbruk til et apparat bli lavt hvis få husholdninger har apparatet, selv om forbruket kan være høyt for de som faktisk bruker slikt utstyr. De fleste (86 prosent) hadde elektrisk varmtvannsbereider og mer enn 10 lyspunkter i boligen (91 prosent), slik at gjennomsnittlig forbruk for alle husholdningene kommer nær parameterverdiene i tabell 4.1. Selv om husholdninger med sentralfyr med elektrisitet, og eventuelt olje og ved, brukte 11024 kWh mer enn andre husholdninger, var det bare én prosent som hadde slikt utstyr. Dermed blir det gjennomsnittlige anslaget på elektrisitesforbruk for slikt oppvarmingsutstyr bare 149 kWh.

Figur 4.2. Elektrisitetsforbruk til ulike apparater. KWh, veid utvalg 2001¹



¹ Figuren viser gjennomsnittlig antall kWh til de ulike apparatene for alle husholdningene i utvalget, dvs. elektrisitetsforbruk per apparat (parameterestimert) multiplisert med andelen som har apparatet.

Figur 4.3. Elektrisitetsforbruk til ulike formål, 2001. Prosent



I figur 4.2 viser vi estimatene for gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk for ulike apparater (siste kolonne i tabell 4.3). Søylene for "annet" inneholder de formål vi ikke har kunnet spesifisere (konstanten i tabell 4.3) samt posten diverse verktøy, motorvarmer og kupévarmer. Her inngår komfyr, TV, fønere og andre småapparater samt deler av de formål vi har spesifisert, men som sannsynligvis er underestimert, dvs. noe til oppvaskmaskin, belysning og varmtvann for felles

sentralfyr med elektrisitet (ev. kombinert med olje osv.).

Tabell 4.3 og figur 4.2 viser at elektriske ovner i gjennomsnitt blant alle husholdningene brukte i overkant av 3500 kWh per år, elektriske varmekabler brukte drøyt 1600 kWh og egen sentralfyr basert på elektrisitet og ev. tillegg knapt 150 kWh. Figur 4.2 viser også at i tillegg til elektrisitetsforbruk til romoppvarming, var elektrisitetsforbruk til vaskemaskin, belysning og varmtvann betydelig.

4.3. Formålsfordeling av elektrisitetsforbruket

Figur 4.3 viser den prosentvise fordelingen av elektrisitetsforbruket på ulike formål for gjennomsnittet av husholdningene. Elektrisitetsforbruket er fordelt på 10 grupper: Romoppvarming, oppvarming av tappevann, belysning, maskinell oppvask, kjøling (kjøleskap, kombiskap og kjølerom), frysing (fryseboks og -skap), klesvask (vaskemaskin), tørking (tørketrommel og -skap), PC-bruk (hjemme) og diverse annet (elektrisitet til verktøy samt elektrisitet til apparater som ikke er estimert særskilt). Søylene i figuren summerer seg til 100 prosent.⁸ I figur 4.3 er varmtvann for husholdninger med sentralfyr med elektrisitet (og eventuelt olje eller ved) tatt med i oppvarming av boligen. Komfyr er med i "diverse annet" sammen med TV, noe belysning og alt annet som ikke er spesifisert i andre formålsgrupper.

Figur 4.3 viser at oppvarming av boligen var den klart tyngste posten, med en andel av elektrisitetsforbruket på 31 prosent. Andelen av elektrisitetsforbruket som gikk til vannvarming var 10 prosent og belysning 11 prosent. Bruk av vaskemaskin sto for 11 prosent av elektrisitetsforbruket, kjøleutstyr 9 prosent og fryseutstyr 5 prosent. Oppvaskmaskin, tørkeutstyr og PC hadde alle andeler på 2-3 prosent.

Den nest største posten er samleposten for uspesifisert elektrisitetsforbruk, som utgjorde 17 prosent av elektrisitetsforbruket. Bruk av komfyr er sannsynligvis viktig her (jf. regneeksempel i avsnitt 4.1 som viser at 22 prosent av konstantleddet gjelder komfyr, dvs. 4 prosentpoeng.

⁸ Avrunding (ingen desimaler) gjør at summen, slik den vises over søylene, blir 101 prosent.

5. Sammenligning av formålsfordelingen i 1990 og 2001

I kapittel 4 har vi presentert resultatene fra en modell for veid utvalg, som skal gjelde for husholdningssektoren i 2001. Vi har tidligere publisert resultater fra en estimering av elektrisitesforbruket på ulike formål basert på data fra Energiundersøkelsen 1990 (se Larsen og Nesbakken, 2004). I den estimeringen ble det ikke brukt vektorer for å korrigere for utvalgsskjevheter. For best mulig å kunne sammenligne formålsfordelingen i 2001 med formålsfordelingen i 1990, har vi estimert en modell for veid utvalg i 1990. Vi korrigerer for utvalgsskjevheter på samme måte som for 2001-modellen, dvs. at vektene er basert på antall husholdningsmedlemmer i populasjonen (Folke- og bolig tellingen 1990) i forhold til antall husholdningsmedlemmer i utvalget i Energiundersøkelsen 1990. Tabell 5.1 viser husholdningsvektene som er benyttet for 1990.

Tabell 5.1. Husholdningsvekt basert på antall husholdningsmedlemmer i populasjon og utvalg. 1990

Antall personer i husholdningen	Andel i populasjonen (%)	Andel i utvalget (%)	Husholdningsvekt
1	34,3	14,0	2,46
2	26,3	31,3	0,84
3	15,2	20,4	0,75
4	16,0	23,7	0,68
5 og over	8,2	10,6	0,78
Sum	100,0	100,0	

5.1. Deskriptiv statistikk for 1990 og 2001

Tabell 5.2 viser deskriptiv statistikk for veid husholdningsutvalg i 1990 og 2001. Tabellen viser flere interessante trekk ved utviklingen i denne 11-årsperioden. 1990 var et betydelig mildere år enn 2001 (jf. antall graddager). Andelen av husholdningene som har elektriske ovner eller varmekabler økte fra 92 til 98 prosent. 1990-dataene gir ikke informasjon om elektriske ovner og varmekabler hver for seg. Det var betydelig færre husholdninger med olje- og vedbasert oppvarmingsutstyr i 2001 enn i 1990. Andelen som hadde egen elektrisk varmtvannsbereder gikk noe ned. Det var en økning i antall dusjer per husholdning per uke (fra 8 til 10), mens antall karbad ble redusert fra 2,5 per uke til i overkant av 1 per uke. Betydelig flere husholdninger hadde oppvaskmaskin, mikrobølgeovn, kombinerte kjøle/fryseskap og videospiller. Det var en økning i andelen som hadde tørketrommel på 3 prosentpoeng, men en nedgang i andelen som hadde tørkeskap,

slik at det samlet sett var om lag uendret andel for tørkeutstyr. Andelen med komfyr og vaskemaskin endret seg lite. Tabellen viser også at færre hadde separat fryseboks og kjøleskap (overgang til kombiskap).

Tabell 5.2. Deskriptiv statistikk, Energiundersøkelsen 1990 (1453 husholdninger) og Forbruksundersøkelsen 2001 (987 husholdninger), veide utvalg

Variabel	1990	2001
Elektrisitesforbruk, kWh	16923	17382
Elektrisk utstyr i boligen (verdi 0 eller 1)		
Elektriske ovner eller varmekabler	0,92	0,98
Egen sentralfyr m/elektrisitet, inkl. kombi	0,02	0,01
Vannet varmes i egen el.bereder	0,88	0,86
Lyspunkter > 10	0,94	0,89
Tørketrommel eller tørkeskap	0,40	0,41
Vaskemaskin	0,91	0,91
Oppvaskmaskin	0,43	0,61
Kjøleskap	0,90	0,51
Utendørs varmekabler	0,02	0,03
Både tv og video	0,39	0,74
Badstue	0,05	0,04
Komfyr	0,99	0,96
Mikrobølgeovn	0,35	0,65
Kombinert kjøle/fryseskap	0,31	0,54
Fryseboks/fryseskap	0,81	0,70
Kjølerom	0,07	0,06
Solarium	0,04	0,01
Andre variable		
Graddager	3141	4180
Elektrisitespris, variabel inkl. avgifter, 2001-priser (nominell 36,7)	47,7	55,9
Areal ekskl. kjeller	111	115
Våningshus (0 eller 1)	0,08	0,06
Enebolig m/sokkel (0 eller 1)	0,05	0,03
Blokk (0 eller 1)	0,19	0,20
Antall husholdningsmedlemmer	2,40	2,28
Enpersonhusholdning (0 eller 1)	0,34	0,38
Alder hovedperson	47,8	47,5
Minst en over 60 år (0 eller 1)	0,29	0,25
Antall lyspunkter	29	34,1
Antall dusjbad per uke	7,96	10,0
Antall karbad per uke	2,49	1,15
Har gjort ENØK-tiltak (0 eller 1)	0,50	0,69
Har ovn for olje/parafin (0 eller 1)	0,30	0,15
Har vedovn eller peis (0 eller 1)	0,70	0,68
Har felles sentralfyr m/andre leiligheter (0 eller 1)	0,04	0,13
Har fjernvarme (0 eller 1)	0,01	0,00
Har sentralfyr m/olje (0 eller 1)	0,03	0,02
Har sentralfyr m/ved (0 eller 1)	0,01	0,00

Tabell 5.3. Estimert elektrisitetsforbruk i husholdningene, kWh per år. Veid utvalg 1990

Variable	Parameter	P-verdi
Utstysvariable (verdi 0 eller 1):		
Konstant	2998	0,01
Elektriske ovner og/eller varmekabler	3521	0,00
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. tillegg	5003	0,00
Egen elektrisk varmtvannsbereder	3839	0,00
Belysning (antall lyspunkter > 10)	2416	0,00
Tørketrommel eller tørkeskap	1811	0,00
Vaskemaskin	1789	0,01
Oppvaskmaskin	2249	0,00
Kjøleskap	1001	0,10
Utendørs elektriske varmekabler	3606	0,00
TV&video	1466	0,00
Badstue	1737	0,05
Interaksjonsvariable: #		
Boligareal * elektriske ovner og/eller varmekabler	42	0,00
Høyinntektsusholdning * elektriske ovner og/eller varmekabler	1621	0,01
Alder over 60 * egen sentralfyr med elektrisitet	7983	0,00
ENØK * egen sentralfyr med elektrisitet	-7642	0,00
Graddager * egen sentralfyr med elektrisitet	-12	0,00
Alder over 60 * elektrisk varmtvannsbereder	-2002	0,01
Alder på intervjuet person * elektrisk varmtvannsbereder	111	0,00
Antall husholdningsmedlemmer * belysning	1485	0,00
Enebolig med sokkelleilighet * belysning	2265	0,00
Våningshus * tørketrommel/-skap	11169	0,00
Alder over 60 * oppvaskmaskin	-1606	0,05
Enpersonhusholdning * kjøleskap	-1629	0,00
Elektrisitetspris * kjøleskap	-183	0,00
Enebolig med sokkelleilighet * utendørs elektriske varmekabler	21309	0,01
Graddager * utendørs elektriske varmekabler	-2	0,20
Graddager * TV&video	1	0,00
R ²	0,53	

Avvik fra gjennomsnittsverdi for de husholdningene som har det respektive utstyret multiplisert med utstysdummyene.

5.2. Økonometriske resultater for 1990

De økonometriske resultatene for 1990 er gjengitt i tabell 5.3. Vi ser at de fleste utstysvariablene er signifikante på 1 prosent nivå eller bedre, og R² er på 53 prosent.

5.3. Sammenligning av formålsfordelingen i 1990 og 2001

Vi vil nå studere forskjellene i formålsfordelingen fra 1990 til 2001, ved å sammenligne veid modell for 1990 og veid modell for 2001 (jf. tabellene 4.1 og 5.3).

Forskjeller mellom modellene for de to årene er at elektriske ovner og varmekabler er estimert felles for 1990 (oppgitt felles i undersøkelsen), mens de er estimert hver for seg i 2001. Utstyrstypene som er spesifiserte er noe forskjellig for 1990-modellen i forhold til 2001-modellen. For kjøling er det kun kjøleskap som er spesifisert i 1990, dvs. ikke fryseboks, fryseskap, kombiskap og kjølerom. Derimot er utendørs elektriske kabler, TV&video og badstue signifikant i 1990-estimeringen. I 2001-estimeringen er alt kjøle- og fryseutstyret samt PC signifikant.

Tabell 5.4 viser resultatene for elektrisitetsforbruk målt i kWh til ulike formål fra de to veide økonometriske analysene for 1990 og 2001. Tabellen viser at samlet elektrisitetsforbruk var 3 prosent høyere i 2001 enn i 1990.

Elektrisitetsforbruk til oppvarming var om lag 60 prosent høyere i 2001 enn i 1990. Dette har sin årsak i svært ulike utetemperaturer i de to årene, svært ulike relative energipriser samt utviklingen i beholdningen av oppvarmingsutstyr og boligareal. Når vi baserer oss på graddagstallene for husholdningene i de veide utvalgene (jf tabell 5.2) og tar utgangspunkt i et normalgraddagstall på 4079, var utetemperaturen 23 prosent høyere enn normalt i 1990 og 2,5 prosent lavere enn normalt i 2001. Andelen som hadde elektriske ovner eller varmekabler økte fra 92 til 98 prosent, boligarealet økte med 4 prosent, andelen som hadde oljeutstyr gikk ned fra 30 til 15 prosent, og oljeprisen var 29 prosent høyere enn elektrisitetsprisen i 2001, men 12 prosent lavere i 1990.

Elektrisitetsforbruk til vannvarming ble redusert med 48 prosent fra 1990 til 2001. Dette har sammenheng med lavere andel med egen elektrisk varmtvannsbereder i 1990 og sterk økning i andelen husholdninger som hadde oppvaskmaskin (varmt tappevann til manuell oppvask gikk dermed ned). Det kan også skyldes reduksjonen i antall karbad. Andre årsaker kan være lavere varmetap (bedre isolering) i nye varmtvannsberedere, at berederen i større grad var plassert i oppvarmede rom og økt bruk av sparedusj. En overgang fra tradisjonell bøttevask til mopping kan også være en årsak.

Elektrisitetsforbruk til belysning var 18 prosent lavere i 2001 enn i 1990. Dette kan ha sammenheng med at realprisen på elektrisitet var betydelig høyere i 2001 enn i 1990, og at husholdningene dermed gikk mer bevisst på å slå av lys og benytte lavenergipærer.

Elektrisitetsforbruk til vaskemaskin økte med 17 prosent fra 1990 til 2001. Elektrisitetsforbruk per vaskemaskin (parameteranslaget) gikk opp og andelen som hadde vaskemaskin var om lag uendret. Effektivitetsforbedringer trekker i retning av lavere parameterverdi over tid. Endret bruksmønster kan trekke i retning av høyere parameterverdi over tid, f.eks. vasking på høyere temperatur, økning i antall vasker, mer vasking av ulltøy i maskinen og økt bruk av forvask. Elektrisitetsforbruk per tørketrommel/-skap var redusert med 56 prosent, mens andelen husholdninger som hadde tørketrommel eller tørkeskap økte svakt (fra 40 til 41 prosent). Utviklingen i elektrisitetsforbruk per tørketrommel var dominerende, og vi ser av tabell 5.4 at elektrisitetsforbruk til tørking gikk ned med 55 prosent. Flere husholdninger hadde oppvaskmaskin i 2001 enn i 1990 (økning fra 43 til 61 prosent), og det trekker i retning av økt elektrisitets-

forbruk til oppvaskmaskin. Redusert elektrisitesforbruk per oppvaskmaskin trekker i retning av redusert andel. Denne reduksjonen er noe overvurdert jf. diskusjonen i kapittel 4.1. Utviklingen i energi-effektiviteten er trolig sterkst, siden elektrisitesforbruk til oppvaskmaskin jf. tabell 5.4 har gått kraftig ned (halvert). Elektrisitesforbruk til kjøleskap er redusert med 28 prosent, noe som har sammenheng med at andelen av husholdningene som hadde kombiskap økte fra 31 til 54 prosent. Høyere parameterestimat for kjøleskap trekker i retning av høyere elektrisitesforbruk, mens en lavere andel som har kjøleskap (57 prosent reduksjon) trekker i retning av redusert elektrisitesforbruk. Årsaken til høyere parameterestimat kan være økning i størrelsen på kjøleskapene og antall kjøleskap hver husholdning har.

Samleposten av annet elektrisitesforbruk dekker alt som ikke er spesifisert (inklusive blant annet komfyr og kombiskap), og vi ser av tabell 5.4 at dette forbruket økte med 37 prosent. Årsaker kan være økning i andelen som hadde kombiskap samt at husholdningene anskaffer stadig flere ulike typer små og store elektriske apparater. Det var en relativt kraftig økning i husholdningenes realinntekt i perioden 1990 til 2001. Når inntekten øker, vil vi forvente lavere økning i elektrisitesforbruk til nødvendighetsgoder sammenlignet med elektrisitesforbruk, som har mer luksuspreg. De spesifiserte postene som varm bolig, varmt vann, lys, rene og tørre klær, rent dekketøy og kalde matvarer har alle et nødvendighetspreg. Inntektselastisiteten for "Annet" må dermed forventes å være høyere enn for de andre formålene.

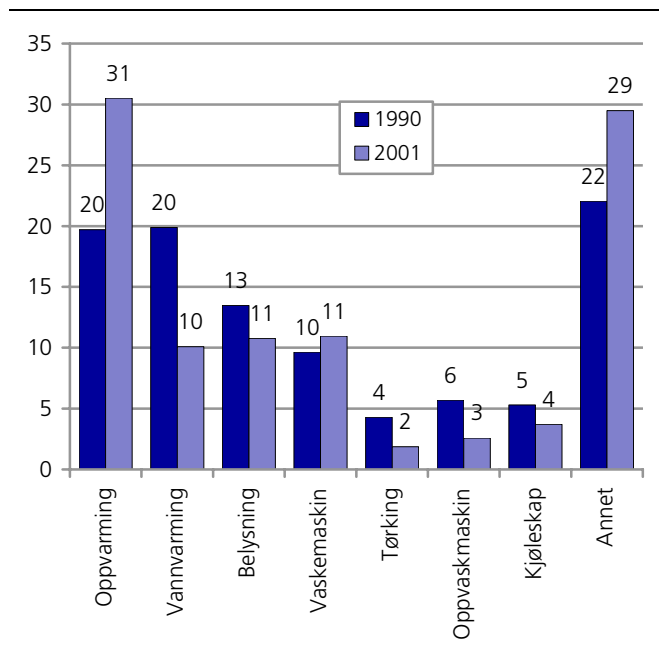
Figur 5.1 viser formålsfordelingen i prosent for 1990 og 2001 for de veide utvalgene. Figuren fremstiller det samme som tabell 5.4, men i prosent. Vi ser at oppvarmingsandelen og andelen uspesifisert økte, mens andelen til elektriske apparater gikk ned.

Tabell 5.4. Sammenligning av økonomiske resultater for husholdningssektoren for 1990 og 2001. kWh og prosentvis endring⁽¹⁾

	1990	2001	Prosentvis endring
Oppvarming	3333	5304	59
Vannvarming	3365	1754	-48
Belysning	2280	1872	-18
Vaskemaskin	1629	1906	17
Tørking	726	327	-55
Oppvaskmaskin	964	450	-53
Kjøleskap	897	644	-28
Annet	3729	5125	37
Sum = samlet elektrisitesforbruk	16923	17382	3

⁽¹⁾ Forbrukstallene i kWh er parameterestimat multiplisert med andelen av husholdningene i utvalgene som har de ulike utstyrtypene.

Figur 5.1. Formålsfordelingen av elektrisitesforbruket i 1990 og 2001. Prosent



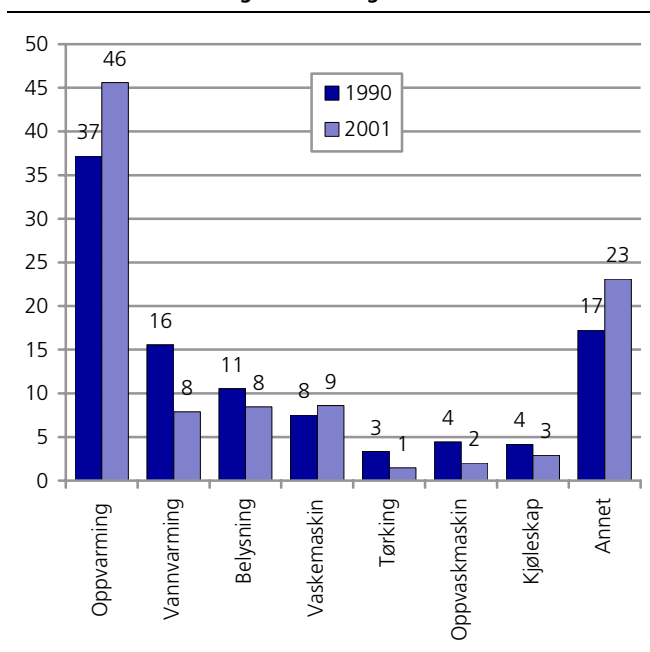
6. Formålsfordeling av samlet energiforbruk i husholdningene i 1990 og 2001

Figur 6.1 viser samlet energiforbruk fordelt på ulike formål i 1990 og 2001 (veide økonometriske modeller).⁹ I formålsfordelingen av energiforbruket har vi forutsatt at alle energibærere utenom elektrisitet (fyringsoljer, kull, koks og ved) benyttes utelukkende til boligoppvarming (vi forutsetter da at alt varmtvann fra fellesanleggene benyttes til boligoppvarming, og ingenting til tappevann). Slik ble det også gjort i formålsfordelingen basert på ERÅD-modellen for 1990. Vedforbruket var 25 prosent høyere i 2001 enn i 1990, elektrisitetsforbruket var 3 prosent høyere, mens forbruket av fyringsoljer var 33 prosent lavere i 2001 enn i 1990. Dette har blant annet sammenheng med utetemperaturer, relative energipriser og utvikling i beholdningen av oppvarmingsutstyr.

For å komme frem til en formålsfordeling av samlet energiforbruk i 2001 har vi tatt utgangspunkt i veide tall for tilført olje- og vedforbruk fra Forbruksundersøkelsen 2001 (se første linje i tabell 6.1). Årsaken er at vi innenfor dette prosjektet bare har bearbeidet dataene for elektrisitetsforbruket. Bearbeidede data for ved, kull, koks og fyringsoljer var imidlertid tilgjengelige fra en annen avdeling i Statistisk sentralbyrå, jf. kilde i tabell 6.1. Olje- og vedforbruk er justert med en faktor lik forholdet mellom veid elektrisitetsforbruk fra Forbruksundersøkelsen 2001 og elektrisitetsforbruk for det veide utvalget i 2001 som vi har estimert på. Denne justeringsfaktoren er lik 1,03.

For 1990 har vi beregnet gjennomsnittlig forbruk av ved, kull og koks og fyringsoljer blant husholdningene i utvalget i Energiundersøkelsen (veid med antall husholdningsmedlemmer).

Figur 6.1. Formålsfordeling av samlet energiforbruk i husholdningene i 1990 og 2001. Prosent



Tabell 6.1. Energiforbruk 2001, kWh per husholdning (tilført)

	Elektrisitet	Ved, kull, koks	Fyringsoljer	Totalt
Forbruksundersøkelsen 2001	17951	3442	1228	22621
Vårt utvalg 2001	17382	3555	1268	22205

Kilde: Forbruksundersøkelsen 2001 (Statistisk sentralbyrå 2004: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/main.html>).

⁹ For formålsfordeling av samlet energiforbruk i 1990 fra ingeniørmodellen ERÅD, se vedlegg E.

7. Diskusjon av metoder for formålsfordeling av elektrisitetsforbruket

7.1. Internasjonal litteratur

Den internasjonale litteraturen om metoder og resultater for formålsfordeling av elektrisitetsforbruket er av relativt begrenset omfang. Det er to metoder som benyttes, og disse blir omtalt i litteraturen som ingeniørmetode (eller bottom-up metode) og CDA-metode (Conditional Demand Analysis). Eksempler på artikler basert på ingeniørmetoder er Fung og Ugursal (1998), Sanchez mfl. (1998) og Aydinalp mfl. (2002). Eksempler på artikler basert på CDA-modellen er Parti og Parti (1980), Aigner mfl. (1990) og Fiebig mfl. (1991).

Litteraturen gir en diskusjon av fordeler og ulemper med ingeniørmodeller og CDA-modeller i forhold til å formålsfordele elektrisitetsforbruket. Ulempen med CDA-modeller er at utstyr som svært mange husholdninger har kan vise seg å bli ikke-signifikante i estimeringene. Årsaken er at gruppen som ikke har utstyret da blir for liten til å få skilt ut effektene på elektrisitetsforbruket av å ha utstyret. Heteroskedastisitet er også et potensielt problem i CDA-modeller (se diskusjon i kapittel 2). Ulempen med ingeniørmodellene er at de krever eksogene anslag på svært mange parametre, at det ikke finnes gode data for mange av parametrene og at husholdningsadferd og effekter av økonomiske og demografiske variable er vanskelige å ta hensyn til.¹⁰

Parti og Parti (1980) sier, sitat: *“The primary disadvantage of the engineering estimates is that they are based upon theoretical considerations, rather than observed consumer behavior, and cannot be adjusted in any systematic way for regional differences or changes in price, income, or household size as can the current econometric estimates. The primary disadvantage of the use of direct appliance metering is its great cost.”* (sitat slutt).

Bartels og Fiebig (1990) sier, (sitat): *“Engineering models are only appropriate, however, in situations where individual behaviour plays a minor role, for*

example, heating and cooling in extreme climates. Most appliance use depends on the life style; in temperate climates, even heating and cooling appliances are, in many households, only used when the occupants are at home.” (sitat slutt).

Sanchez mfl. (1998) sier (sitat): *“Data on miscellaneous electric uses is sparse, and in some cases simply non-existent. Developing a detailed bottom-up estimate entailed assembling appliance stock data from disparate and sometimes obscure sources, conducting a metering campaign to derive estimates of average product power, and making engineering estimates of consumption when alternative methods were unavailable. The approach used in this study is best classified as ‘back-of-the-envelope’.”* (sitat slutt).

Fung og Ugursal (1998) peker også på en svakhet ved "bottom-up" fremgangsmåten. De beregner elektrisitetsforbruk til belysning i husholdningene i Canada ved hjelp av ingeniør-bottom-up fremgangsmåten og data for antall lyspærer (tre typer) fra en spørreundersøkelse. De trenger da tilleggsinformasjon om gjennomsnittlig effektforbruk (W) til hver type lyspære og gjennomsnittlig brukstid (antall timer) for hver type. De diskuterer de store problemene med å finne pålitelige data for disse parametrene.

7.2. ERÅD-modellen

ERÅD står for EnergiRÅdgivning. Modellen er utviklet spesielt med tanke på å masseprodusere individuelle spareråd for boliger og yrkesbygg, se Energidata (1989) og Ljones mfl. (1992). ERÅD-modellen består av et stort antall ligninger og parametre som angir tekniske og bygningsmessige forhold ved boligene og hvordan disse forholdene påvirker energiforbruket (bl.a. termodynamiske ligninger). På denne måten tilhører ERÅD-modellen gruppen av ingeniørmodeller, se avsnitt 7.1. I 1992 ble denne modellen benyttet for å formålsfordele elektrisitetsforbruket i husholdningene (se Ljones mfl. 1992). De husholdningsspesifikke dataene ble hentet fra Energiundersøkelsen 1990, mens informasjon om verdien på parametrene måtte hentes fra andre kilder.

¹⁰ Jf. for eksempel behovet for input i ERÅD-modellen diskutert i punkt 7.2 nedenfor.

Siden ERÅD-modellen består av svært mange ligninger, er det vanskelig å presentere detaljene i modellen. Vi vil oppsummere hovedstrukturen i modellen som følger:

1. Effektbehov knyttet til ventilasjon er beregnet som funksjoner av for eksempel oppvarmet areal og koeffisienter for termisk transmisjon.
2. Totalt teoretisk behov for energi til boligoppvarming er beregnet som funksjon av for eksempel isolasjonsstandard for dører, vinduer og vegger, innendørs og utendørs temperatur og effektbehovet i punkt 1.
3. Oppvarmingsbidrag fra sol og personer blir beregnet. Bidraget fra solvarme er en funksjon av blant annet et estimat på varmen fra sol per m², størrelsen på vinduene og antall dager med solskinn. Bidraget fra personer er en funksjon av blant annet et estimat på varmen fra hver person og antall personer i husholdningen.
4. Energiforbruk til belysning, vannvarming og elektrisk utstyr blir beregnet. Beregningene er blant annet basert på vurderinger av gjennomsnittlig effektforbruk og brukstid for husholdningene. Vurderingene er blant annet basert på måling av elektrisitesforbruk for noen apparater i noen få testhusholdninger (andre husholdninger enn utvalget i Energiundersøkelsen). Elektrisitesforbruk til belysning for hver bolig i utvalget er beregnet ved hjelp av antall lyspærer fra Energiundersøkelsen, anslag på Watt per lyspære for de ulike typene og brukstid per lyspære. Elektrisitesforbruk til elektrisk utstyr som den enkelte husholdning har er beregnet som gjennomsnittlig effektforbruk per m² for utstyret multiplisert med brukstid multiplisert med oppvarmet areal. Energiforbruk til varmtvann er en funksjon av blant annet antall dusjbad og karbad, boligkonstruksjon, oppvarmet areal, varmtvannsforbruk på kjøkken, vannmengde per dusjhode og tid per dusj.
5. Energiforbruk til boligoppvarming er en funksjon av teoretisk energibehov i punkt 2 samt varme fra sol, personer og elektriske apparater.
6. Totalt energiforbruk for hver husholdning er beregnet som summen av energiforbruk til boligoppvarming, vannvarming, belysning og elektriske apparater for alle energikilder.
7. Forholdstallet mellom beregnet totalt energiforbruk i punkt 6 og totalt energiforbruk rapportert i Energiundersøkelsen beregnes for hver husholdning. Dette forholdstallet er brukt for å kalibrere det formålsfordelte energiforbruket, dersom avviket mellom beregnet og observert totalt energiforbruk ikke er altfor stort. Kalibreringen foregår ved at alle formål multipliseres med dette forholdstallet, dvs. at alle formål justeres prosentvis like mye.
8. Dersom forholdstallet i punkt 7 er stort, blir parametrene i modellen justert før kalibreringen.

7.3. Økonometrisk modell

Den økonometriske metoden i denne rapporten tilhører gruppen av CDA-modeller. CDA-modellen er beskrevet i kapittel 2, og resultatene er presentert og diskutert i kapittel 4.

Ulempen med CDA-modeller er at utstyr som svært mange husholdninger har kan vise seg å bli ikke-signifikante i estimeringene (multikollinearitet). Årsaken er at gruppen som ikke har utstyret da blir for liten til å få skilt ut effektene på elektrisitesforbruket av å ha utstyret. Vi har fått spesifisert en rekke utstyrstyper i estimeringene. Komfyr er imidlertid et viktig formål som vi ikke har klart å spesifisere.

Heteroskedastisitet er også et potensielt problem i CDA-modeller (jf. kapittel 2). Dette har vi imidlertid testet for, og funnet at parameternivåer og standardavviket til parametrene for det elektriske utstyret ikke påvirkes nevneverdig av å korrigere for heteroskedastisitet. Det betyr at heteroskedastisitet er et lite problem i våre data.

8. Diskusjon av ERÅD og økonometrisk modell

Vi diskuterer her resultatene for formålsfordelingen fra ingeniørmodellen ERÅD (som benyttet 1990-data), og fra økonometrisk modell for 1990. Resultatene fra ERÅD er basert på veid utvalg, og veiingen baserte seg på korrigerende for antall husholdningsmedlemmer og boligareal (se også vedlegg E for resultatene for formålsfordeling fra ERÅD). Den økonometriske modellen er basert på veid utvalg, hvor veiingen baserer seg på korrigerende for antall husholdningsmedlemmer (resultatene er gjengitt i kapittel 5).

8.1. Sammenligning av resultatene

Figur 8.1 viser elektrisitesforbruk til ulike formål i 1990 fra ERÅD-modellen og økonometrisk modell. Vi har gruppert utstyrstypene slik at elektrisitesforbruket til ulike formål blir mest mulig sammenlignbare. Gruppen kjøling/frysing er ikke helt sammenlignbar, fordi ERÅD-resultatet inneholder kjøleskap, kombiskap, fryseboks/fryseskap og kjølerom, mens den økonometriske modellen kun spesifiserer kjøleskap. Videre spesifiserer ikke den økonometriske modellen koking (komfyr) og "Annet" i ERÅD, slik at dette vil inngå i gruppen "uspesifisert" elektrisitesforbruk. Det er litt uklart hva som inngår i "Annet"-posten til ERÅD. Sannsynligvis er utstyr som det er spurt om i spørreskjemaet til Energiundersøkelsen 1990 med i "Annet", dvs. mikrobølgeovn, kjøkkenmaskin, mixmaster, egen kjøkkenventilator, TV, video, radio, kassett-/platespiller, støvsuger, badstue, solarium/høyfjellssol, oppvarmet svømmebasseng, motorvarmer, utendørs varmekabler, vannseng og boblebad.

Vi ser av figuren at resultatene fra ERÅD skiller seg relativt kraftig fra de økonometriske resultatene. Forskjellen er spesielt stor for elektrisitesforbruk til vasking (oppvaskmaskin og vaskemaskin), men det er også stor forskjell for oppvarming. For vannvarming og belysning gir modellene relativt like resultater. Siden andelene skal summere seg til 100 prosent innenfor hver enkelt av modellene, betyr det at dersom andelen for ett formål er lavere i en modell sammenlignet med en annen modell, må én eller flere andre andeler være høyere. Andelen til vasking kan være underestimert i ERÅD, fordi anslaget for vasking forventningsmessig burde ligget høyere i forhold til tørking enn det som

fremgår av ERÅD-resultatene i figur 8.1. Årsaken er at betydelig flere husholdninger har vaskemaskin enn tørketrommel, vaskemaskin brukes hyppigere enn tørketrommel og formålet "vasking" inneholder også oppvaskmaskin.

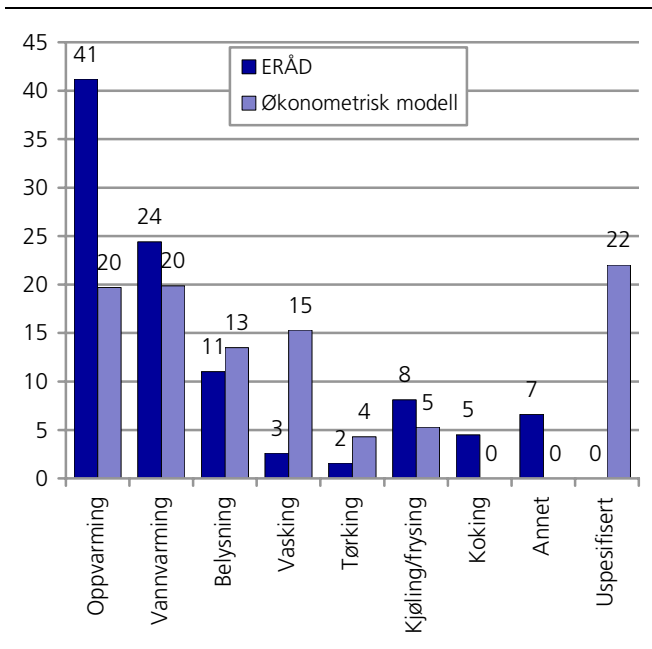
Når vi har fordelt elektrisitesforbruket på de formål som den økonometriske modellen spesifiserer, er det en del apparater som vi ikke har beregnet elektrisitesforbruket til eksplisitt. Dette elektrisitesforbruket er vist som "Uspesifisert" i figur 8.1. ERÅD har beregnet at 5 prosent av totalt elektrisitesforbruk går til komfyr og at 7 prosent går til "Annet". ERÅD sine poster for komfyr og "Annet" inngår i posten "Uspesifisert" for økonometrisk modell. Her er det dermed stor forskjell på estimatene (12 prosent versus 22 prosent). En årsak kan være at ERÅD fordeler "diverse annet" ut på de formål som er spesifisert, mens økonometrisk modell spesifiserer dette som en egen post.

Det hadde vært interessant å vite om resultatene for 1990 fra ERÅD og økonometrisk modell er signifikant forskjellige. En måte å teste dette på er å beregne konfidensintervaller for resultatene fra økonometrisk modell, og se om disse intervallene omfatter ERÅD-resultatene. Dersom ERÅD-resultatet ikke er omfattet av konfidensintervallet, kan vi forkaste nullhypotesene om at resultatene er like. For den økonometriske modellen for 1990 har vi beregnet 90 prosent konfidensintervaller for de estimerte parametrene.¹¹ Konfidensintervallene er vist i figur 8.2, og gjelder de husholdninger som har utstyret. ERÅD-modellen er en ikke-stokastisk kalibreringsmodell som ikke gir grunnlag for å beregne konfidensintervaller. Punktestimaterne fra ERÅD-modellen er derfor vist i figuren som kryss. For å kunne sammenligne konfidensintervallene fra den økonometriske modellen med resultatene fra ERÅD, har vi dividert elektrisitesforbruket fra ERÅD med andelene som har de ulike utstyrstypene i

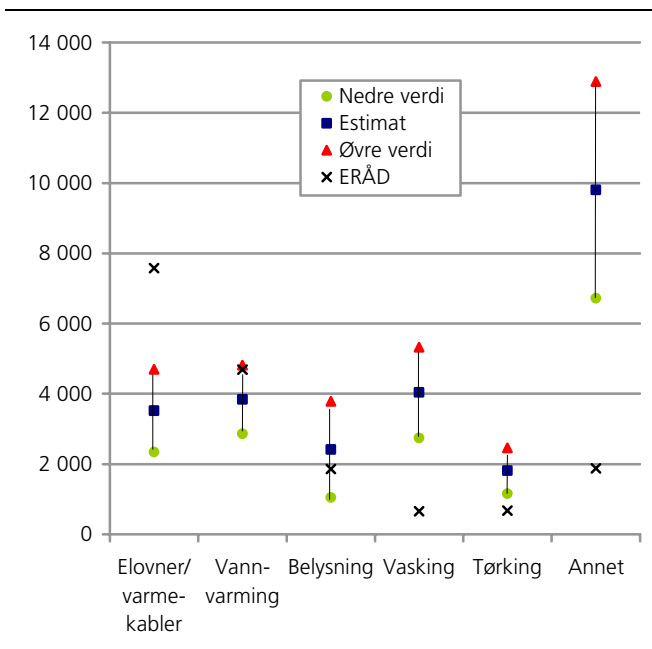
¹¹ Konfidensintervallene (90 prosent) er beregnet som estimat \pm $1,645 \cdot$ standardavviket. Konfidensintervall for formål som omfatter flere estimater (sammenslåtte grupper) er beregnet som summen av estimatene \pm $1,645 \cdot$ standardavviket til summen av estimatene, der dette standardavviket er beregnet som roten av de summerte variaser og $2 \cdot$ kovarianser til parametrene.

utvalget, jf. tabell 5.2. Da kan ERÅD-resultatene også tolkes som elektrisitetsforbruk for husholdningene som har de ulike utstyrstypene.¹² Posten "Annet" i figur 8.2 tilsvarer postene "Koking" og "Annet" for ERÅD og "Uspesifisert" i økonometrisk modell, jf. figur 8.1.

Figur 8.1. Sammenligning av resultater fra ERÅD og økonometrisk modell. Prosent, 1990



Figur 8.2. ERÅD-resultater samt 90% konfidensintervaller for økonometrisk modell, kWh 1990



Vi ser av figur 8.2 at ERÅD-resultatene ligger innenfor konfidensintervallet for de økonometriske resultatene for vannvarming og belysning, og utenfor for de øvrige formål. ERÅD-resultatet for boligoppvarming, vasking og "annet" ligger svært langt utenfor konfidensintervallene.¹³ For å få overlapp mellom konfidensintervallene og ERÅDs anslag på elektrisitetsforbruk til boligoppvarming, vasking og "annet", må konfidensintervallene være tilnærmet 100 prosent. Dette betyr at vi med overveiende sannsynlighet (p-verdi mindre enn 0,0001) kan forkaste nullhypotesen om at resultatene er like. Tørking er signifikant forskjellig på mindre enn 10 prosent nivå. Resultatene for belysning og vannvarming er ikke signifikant forskjellige på 10 prosent nivå.

I kapittel 8.2 nedenfor vil vi diskutere nærmere styrker og svakheter ved økonometrisk modell og ERÅD-modellen.

8.2. Diskusjon av metodene

Det er flere årsaker til at ERÅD-modellen og økonometrisk modell gir så vidt forskjellige resultater for flere formål (jf. også diskusjon i Larsen og Nesbakken, 2004). To hovedårsaker er at metodene er svært forskjellige (se kapittel 7) og at datagrunnlaget er felles bare når det gjelder informasjonen fra Energiundersøkelsen 1990. Vi vil i det følgende komme nærmere inn på årsaker til at resultatene blir forskjellige.

Eksogene anslag

ERÅD-modellen trenger eksogene anslag på verdien for en rekke viktige parametre, jf. avsnitt 7.2. Det er stor usikkerhet knyttet til anslagene på disse parametrene, og resultatene for formålsfordelingen vil kunne variere kraftig avhengig av hvilke verdier som puttes inn (jf. også diskusjonen i kapittel 4.1). Andelen av elektrisitetsforbruket til romoppvarming er mest usikkert, i følge vurderingen til de som gjorde ERÅD-beregningene. I den økonometriske modellen trenger vi data for om husholdningen har eller ikke har ulike typer utstyr samt viktige bolig- og husholdningskarakteristika, jf. estimeringsresultatene i tabell 4.1. Utover det bestemmes formålsfordelingen endogent i estimeringen av modellen.

Teknologi

I beregningen av formålsfordeling for 1990 basert på ERÅD ble det benyttet parametre basert på dagens teknologi for elektriske husholdningsapparater, fordi dette ble ansett å være det beste når alder på utstyret ikke var kjent. Det betyr at de i sine anslag på formålsfordelt elektrisitetsforbruk ikke har tatt hensyn til at utstyrsbeholdningen i husholdningene også består av gammelt utstyr, noe som bidrar til en undervurdering

¹² For vasking har vi benyttet gjennomsnittet av andelen for oppvaskmaskin og vaskemaskin, fordi ERÅD ikke spesifiserer elektrisitetsforbruk til vaskemaskin og oppvaskmaskin separat.

¹³ Elektrisitetsforbruk til sentralfyr basert på elektrisitet er ikke med i beregningen av konfidensintervallet, men dette har liten betydning fordi dette forbruket har svært liten vekt i husholdningenes elektrisitetsforbruk.

av forbruket til elektriske husholdningsapparater. Dette innebærer igjen en overvurdering av andre formål, spesielt boligoppvarming og vannvarming (siden det her har skjedd relativt lite når det gjelder energi-effektivisering/teknisk utvikling).

I den økonometriske modellen estimerer vi forskjellen i elektrisitetsforbruk mellom husholdninger som hadde og ikke hadde de ulike apparater, og estimatene vil da gjenspeile den faktiske teknologien som husholdningene i utvalget hadde (dvs. både gammel og ny teknologi).

Kalibrering

I beregningen som ble gjort med ERÅD for 1990-dataene ble samlet energiforbruk, og ikke elektrisitetsforbruket, kalibrert. Dette skaper støy i beregningene av formålsfordelt elektrisitetsforbruk. For å få ERÅD til å beregne et samlet energiforbruk i hver husholdning som er lik det observerte energiforbruket i husholdningen, ble samlet energiforbruk kalibrert til slutt ut fra forholdet mellom observert og beregnet energiforbruk. Anslagene på energiforbruk til ulike formål ble ut fra dette forholdet justert med samme faktor, noe som innebærer økt usikkerhet i formålsfordelingen.

Kalibreringen innebærer også at alle spesifiserte formål blir overvurdert, dersom modellen ikke hadde spesifisert absolutt alt. Det er litt uklart hva som inngår i "Annet"-posten til ERÅD. Sannsynligvis er utstyr som det er spurt om i spørreskjemaet til Energiundersøkelsen 1990 med i "Annet", dvs. mikrobølgeovn, kjøkkenmaskin, mixmaster, egen kjøkkenventilator, TV, video, radio, kassett-/platespiller, støvsuger, badstue, solarium/høyfjellssol, oppvarmet svømmebasseng, motorvarmer, utendørs varmekabler, vannseng og boblebad. Da er for eksempel elektrisk utstyr som strykejern, hårføner, krølltang, varmeteppe, dampkoker, barbermaskiner, eggkoker, terrassevarmere, aircondition, drivhus, kupévarmer, arbeidslamper, vannkoker, kaffetrakter, vaffeljern, symaskin, batteriladere til en rekke apparater, brødbakemaskin, PC, osv. osv. ikke med. Disse apparatene trekker kanskje hver for seg lite elektrisitet. Fordi mange av husholdningene har mange av disse apparatene, kan de samlet sett utgjøre en ikke ubetydelig andel av elektrisitetsforbruket. I kalibreringen av ERÅD-beregningen ble "diverse elektrisitetsforbruk" av denne typen fordelt utover på de formål som var spesifisert, noe som trekker i retning av at de spesifiserte formålene er overestimert i ERÅD.

I den økonometriske metoden blir slikt "diverse" elektrisitetsforbruk estimert som et eget formål.

Usikkerhet

Usikkerhet som følge av mulige utvalgsskjevheter gjør seg gjeldende både i beregningen basert på ERÅD-modellen og i den økonometriske modellen. Videre må en innenfor begge modeller stole på at modellspesifikasjonen er god nok. Signifikansnivå og multippel korrelasjonskoeffisient (R^2) gir en indikasjon på usikkerheten og forklaringskraften til den økonometriske modellen. Det foreligger ikke noen tallfesting av usikkerheten i formålsberegningen basert på ERÅD-modellen. Resultatet for boligoppvarming ble vurdert som mest usikkert av de som gjorde formålsberegningene med ERÅD. Videre gir den økonometriske modellen mulighet for etterprøving, dvs. at resultatene kan gjenskapes fordi datagrunnlag og den programerte økonometriske modellen er tilgjengelige. Det ser ikke ut til å være mulig å gjenskape resultatene for formålsfordeling i 1990 basert på ERÅD, fordi det ikke finnes dokumentasjon av hvilke parameteranslag som er benyttet.

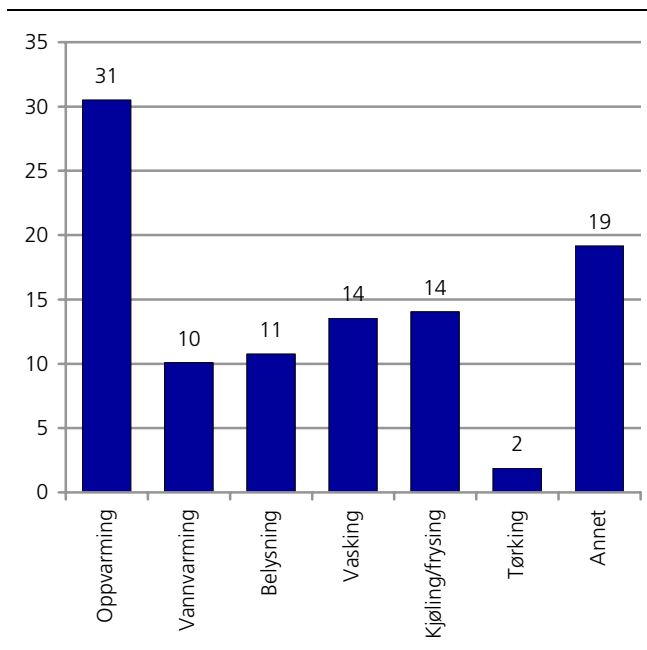
9. Konklusjoner

Resultatene for formålsfordelingen av elektrisitesforbruket i 2001 basert på økonometrisk metode virker alt i alt gode. Parameterestimaten er presist bestemt (signifikansnivåene er gode), resultatene er stabile når det gjelder nivå på parameterestimaten, R^2 er høy og regneeksempler viser at resultatene innebærer rimelige intervaller for brukstid og effekt.

En formålsfordeling av husholdningenes elektrisitesforbruk i 1990 basert på energirådgivningsmodellen ERÅD har vært den eneste tilgjengelige i mange år. Behov for en nyere formålsfordeling var bakgrunnen for den økonometriske analysen som er gjort på data fra 2001. Resultatene for formålsfordelingen av elektrisitesforbruket fra ERÅD og økonometriske modeller er generelt svært forskjellige. Resultatene fra ERÅD baserer seg på en rekke antakelser om effekt- og elektrisitesforbruk for ulike apparater samt brukstider og annen forbruksadferd, og det er svært mange parametre som skal anslås. Resultatene fra ERÅD kan ikke etterprøves, siden parameterverdiene som er benyttet i formålsfordelingen for 1990 ikke er dokumentert. Videre er det ikke rapportert noen mål på usikkerhet i ERÅD-beregningene. Den økonometriske modellen er basert på vitenskapelige metoder fra fagene økonomi og statistikk som anvendes på observasjoner fra husholdningsundersøkelser, og usikkerheten er målbar. Usikkerhet ved resultatene som følger av at de er basert på et utvalg av husholdninger gjør seg gjeldende både i ERÅD og de økonometriske modellene. I begge modeller kan enkelte formål være under- eller overestimert, men evalueringen av ERÅD-metoden tyder på at usikkerheten er størst for resultatene basert på ERÅD.

Formålsfordelingen fra ERÅD er 15 år gammel, og vår analyse basert på 2001-data kan bidra til å dekke behovet for nyere resultater for formålsfordelingen. Figur 9.1 viser formålsfordelingen av husholdningenes elektrisitesforbruk i 2001.

Figur 9.1. Formålsfordeling av husholdningenes elektrisitesforbruk, 2001. Prosent



Erfaringer fra de økonometriske analysene basert på data for 1990 og 2001 tilsier at det varierer hvilke formål som er mulige å spesifisere ut fra informasjon fra spørreundersøkelser. For eksempel får vi ikke estimert elektrisitesforbruk til komfyr. Derimot får vi estimert elektrisitesforbruk til elektriske ovner og vaskemaskin, til tross for at de er svært utbredt.

Vi er ikke sikret at det i fremtidige spørreundersøkelser er mulig å få spesifisert minst like mange formål som for 1990/2001. Erfaringene med spørreskjemaet for tillegsspørsmål i Forbruksundersøkelsen 2001 er gode. Vi har dratt nytte av de aller fleste spørsmål som ble stilt med tanke på formålsfordeling av elektrisitesforbruket. Frafallet var imidlertid noe større enn vanlig på grunn av de detaljerte spørsmålene, slik at det fortsatt er rom for forbedringer av spørreskjemaet.

Knapt 1000 husholdninger, slik vi har hadde for 2001, ser ut til å være på grensen i forhold til å få estimert formålsfordelingen på en god måte. Da har vi ikke mange frihetsgrader å gå på i forhold til å få inn viktige bolig- og husholdningskarakteristika, priser og inntekt i beregningene. I tillegg er det få husholdninger som ikke har elektriske ovner, slik at det er en risiko for ikke å få estimert boligoppvarming dersom utvalget er lite. Slike forhold bør vi ta høyde for i fremtidige spørreundersøkelser utformet med tanke på formålsfordeling. En mulighet i forhold til å få estimert elektrisitetsforbruk til komfyr, er å ta inn et spørsmål om husholdningen benytter gasskomfyr eller elektrisk komfyr. Hvis et tilstrekkelig antall husholdninger benytter gasskomfyr, vil vi kunne få spesifisert elektrisitetsforbruk til komfyr.

En kommer relativt langt i forhold til å formålsfordele elektrisitetsforbruket med basis i informasjon fra spørreundersøkelser og økonometriske metoder. Dersom en ønsker å spesifisere svært mange formål, og spesielt elektrisitet til utstyr som finnes i alle eller nesten alle husholdninger, ser det ut til at en er avhengig av store husholdningsutvalg eller en kombinasjon av direkte målinger, spørreundersøkelser og økonometriske metoder for å få bestemt fordelingen tilfredsstillende. Bartels og Fiebig (2000) benytter en metode for å kombinere CDA-modellen beskrevet i denne rapporten med informasjon om elektrisitetsforbruket for enkelte apparater fra direkte målinger i noen av husholdningene i utvalget det estimeres på.

Referanser

- Aigner, D.J., C. Sorooshian and P. Kerwin (1984): Conditional Demand Analysis for Estimating Residential End-Use Load Profiles, *Energy Journal* 5(3), 81-97.
- Aydinalp, M., V.I. Ugursal og A.S. Fung (2002): Modeling of the appliance, lighting and space-cooling energy consumptions in the residential sector using neural networks, *Applied Energy* 71, 87-110.
- Bartels, R. and D.G. Fiebig (1990): Integrating Direct Metering and Conditional Demand Analysis for Estimating End-Use Loads, *Energy Journal* 11(4), 79-97.
- Bartels, R. and D.G. Fiebig (1996): Metering and Modelling Residential End-use Electricity Load Curves, *Journal of Forecasting* 15, 415-426.
- Bartels, R. and D.G. Fiebig (2000): Residential End-Use Electricity Demand: Results from a Designed Experiment, *Energy Journal* 21(2), 51-81.
- Belsby, L. (2003): Vekter i Forbruksundersøkelsen, Notater 2003/58, Statistisk sentralbyrå.
- Energidata (1989): Metodebeskrivelse av ERÅD-systemet, Rapport 1201/iah, Energidata, Trondheim.
- Fiebig, D.G., R. Bartels and D.J. Aigner (1991): A Random Coefficient Approach to the Estimation of Residential End-Use Load Profiles, *Journal of Econometrics* 50(3), 297-327.
- Fung, A.S. and V.I. Ugursal (1998): Residential Lighting Energy Use in Canada, *Energy Studies Review* 8(3), 264-68.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2001): Norwegian residential electricity demand - A microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993, *Energy Policy* 29(3), 227-236.
- IEA (2001): *Things That Go Blip in the Night. Standby Power and How to limit it*, International Energy Agency.
- Lafrance, G. and D. Perron (1994): Evolution of Residential Electricity Demand by End-Use in Quebec 1979-1989: A Conditional Demand Analysis, *Energy Studies Review* 6(2), 164-73.
- Larsen, B.M. og R. Nesbakken (2004): Household electricity end-use consumption: Results from econometric and engineering models, *Energy Economics* 26(2), 179-200.
- Ljones, A., R. Nesbakken, S. Sandbakken, A. Aaheim (1992): "Energibruk i husholdningene. Energiundersøkelsen 1990". Rapport 92/2, Statistisk sentralbyrå.
- Parti, M. and C. Parti (1980): The Total and Appliance-specific Conditional Demand for Electricity in the Household Sector, *The Bell Journal of Economics* 11(1), 309-21.
- Sanchez, M.C., J.G. Koomey, M.M. Moezzi, A. Meier and W. Huber (1998): Miscellaneous Electricity in US Homes: Historical Decomposition and Future Trends, *Energy Policy* 26(8), 585-93.
- Statistisk sentralbyrå (2002): Tidsbruksundersøkelsen 2000/2001, Norges offisielle statistikk C 720.
- Statistisk sentralbyrå (2004a): <http://www.ssb.no/emner/05/02/fbu>.
- Statistisk sentralbyrå (2004b): <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/main.html>.
- SINTEF (1996): *ENØK i bygninger. Effektiv energibruk*. Universitetsforlaget.

Skjema for tilleggsspørsmål om energibruk i bolig

Statistisk sentralbyrå

Seksjon for intervjuundersøkelser
Postboks 8131 Dep, 0033 Oslo
Tlf. 22 86 45 00

.....
•UNDERLAGT TAUSHETSPLIKT•
.....

.....
Produkt nr.
.....
Område nr.
.....
Husholdningsnr.
.....

TILLEGGSPØRSMÅL TIL FORBRUKSUNDERSØKELSEN 2001. Intervjuer nr.

"ENERGIBRUK I HUSHOLDNINGEN" Frafallsgrunn: . . .
.....

Energ1a: Så har vi noen spørsmål som gjelder energiforbruk og oppvarmingsutstyr.

	AntEnh	Alder	HovOpv
	Hvor mange ... har dere i boligen?	Hvor gammelt er dette oppvarmingsutstyret?	Brukes dette som hovedoppvarming?
1. Elektriske ovner			
2. Rom med varmekabler			
3. Ovner for olje/parafin			
4. Vedovner/peisovner/peiser			
5. Kombinerte ovner for ved og olje/parafin			
6. Hvis felles sentralfyr med andre boliger / leiligheter; radiatorer og rom med vannbåren gulvvarme			
7. Hvis fjernvarme; radiatorer og rom basert på fjernvarme			
8. Hvis eget sentralfyrlegg, hvor mange radiatorer og rom med vannbåren gulvvarme basert på:			
- olje			
- elektrisitet			
- ved/flis / pellets			
- Varmepumpe (berg, vann, jord)			
9. Annet, spesifiser:			

Enrg2: Har du/dere egen måler for elektrisitetsforbruk? __ Ja->Enrg2a __ Nei->Enrg3

Enrg2a: Hvor mye elektrisitet, målt i kWh, har du/dere brukt i boligen de siste 12 måneder? __kWh

Enrg2b: Er dette et sikkert anslag basert på måleravlesning/avregninger fra elektrisitetsverket?
__ Ja __ Nei

Enrg3: Har du/dere felles måler for elektrisitetsforbruk med andre leiligheter eller boliger?
__Ja->Enrg3a __Nei->Enrg4

Enrg3a: Betaler du/dere for energiforbruk til oppvarming, lys eller lignende gjennom husleien ?
__Ja••>Enrg3b __Nei••>Enrg4

Enrg3b: Hvor stor er utgiften per måned til oppvarming eller annet energiforbruk som betales via husleien? ___kr

Enrg4: Er boligen ubebodd i deler av året ? __ Nei->Enrg5 __ Ja••>Enrg4Vin

Enrg4Vin: Hvor mange dager er boligen ubebodd i Uvinterhalvåret (f.o.m. oktober t.o.m. mars)?
___dager

Enrg4Som: Hvor mange dager er boligen ubebodd i Uommerhalvåret (f.o.m. april t.o.m. september)?
___dager

Enrg5: Har du/dere følgende elektrisitetskrevende utstyr:

A: Svømmebasseng ___ Ja ___ Nei

B: Solarium ___ Ja ___ Nei

C: Badstu ___ Ja ___ Nei

D: Kjølerom ___ Ja ___ Nei

E: Utendørs varmekabler ___ Ja ___ Nei

F: Vannsenng ___ Ja ___ Nei

G: Annet utstyr/aktivitet som er i bruk i løpet av et år, som krever mye elektrisitet, og som ikke er nevnt ellers i undersøkelsen (spesifiser) _____

Enrg6: Hvor mange lyspunkter (antall lyspærer/lysrør) har du/dere totalt innendørs og utendørs?
Antall ___

Enrg7: Hvor mange ytterdører har du / dere ? Antall _____

Enrg8: Har du/dere gjennomført noen av følgende tiltak for å spare energi i boligen (sett kryss)?

1 har satt inn sparedusj

2 har satt inn isolasjonsglass

3 har etterisolert

4 vi regulerer vanligvis temperaturen, f. eks ved senkning av temperaturen om natten, eller ved å stenge av varmen i deler av boligen

5 har gjennomført, spesifiser ••> Spesifiser _____

Enrg9: Hvordan varmes vann i boligen (sett kryss)?

1 I egen varmtvannsbereder

2 I egen sentralfyr

3 I felles varmtvannsanlegg for flere leiligheter eller ved fjernvarme

Enrg10a1: Hvor mange dusjbad tar husholdningen hjemme i gjennomsnitt i uken (7 dager)? ___ Antall

Enrg10a2: Hvor mange karbad tar husholdningen hjemme i gjennomsnitt i uken (7 dager)? ___ Antall

Enrg10b1: Hvor mange ganger per måned vasker dere opp manuelt hjemme? Antall _____

Enrg10b2: Så ønsker vi et anslag på tapping av varmt vann utenom dusjing, bading og oppvask. Kan du angi på en skala fra 1 til 5, der 1 er minst og 5 er mest, hvor mye varmt vann du tror din husholdning bruker i forhold til andre husholdninger av samme type? Skala 1-5: ___

Så følger noen spørsmål om størrelsen på kjøleskap, frysebokser og liknende.

Enrg11: Hvor stort er kjøleskapet/kombiskapet og evt. fryseren deres ? Oppgi størrelsen i cm.

Spm. stilles for inntil 4 kjøleskap/kombiskap/fryseskap/frysebokser.

For hvert eksemplar avmerkes om størrelsen er liten, middels, eller stor.

Nr.	1	2	3	4
Type utstyr				
1 Kjøleskap(høyde)				
2 Kombiskap(høyde)				
3 Fryseskap (høyde)				
4 Fryseboks (lengde)				

Enrg12a: Hvor mye bruker du/dere platene på komfyren? Oppgi omtrentlig antall minutter per dag samlet, for bruk av alle platene. Antall minutter _____

Enrg12b: Hvor mye bruker du/dere stekeovnen? Oppgi omtrentlig antall minutter per uke, samlet bruk av stekeovn. Antall minutter _____

Enrg13a1: Bruker du/dere vaskemaskin i boligen? __Ja->Enrg13a2 __Nei->Enrg13b1

Enrg13a2: Hvor mange ganger bruker du/dere denne vaskemaskinen i gjennomsnitt per måned?

Antall__

Enrg13b1: Bruker du/dere tørketrommel i boligen? __Ja->Enrg13b2 __Nei->Enrg13c1

Enrg13b2: Hvor mange ganger bruker du/dere denne tørketrommelen i gjennomsnitt per måned?

Antall__

Enrg13c1: Bruker du/dere oppvaskmaskin i boligen? __Ja->Enrg13c2 __Nei->Enrg14

Enrg13c2: Hvor mange ganger bruker du/dere denne oppvaskmaskinen i gjennomsnitt per måned?

Antall__

Enrg14a: Hva er nåværende kraftleverandørs navn? Navn_____

Enrg14b: Har husholdningen hatt mer enn én kraftleverandør de siste 12 måneder?

__Ja->Enrg14c __Nei->Enrg15

Enrg14c: Hva er tidligere kraftleverandørers navn? Opptil 9 svar mulig

Enrg15: Hvilken kontraktstype har dere for levering av elektrisitet til boligen?

__ Vanlig kontrakt

__ Markedspriskontrakt (basert på spotpris)

__ Annet, f.eks. fastpriskontrakt

Enrg17a: Så til noen spørsmål om lys og brensel i fritidshus siste 12 måneder. Hvor store utgifter hadde du/dere til elektrisitet _____ kroner

Enrg17b1: Har du/dere anskaffet ved til egen fritidsbolig i løpet av de siste 12 måneder

__Ja->VedEnhet __Nei->Enrg17c

VedEnhet: Vi vil gjerne vite mengde ved som er anskaffet. Er det greiest for deg å oppgi dette i sekker eller favner? __Favner->Antall __Sekker->Sekk

Sekk: Er det 100 liters, 80 liters eller 60 liters sekker? __100 liter __80 liter __60 liter

Antall: Hvor mange <VedEnhet> ved er anskaffet til fritidsbolig de siste 12 månedene? Antall__

Mengde: Ved kjøpt, omregnet til 80 liters sekker (regnes ut automatisk i bakgrunnen)

Enrg17c: Hvor mange liter parafin anskaffet dere til egen fritidsbolig siste 12 måneder? Antall__

Enrg16a: For å få et bedre grunnlag for statistikk og forskning på energibruk ber vi om tillatelse til å innhente opplysninger fra elektrisitetsverket om elektrisitesforbruk i husholdningens bolig for de siste avregningsperioder som dekker ett år. Opplysningene vil bli behandlet fortrolig og vil bare bli benyttet til forskning og statistiske formål. Gir du slik tillatelse? __Ja, jeg gir slik tillatelse->Enrg16b __Nei, jeg gir ikke tillatelse->Avslutt

Enrg16b: Abonentens navn, hvem står strømrregningen på?

Enrg16c: Målernummer_____

Takk for hjelpen!

Predikering av antall lyspunkter

Seksten husholdninger har ikke oppgitt antall lyspunkter i 2001. Vi har valgt å predikere antall lyspunkter for hver av disse ved å estimere antall lyspunkter for de som har oppgitt antallet som funksjon av boligareal, antall husholdningsmedlemmer og blokk. Tabell B1 viser estimeringsresultatene og B2 viser prediksjonsresultatene. Vi ser at det er husholdninger med stort areal og mange lyspunkter som ikke har oppgitt antallet.

Tabell B1. Estimering av antall lyspunkter, 971 husholdninger, 2001

	Parameter	p-verdi
Konstant	9,91	0,00
Boligareal	0,20	0,00
Antall husholdningsmedlemmer	1,11	0,01
Blokk	-6,05	0,00
R ²	0,42	

Tabell B2. Predikering av antall lyspunkter

Areal	Antall personer	Blokk	Predikert antall lyspunkter
200	4	0	54
260	3	0	65
200	3	0	53
240	3	0	61
160	5	0	47
90	4	0	32
140	3	0	41
110	6	0	39
95	4	0	33
200	6	0	57
200	3	0	53
200	4	0	54
300	2	0	72
152	6	0	47
55	1	0	22
350	7	0	88

Korrigerings for heteroskedastisitet

Heteroskedastisitet kan forekomme i denne modellen hvis variansen til restleddet i estimeringene er korrelert med forklaringsfaktorene (dummyvariablene for elektrisk utstyr). Vi har testet alle variable i estimeringene på det uveide utvalget for heteroskedastisitet, se tabell C1. Hvis vi sammenligner estimeringene med og uten korrigerings for heteroskedastisitet, ser vi at parameterestimaterne blir de samme. Signifikansnivået blir dårligere ved korrigerings for elektriske ovner,

kjøleskap og kombiskap og uspesifisert utstyr (konstantleddet), og bedre for elektrisk varmtvannsbereder, belysning, tørketrommel/tørkeskap, oppvaskmaskin, fryseboks, fryseskap og diverse verktøy. Årsaken er at vi i noen tilfeller overvurderer og i andre tilfeller undervurderer variansen til parameteren som estimeres.

Tabell C1. Sammenligning av estimeringsresultater med og uten korrigerings for heteroskedastisitet, uveid utvalg 2001

Variabel	Parameter OLS	Parameter heterosk.	p-verdi OLS	p-verdi heterosk.
Utstyr basert på elektrisitet (verdi 0 eller 1):				
Konstant	3790	3790	0,05	0,09
Elektriske ovner	3160	3160	0,03	0,07
Varmekabler	3020	3020	0,00	0,00
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	8634	8634	0,00	0,00
Elektrisk varmtvannsbereder	2456	2456	0,01	0,00
Belysning, antall lyspunkter > 10	2801	2801	0,02	0,01
Vaskemaskin	1858	1858	0,15	0,15
Tørketrommel eller tørkeskap	1242	1242	0,01	0,00
Oppvaskmaskin	886	886	0,15	0,11
Kjøleskap	1457	1457	0,02	0,03
Kombinert kjøle- og fryseskap	1264	1264	0,04	0,05
Fryseboks	615	615	0,25	0,21
Fryseskap	708	708	0,11	0,08
Hjemme-PC	1181	1181	0,02	0,02
Diverse el. verktøy, motorvarmer, kupévarmer	4936	4936	0,01	0,00
Interaksjonsvariable: *				
Antall elektriske ovner * elektrisk ovn	360	360	0,00	0,00
Vedovn * elektrisk ovn	1367	1367	0,02	0,02
Sentralfyr med olje, ved og ev. elektrisitet * elektrisk ovn	-6085	-6085	0,00	0,02
Elektrisitetspris * elektrisk ovn	-252	-252	0,00	0,00
Leietaker * elektrisk ovn	-1436	-1436	0,03	0,02
Boligen ubebodd om vinteren mer enn 15 dager * elektrisk ovn	-3672	-3672	0,12	0,20
Hedmark * elektrisk ovn	-1966	-1966	0,04	0,01
Våningshus * elektrisk ovn	-3260	-3260	0,00	0,02
Hus bygd før 1960 * elektrisk ovn	922	922	0,06	0,05
Areal med varmekabler * varmekabler	21	21	0,00	0,00
Graddager * varmekabler	1	1	0,13	0,07
Enpersonhusholdning * elektrisk varmtvannsbereder	-1350	-1350	0,17	0,13
Sparedusj * elektrisk varmtvannsbereder	-578	-578	0,20	0,16
Boligareal * belysning	19	19	0,00	0,00
Blokk * belysning	-2320	-2320	0,01	0,00
Inntekt * vaskemaskin	0	0	0,06	0,01
Enebolig * vaskemaskin	1565	1565	0,01	0,01
Antall tørketromlinger * tørketrommel	5	5	0,01	0,02
Antall vask med oppvaskmaskin * oppvaskmaskin	3	3	0,17	0,17
Antall husholdningsmedlemmer * oppvaskmaskin	781	781	0,00	0,00
Alder hovedperson * oppvaskmaskin	68	68	0,00	0,00
Enpersonhusholdning * kjøleskap	-1857	-1857	0,17	0,13
R ²			0,53	0,53

* Avvik fra gjennomsnittsverdi for de husholdningene som har det respektive utstyret multiplisert med utstyrsdummyene.

Formålsfordeling i 2001, veid og uveid utvalg

I kapittel 4 har vi presentert resultatene for en modell for veid utvalg, som skal gjelde for husholdningssektoren. For å studere betydningen av veiing har vi estimert en best mulig modell for det uveide utvalget.

Gjennomsnittsverdier for variablene i veid og uveid utvalg er gitt i tabell D1. Vi ser at for noen variable betyr ikke veiingen noe for gjennomsnittsverdiene, mens for andre variable betyr den svært mye. I det uveide utvalget er andelen énpersonhusholdninger 12 prosent, mens andelen i det veide utvalget stemmer overens med populasjonen (husholdningssektoren), dvs. 38 prosent. Elektrisitetsforbruket er om lag 2900 kWh høyere i uveid utvalg enn i veid utvalg.

De to siste kolonnene viser resultatene fra den økonometriske analysen av elektrisitetsforbruket (ligning 4) når vi bruker utvalgsdataene direkte uten å veie. For å sammenligne viser vi også de veide resultatene (samme som i tabell 4.1). Første kolonne angir forklaringsvariable, andre og fjerde kolonne viser parameterverdiene og tredje og femte kolonne viser signifikansnivå målt ved p-verdien. Første del av tabellen viser utstysvariablene, mens andre del viser interaksjonsvariablene. I hovedsak er utstyr som er funnet signifikant på minimum 15 prosent nivå tatt med. Unntak er fryseboks for uveid utvalg og oppvaskmaskin for veid utvalg (jf. kapittel 4.1). Årsaken til at fryseboks tas med er at parameterverdien for fryseboks har sett ut til å være relativt stabil, dvs. at vi har hatt estimeringsvarianter hvor signifikansnivået har vært bedre samtidig som parameterverdien ikke har endret seg betydelig.

Tabell D2 viser at mange parametre blir lavere når enpersonhusholdninger får høyere vekt. For kjøleskap ser vi at den veide parameteren er lavere enn den uveide, noe som stemmer overens med at vi finner at enpersonhusholdninger har lavere elektrisitetsforbruk til kjøleskap enn andre (interaksjonen mellom enpersonhusholdning og kjøleskap har negativ verdi). For varmekabler er anslaget på elektrisitetsforbruk lavere når vi veier, noe som har sin årsak i at enpersonhusholdninger har færre rom med varmekabler. For elektriske ovner og sentralfyr er det motsatt, fordi enpersonhusholdninger i større grad har basert oppvarmingen på kun elektrisitet. Høyere elektrisitetsforbruk til vaskemaskin, fryseboks og frysenskap i det veide enn i det uveide utvalget kan skyldes relativt forskjellig signifikansnivå. For varmtvannsforbruk, belysning, tørketrommel, oppvaskmaskin og hjemme-PC er elektrisitetsforbruket som forventet lavere i det veide utvalget (der enpersonhusholdningene har større vekt) enn i det uveide utvalget.

Tabell D1. Gjennomsnittsverdier for veid og uveid utvalg, Forbruksundersøkelsen 2001 (987 husholdninger)

Variabel	Veid gjennomsnitt	Uveid gjennomsnitt
Elektrisitetsforbruk (kWh)	17382	20271
Utstyr basert på elektrisitet (verdi 0 eller 1):		
Elektriske ovner	0,97	0,97
Varmekabler	0,63	0,71
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	0,01	0,02
Elektrisk varmtvannsbereder	0,86	0,90
Belysning, antall lyspunkter > 10	0,91	0,96
Vaskemaskin	0,94	0,97
Tørketrommel eller tørkeskap	0,41	0,53
Oppvaskmaskin	0,60	0,75
Kjøleskap	0,51	0,58
Kombinert kjøle- og frysenskap	0,54	0,50
Kjølerom	0,06	0,08
Fryseboks	0,60	0,71
Frysenskap	0,33	0,36
Hjemme-PC	0,59	0,72
Div. verktøy	0,01	0,01
Luft til luft varmpumpe	0,00	0,00
Berg/jord/sjø varmpumpe	0,00	0,00
Eier komfyr	0,96	0,97
Bruker komfyr	1,00	1,00
Eier TV	0,96	0,98
Utendørs varmekabler	0,03	0,03
Andre variable:		
Antall elektriske ovner	4,7	5,00
Antall rom med varmekabler	1,4	1,79
Vedovn eller peisovn (0 eller 1)	0,68	0,77
Sentralfyr med olje eller ved (0 eller 1)	0,02	0,02
Felles sentralfyr (0 eller 1)	0,13	0,09
Inntekt (kr)	337835	404546
Elektrisitetspris inkl. avgifter (øre/kWh)	55,9	55,9
Boligareal (m ²)	115	133,8
Våningshus (0 eller 1)	0,06	0,07
Enebolig (0 eller 1)	0,48	0,58
Blokk (0 eller 1)	0,20	0,12
Månedlig husleie > 0 (0 eller 1)	0,39	0,27
Boligen er ubebodd vinter > 15 dager (0 eller 1)	0,02	0,01
Areal med varmekabler (m ²)	28	37,1
Antall personer i husholdningen	2,3	3,12
Enpersonhusholdning (0 eller 1)	0,38	0,12
Alder på hovedperson (år)	47	45,3
Bruk av tørketrommel (antall per år)	50	77,6
Bruk av vaskemaskin (antall per år)	204	280,0
Bruk av oppvaskmaskin (antall per år)	114	166,9
Antall lyspunkter	34,1	39,4
Antall hjemme-PC-en	0,8	1,02
Antall kjøleskap	0,6	0,75
Antall kombiskap	0,6	0,56

Tabell D2. Estimert elektrisitetsforbruk i husholdningene, 2001. Veid og uveid utvalg. KWh

Variabel	Parameter (veid)	p-verdi (veid)	Parameter (uveid)	p-verdi (uveid)
Utstyr basert på elektrisitet (verdi 0 eller 1):				
Konstant	2812	0,05	3790	0,05
Elektriske ovner	3663	0,00	3160	0,03
Varmekabler	2566	0,00	3020	0,00
Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	11024	0,00	8634	0,00
Elektrisk varmtvannsbereder	2033	0,01	2456	0,01
Belysning, antall lyspunkter > 10	2046	0,01	2801	0,02
Vaskemaskin	2026	0,02	1858	0,15
Tørketrommel eller tørkeskap	792	0,07	1242	0,01
Oppvaskmaskin	751	0,17	886	0,15
Kjøleskap	1259	0,04	1457	0,02
Kombinert kjøle- og frysenskap	1539	0,01	1264	0,04
Kjølerom	1785	0,03		ikke signifikant
Fryseboks	869	0,07	615	0,25
Frysenskap	1016	0,02	708	0,11
Hjemme-PC	742	0,10	1181	0,02
Diverse el. verktøy, motorvarmer, kupévarmer	6787	0,00	4936	0,01
Interaksjonsvariable: #				
Antall elektriske ovner * elektrisk ovn	349	0,00	360	0,00
Vedovn * elektrisk ovn	885	0,08	1367	0,02
Sentralfyr med olje, ved og ev. elektrisitet * elektrisk ovn	-7104	0,00	-6085	0,00
Elektrisitetspris * elektrisk ovn	-1718	0,00	-252	0,00
Leietaker * elektrisk ovn	-4010	0,01	-1436	0,03
Boligen ubebodd om vinteren mer enn 15 dager * elektrisk ovn	-295	0,00	-3672	0,12
Hedmark * elektrisk ovn		ikke signifikant	-1966	0,04
Våningshus * elektrisk ovn		ikke signifikant	-3260	0,00
Hus bygd før 1960 * elektrisk ovn		ikke signifikant	922	0,06
Areal med varmekabler * varmekabler	23	0,00	21	0,00
Graddager * varmekabler		ikke signifikant	1	0,13
Boligareal * sentralfyr med elektrisitet og ev. olje, ved	75		0,01	ikke signifikant
Enpersonhusholdning * elektrisk varmtvannsbereder	-1105	0,10	-1350	0,17
Enebolig * elektrisk varmtvannsbereder	1283		0,04	ikke signifikant
Spareudsj * elektrisk varmtvannsbereder		ikke signifikant	-578	0,20
Boligareal * belysning	15	0,00	19	0,00
Blokk * belysning	-2117	0,00	-2320	0,01
Inntekt * vaskemaskin		ikke signifikant	0	0,06
Enebolig * vaskemaskin		ikke signifikant	1565	0,01
Antall tørketromlinger * tørketrommel	5	0,03	5	0,01
Enebolig * tørketrommel	1227	0,12		ikke signifikant
Inntekt * oppvaskmaskin	0	0,07		ikke signifikant
Antall manuelle oppvask * oppvaskmaskin	-13	0,23		ikke signifikant
Antall vask med oppvaskmaskin * oppvaskmaskin	3	0,28	3	0,17
Antall husholdningsmedlemmer * oppvaskmaskin	609	0,02	781	0,00
Alder hovedperson * oppvaskmaskin	26	0,23	68	0,00
Enpersonhusholdning * kjøleskap	-2070	0,01	-1857	0,17
R ²	0,594		0,531	

Avvik fra gjennomsnittsverdi for de husholdningene som har det respektive utstyret multiplisert med utstyrsdummyene.

Elektrisitetsforbruk spesifisert på ulike formål beregnes ved å ta utgangspunkt i de estimerte koeffisientene for utstyr i tabell D2 samt gjennomsnitt for disse variablene i tabell D1. Tabell D3 viser koeffisientestimatene og tilhørende gjennomsnittsverdier for uveid utvalg, mens tilsvarende for veid utvalg er gitt i kapittel 4.2. Siste kolonne i tabell D3 viser gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk til ulike formål for hele utvalget når vi har tatt hensyn til antall husholdninger som har hver utstyrstype. Dette summerer seg opp til gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk i utvalget (20271 kWh). De fleste har elektrisk varmtvannsbereder (90 prosent) og mer enn 10 lyspunkter i boligen (96 prosent), slik at anslagene kommer nær koeffisientverdiene. Selv om husholdninger med egen sentralfyr basert på elektrisitet

(og ev. ved, olje) bruker 8634 kWh mer enn andre husholdninger, er det bare to prosent som har slikt utstyr. Dermed blir det gjennomsnittlige anslaget på elektrisitetsforbruk for slikt oppvarmingsutstyr bare 131 kWh.

Tabell D3 viser at elektriske ovner i gjennomsnitt blant alle husholdningene bruker i overkant av 3000 kWh per år, elektriske varmekabler bruker snaut 2200 kWh og egen sentralfyr basert på elektrisitet og ev. ved og olje 131 kWh. I tillegg til elektrisitetsforbruk til boligoppvarming er elektrisitetsforbruk til belysning og varmtvann betydelig, og vaskemaskin er det enkeltapparatet som bidrar mest til elektrisitetsforbruket. Anslaget er på om lag 1800 kWh.

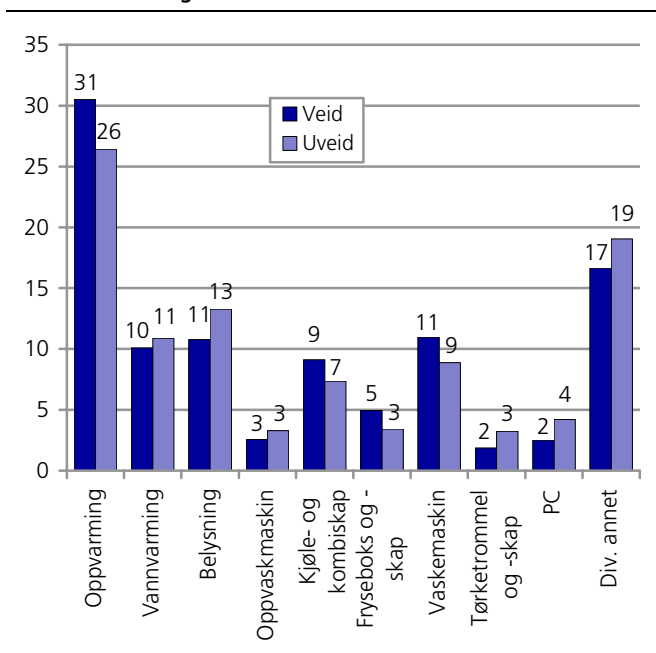
Tabell D3. Parametre og gjennomsnittsverdier for dummy-variablene. Uveid utvalg 2001

	Parameter (kWh)	Gjennomsnitt (andel)	Parameter* gjennomsnitt (kWh)
Konstant	3790	1,00	3790
Elektriske ovner	3160	0,97	3074
Varmekabler	3020	0,71	2151
Egen sentralfyr m/elektrisitet, inkl. kombi	8634	0,02	131
Elektrisk varmtvannsbereder	2456	0,90	2204
Belysning, antall lyspunkter > 10	2801	0,96	2690
Tørketrommel eller tørkeskap	1242	0,53	658
Vaskemaskin	1858	0,97	1799
Oppvaskmaskin	886	0,75	666
Kjøleskap	1457	0,58	852
Kombinert kjøle- og fryseskap	1264	0,50	638
Fryseboks	615	0,71	439
Fryseskap	708	0,36	257
Hjemme-PC	1181	0,72	852
Diverse verktøy	4936	0,01	70
Samlet elektrisitesforbruk			20271

I figur D1 viser vi estimatene for gjennomsnittlig elektrisitesforbruk til ulike formål for veid og uveid utvalg (siste kolonne i tabell 4.3 og D3). Elektrisitesforbruket er fordelt på 10 grupper: Oppvarming, varmtvann, belysning, oppvaskmaskin, kjøleutstyr, fryseutstyr, vaskemaskin, tørkeutstyr, hjemme-PC og alt annet (sum er lik 100). Varmtvann til dusj/bad og tappevann for husholdninger med sentralfyr med elektrisitet er tatt med i boligoppvarming. Komfyr er med i diverse annet.

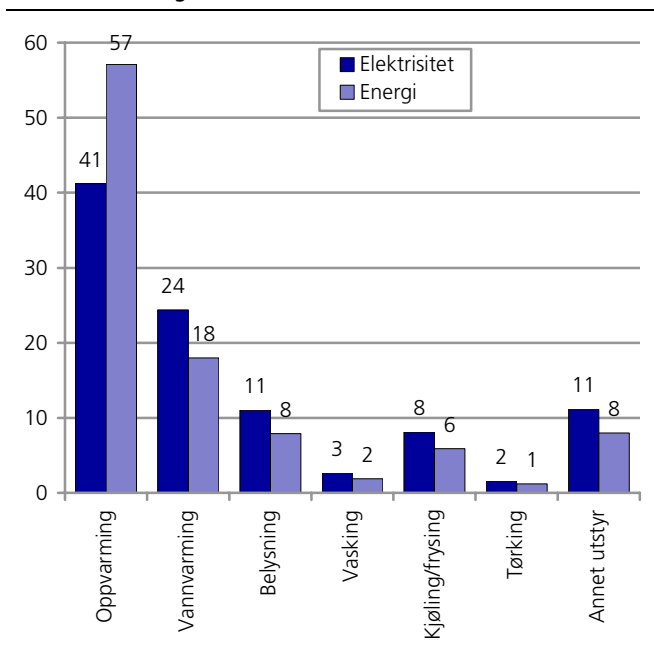
Figur D1 viser at oppvarming av boligen er den klart tyngste posten både for uveid og veid modell. Vi kan ha at husholdninger med få personer absolutt sett bruker mindre til et apparat, men at de relativt sett (som andel av sitt elektrisitesforbruk) bruker mer, og omvendt. Enpersonhusholdninger bruker i gjennomsnitt 12016 kWh, mens gjennomsnittlig elektrisitesforbruk for hele utvalget (veid) er 17382 kWh. Vi kan tolke figur D1 slik at små husholdninger relativt sett bruker mindre til varmtvann, lys, oppvaskmaskin, tørketrommel, PC og diverse annet og mer til oppvarming, kjøleskap og vaskemaskin enn store husholdninger. For oppvarming skyldes dette at husholdninger med få personer er mer avhengige av elektrisitet i oppvarmingen, samtidig som de har lavere samlet elektrisitesforbruk. For kjøleskap trekker lavere elektrisitesforbruk til dette apparatet for enpersonhusholdninger i retning av lavere andel, mens lavere samlet elektrisitesforbruk trekker i retning av større andel, og samlet sett er andelen til kjøleskap høyere for enpersonhusholdninger. For vaskemaskin kan årsaken være dårligere signifikansnivå og lavere parameterestimat i uveid modell.

Figur D1. Elektrisitesforbruk til ulike formål, veid og uveid utvalg 2001. Prosent



Formålsfordeling i 1990 basert på ERÅD

Figur E1. Formålsfordeling av elektrisitetsforbruk og energiforbruk, ERÅD 1990. Prosent



Kilde: Ljones mfl. (1992).

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter*Recent publications in the series Reports*

- 2004/25 T.P. Bø: Funksjonshemmede på arbeidsmarkedet. Rapport fra tilleggsundersøkesle til Arbeidskraftundersøkelsen (AKU) 2. kvartal 2004. 2004. 29s. 155 kr inkl. mva ISBN 82-537-6694-7
- 2004/26 M. Bråthen og K. Vetvik: Sykefravær og uførepensjon blant innvandrere ansatt i storbykommuner. 2004. 29s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6696-3
- 2004/27 K. Flugsrud, G. Haakonsen og K. Aaestad: Vedforbruk, og fyringsvaner i Trondheim og 2003 Bergen. 2004. 100s. 210 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6699-8
- 2004/28 M.I. Kirkeberg og J. Epland: Økonomi og levekår for ulike grupper, 2004. 2004 99s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6708-0
- 2004/29 R. Kjeldstad og E.H. Nymoen: Kvinner og menn i deltidsarbeid. Fordeling og forklaringer. 2004. 126s. 210 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6710-2
- 2005/1 J.E. Finnvold, J. Svalund og B. Paulsen: Etter innføring av fastlegeordning-brukervurderinger av allmennlegetjenesten. 2005. 91s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6716-1
- 2005/2 D. Fredriksen, K. M. Heide, E. Holmøy og I. Foldøy Solli: Makroøkonomiske virkninger av pensjonsreformer. Beregninger basert på forslag fra pensjonskommissjonen. 2005. 50s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6719-6
- 2005/3 E. Eng Eibak: Konsumprisindeks for Svalbard 2004. 2005 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6722-6
- 2005/4 B. Olsen: Flyktninger og arbeidsmarkedet 4. kvartal 2003. 2005. 30s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6724-2
- 2005/5 T.P. Bø. Ulike arbeidskontrakter og arbeidstidsordninger. Rapport fra tileggsundersøkelse til Arbeidskraftundersøkelse (AKU). 2. kvartal 2004. 2005. 33s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6735-8
- 2005/6 G. Berge, T. Kirkemo, R. Straumann og J.K. Undelstvedt: Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren 2003. 2005. 82s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6737-4
- 2005/7 E. Ugreniov: Levekår blant alenemødre. 2005. 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6745-5
- 2005/8 B. Halvorsen, B.M. Larsen og R. Nesbakken: pris- og inntektsfølsomhet i ulike husholdningers etterspørsel etter elektrisitet, fyringsoljer og ved. 2005. 38s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6752-8
- 2005/9 T. Skardhamar: Lovbruddskarrierer og levekår. En analyse av fødselskullet 1977. 2005. 47s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6760-9
- 2005/10 R.H. Kitterød: Hun jobber, de jobber. Arbeidstid blant par av småbarnsforeldre. 2005. 60s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6775-7
- 2005/11 M. Mogstad: Fattigdom i Stor-Osloregionen. 2005. 47s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6777-3
- 2005/12 Å. Cappelen, F. Foyen, T. Hægeland, K.A. Kjesbu, J. Møen, G. Petterson og A. Raknerud: Årsrapport for skatteFUNN-evalueringen - 2004. 2005. 40s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6780-3
- 2005/13 M. Greaker, P. Løkkevik og M. Aasgaard Walle: Utviklingen i den norske nasjonalformuen fra 1985- til 2004. Et eksempel på bærekraftig utvikling? 2005 44s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6789-7
- 2005/14 D. Ellingsen og V. Sky: Virksomheter som ofre for økonomisk kriminalitet. 2005. 33s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6805-2
- 2005/15 O.F. Vaage: Tid til arbeid. Arbeidstid blant ulike grupper og i ulike tidsperioder, belyst gjennom tidsbruksundersøkelsene 1971-2000. 2005. 33s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6807-9