

*Bente Halvorsen, Bodil M. Larsen  
og Runa Nesbakken*

**Pris- og inntektsfølsomhet i  
ulike husholdningers  
etterspørsel etter elektrisitet,  
fyringsoljer og ved**

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

ISBN 82-537-6752-8 Trykt versjon  
ISBN 82-537-6753-6 Elektronisk versjon  
ISSN 0806-2056

**Emnegruppe**  
01.03.10 Energi

Design: Enzo Finger Design  
Trykk: Statistisk sentralbyrå/202

<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbols in tables</b>	<b>Symbol</b>
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Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	: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

*Bente Halvorsen, Bodil M. Larsen og Runa Nesbakken*

## **Pris- og inntektsfølsomhet i ulike husholdningers etterspørsel etter elektrisitet, fyringsoljer og ved**

### **Rapporter 2005/8 • Statistisk sentralbyrå 2005**

I samfunnsdebatten kommer det ofte forslag om økte energiavgifter for å nå overordnede energi- og miljøpolitiske målsetninger. For å vurdere effekten av ulike økonomiske virkemidler er det viktig å ha god kunnskap om sammenhengen mellom energipriser og energjetterspørsel. Målet med analysen som rapporteres her er å beskrive heterogeniteten i husholdningenes energiforbruk, og da spesielt heterogeniteten i substitusjonsmulighetene mellom ulike energigoder avhengig av husholdningers muligheter til å konsumere ulike energigoder. Vi ser på en korttidsmodell hvor beholdningen av oppvarmingsutstyr er gitt. Innenfor en økonometrisk modell estimerer vi hvordan etterspørselen etter et energigode endres med priser, inntekt og bolig- og husholdningskarakteristika gitt at husholdningen velger å etterspørre godet. Blant husholdninger med mulighet for å konsumere et gode estimerer vi hvorfor noen husholdninger velger å etterspørre dette, mens andre velger null utgift til godet.

I analysen benytter vi en metode som tar hensyn til at mange husholdninger ikke har utgifter til ved, fyringsolje og parafin, enten fordi de ikke har oppvarmingsutstyr, eller fordi de velger ikke å utnytte alt utstyret de har. Blant husholdningene i utvalget har vel 80 prosent mulighet til å bruke ved, knapt 5 prosent har mulighet til å bruke fyringsolje og knapt 25 prosent har mulighet til å bruke parafin i oppvarmingen. Modellen vi estimerer tar også hensyn til heterogenitet i husholdningene når det gjelder ulike karakteristika ved bolig og husholdning med innflytelse på energjetterspørselen (boligtype, antall husholdningsmedlemmer, kapasiteten på ulikt oppvarmingsutstyr, etc.).

Vi finner at etterspørselen etter energigoder på kort sikt (for gitt utstyrsbeholdning) er relativt følsom for endringer i egenprisen. Det har i stor grad sammenheng med mulighetene for substitusjon mot andre energigoder for en relativt stor andel av husholdningene. Vi finner også at alle energigoder er normale nødvendighetsgoder. Resultatene viser at der husholdningene i gjennomsnitt har gode substitusjonsmuligheter, får vi positive krysspriseffekter. Vi finner også asymmetri i krysspriselastisitetene, spesielt mellom elektrisitet og ved som følge av at det ikke eksisterer substitusjonsmuligheter i elektrisitetsforbruket til elektriske husholdningsapparater og belysning.

Vi har også studert de husholdningene som velger ikke å benytte seg av tilgjengelig oppvarmingsutstyr. Vi finner at for de fleste energitypene er relative energipriser viktige forklaringsfaktorer for om husholdningen velger ikke å bruke utstyret. Ellers finner vi at husholdninger som velger å bruke oppvarmingsutstyr for ved eller oljer, i gjennomsnitt har lavere kapasitet på det elektriske oppvarmingsutstyret enn husholdninger som velger å ikke bruke utstyret

**Prosjektstøtte:** Norges Forskningsråd gjennom SAMSTEMT-programmet.



# Innhold

<b>1. Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Data</b> .....	<b>8</b>
2.1. Summarisk statistikk .....	9
<b>3. Modell for husholdningenes etterspørsel etter energi</b> .....	<b>11</b>
3.1. Husholdningens beslutningsproblem .....	11
<b>4. Beregning og tolkning av elastisiteter</b> .....	<b>14</b>
4.1. Beregning av elastisiteter .....	14
4.2. Substitusjon og krysspriselasiteter .....	14
<b>5. Estimeringsresultater</b> .....	<b>16</b>
5.1. Elektrisitetsutgifter .....	16
5.2. Oljeutgifter til kamin .....	18
5.3. Oljeutgifter til sentralfyр.....	20
5.4. Vedutgifter .....	20
<b>6. Pris- og inntektselastisiteter</b> .....	<b>23</b>
6.1. Cournot-elastisiteter .....	23
6.2. Slutsky-elastisiteter .....	24
<b>7. Hvem velger hjørneløsning?</b> .....	<b>26</b>
7.1. Summarisk statistikk .....	26
7.2. Estimeringsresultater .....	27
<b>8. Konklusjoner</b> .....	<b>29</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>31</b>
<b>Vedlegg</b>	
A. Summarisk statistikk .....	32
B. Stokastisk spesifikasjon og likelihood-funksjonen .....	34
<b>Tidligere utgitt på emneområdet</b> .....	<b>37</b>
<b>De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter</b> .....	<b>38</b>

# 1. Innledning

I samfunnsdebatten kommer det ofte forslag om økte energiavgifter for å nå overordnede energi- og miljøpolitiske målsetninger. For å vurdere effekten av ulike økonomiske virkemidler er det viktig å ha god kunnskap om sammenhengen mellom energipriser og energietterspørsel. I denne rapporten fokuserer vi på hvordan husholdningenes etterspørsel etter energigoder avhenger av endringer i priser og inntekt, f.eks. som følge av ulike politiske tiltak som tar sikte på å forandre husholdningenes stasjonære energiforbruk.

Ulike husholdningsgrupper har til dels svært ulik adferd i energimarkedene. Forskjellene kan skyldes ulikheter i behov (som antall husholdningsmedlemmer, boligareal, boligtype, etc.) og karakteristika som definerer husholdningens muligheter for å bruke ulike energikilder (som type oppvarmingsutstyr og kapasiteten på dette). En husholdning kan f.eks. ha null utgifter til et energigode enten fordi den ikke har utstyr som gjør det mulig å benytte dette godet, eller fordi husholdningen velger ikke å bruke det utstyret den har tilgjengelig. Det kan være ulike årsaker til at en husholdning velger ikke å benytte alt tilgjengelig oppvarmingsutstyr. For eksempel er det mest gunstig å benytte utstyret med relativt lavest pris, utstyret kan være gammelt eller lite effektivt eller energivaren kan være tungvinn å anskaffe.

Det er stor variasjon i beholdningen av oppvarmingsutstyr og elektriske husholdningsapparater, og dette gir stor variasjon i husholdningenes reaksjoner på endringer i energiprisene. Husholdninger som kun har mulighet til å bruke elektrisitet til oppvarming av boligen må enten redusere elektrisitetsforbruket eller få økte strømutgifter i perioder hvor elektrisitetsprisen øker. Andre husholdninger vil kunne bruke ved, fyringsolje eller parafin til oppvarming i slike perioder. Videre vil muligheten for å erstatte forbruk av én energivare med en annen avhenge av kapasiteten på det tilgjengelige oppvarmingsutstyret. Dersom husholdningen ikke har teknisk overkapasitet i oppvarmingen av boligen, vil den ikke ha reelle substitusjonsmuligheter mellom ulike energigoder på kalde vinterdager selv om husholdningen har muligheter til å benytte flere energigoder. Dette gjør at substitusjonsmulighetene

mellom ulike energibærere også varierer mellom husholdninger med samme type oppvarmingsutstyr, avhengig av kapasiteten på utstyret.

Denne heterogeniteten har gjort at det i våre tidligere analyser har vært vanskelig å få gode anslag på hvordan husholdningene reagerer på endringer i energipriser og inntekt (se Halvorsen mfl. 2005). Dette gjelder spesielt kryssprisindeffektene (effekten på forbruket av en energitype av prisendring på en annen energitype), fordi gode anslag på krysspriselastisitetene avhenger av en god beskrivelse av heterogeniteten i substitusjonsmulighetene for ulike grupper av husholdninger. Målet med analysen som rapporteres her er å ta hensyn til heterogeniteten i husholdningenes energiforbruk, og da spesielt få frem heterogeniteten i substitusjonsmulighetene mellom ulike energigoder. I de økonometriske estimeringene av etterspørselen etter ulike energigoder skiller vi mellom husholdninger som ikke har mulighet for å bruke ulike energigoder på grunn av manglende utstyr, og husholdninger med mulighet for å konsumere slike energigoder. Vi ser på en korttidsmodell hvor beholdningen av oppvarmingsutstyr er gitt fra historien. Vi beregner krysspriselastisitetene for anskaffelsen av et gode (f.eks. elektrisitet) som følge av en endring i prisen på et annet gode (f.eks. ved) kun for husholdninger som både har utgifter til elektrisitet og samtidig mulighet for å konsumere ved. Vi modellerer også hvordan etterspørselen avhenger av husholdningens behov, avhengig av f.eks. antall barn, boligareal og temperaturforhold. Vi vil kunne observere variasjon i elastisitetene både fordi de estimerte koeffisientene varierer mellom ulike husholdningsgrupper og fordi gjennomsnittsnivåene på variablene som inngår varierer mellom gruppene. Blant husholdninger med mulighet for å konsumere et gode estimerer vi hvorfor noen husholdninger velger å bruke det utstyret de har tilgjengelig, mens andre husholdninger velger å ikke benytte alt tilgjengelig utstyr.

Analysene baserer seg på utvalg av husholdninger fra forbruksundersøkelsene 1993 - 1995. Det er ulike typer usikkerhet knyttet til resultatene. Usikkerheten er knyttet til forutsetningene i den økonomiske og økonometriske modellen og til det at vi analyserer utvalg av hus-

holdninger og ikke populasjonen som helhet (alle husholdninger i Norge).

Kapittel 2 gir en beskrivelse av data. I kapittel 3 redegjør vi for den teoretiske modellen vi har benyttet. I kapittel 4 viser vi hvordan elastisitetene beregnes og tolkes i forhold til den teoretiske modellen. Kapittel 5 inneholder estimeringsresultatene for utgift til elektrisitet, olje til kamin, olje til sentralfyr og ved. Kapittel 6 inneholder resultater for pris- og inntektselastisiteter for utvalget av husholdninger som har oppvarmingsmulighet eller utgift, mens kapittel 7 beskriver husholdninger som velger nullutgifter. Kapittel 8 gir oppsummering og konklusjoner.

## 2. Data

Analysene i denne rapporten er basert på et datamateriale fra Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser med tilleggsspørsmål om energibruk og oppvarmingsutstyr (se Statistisk sentralbyrå, 1996 for mer informasjon om forbruksundersøkelsene). Til sammen inngår 3 492 husholdninger for årene 1993, 1994 og 1995 i analysen. Forbruksundersøkelsen inneholder informasjon om de enkelte husholdningenes årlige utgifter til elektrisitet, parafin, fyringsolje og ved. Disse utgiftstallene omfatter både anskaffelse til bolig og fritidsbolig. I tillegg til informasjon om vedutgifter og kvantum kjøpt ved, inneholder forbruksundersøkelsen informasjon om mengden ved som er hugget selv eller som husholdningen har fått i gave ("gratis" ved). Siden ved, parafin og fyringsolje kan lagres, må resultatene fra analysen tolkes som effekter på anskaffet mengde og ikke forbrukt mengde. Forbruksundersøkelsen med tilleggsspørsmål inneholder også informasjon om hva slags oppvarmingsutstyr og elektriske apparater husholdningen har, karakteristika ved husholdningen og boligen (blant annet størrelsen på boligen, hustypen og antall husholdningsmedlemmer) og hvor stor del av boligen som kan varmes opp på kalde dager med ulike typer oppvarmingsutstyr, dvs. kapasiteten på oppvarmingsutstyret.

Blant husholdningene med oljeanskaffelser har noen oppgitt anskaffelse av fyringsolje, men ikke tilgang til sentralfyr basert på olje. Blant disse husholdningene er det en del som oppgir at de har kaminer (enkeltstående ovner) basert på olje. Siden parafin ofte omtales som olje i dagligtale, har vi valgt å tolke utgiften til fyringsolje for husholdninger uten tilgang til sentralfyr, men med oljebasert kamin, som oljeutgifter til kamin. I analysene har vi valgt å skille mellom kjøp av olje til kamin og olje til sentralfyr. Årsaken er ulikheter i adferden knyttet til type oppvarmingsutstyr, siden et sentralfyranlegg varmer opp hele boligen, mens kaminer varmer opp en mer avgrenset del av boligen. De husholdningene som ikke har oppgitt noe utstyr, verken tilgang til sentralfyr eller oljekamin, kommer med i estimeringen av olje til sentralfyr.

Informasjon om inntekten til de ulike husholdningsmedlemmene er koblet på fra Ligningsregisteret og summert opp til husholdningens samlede inntekt. I denne analysen har vi brukt husholdningens bruttoinntekt hentet fra selvangivelsen, heretter referert til som husholdningens inntekt.<sup>1</sup> Elektrisitetspris er koblet mot husholdningene i utvalget etter hvilket elektrisitetsverk de har oppgitt som kraftleverandør. Prisinformasjonen er innhentet fra Norges vassdrags- og energidirektorat. Vi har benyttet standard variabel husholdningstariff (tidligere H4). Vedpriser, parafinpriser (pris på olje til kamin) og fyringsoljepriser er beregnet som utgift dividert med fysisk mengde for husholdninger som har rapportert begge deler i forbruksundersøkelsen. For andre husholdninger benyttes gjennomsnitt av disse prisene i fylket de tilhører. Vi forutsetter at husholdninger som har fått ved eller hugget den selv står overfor en alternativkostnad på ved som er lik markedspris. Vi har benyttet gjennomsnittlig pris på kjøpt ved for husholdninger på fylkesnivå.<sup>2</sup> Prisene for fyringsolje, parafin og ved er regnet om til 1995-pris per kWh nyttiggjort energi. Vi har forutsatt at virkningsgraden er 70, 75 og 65 prosent for henholdsvis fyringsolje, parafin og ved. Alle verdier for inntekter og utgifter er regnet om til realstørrelser (1995-kroner). Temperatur for alle kommuner som er med i forbruksundersøkelsen er innhentet fra Meteorologisk institutt. Temperaturen er gitt som årlige graddagstall og kobles etter bostedskommune. Graddagene er definert som summen av differansen mellom 17°C og gjennomsnittstemperaturen over døgnet for alle dager kaldere enn 17°C. Det innebærer at jo høyere graddagstall, jo kaldere er klimaet. Den detaljerte informasjonen om hver enkelt husholdning i utvalget gir mulighet til å estimere individuell adferd i husholdningenes energiforbruk som følger av forskjeller i oppvarmingsutstyr og andre karakteristika ved husholdning og bolig.

<sup>1</sup> Vi har ikke informasjon om husholdningenes kapitalinntekter og formue.

<sup>2</sup> Vi forutsetter da at husholdningene har lik adferd når det gjelder forbruk av ved de har fått og selvhugget ved som for forbruk av kjøpt ved.



Tabell 1. Gjennomsnittsverdier for husholdninger med elektrisitetsutgifter

	Alle	Mulighet for olje til kamin	Mulighet for olje til sentralfyr	Mulighet for ved
Antall observasjoner	3 401	830	147	2 745
Andel med mulighet, prosent	100	24	4	81
Andel med utgift blant de med mulighet, prosent	100	54	77	69
Utgifter, 1995-kr:				
Elektrisitet	10 132	10 386	8 710	10 762
Olje til kamin	373	1527	180	368
Olje til sentralfyr	257	70	5 949	246
Ved	1 243	852	931	1 541
Utstyr, antall:				
Elektriske ovner	5,1	5,9	1,9	5,3
Rom med varmekabler	1,5	1,2	1,2	1,7
Ovner for parafin/olje	0,1	0,5	0,1	0,1
Vedovner	1,1	0,8	1,0	1,3
Kombi-ovner for parafin og ved	0,1	0,6	0,0	0,2
Hovedoppvarming, %	63,1	31,4	55,1	29,6
Tilleggsoppvarming, %	50,3	35,2	11,6	51,4
Boligareal (m <sup>2</sup> )	129	130	157	137
Antall husholdningsmedlemmer	3,2	3,1	3,2	3,3

## 2.1. Summarisk statistikk

Tabellene 1 - 4 viser gjennomsnittsverdier for utvalgte variable for husholdninger som har utgifter til henholdsvis elektrisitet, olje til kamin, olje til sentralfyr og ved.<sup>3</sup> Tabell 1 viser gjennomsnittlige energiutgifter, utstyrsbeholdning, mm. for ulike grupper av husholdninger, avhengig av om de har utstyr som muliggjør bruk av parafin/olje til kamin, olje til sentralfyr eller ved til ovn/sentralfyr. Bare husholdninger som er registrert med utgift til elektrisitet er inkludert i tabellen.<sup>4</sup> Siden noen husholdninger har flere muligheter, vil andelen husholdninger med ulike oppvarmingsmuligheter summere seg til over 100.

Tabell 1 viser at ved er det mest vanlige alternativet til elektrisitet i oppvarmingen (81 prosent har mulighet for vedfyring), mens olje til sentralfyr er det minst vanlige (4 prosent har denne muligheten). Blant de som har mulighet for å benytte henholdsvis olje til kamin, olje til sentralfyr og ved er det flest som ikke har utgifter til parafin, mens andelen husholdninger med utgifter er høyest blant husholdninger som har sentralfyr basert på fyringsolje. Videre ser vi at i alle gruppene er utgiften til elektrisitet høyest og mye høyere enn den nest største energiutgiften. Ett unntak er husholdninger som bruker olje til sentralfyr, hvor oljeutgiftene til sentralfyr er relativt høye. Årsaken er at disse husholdningene i stor grad bruker olje til oppvarming og ikke elektrisitet. 55 prosent av hushold-

ningene i denne gruppen oppga olje til sentralfyr som hovedoppvarming, mens kun 12 prosent oppga at de brukte olje til sentralfyr som tilleggsoppvarming (en del av disse kan ha sentralfyr som kan bruke elektrisitet og/eller ved i tillegg til fyringsolje). I denne gruppen er det også færre elektriske ovner, og til en viss grad også rom med varmekabler, sammenlignet med gjennomsnittet for alle husholdningene og husholdninger med mulighet for å benytte ved, slik at de har en lavere kapasitet på utstyr basert på elektrisitet. Vi vil dermed forvente at husholdningene med mulighet for å benytte fyringsolje til sentralfyr har mindre mulighet for substitusjon mot elektrisitet sammenlignet med husholdninger som har mulighet for å benytte ved og parafin/olje til kamin. Husholdningsgruppen med tilgang til sentralfyr basert på olje har også klart større boligareal i gjennomsnitt.

Tabell 2 viser gjennomsnittsverdier for husholdninger som har utgifter til olje for kamin, fordelt på ulike husholdningsgrupper etter mulighet for bruk av olje til sentralfyr og mulighet for å bruke ved. Tabellen viser at blant de 449 husholdningene med oljeutgifter til kamin hadde de fleste også mulighet for å bruke ved til oppvarming. Hele 83 prosent av husholdningene i denne gruppen kan fyre med ved mens bare 2 prosent av disse husholdningene har mulighet for å bruke sentralfyr med olje. Av tabellen fremgår også at gjennomsnittlig antall rom med varmekabler er høyere og antall elektriske ovner lavere for husholdningene med oljebasert sentralfyr i tillegg til parafinkamin enn for de andre gruppene. Boligarealet og elektrisitetsutgiftene er høyere i gjennomsnitt for denne gruppen sammenlignet med henholdsvis husholdninger med vedmuligheter og alle husholdningene med oljeutgift til kamin.

<sup>3</sup> Summarisk statistikk for husholdningene i utvalget sett under ett (og ikke etter grupper) er gitt i Vedlegg A.

<sup>4</sup> Noen husholdninger er registrert med null utgift til elektrisitet i forbruksundersøkelsen. Det er ulike grunner til dette, bl.a. at elektrisitetsutgiftene er inkludert i husleien, elektrisitetsutgifter til næringsvirksomhet ikke kan skilles fra husholdningsforbruket, eller at strømmregningen betales av arbeidsgiver.

**Tabell 2. Gjennomsnittsverdier for husholdninger med utgifter til olje for kamin**

	Alle	Mulighet for olje til sentralfyr	Mulighet for ved
Antall observasjoner	449	9	371
Andel i prosent	100	2	83
Utgifter, 1995-kr:			
Elektrisitet	9 811	10 545	9 951
Olje til kamin	2 831	2 937	2 734
Olje til sentralfyr	33	1 669	40
Ved	693	599	839
Utstyr, antall:			
Elektriske ovner	5,6	2,9	5,6
Rom med varmekabler	1,2	2,6	1,3
Ovner for parafin/olje	0,6	0,4	0,5
Vedovner	0,9	0,9	1,0
Kombi-ovner for parafin og ved	0,5	0,0	0,6
Boligareal (m <sup>2</sup> )	132	175	136
Antall husholdningsmedlemmer	3,1	2,9	3,1

**Tabell 3. Gjennomsnittsverdier for husholdninger med utgifter til olje for sentralfyr**

	Alle	Mulighet for olje til kamin	Mulighet for ved
Antall observasjoner	118	7	87
Andel i prosent	100	6	74
Utgifter, 1995-kr:			
Elektrisitet	7 865	10 030	8 893
Olje til kamin	10	162	13
Olje til sentralfyr	7 591	8 331	7 760
Ved	827	1 401	1 122
Utstyr, antall:			
Elektriske ovner	1,6	2,7	1,9
Rom med varmekabler	1,0	1,1	1,3
Ovner for parafin/olje	0,0	0,4	0,0
Vedovner	1,0	0,7	1,3
Kombi-ovner for parafin og ved	0,0	0,7	0,1
Boligareal (m <sup>2</sup> )	157	158	169
Antall husholdningsmedlemmer	3,1	3,3	3,1

Tabell 3 viser gjennomsnittsverdier for de 118 husholdningene som hadde oljeutgifter til sentralfyr. 74 prosent av disse husholdningene har i tillegg muligheter for vedfyring, enten de har vedovn/peis eller kan fyre sentralfyren med ved i tillegg til fyringsolje. Bare 6 prosent (7 husholdninger) har mulighet for å bruke olje til kamin i tillegg (se også diskusjon av tabell 2). Husholdninger med mulighet for alternativ oppvarming (ved eller olje til kamin) har gjennomgående høyere energiutgifter enn husholdninger som kun baserer seg på oljefyrt sentralfyr. Her er det interessant å merke seg at gruppen med mulighet for olje til kamin har høyest utgifter til alle energigoder, og dermed høyest totale energiutgifter, selv om de ikke er i gruppen med høyest boligareal.

**Tabell 4. Gjennomsnittsverdier for husholdninger med utgifter til ved**

	Alle	Mulighet for olje til kamin	Mulighet for olje til sentralfyr
Antall observasjoner	1927	417	63
Andel i prosent:	100	22	3
Utgifter, 1995-kr:			
Elektrisitet	10 574	10 289	9 239
Olje til kamin	264	1 222	62
Olje til sentralfyr	189	99	5 768
Ved	2 241	1 711	2 290
Utstyr, antall:			
Elektriske ovner	5,2	5,8	2,0
Rom med varmekabler	1,7	1,2	1,4
Ovner for parafin/olje	0,1	0,4	0,1
Vedovner	1,4	1,0	1,4
Kombi-ovner for parafin og ved	0,1	0,7	0,1
Boligareal	139	133	172
Antall husholdningsmedlemmer	3,4	3,2	3,5

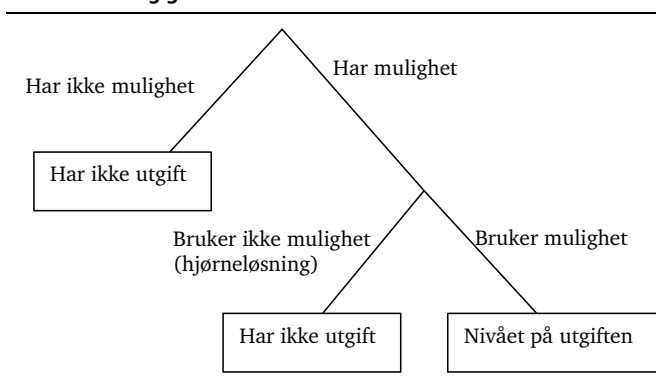
Tabell 4 viser gjennomsnittsverdier for husholdninger med utgifter til ved fordelt etter muligheter for å bruke ulike energigoder i oppvarmingen. Blant disse husholdningene er det 22 prosent som har mulighet for å bruke olje til kamin og 3 prosent som har mulighet til å bruke olje til sentralfyr. Det innebærer at hele 75 prosent av denne gruppen har ved som eneste alternativ til elektrisitet i oppvarmingen. Vi ser av tabellen at gruppen med sentralfyr basert på olje har høyere totale energikostnader i gjennomsnitt enn øvrige husholdninger. Vi ser også at husholdninger i denne gruppen har et betydelig større boligareal (noe som også sees av tabell 3). Igjen ser vi at husholdningene som har mulighet for å benytte fyringsolje har betydelig lavere kapasitet på det elektriske oppvarmingsutstyret sammenlignet med andre husholdninger. Utgiftene til ved er lavest i gjennomsnitt for husholdninger som har mulighet til å benytte olje til kamin.

### 3. Modell for husholdningenes etterspørsel etter energi

Norske husholdninger bruker primært fire typer energi til oppvarming: Elektrisitet, ved, fyringsolje og parafin. Vi observerer at det er mange husholdninger som har null utgifter til et energigode, spesielt med hensyn til parafin, fyringsolje og ved. Det er to grunner til at en husholdning har null utgifter til et energigode; den har ikke utstyr som gjør det mulig å bruke dette godet, eller den velger ikke å benytte alle de oppvarmingsmulighetene den har (dvs. den velger en hjørneløsning). Årsaken til hjørneløsning kan for eksempel være at energiprisene gjør det mer gunstig å bruke andre energikilder, at utstyret er gammelt eller lite effektivt, eller at energivaren er tungvinn å anskaffe.

Hvor stor kapasitet den enkelte husholdning har på ulike typer oppvarmingsutstyr varierer. Noen husholdninger kan bare bruke elektrisitet til oppvarming, mens andre kan varme opp hele eller store deler av boligen med flere typer oppvarmingsutstyr. Typen oppvarmingsutstyr, og kapasiteten på dette utstyret, vil være bestemmende for en husholdnings muligheter til å bruke, og substituere mellom, ulike typer energigoder. Jo større kapasitet og jo flere typer oppvarmingsutstyr husholdningen har, jo større muligheter har den til å tilpasse seg endringer i relative energipriser. Husholdningenes bruk av energi er også nært knyttet til andre fysiske karakteristika ved boligene enn oppvarmingsutstyret (for eksempel areal) og karakteristika ved husholdningene, som antall husholdningsmedlemmer og alderssammensetning.

**Figur 1.** Hvordan husholdningenes utgifter til et energigode avhenger av deres muligheter for å konsumere dette energigodet



Når husholdningenes etterspørsel etter energigoder skal estimeres, er det derfor viktig å modellere heterogeniteten mellom husholdningene, både med hensyn til ulike konsummuligheter på grunn av ulik beholdning av oppvarmingsutstyr og med hensyn til andre karakteristika ved boligen og husholdningen. Vi bruker en diskret-kontinuerlig valgmodell i estimeringene for å skille mellom husholdninger som har positive utgifter og husholdninger som har null utgifter til ett eller flere energigoder, enten fordi de ikke har muligheter for å konsumere eller fordi de velger en hjørneløsning. Denne modellen reflekterer strukturen i figur 1 og er nærmere beskrevet i vedlegg B (se avsnittet om double hurdle modellen). Gitt muligheten til å konsumere ulike energigoder, modellerer vi husholdningenes beslutningsproblem hvor vi tar hensyn til at husholdningen kan velge ikke å konsumere ett eller flere av godene den har muligheter for å konsumere. For husholdninger som velger å konsumere et gode, modelleres utgiftsfunksjonene til ulike goder avhengig av husholdningens konsummuligheter og andre bolig- og husholdningskarakteristika.

Analysen som presenteres i denne rapporten, begrenses til husholdningenes kortsiktige beslutninger om energietterspørsel. Det innebærer at vi forutsetter at husholdningenes beholdning av oppvarmingsutstyr er gitt. Vi ser ikke på hvordan endringer i relative energipriser vil påvirke husholdningenes valg av oppvarmingsutstyr, og vi kan derfor ikke si noe om langsiktige effekter på husholdningenes energietterspørsel av en endring i relative energipriser.

#### 3.1. Husholdningens beslutningsproblem

Den enkelte husholdning antas å maksimere nytten ( $U$ ) av sitt konsum med hensyn til alle goder ( $q_j^h$ ) husholdningen har muligheter til å konsumere, inkludert energigoder ( $j = 1, \dots, 4$ ), gitt husholdningens realinntekt ( $x^h$ ) og priser på alle goder ( $p_j^h$ ).<sup>5</sup> Nyttedefunksjonen antas å være kontinuerlig differensierbar, kvasi-konkav og stigende i konsumet av alle goder. Siden

<sup>5</sup> For å inkludere sparing kan ett av godene tolkes som "konsum i morgen".

ikke alle husholdninger har mulighet til å konsumere alle goder, dette gjelder spesielt energigoder, antar vi at husholdningen på kort sikt kun optimerer over de godene den har mulighet til å konsumere ( $J^h$ ). Vi forutsetter videre at husholdningens totale utgifter til alle goder skal være mindre enn eller lik inntekten:

$$\sum_j^{J^h} p_j^h q_j^h \leq x^h \text{ og at husholdningen ikke kan ha negativt}$$

konsum av et gode:  $q_j^h \geq 0 \quad \forall j=1,2,\dots,J^h$ . Dette gir følgende optimeringsproblem for husholdningen:

$$(1) \quad \max_{q_j^h} U^h(q_1^h, q_2^h, \dots, q_{J^h}^h; \theta^h) : \sum_j^{J^h} p_j^h q_j^h \leq x^h, \quad q_j^h \geq 0.$$

hvor  $\theta^h$  angir karakteristika ved husholdningen og boligen som er av betydning for konsumet. Siden nytten antas å øke med konsumet av alle goder, vil en husholdning alltid ønske å bruke hele inntekten og minst ett gode vil bli konsumert.

I denne analysen fokuserer vi på utgifter til energigoder. Derfor velger vi å slå sammen utgiftene til alle andre goder enn energi ( $i = 5$ ). Vi fokuserer på de fire viktigste energigodene: Elektrisitet ( $i = 1$ ), fyringsoljer til kaminer ( $i = 2$ ), fyringsolje til sentralfyr ( $i = 3$ ) og ved ( $i = 4$ ). Gode 5 inneholder alt annet konsum. Uten tap av generalitet kan vi bruke gode 5 som et referansegode. Vi modellerer valg av hjørneløsninger eksplisitt ved hjelp av et Kuhn-Tucker (K-T) beslutningsproblem. Nødvendig og tilstrekkelig betingelse for nyttemaksimering (K-T betingelsen) er gitt ved:

$$(2) \quad \frac{p_5 U_i' - p_i U_5'}{x^h} \leq 0 \leq q_i^h$$

$$\sum_j^{J^h} p_j^h q_j^h \leq x^h$$

hvor  $U_i' = \frac{\partial U^h(q_1^h, q_2^h, \dots, q_{J^h}^h; \theta^h)}{\partial q_i^h}$ . Dette optime-

ringsproblemet gir husholdning  $h$ s etterspørsel etter alle goder husholdningen har muligheter til å konsumere ( $j = 1, \dots, J^h$ ) som en funksjon av husholdningens inntekt og alle priser gitt karakteristika ved husholdningen og boligen ( $\theta^h$ ):

$$(3) \quad q_i^h = q_i^h(x^h, p_1^h, \dots, p_{5_n}^h; \theta^h) \geq 0$$

### Valg av hjørneløsning

Fra K-T betingelsen har vi at husholdningen vil velge ikke å konsumere gode  $i$  ( $q_i^h = 0$ ) selv om den har muligheten til å konsumere godet dersom den marginale substitusjonsbrøken er mindre enn det relative

prisforholdet mellom gode  $i$  og referansegodet

$$\left( \frac{U_i'}{U_5'} < \frac{p_i}{p_5} \right), \text{ dvs. dersom nytteøkningen av å få mer av}$$

gode  $i$  relativt til nytteøkningen av å få mer av referansegodet er mindre enn prisforholdet. Dersom husholdningen velger en indre løsning ( $q_i^h > 0$ ), vil den tilpasse seg der den marginale substitusjonsbrøken er lik det relative prisforholdet (dvs. der  $\frac{U_i'}{U_5'} = \frac{p_i}{p_5}$ ). Det betyr at

husholdningen bare vil velge en indre løsning og konsumere gode  $i$  dersom grensenytten av å konsumere den første enheten av godet relativt til grensenytten av annet konsum, overstiger kostnadene ved å konsumere denne enheten relativt til kostnadene ved annet konsum. Dersom den relative grensenytten er lavere enn den relative kostnaden, vil husholdningen velge en hjørneløsning.

I vår analyse har vi valgt å bruke samme stokastiske spesifisering av K-T problemet som i Wales and Woodland (1983). Se vedlegg B og Halvorsen og Nesbakken (2004) for mer informasjon om modellen og den økonomiske spesifiseringen av sannsynligheten for å observere en hjørneløsning.

### Modellering av energitgifter

Vi forutsetter at husholdningenes fordeling av utgifter på ulike goder, gitt at husholdningen velger å konsumere, kan beskrives ved hjelp av et Almost Ideal Demand System (AIDS).<sup>6</sup> I AIDS-modellen er husholdningens budsjettandel for gode  $i$  ( $w_i^h$ ) gitt ved:

$$(4) \quad w_i^h = \alpha_i^h + \sum_j^{J^h} \gamma_{ij}^h \log(p_j^h) + \beta_i^h \log(x^h),$$

hvor  $x^h = \frac{\bar{x}^h}{p^h}$  er realverdien og  $\bar{x}^h$  er den nominelle

verdien av inntekten for husholdning  $h$ , som en indikator for total forbruksutgift,

$$P^h = \alpha_0^h + \sum_{k=1}^h \alpha_k^h \ln p_k^h + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{jk}^h \ln p_k^h \ln p_j^h \text{ er en pris-}$$

indeks og  $p_i$  er prisen på energigode  $i$ . Vi antar at prisindeksen er lik for alle husholdninger, og gitt ved konsumprisindeksen. Vi summerer over alle  $k = 1, \dots, J_h$  og  $j = 1, \dots, J_h$ , hvor  $J_h$  er en vektor av alle goder husholdningen har mulighet til å konsumere.

For at utgiftsandel ligningene skal oppfylle forutsetningen om integrabilitet i tilfellet hvor husholdningene kan ha null konsum av enkelte goder må følgende betingelser være oppfylt:

<sup>6</sup> Se f.eks. Deaton and Muellbauer (1980) for mer informasjon om AIDS-modellen.

- (i)  $\sum_i^{I_h} \alpha_i^h = 1, \sum_i^{J_h} \gamma_{ij}^h = 0$  og  $\sum_i^{I_h} \beta_i^h = 0,$
- (ii)  $\sum_j^{J_h} \gamma_{ij}^h = 0$  og
- (iii)  $\gamma_{ij}^h = \gamma_{ji}^h.$

Ligningene i (i) sikrer at oppsummeringsbetingelsen er oppfylt, dvs. utgiftsandelsligningene summerer seg til én ( $\sum_i^{I_h} w_i^h = 1$ ) over de energigodene husholdningen har muligheter for å konsumere. Ligning (ii) sikrer at etterspørselsfunksjonene er homogene av grad 0 i priser og inntekt, og (iii) sikrer at Slutsky-matrisen er negativt semidefinit.

Ved å multiplisere begge sider i (4) med  $x^h$ , får vi ligningen på utgiftsform. Vi antar at husholdningens utgift til gode  $i$  ( $y_i^h$ ) består av et deterministisk ledd ( $\mu_i^h$ ), som vil være felles for husholdninger med samme karakteristika, og et stokastisk restledd ( $\varepsilon_i^h$ ) som fanger opp uforklart variasjon i estimeringene. Dette gir følgende stokastiske spesifisering av utgiftsfunksjonen for energigode  $i = 1, 2, 3, 4$ :

$$(5) \quad y_i^h = \mu_i^h + \varepsilon_i^h = \left[ \alpha_i^h + \sum_j^{J_h} \gamma_{ij}^h \log(p_j^h) \right] OE_j^h + \beta_i^h \log(x^h) x^h + \varepsilon_i^h.$$

For å sikre at kun priser på goder husholdningen har mulighet til å konsumere inngår i utgiftsligningen til den enkelte husholdning, multipliseres alle priser med en dummyvariabel  $OE_j^h$  som indikerer om husholdningen har mulighet for å konsumere gode  $j$  eller ikke. Siden dummyen er null dersom husholdningen ikke har mulighet til å konsumere godet, faller alle priser på goder husholdningen ikke har mulighet til å konsumere ut av utgiftsfunksjonen til den enkelte husholdning.

Vi forutsetter at restleddet er identisk, uavhengig og normalfordelt med forventning lik null,  $E(\varepsilon_i^h) = 0$ , og en varians,  $\sigma_i^{h^2}$ , som avhenger av karakteristika ved husholdningen. Årsaken til at vi ikke forutsetter konstant varians, er at det er rimelig å anta at man finner større spredning i tilpasningen i noen grupper av husholdninger enn andre. For eksempel er det grunn til å anta at variasjonen i forbruk av elektrisitet for husholdninger som har mulighet til å bruke alternativer til elektrisitet i oppvarmingen er større enn for husholdninger som ikke har denne muligheten, alt annet likt. Vi forutsetter også at restleddene er stokastisk uavhengige mellom husholdninger for samme goder og innen en husholdning for ulike goder. Det innebærer at vi forutsetter at  $E(\varepsilon_i^h \varepsilon_j^r) = 0$  for alle  $i \neq j$ , og  $h \neq r$ . Disse forutsetningene sikrer at den felles strukturen i

utgiftsfunksjonene fanger opp strukturen i husholdningenes adferd og at all variasjon utover dette kan tolkes som ikke-systematisk støy. Dersom forutsetningene er oppfylt, vil vi kunne tolke de estimerte effektene basert på et tverrsnittsdatasett som adferdsendringer selv om de er framkommet ved å sammenligne adferden til husholdninger med ulike priser og inntekt.

For å få fram heterogeniteten i husholdningenes tilpasning antar vi at koeffisientene i ugiftsligningene og standardavviket til restleddet varierer med karakteristika ved husholdningen og boligen, gitt ved:

$$(6) \quad \begin{aligned} \alpha_i^h &= \alpha_0^i + \sum_{n=1}^N \alpha_n^i \theta_n^h, \\ \gamma_{ij}^h &= \gamma_0^{ij} + \sum_{f=1}^F \gamma_f^{ij} \theta_f^h \quad \forall i = 1,2,3,4, j = 1,2,3,4, \\ \beta_i^h &= \beta_0^i + \sum_{k=1}^K \beta_k^i \theta_k^h \quad \text{og} \\ \sigma_i^h &= \sigma_0^i + \sum_{s=1}^S \sigma_s^i \theta_s^h. \end{aligned}$$

$\theta^h$  er ulike karakteristika ved husholdningen og boligen. Effektene på konstantleddet ( $\alpha_i^h$ ) åpner for at husholdningenes budsjettandeler til energigode  $i$  kan variere med for eksempel antall husholdningsmedlemmer, om husholdningen bor i en blokkleilighet eller enebolig, om den er leieboer, har felles sentralfyr, osv. Effektene via  $\gamma$ -ene og  $\beta$ -ene åpner for at henholdsvis prisfølsomheten og inntektsfølsomheten i etterspørselen kan variere med for eksempel kapasiteten på ulike typer oppvarmingsutstyr og andre karakteristika ved husholdningen. Ved å spesifisere standardavviket for hver enkelt husholdning får vi også korrigert for at variansen til restleddet ikke er konstant (heteroskedastisitet). Dette gir estimater på koeffisientene  $\alpha_i^h$ ,  $\gamma_{ij}^h$ ,  $\beta_i^h$  og  $\sigma_i^h$  som er unike for hver husholdning, avhengig av karakteristika ved denne husholdningen. Hvilke karakteristika som inngår i konstantleddet, pris- og inntektsparameterne og i standardavviket varierer mellom de ulike energivarene.<sup>7</sup> Tabell 6 - 9 i kapittel 5, som presenterer estimeringsresultatene, gir en oversikt over hvilke husholdnings- og boligkarakteristika som har signifikant effekt på de ulike parametre.

Utgiften til hver energibærer estimeres ved hjelp av Maximum Likelihood-estimering. Til dette benyttes prosedyren MINIMIZE i LIMDEP.

<sup>7</sup> N, F, K og S angir antall variable som inngår i hhv.  $\alpha_i^h$ ,  $\gamma_{ij}^h$ ,  $\beta_i^h$  og  $\sigma_i^h$  i ligning (6).

## 4. Beregning og tolkning av elastisiteter

Vi forventer at husholdninger med ulike karakteristika vil ha ulik adferd i energimarkedene. Spesielt vil forskjeller i oppvarmingsutstyret gi forskjeller i husholdningenes adferd. For eksempel er det rimelig å anta at en husholdning som har mulighet til å bruke flere energigoder til oppvarming vil reagere mer når det gjelder etterspørsel etter et energigode på endringer i energipriser enn husholdninger som kun kan bruke én energitype. Videre vil kryss- og egenpriselasititetene av en prisendring på f.eks. ved bare være definert for husholdninger som kan bruke ved til oppvarming. Også andre karakteristika forventes å ha innflytelse på adferden, som f.eks. inntekt og hustype. Vi ønsker derfor å analysere effekter av endringer i energipriser og inntekt for husholdninger med ulike karakteristika for å illustrere ulikheter i adferd mellom husholdninger. Spesielt ønsker vi å ta hensyn til effektene på adferden av heterogenitet mellom husholdninger når det gjelder tilgjengeligheten til oppvarmingsutstyr.

### 4.1. Beregning av elastisiteter

Den direkte priselasititeten er definert som prosentvis endring i forbruket ved én prosents endring i prisen på en vare, mens krysspriselasititeten er definert som prosentvis endring i forbruket av en vare når prisen på en annen vare endres med én prosent. Tilsvarende er inntektselasititeten definert som prosentvis endring i forbruket ved én prosents endring i inntekten. Tabell 5 viser hvordan de ulike elastisitetene beregnes for ulike energigoder for AIDS-modellen gitt ved ligningene (4) - (6).

**Tabell 5. Beregning av pris- og inntektselasiteter i en AIDS-modell**

Elastisitet	Formel	Gjelder for husholdninger med
Cournot, direkte priselasititet	$\hat{\epsilon}_{ii} = \frac{\hat{\gamma}_{ii}}{w_i} - 1$	Positiv utgift gode i
Cournot, krysspriselasititeter	$\hat{\epsilon}_{ij} = \frac{\hat{\gamma}_{ij}}{w_i}$	Positiv utgift gode i og samtidig mulighet for å bruke gode j
Inntektselasititet	$\hat{B}_i = \frac{\hat{\beta}_i}{w_i} + 1$	Positiv utgift gode i

I uttrykkene i tabellen indikerer  $\hat{\phantom{x}}$  estimerte verdier. De estimerte koeffisientene varierer med bolig- og husholdningskarakteristika, inntekt, osv. (se estimeringsresultatene i kapittel 5 og ligning 6). Utgiftsfunksjonen (se ligning 5) er kun definert for husholdninger med utgift til godet. Videre inkluderes kun priser for goder husholdningen har mulighet til å konsumere. Det gjør at elastisitetene også reflekterer disse begrensningene. For husholdninger i ulike grupper for energiutgift (lik null eller større enn null) og oppvarmingsmulighet har vi beregnet verdien for alle  $\gamma$ -er og  $\beta$ -er basert på gjennomsnittsverdiene for variablene som inngår ( $\theta$ ):

$$\hat{\gamma}_{ij} = \hat{\gamma}_0^{ij} + \sum_{f=1}^F \hat{\gamma}_f^{ij} \bar{\theta}_f \quad \text{og}$$

$$\hat{\beta}_i = \hat{\beta}_0^i + \sum_{k=1}^K \hat{\beta}_k^i \bar{\theta}_k \quad \forall i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, 3, 4.$$

Elastisitetene er beregnet ved å benytte de anslag på koeffisientene  $\gamma$  og  $\beta$  som da fremkommer. Budsjettandelene ( $w_i$ ) er også beregnet i ulike grupper for energiutgift og oppvarmingsmulighet basert på de observerte gjennomsnittsverdiene for utgift til energigode  $i$  og inntekt. Det innebærer f.eks. at krysspriselasititetene for anskaffelsen av gode  $i$  (f.eks. elektrisitet) som følge av en endring i prisen på gode  $j$  (f.eks. ved) kun er beregnet for husholdninger som har utgifter til gode  $i$  og samtidig mulighet for å konsumere gode  $j$ . Vi vil kunne observere variasjon i elastisitetene både fordi de estimerte koeffisientene og gjennomsnittsnivåene på variablene varierer mellom ulike husholdningsgrupper.

### 4.2. Substitusjon og krysspriselasiteter

Det er stor variasjon mellom husholdninger når det gjelder hvilke muligheter de har til substitusjon i oppvarmingen av boligen. Dette skyldes for det første at ulike husholdninger har ulik beholdning av oppvarmingsutstyr (oppvarmingsportefølje). For det andre vil mulighetene til reell substitusjon variere mellom husholdninger for gitt oppvarmingsportefølje. Dersom man f.eks. sammenligner to husholdninger med like

mange elektriske varmeovner og vedovner, kan det tenkes at den ene kan varme opp hele huset sitt enten med bare ved eller med bare elektrisitet, mens den andre varmer opp separate deler av boligen med ved og elektrisitet. Den første husholdningen vil da ha gode muligheter til å substituere mellom ulike energibærere ved endringer i relative energipriser, mens den andre har små eller ingen reelle substitusjonsmuligheter. I en særstilling er sentralfyringsanlegg som kun kan bruke én energibærer (f.eks. fyringsolje), og hvor det da ofte ikke er noen substitusjonsmuligheter i oppvarmingen. På den andre siden finner vi sentralfyringsanlegg som kan benytte to eller flere energibærere (f.eks. olje og elektrisitet), hvor man har perfekte substitusjonsmuligheter.

Substitusjonsmuligheter gir fleksibilitet som kan utnyttes når prisene endres. Slike sammenhenger kan analyseres ved bruk av Slutsky-ligningen, som sier noe om effektene på etterspørselen av prisendringer (alt annet gitt).

### Slutsky-ligningen

Avhengig av størrelsen på substitusjonsmulighetene, vil vi forvente ulike nivåer og fortegn på krysspriselasistitetene. Begrunnelsen finner vi i Slutsky-ligningen, som sier at effekten av endret pris på et gode på etterspørselen etter et annet gode (Cournot-effekten) kan dekomponeres i en substitusjonseffekt (Slutsky-effekt) og en inntektseffekt. Slutsky-ligningen på elastisitetsform er gitt ved:

$$(7) \quad e_{ij} = S_{ij} - \alpha_j E_i$$

der  $e_{ij}$  er prosentvis endring i etterspørselen etter gode  $i$  ved én prosents endring i prisen på gode  $j$  (Cournot-elastisiteten),  $S_{ij}$  er prosentvis endring i etterspørselen etter gode  $i$  ved én prosents endring i prisen på gode  $j$  dersom det samtidig gis inntektskompensasjon slik at husholdningen kan ha samme nyttenivå som før (Slutsky-elastisiteten),  $\alpha_j$  er budsjettandelen for gode  $j$  og  $E_i$  er prosentvis endring i etterspørselen etter gode  $i$  ved én prosents endring i inntekten (Engel-elastisiteten). For en nærmere diskusjon av Cournot- og Slutsky-elastisiteter, se Rødseth (1997).

Hvis  $S_{ij} > 0$ , er godene alternative i konsumet, dvs. de er substitutter. Hvis  $S_{ij} < 0$ , er godene komplementære, og hvis  $S_{ij} = 0$ , er de uavhengige. Budsjetteffekten ( $-\alpha_j E_i$ ) er alltid negativ for normale goder siden inntektselastisiteten er positiv. Dersom to energigoder kan brukes til å varme opp samme areal, vil vi forvente at de er alternative i konsumet (substitutter). Dersom de brukes til å varme opp hvert sitt areal, vil vi vente at de er uavhengige ( $S_{ij} = 0$ ). Dersom husholdningen kun bruker ett energigode til oppvarming, og dette ikke er

elektrisitet, vil vi vente at forbruket av elektrisitet og det godet som brukes til oppvarming er uavhengige.

De elastisitetene vi beregner på bakgrunn av estimeringene er Cournot-elastisiteter (se tabell 5). Fortegnet på krysspriselasistitetene (Cournot) vil avhenge av den relative størrelsen på substitusjonseffekten (representert ved  $S_{ij}$ ) og budsjetteffekten (representert ved  $-\alpha_j E_i$ ). Det relative styrkeforholdet mellom disse to effektene vil avhenge av substitusjonsmulighetene husholdningen har. Dersom godene er komplementære, vil begge effektene trekke i retning av negative Cournot-elastisiteter. Dersom godene er uavhengige, vil også krysspriselasistiteten bli negativ. Dersom godene er alternative, blir Cournot-elastisiteten positiv eller negativ avhengig av hvor sterk substitusjonen mellom de to godene er (gode substitusjonsmuligheter trekker i retning av en positiv krysspriselasistitet).

### Effekter på krysspriselasistitetene av bruk til ulike formål

I tillegg til kapasiteten på oppvarmingsutstyret, vil formålsfordelingen av energiforbruket påvirke størrelsen på krysspriselasistitetene. Elektrisitet brukes til mange formål, både romoppvarming, vannvarming, belysning og elektriske husholdningsapparater. Parafin, fyringsolje og ved brukes primært til oppvarming av boligen. Jo større del av elektrisitetsforbruket som går til oppvarming, jo større kan substitusjonsflaten mot andre energibærere være, og jo større (i absoluttverdi) kan effekten på etterspørselen etter elektrisitet av endringer i prisen på andre energigoder bli. Dette gjelder både for alternative og komplementære goder. Den delen av elektrisitetsforbruket som er el-spesifikk har derimot ingen substitusjonsflate mot andre energibærere. For denne delen av konsumet er  $S_{1j} = 0$  (se diskusjon av nøytrale goder over), mens  $S_{1j} > 0$  for den delen av elektrisitetsforbruk som går til oppvarming. Denne ulikheten i formålsfordelingen gjør at vi forventer asymmetri i krysspriselasistitetene mellom elektrisitet og andre energigoder. Effektene på elektrisitetsforbruket av en endring i prisen på et annet energigode er lavere enn effekten av endring i elektrisitetsprisen på forbruket av det andre godet ( $S_{1j} < S_{j1}$ ) siden store deler av elektrisitetsforbruket er el-spesifikt.

## 5. Estimeringsresultater

I dette kapitlet rapporterer vi resultatene fra estimeringene av utgiftene til elektrisitet, olje for kamin, olje for sentralfyr og ved (jf. ligning 5 og 6 samt vedlegg B). I estimeringene har vi med noen unntak (som har vært viktige for å identifisere strukturen i andre variabler) kun inkludert variable som har gitt signifikant effekt på minst 10 prosent nivå.

### 5.1. Elektrisitetsutgifter

Resultatene fra estimeringen av husholdningenes utgifter til elektrisitet er gjengitt i tabell 6. Resultatene er basert på 3 401 husholdninger som er registrert med utgift til elektrisitet i forbruksundersøkelsen. 91 husholdninger er registrert med null utgift til elektrisitet. Det er flere årsaker til dette, blant annet at strømutfgifter inngår i husleie, dekkes av arbeidsgiver og at det ikke er mulig å skille strøm til bolig og næringsformål. Disse husholdningene er ikke inkludert i estimeringen av egenskapene til elektrisitetsetterspørselen.

I andre kolonne av tabell 6 gjengis de estimerte koeffisientene og i siste kolonne p-verdiene. Estimeringsresultatene for utgiften til elektrisitet viser hvordan parametrene for konstantleddet, priser og inntekt i ligning (5) avhenger av ulike forklaringsfaktorer representert ved estimater på parametrene i ligning (6). Koeffisientene gir den partielle effekten av en variabel på utgiften, dvs. en sammenligning av utgiftsfunksjonene til to husholdninger som er helt like med unntak av den variabelen vi ser på. Standardavviket til elektrisitetsutgiften er ikke konstant, men avhenger av ulike forklaringsfaktorer. Parametrene i den estimerte sammenhengen for standardavviket gjengis i siste del av tabellen.

### Effekten av heterogenitet i konstantleddet

Resultatene i tabell 6 tyder på at enpersonhusholdninger og husholdninger som bor i blokkleiligheter, har en signifikant mindre elektrisitetsutgift enn andre husholdninger alt annet likt. Årsaken kan være at blokkleiligheter i stor grad er omgitt av oppvarmet areal på flere kanter slik at oppvarmingsbehovet per arealenhet er mindre enn i andre boligtyper. Vi ser også at husholdninger med felles sentralfyr har en signifikant lavere elektrisitetsutgift enn andre husholdninger. Årsaken er at disse husholdningene bruker mindre strøm til oppvarming av boligen i gjennomsnitt sammenlignet med husholdninger uten felles sentralfyr. Videre er elektrisitetsutgiften lav for husholdninger som leier boligen og for husholdninger som har flyttet inn i boligen i løpet av det siste året. Lav elektrisitetsutgift for husholdninger som leier bolig har sammenheng med at det ofte ikke er egen elektrisitetsmåler i hybler og at elektrisitetsutgiften inngår i husleia og ikke er spesifisert. Noen husholdninger har flyttet i løpet av siste år. Det innebærer at elektrisitetsutgiften gjelder for en kortere periode enn ett år. Husholdninger som eier vaskemaskin, oppvaskmaskin og tørketrommel har høyere elektrisitetsutgift enn husholdninger som ikke eier slike maskiner. Vi ser også at elektrisitetsutgiften er signifikant høyere dersom husholdningen bruker elektrisitet til hovedoppvarming eller bor i enebolig alt annet likt. Husholdninger som eier hytte har også en høyere elektrisitetsutgift enn andre husholdninger. Det skyldes at elektrisitetsutgifter oppgis samlet for boligen og hytta.



**Tabell 6. Estimeringsresultater for utgiften til elektrisitet**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
<i>Konstantleddet (<math>\alpha_1</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,6334	0,0000
Enpersonhusholdning (1,0)	-0,0273	0,0031
Bor i blokkleilighet (1,0)	-0,2046	0,0001
Eier hytte (1,0)	0,0167	0,0000
Har flyttet siste år (1,0)	-0,0206	0,0016
Leier boligen (1,0)	-0,0197	0,0001
Bor i enebolig (1,0)	0,0352	0,0000
Felles sentralfyr (1,0)	-0,0423	0,0030
Hovedoppvarming elektrisitet (1,0)	0,0179	0,0001
Eier vaskemaskin (1,0)	0,0355	0,0027
Eier oppvaskmaskin (1,0)	0,0149	0,0001
Eier tørketrommel (1,0)	0,0102	0,0012
<i>Parameteren for elektrisitetspris (<math>\gamma_{11}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,1656	0,0000
Antall elektriske ovner	0,0007	0,0000
Antall rom med varmekabler	0,0013	0,0000
Boligens nettoareal (m <sup>2</sup> )	0,0002	0,0001
Inntektsdesil	-0,0205	0,0000
Antall personer i husholdningen	0,0044	0,0000
<i>Parameteren for pris på olje til kamin (<math>\gamma_{12}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0115	0,0198
Antall graddager	0,0027	0,0788
Kapasitet el.oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	0,0019	0,0001
<i>Parameteren for pris på olje til sentralfyr (<math>\gamma_{13}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0291	0,0000
Sentralfyr med elektrisitet og olje (1,0)	0,0090	0,0041
Inntektsdesil	0,0023	0,0019
<i>Parameteren for pris på ved (<math>\gamma_{14}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0123	0,0004
Inntektsdesil	-0,0014	0,0019
Antall vedovner	0,0019	0,0000
Bor i enebolig (1,0)	-0,0044	0,0475
Hovedoppvarming vedfyring (1,0)	-0,0033	0,0161
<i>Parameteren for inntekt (<math>\beta_1</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,3170	0,0000
Boligens nettoareal (m <sup>2</sup> )	-0,0001	0,0263
Antall barn under 20 år	-0,0020	0,0010
Bor i blokkleilighet (1,0)	0,0463	0,0010
Inntektsdesil	0,0197	0,0000
Avgiftsfritak (1,0)	-0,0076	0,0148
<i>Standardavvik (<math>\sigma_1</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,7731	0,0000
Antall personer i husholdningen	0,0263	0,0001
Boligens nettoareal (m <sup>2</sup> )	0,0027	0,0000
Kapasitet oljeoppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	-0,0544	0,0000

## Effektene av energipriser og inntekt

Koeffisienten foran egenprisen ( $\gamma_{11}$ ) indikerer hvor følsom husholdningens elektrisitetsutgift er med hensyn til endringer i elektrisitetsprisen. Dersom koeffisienten er positiv, indikerer det at jo større koeffisient jo mindre er den direkte priselastisiteten (målt i tallverdi), jf. tabell 5. Vi ser av tabell 6 at de fleste variablene som er inkludert i denne estimeringen, bidrar til å redusere priselastisiteten (positivt fortegn). Det vil si at husholdningenes følsomhet for endring i elektrisitetsprisen reduseres med antall elektriske ovner, antall rom med varmekabler, boligens nettoareal og antall husholdningsmedlemmer. Prisfølsomheten stiger imidlertid med inntektsdesil (mer negativ elastisitet).<sup>8</sup> Det innebærer at husholdninger i de høyeste innteksgruppene reagerer mer på prisendringer enn husholdninger i de laveste innteksgruppene. Årsaker til dette kan være at lavinntekts-husholdninger har mindre muligheter til substitusjon mot andre energikilder og at energiforbruket har mer nødvendighetspreg.

Krysspriseeffektene er beregnet for husholdninger med utgift til energigodet vi studerer og mulighet for å bruke de respektive energivarene som får prisendring. Variable med positiv effekt på krysspriseeffekten (positiv koeffisient) trekker i retning av større positiv krysspriselastisitet jo større verdien på variabelen er. Vi ser at elektrisitetsetterspørrelsens følsomhet overfor endringer i prisen på olje til kaminer ( $\gamma_{12}$ ) er større jo kaldere det er i området hvor husholdningen bor og jo bedre kapasitet på oppvarmingsutstyr basert på elektrisitet.

Estimering av effekten av fyringsoljeprisen på elektrisitetsutgiften ( $\gamma_{13}$ ) viser at husholdninger som har sentralfyr med både elektrisitet og olje, reagerer mer på endringer i prisen på olje til sentralfyr enn andre husholdninger. Det har sammenheng med at disse husholdningene har svært god mulighet for å utnytte den energivaren som til enhver tid er billigst. Sentralfyr med oljekjele og el-kolbe gjør det mulig å varme opp hele boligen med hver av de to energivarene, slik at det vil være snakk om full substitusjon mellom energigoder for slike husholdninger. Husholdninger i de høyeste innteksgruppene (desilene) reagerer mest på endringer i fyringsoljeprisen. Det kan ha sammenheng med at det blant husholdninger med mulighet for å bruke fyringsolje er de med høy inntekt som har størst muligheter for substitusjon mot elektrisitet fordi de i større grad enn lavinntekts-husholdninger har utstyr som for eksempel elektriske varmekabler eller panelovner (større overkapasitet på oppvarmingsutstyret).

Ser vi på hvordan elektrisitetutgiften endres ved endringer i vedprisen, øker prisfølsomheten med økt antall vedovner, mens vedprisfølsomheten er lavere for husholdninger med ved som hovedoppvarming enn for andre husholdninger. Blant husholdningene med ved som hovedoppvarming (f.eks. sentralfyr med ved eller 'en vedovn i hvert rom') er det lite substitusjon mot elektrisitet. Blant de som ikke har ved som hovedoppvarming, er det slik at jo flere vedovner, jo større substitusjon mot elektrisitet, alt annet likt. Husholdninger som bor i enebolig og husholdninger i de høyeste innteksgruppene har lavere følsomhet i elektrisitetsetterspørrelsen når det gjelder vedprisen enn husholdninger i andre boligtyper og innteksgrupper med vedmulighet.

Til slutt ser vi på hvordan elektrisitetsutgiften endres med inntekten. Husholdninger med stort boligareal og mange barn er mindre inntektsfølsomme enn andre husholdninger. Vi ser også at inntektsfølsomheten er stor blant husholdninger i blokk og husholdninger i høyinnteksgrupper. Husholdninger med avgiftsfritak på strøm (el-avgift og mva), dvs. husholdninger i Nord-Norge, er mindre inntektsfølsomme.

## Spredning i utgiftene

Det er grunn til å tro at det er ulik spredning i elektrisitetutgiftene i ulike grupper av husholdninger avhengig av karakteristika ved husholdningene (heteroskedastisitet). For eksempel er det rimelig å tro at husholdninger med flere oppvarmingsmuligheter har størst variasjon i elektrisitetutgiften. Vi har derfor tatt hensyn til slik heterogenitet ved estimeringen av standardavviket til elektrisitetutgiften. Resultatene viser at variasjonen i elektrisitetutgiftene øker med husholdningsstørrelse og boligareal, mens den avtar med høy kapasitet på oppvarmingsutstyr basert på parafin og/eller fyringsolje. Det siste kan skyldes at husholdninger med høy kapasitet på oljebasert oppvarmingsutstyr (sentralfyr) bruker lite elektrisitet til oppvarming og at variasjonen i elektrisitetutgiftene til husholdningsapparater er lavere enn variasjonen i elektrisitet til oppvarming.

## 5.2. Oljeutgifter til kamin

I tabell 7 har vi gjengitt resultatene fra estimeringen av oljeutgifter til kamin. Resultatene er basert på de 454 husholdningene i utvalget som er registrert med positiv oljeutgift til kamin (838 husholdninger har mulighet for å benytte olje til kamin). Resultatene for hvorfor husholdningene velger en hjørneløsning (null i utgift) er rapportert i kapittel 7. I andre kolonne av tabellen inngår de estimerte koeffisientene og i siste kolonne p-verdiene. Tabellen gjengir resultatene fra ligningen for den forventede utgiften, og det estimerte standardavviket til oljeutgifter til kamin. Ligningen for den forventede utgiften er delt inn i et konstantledd og effekter av endret egenpris, endret pris på andre energigoder samt endret inntekt. Alle disse effektene avhenger

<sup>8</sup> Inntektsdesilene finnes ved å rangere alle husholdningene etter inntekt og dele husholdningsutvalget inn i 10 like store grupper. For eksempel omfatter 1. desil de 10 prosent av husholdningene som har lavest inntekt, mens 10. desil omfatter de 10 prosent av husholdningene som har høyest inntekt.

av ulike karakteristika ved husholdningen (jf. ligning 6) og boligen, fordi husholdninger med ulike karakteristika reagerer forskjellig på f.eks. en endring i elektrisitetsprisen.

### Effekten av heterogenitet i konstantleddet

Vi ser av tabell 7 at utgiften (via konstantleddet) stiger med alderen på hovedbidragsyter og kapasiteten på vedutstyret. Den er også høyere for enpersonhusholdninger og husholdninger som bor i eneboliger (den siste er ikke signifikant, men var nødvendig for å få konvergens). Utgiften synker signifikant med inntektsdesil, dvs. at husholdninger med høy husholdningsinntekt har en signifikant lavere utgift til olje til kamin enn husholdninger i lavere inntektsgrupper, alt annet likt.

### Effektene av energipriser og inntekt

Ser vi på hvordan utgiften til olje til kamin påvirkes av endringer i oljeprisen til kamin (egenprisen), ser vi at prisfølsomheten er signifikant lavere (positivt fortegn) for husholdninger som bruker olje til kamin som ho-

vedoppvarming og for husholdninger som har fritak for elektrisitetsavgift (dvs. husholdninger i Nord-Troms og Finnmark). Videre ser vi at etterspørselen er mindre følsom (negativt fortegn) overfor endringer i elektrisitetsprisen for husholdninger med høy kapasitet på vedutstyret, og mer prisfølsom for husholdninger med høy kapasitet på oljekaminer og for husholdninger som kjøper store kvanta med olje til kamin. Vi ser også at følsomheten overfor endringer i vedprisen er lavere for husholdninger med høy kapasitet på det elektriske oppvarmingsutstyret.

Til slutt ser vi at inntektsfølsomheten for etterspørselen etter olje til kamin reduseres med alderen på hovedbidragsyter, og er lavere for husholdninger som bruker oljekamin til hovedoppvarming og for husholdninger som kjøper store kvanta enn for andre husholdninger.

Vi finner ingen systematiske variasjoner i spredningen av oljeutgifter til kamin mellom ulike husholdningsgrupper.

**Tabell 7. Estimeringsresultater for oljeutgifter til kamin**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
<i>Effekt av heterogenitet i konstantleddet (<math>\alpha_2</math>):</i>		
Konstant	-0,0471	0,6111
Alder hovedbidragsyter	0,0040	0,0001
Kapasitet vedoppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	0,0894	0,0176
Inntektsdesil (1, 2, ..., 10)	-0,0038	0,0265
Enpersonhusholdning (1, 0)	0,0291	0,0046
Bor i enebolig (1, 0)	0,0037	0,2550
<i>Parameteren for elektrisitetspris (<math>\gamma_{21}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0053	0,8095
Kapasitet vedoppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	-0,0246	0,0145
Kapasitet parafinutstyr (0,1,2,3,4)	0,0013	0,0004
Små- eller storkjøp (0, 1, 2, 3)	0,0279	0,0000
<i>Parameteren for pris på olje til kamin (<math>\gamma_{22}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0129	0,0133
Hovedoppvarming olje til kamin (1, 0)	0,0404	0,0000
Fritak fra el-avgiften (1, 0)	0,0058	0,0042
<i>Parameteren for pris på olje til sentralfyr (<math>\gamma_{23}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0022	0,1985
<i>Parameteren for pris på ved (<math>\gamma_{24}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0010	0,3794
Kapasitet el-oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	-0,0008	0,0020
<i>Parameteren for inntekt (<math>\beta_2</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0373	0,0482
Alder hovedbidragsyter	-0,0010	0,0002
Hovedoppvarming olje til kamin (1, 0)	-0,0368	0,0000
Små- eller storkjøp (0, 1, 2, 3)	-0,0198	0,0000
<i>Standardavvik (<math>\sigma_2</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0837	0,0188

Tabell 8. Estimeringsresultater for oljeutgifter til sentralfyr

Variabel	Koeffisient	p-verdi
<i>Effekt av heterogenitet i konstantleddet (<math>\alpha_3</math>):</i>		
Konstant	-0,9007	0,0417
Alder hovedbidragsyter	0,0177	0,0034
<i>Parameteren for elektrisitetspris (<math>\gamma_{31}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0882	0,3969
Boligens netto boligareal (m <sup>2</sup> )	0,0001	0,0229
<i>Parameteren for pris på olje til kamin (<math>\gamma_{32}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0044	0,5642
<i>Parameteren for pris på fyringsolje til sentralfyr (<math>\gamma_{33}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0803	0,0013
Inntektsgruppe (1, 2, ..., 10)	-0,0034	0,1326
<i>Parameteren for pris på ved (<math>\gamma_{34}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0015	0,8068
<i>Parameteren for inntekt (<math>\beta_3</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0819	0,3240
Alder hovedbidragsyter	-0,0040	0,0113
Antall husholdningsmedlemmer	0,0033	0,0439
<i>Standardavvik (<math>\sigma_3</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	1,1785	0,0000

### 5.3. Oljeutgifter til sentralfyr

I tabell 8 har vi gjengitt resultatene fra estimeringen av oljeutgiftene til sentralfyr. Resultatene er basert på de 118 husholdningene med registrert oljeutgift til sentralfyr (154 husholdninger har mulighet for å benytte olje til sentralfyr). Resultatene for husholdninger som velger en hjørneløsning er rapportert i kapittel 7. I andre kolonne av tabell 8 inngår de estimerte koeffisientene og i siste kolonne p-verdiene. Vi gjengir resultatene fra ligningen for den forventede utgiften, og det estimerte standardavviket til oljeutgifter til sentralfyr. Ligningen for den forventede utgiften er delt inn i konstantledd og effekter av endret egenpris, endret pris på andre energigoder samt endret inntekt. Alle disse effektene avhenger av ulike karakteristika ved husholdningen (jf. ligning 6) og boligen slik at husholdninger med ulike karakteristika reagerer forskjellig på f.eks. en endring i elektrisitetsprisen.

Siden få husholdninger har oljeutgifter til sentralfyr, har vi ikke vært i stand til å identifisere mye heterogenitet i etterspørselen. Vi har funnet at husholdninger med eldre hovedbidragsyter har en høyere utgift til olje til sentralfyr enn yngre husholdninger. Videre har vi funnet at husholdninger som bor i store hus er mest følsomme overfor endringer i elektrisitetsprisen og at høyinntektshusholdninger er mer egenprisfølsomme (negativ koeffisient) enn lavinntektshusholdninger. Vi finner også at inntektsfølsomheten stiger med antall husholdningsmedlemmer og reduseres med alderen til hovedbidragsyter.

### 5.4. Vedutgifter

I tabell 9 har vi gjengitt resultatene fra estimeringen av utgifter til ved. Resultatene er basert på de 1 938 husholdningene i utvalget som er registrert med positive vedutgifter (2 797 husholdninger har mulighet for å benytte ved). Resultatene for husholdninger som velger en hjørneløsning er rapportert i kapittel 7. I andre kolonne av tabell 9 inngår de estimerte koeffisientene og i siste kolonne p-verdiene. Tabellen gjengir resultatene fra ligningen for den forventede utgiften, og det estimerte standardavviket til oljeutgifter til kamin. Ligningen for den forventede utgiften er delt inn i et konstantledd og effekter av endret egenpris, endret pris på andre energigoder samt endret inntekt. Alle disse effektene avhenger av ulike karakteristika ved husholdningen (jf. ligning 6) og boligen slik at husholdninger med ulike karakteristika reagerer forskjellig på f.eks. en endring i elektrisitetsprisen.

#### Effekten av heterogenitet i konstantleddet

Vi ser fra tabellen at utgiften til ved (konstantleddet) er lav for husholdninger med høy kapasitet på det elektriske oppvarmingsutstyret, alt annet likt. Dette skyldes trolig at høy kapasitet på det elektriske oppvarmingsutstyret indikerer at de i stor grad baserer seg på elektrisitet i oppvarmingen. Husholdninger som bor i eneboliger har en signifikant større utgift til ved enn andre husholdninger. Videre ser vi at utgiften stiger med andelen "gratis" ved som husholdningen anskaffer. Det innebærer at husholdninger som baserer seg på selvhogst og/eller gaver bruker mer ved enn husholdninger som hovedsakelig kjøper ved fra vedforhandle-

re, butikker og bensinstasjoner. At utgiften også er større skyldes av vi i estimeringen har vi antatt at verdien av "gratis" ved er lik alternativkostnaden, gitt ved gjennomsnittlig kjøperpris i markedet. Husholdninger som er registrert med positive kvanta både for kjøpt ved og ved de har fått eller hugget selv har et større vedforbruk enn husholdninger som enten bare hugger selv eller som kjøper all veden. Det er uklart om kvantum selvhugd ved, hvor man f.eks. har gitt grunneier en kompensasjon, kun skal føres som fått/selvhugd ved eller om denne anskaffelsen også skal føres som kjøpt ved i forbruksundersøkelsen. Her kan praksis ha variert mellom husholdningene og intervjuerne. Estimeringsresultatene for variabelen som angir både kjøpt ved og ved de har fått eller hugget selv indikerer at flere husholdninger har ført anskaffelsen av denne veden begge steder. Denne variabelen er tatt med for å korrigere estimeringene for slike dobbeltføringer.

### Effektene av energipriser og inntekt

Ser vi på effektene på vedutgiften av en endring i vedprisen ( $\gamma_{44}$ ) ser vi at egenprisfølsomheten er lavere

(positivt fortegn) i husholdninger som har sentralfyringsanlegg med ved, bor i våningshus, har høy kapasitet på det vedbaserte oppvarmingsutstyret og hvor boligarealet er høyt. Dette er husholdninger som bruker en relativt stor andel ved i oppvarmingen. Trolig skyldes disse resultatene at husholdninger som har utstrakt bruk av ved, ikke har tilstrekkelig kapasitet på alternativt oppvarmingsutstyr til å erstatte ved fullt ut med andre energigoder. Det gjør dem mindre følsomme overfor endringer i vedprisen.

Vedeterspørselens følsomhet overfor endringer i elektrisitetsprisen ( $\gamma_{41}$ ) er lavere for husholdninger i høyere inntektsgrupper enn for mindre velstående husholdninger. Når det gjelder endringer i vedeterspørselen som følge av endringer i pris på olje til kamin og sentralfyr ( $\gamma_{42}, \gamma_{43}$ ), har vi ikke funnet noen signifikante sammenhenger.

**Tabell 9. Estimeringsresultater for utgifter til ved**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
<i>Effekt av heterogenitet i konstantleddet (<math>\alpha_4</math>):</i>		
Konstant	0,0451	0,2868
Andel gratis ved	0,0776	0,0019
Kapasitet el.oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	-0,0022	0,0258
Bor i enebolig (1,0)	0,0100	0,0033
Både kjøpt ved og fått/hugget selv (1,0)	0,0244	0,0000
<i>Parameter for elektrisitetspris (<math>\gamma_{41}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0554	0,0000
Inntektsdesil (1, 2, ..., 10)	-0,0052	0,0000
<i>Parameter for pris på olje til kamin (<math>\gamma_{42}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0023	0,0012
<i>Parameter for pris på olje til sentralfyr (<math>\gamma_{43}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0003	0,7993
<i>Parameter for pris på ved (<math>\gamma_{44}</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,0021	0,3039
Sentralfyr med ved (1,0)	0,0030	0,0348
Bor i våningshus (1,0)	0,0110	0,0000
Kapasitet vedbasert oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	0,0008	0,0053
Boligens nettoareal (m <sup>2</sup> )	0,00001	0,0064
<i>Parameter for inntekt (<math>\beta_4</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	-0,0631	0,0000
Hovedoppvarming vedfyring (1,0)	0,0072	0,0000
Andel gratis ved	-0,0173	0,0048
Inntektsdesil (1, 2, ..., 10)	0,0047	0,0000
<i>Standardavvik (<math>\sigma_4</math>), funksjon av:</i>		
Konstant	0,6243	0,0000
Kapasitet vedbasert oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	0,1105	0,0000
Kapasitet el.oppvarmingsutstyr (0,1,2,3,4)	-0,1041	0,0000

Vedjetterspørselels følsomhet overfor endringer i inntekten ( $\beta_4$ ) er større for husholdninger som bruker ved som hovedoppvarmingskilde og for husholdninger i høyere inntektsgrupper, mens den er lavere for husholdninger med en høy andel ved som de har fått eller hugget selv. Det siste kan skyldes at det er en seleksjon av husholdninger som velger å hugge veden selv, ved at disse hovedsakelig består av husholdninger med lav alternativkostnad på tiden.

**Spredning i utgiftene**

Resultatene for estimeringen av standardavviket viser at standardavviket er stort for husholdninger med stor kapasitet på vedbasert oppvarmingsutstyr og lavt for husholdninger med stor kapasitet på elektrisitetsbasert oppvarmingsutstyr.

## 6. Pris- og inntektselastisiteter

Den deskriptive statistikken viser at det er store forskjeller mellom husholdningene med hensyn til beholdning og kapasitet på oppvarmingsutstyret og andre forhold som påvirker sammensetningen av og nivået på forbruket av ulike energivarer. I estimeringene har vi vist at denne heterogeniteten er viktig for å forklare forskjeller i husholdningenes atferd. I dette avsnittet presenterer vi de estimerte pris- og inntektselastisitetene (formler i tabell 5) Vi har også beregnet de tilhørende Slutsky-elastisitetene ved hjelp av ligning (7).

### 6.1. Cournot-elastisiteter

Tabell 10 viser pris- og inntektselastisiteter estimert for de husholdninger i husholdningsutvalget som hadde utgift til den respektive energivarer: 3 401 husholdninger for elektrisitet, 449 husholdninger for olje til kamin og 118 husholdninger for olje til sentralfyr. For ved er elastisitetene estimert for husholdninger som hadde anskaffet ved (kjøpt, hugget selv eller fått), dvs. 1 927 husholdninger. Den direkte priselastisiteten og inntektselastisiteten er beregnet for alle husholdninger med en positiv utgift til godet. Krysspriselastisitetene er beregnet for husholdninger med en positiv utgift til godet samt muligheter for å bruke det godet som har fått endret pris.

**Tabell 10. Priselastisiteter (Cournot) og inntektselastisiteter for etterspørsel etter elektrisitet, olje til kamin, olje til sentralfyr og ved**

Endring i <sup>2</sup> :	Etterspørsel etter <sup>1</sup> :			Ved
	Elektrisitet	Olje til kamin	Olje til sentralfyr	
Elektrisitetspris	-0,649	-0,189	0,702	0,439
Parafinpris	0,003	-0,904	0,026	-0,048
Fyringsoljepris	-0,067	0,041	-0,606	-0,007
Vedpris	0,011	-0,007	-0,011	-0,884
Inntekt	0,194	0,474	0,257	0,241

<sup>1</sup> Gjelder kun for husholdninger som har utgift til (anskaffelse av) det godet som får etterspørselsendring.

<sup>2</sup> Gjelder kun for husholdninger som har mulighet for å benytte det godet som får prisendring.

### Elektrisitetsetterspørselen

Den direkte priselastisiteten for elektrisitet er estimert til -0,65 og inntektselastisiteten til 0,19. Det innebærer at etterspørselen er relativt prisfølsom på kort sikt overfor endringer i gjennomsnittsprisen gjennom året og at elektrisitet oppfattes som et nødvendighetsgode av husholdningene (inntektselastisitet nær null). Disse elastisitetene er sammenfallende med internasjonale funn estimert på tverrsnittsdata og årsforbruk (se f.eks. Halvorsen mfl. 2001). De ligger imidlertid atskillig høyere enn resultater fra estimeringer basert på aggregerte data eller mikrodata med kortere tidshorisont, som f.eks. uke, dag eller time. Det kan argumenteres for at vi fanger opp en del langtidseffekter ved å estimere på tverrsnittsdata. Noen av disse effektene har vi imidlertid kontrollert for ved ta hensyn til husholdningenes beholdning av oppvarmingsutstyr i estimeringene. Videre vil husholdningenes muligheter for å reagere på kort sikt være begrenset, siden en justering av utnyttelsen av allerede eksisterende portefølje også tar tid. Det er i tillegg lite trolig at husholdningene vil respondere på svært kort sikt (f.eks. på timesbasis).

Krysspriselastisiteten for effekten av oljepris har negativt fortegn (-0,07), noe vi også har fått i tidligere analyser (Halvorsen og Larsen, 2001). Husholdninger som bruker olje til sentralfyr består av to grupper; en med svært små substitusjonsmuligheter fordi de har en sentralfyr kun basert på olje, og en med svært gode substitusjonsmuligheter siden de har en sentralfyr som kan bruke både olje og elektrisitet. Den negative krysspriselastisiteten skyldes at gruppen uten substitusjonsmuligheter er klart størst (kun 21 prosent av husholdningene med oljebasert sentralfyr kan benytte både olje og elektrisitet i sentralfyren). Gruppen uten substitusjonsmuligheter har en negativ Cournot-elastisitet fordi en økning i oljeprisen kun får budsjetteffekter (se også diskusjon i kapittel 4.2).

Krysspriselastisitetene for endringer i prisen på olje til kamin og vedprisen er begge positive, men relativt små. Dette indikerer at både ved og parafin er alternativer til elektrisitet i oppvarmingen av boligen i gjennomsnitt. Effekten er størst for vedforbruket, og er estimert til 0,01. Det vil si at én prosents økning i ved-

prisen øker elektrisitetsforbruket med 0,01 prosent. For gjennomsnittsverdier i utvalget vil det innebære en økning i det årlige elektrisitetsforbruket på omtrent 80 kWh av en økning i vedprisen på 1 øre per kWh. Det er flere årsaker til at effektene er så små. For det første vil noen husholdninger ikke ha reelle substitusjonsmuligheter fordi de til dels varmer opp separate områder med elektrisitet og ved/parafin. Dette vil trekke elastisiteten ned i gjennomsnitt (siden disse husholdningene har en negativ Cournot elastisitet). For det andre bruker de fleste husholdningene elektrisitet som hovedoppvarming. Det gjør at kapasiteten trolig er størst på det elektriske oppvarmingsutstyret, noe som også begrenser de reelle mulighetene for endringer i sammensetningen av konsumet selv for husholdninger som bruker f.eks. elektrisitet og ved som substitutter. I tillegg brukes også en relativt stor andel av elektrisitetsforbruket til andre formål enn oppvarming. For den delen av elektrisitetsforbruket som går til lys, apparater og varmtvann vil man, i de aller fleste tilfeller, ikke ha substitusjonsmuligheter mot andre energibærere. Det innebærer negativ Cournot-elastisitet for dette forbruket siden en økning i prisen på f.eks. ved kun vil redusere husholdningens forbruksmuligheter via budsjetteffekter.

### Etterspørsel etter olje til kamin

Nytt i forhold til tidligere analyser er at vi har estimert oljeutgifter til kamin og til sentralfyr separat. Den direkte priselastisiteten for oljeetterspørselen til kamin er høyere (i absoluttverdi) enn for elektrisitetsetterspørselen. Olje til kamin er imidlertid ikke et like sterkt nødvendighetsgode som andre energigoder. Dette sees ved at inntektselastisiteten er høyere enn for andre goder.

Ser vi på krysspriselasitetene, er elastisiteten for endring i elektrisitetsprisen og vedprisen negativ. Spesielt er størrelsen på den krysspriseriverte med hensyn til elektrisitetsprisen svært negativ, og den negative elastisiteten for endringer i elektrisitetsprisen er svært stor. Dersom elektriske ovner og parafinovner står i atskilte rom, er det rimelig at de er uavhengige i konsumet (jf. kapittel 4.2). Krysspriselasitetene for endring i fyringsoljeprisen er positiv. Dette innebærer at olje til kamin og sentralfyr brukes som substitutter i disse husholdningene.

### Etterspørsel etter olje til sentralfyr

Oljeetterspørselen til sentralfyr er tilnærmet like egenprisfølsom som elektrisitetsetterspørselen og den har tilnærmet samme inntektsfølsomhet som vedetterspørselen.

Videre ser vi at både krysspriselasitetene for endring i elektrisitetspris og parafinpris er positive mens krysspriselasitetene mot ved er negativ. Det indikerer at elektrisitet og parafin i gjennomsnitt brukes som substitutter til fyringsolje til sentralfyr. Vi ser også at den positive krysspriselasitetene mot elektrisitet er kraftig

og positiv. Det tyder på at elektrisitet og fyringsolje til sentralfyr er sterke substitutter. Dette skyldes hovedsakelig at denne substitusjonen er tilnærmet perfekt for husholdninger som kan fyre sentralfyren sin både med olje og elektrisitet (har montert el-kolbe på en sentralfyr basert på olje).

Ser vi på krysspriselasitetene mot ved ser vi at denne er negativ, noe som indikerer få muligheter, i gjennomsnitt, for substitusjon mellom fyringsolje og ved.

### Etterspørsel etter ved

Nytt i forhold til tidligere analyser er også at vi har fått estimert utgifter til ved. Den direkte priselastisiteten for ved er estimert til -0,88. Dette er noe høyere (i absoluttverdi) enn den direkte priselastisiteten for elektrisitet. Årsaken er at husholdninger som har mulighet for ved har bedre muligheter for substitusjon enn husholdninger som benytter elektrisitet, samt at det for elektrisitet inngår forbruk som ikke er substituerbart (belysning, varmtvann, husholdningsapparater, etc.). Inntektselastisiteten for ved er estimert til 0,24 og ligger på samme nivå som for olje til sentralfyr.

Krysspriselasitetene for effekten av elektrisitetspris på vedforbruket er positiv og høy (0,44). Sammenligner vi denne med krysspriselasitetene for effekten av vedpris på elektrisitetsforbruket ser vi at denne er langt lavere (0,01). Husholdningene "kryssreagerer" altså mer på endringer i elektrisitetsprisen enn endringer i vedprisen. Årsaken er at en del av elektrisitetsforbruket benyttes i apparater og ikke kan substitueres (jf. diskusjon i kapittel 4.2).

Vi ser videre at krysspriselasitetene mot parafin og fyringsolje er negative. Av disse er det bare effekten mot parafinprisen som har en koeffisient som er signifikant forskjellig fra null (se tabell 9).

### 6.2. Slutsky-elastisiteter

I tabell 10 er enkelte av krysspriselasitetene negative. I disse tilfellene må vi beregne Slutsky-elastisitetene for å finne ut om to goder er alternative (substitutter) eller uavhengige i forbruket. Tabell 11 nedenfor viser Slutsky-elastisitetene for forbruket av elektrisitet, olje til kamin, olje til sentralfyr og ved. Slutsky-elastisitetene rendyrker substitusjonsforholdene i konsumet, og er beregnet for hver gruppe ved hjelp av ligning (7).

Fra tabell 10 og 11 ser vi at alle de negative Cournot-elastisitetene også har en relativt stor negativ Slutsky-elastisitet. Det impliserer at det hovedsakelig ikke er budsjetteffektene som bidrar til negative Cournot-elastisiteter. Våre estimeringsresultater viser dermed at flere av energigodene er komplementære i konsumet. Dette gjelder spesielt elastisitetene knyttet til parafinforbruket og parafinprisen. Vi har også tidligere funnet tilsvarende resultater (se Halvorsen og Nesbakken,



2004), slik at disse strukturene er relativt stabile. Vi har ikke klart å forklare strukturene ved å korrigere estimeringene for hjørneløsninger, manglende konsummuligheter og heterogenitet i parameterne.

Det er liten grunn til å tro at noen energigoder faktisk er komplementære i konsumet. Årsaken til de negative Slutsky-elastisitetene er trolig at vi ikke har klart å finne alle faktorene som er viktig for å forklare forskjellene i husholdningenes adferd. Det kan for eksempel være slik at vi ikke har klart å skille temperatureffekter godt nok fra priseffektene fordi vi har årsdata. Dersom utstyret er plassert slik at det varmer opp ulike rom, vil forbruket av alle energigoder øke når utetemperaturen synker. Siden elektrisitetsprisen ofte er høyere i vintermånedene, kan det tenkes at noe av effekten via temperaturen har slått over i priseffektene dersom summen av graddagene over året ikke klarer å fange opp alle effektene av temperatur på energiforbruket. Det at vi har problemer med å få graddagene signifikante kan tyde på det. Vi har heller ikke klart å korrigere for forskjeller i antall timer dagslys.

**Tabell 11. Priselastisiteter (Slutsky) for etterspørsel etter elektrisitet, olje til kamin, olje til sentralfyr og ved**

Endring i <sup>2</sup> :	Etterspørsel etter <sup>1</sup> :			
	Elektrisitet	Olje til kamin	Olje til sentralfyr	Ved
Elektrisitetspris	-0,644	-0,185	0,706	0,440
Parafinpris	0,008	-0,900	0,031	-0,047
Fyringsoljepris	-0,063	0,045	-0,602	-0,006
Vedpris	0,017	-0,003	-0,007	-0,882

<sup>1</sup> Gjelder kun for husholdninger som har utgift til (anskaffelse av) det godet som får etterspørselsendring.

<sup>2</sup> Gjelder kun for husholdninger som har mulighet for å benytte det godet som får prisendring.

## 7. Hvem velger hjørneløsning?

Tabell 10 viser hvordan etterspørselen etter ulike energigoder avhenger av energipriser og inntekt. Inntektselastisiteter og direkte priselastisiteter er beregnet bare for de husholdningene som har utgift til det energigodet vi fokuserer på og mulighet for å bruke energigodet som har fått endret pris. Disse elastisitetene beskriver derfor adferden til de husholdningene som utnytter de mulighetene de har (dvs. grenen nederst til høyre i figur 1). Det er også interessant å finne ut årsakene til at husholdningene ikke utnytter mulighetene sine og velger en hjørneløsning. Fra økonomisk teori har vi forventninger om at relative energipriser er viktig for beslutningen om hvilket oppvarmingsutstyr som skal benyttes, men også andre karakteristika ved husholdningen og boligen kan ha innflytelse på dette valget.

I dette avsnittet vil vi først, i avsnitt 7.1, beskrive hvilke husholdninger som velger å ikke utnytte alt tilgjengelig oppvarmingsutstyr ved hjelp av summarisk statistikk. Så vil vi, i avsnitt 7.2, gjengi resultater for estimeringene av hvilke faktorer som er bestemmende for om husholdningen velger en hjørneløsning.

### 7.1. Summarisk statistikk

For å få et bilde av hva som kjennetegner husholdninger med mulighet, men null utgift viser vi i tabell 12-14 noen gjennomsnittsverdier for disse husholdningene.

Tabell 12 viser gjennomsnitt for gruppen av husholdninger med mulighet for å konsumere olje til kamin etter om de velger å bruke denne muligheten (siste kolonne) eller ikke (andre kolonne). Vi ser av tabellen at nesten halvparten av de 838 husholdningene som har mulighet til å bruke olje til kamin velger ikke å bruke denne muligheten. De husholdningene som velger å bruke muligheten, har en klart lavere utgift til elektrisitet, men har en høyere utgift til ved. Dette impliserer at elektrisitet i stor utstrekning brukes til oppvarming i husholdningene som velger en hjørneløsning. De husholdningene som velger å bruke muligheten, har gjennomgående dårligere kapasitet på alternativer til parafin i oppvarmingen. Dette sees både fra antallet utstyr og kapasiteten på dette. De som velger å bruke muligheten, har også et større areal og noe større kapasitet på parafinutstyret i gjennomsnitt. Dette

tyder på at mulighetene for substitusjon er mindre i den gruppen som velger å bruke utstyret enn i gruppen som velger en hjørneløsning. Den lave utgiften til elektrisitet i gruppen som velger å bruke muligheten, tyder også på at denne gruppen i stor utstrekning bruker andre oppvarmingskilder enn elektrisitet (vedutgiften er også høyere i denne gruppen). Husholdninger med positiv oljeutgift til kamin har mindre kapasitet på oppvarmingsutstyret (til sammen 184 prosent mot 213 prosent i gruppen som velger hjørneløsninger), og velger å bruke alternativer til elektrisitet i større utstrekning enn husholdninger som velger en hjørneløsning.

**Tabell 12. Gjennomsnittsverdier for husholdninger som velger hjørneløsning (null utgift) og husholdninger med positiv oljeutgift til kamin**

	Velger en hjørneløsning	Har positiv utgift
Antall observasjoner	389	449
Andel i prosent:	46	54
Elektrisitetsutgift	10 835	3 804
Utgift for olje til kamin	0	1 828
Utgift for olje til sentralfyr	111	501
Vedutgift	1 034	1 585
Antall elektriske ovner	6,3	3,0
Antall rom med varmekabler	1,2	1,6
Antall ovner for parafin/olje	0,4	0,6
Antall vedovner	0,8	1,1
Antall kombinerte ovner for parafin/olje og ved	0,7	0,6
Kapasitet på elektrisk oppvarmingsutstyr (prosent)	90	68
Kapasitet på parafinutstyr (prosent)	59	62
Kapasitet på sentralfyr med olje (prosent)	1	1
Kapasitet på vedutstyr (prosent)	63	53
Boligareal	128	132
Antall husholdningsmedlemmer	3,2	3,1

**Tabell 13. Gjennomsnittsverdier for husholdninger som velger hjørneløsning (null utgift) og husholdninger med positiv oljeutgift til sentralfyr**

	Velger en hjørneløsning	Har positiv utgift
Antall observasjoner	36	118
Andel i prosent:	23	77
Elektrisitetsutgift	9786	4652
Utgift for olje til kamin	703	74
Utgift for olje til sentralfyr	0	5625
Vedutgift	1295	1852
Antall elektriske ovner	2,6	1,9
Antall rom med varmekabler	1,4	1,4
Antall ovner for parafin/olje	0,2	0,2
Antall vedovner	1,1	0,9
Antall kombinerte ovner for parafin/olje og ved	0,0	0,4
Kapasitet på elektrisk oppvarmingsutstyr (prosent)	68	45
Kapasitet på parafinoppvarmingsutstyr (prosent)	9	3
Kapasitet på sentralfyr med olje (prosent)	91	75
Kapasitet på vedoppvarmingsutstyr (prosent)	41	34
Boligareal	148	157
Antall husholdningsmedlemmer	3,7	3,1

Tabell 13 viser gjennomsnittsverdier for husholdninger med mulighet for å konsumere olje til sentralfyr etter om de velger å bruke denne muligheten (siste kolonne) eller ikke (andre kolonne). Vi ser av tabellen at av de 154 husholdningene som har mulighet til å bruke olje til sentralfyr velger over tre fjerdedeler å bruke denne muligheten. Husholdningene som velger hjørneløsning har få elektriske ovner (2,6), men er gjennomsnittlig utstyrt med varmekabler (1,4). Til tross for forholdsvist lite elektrisk oppvarmingsutstyr blant husholdninger med nullutgift er elektrisitetsutgiften for denne gruppen nærmere 10 000 kroner. Ser vi på gruppen som velger å benytte muligheten er utgiftene til elektrisitet langt lavere, i overkant av 4 500 kroner. Det har sammenheng med at noen husholdninger også har sentralfyr med elektrisitet, dvs. en el-kolbe som gir mulighet for å veksle mellom fyringsolje og elektrisitet. Dette gjelder i overkant av 40 prosent av husholdningene som valgte en hjørneløsning, mens blant de som benyttet muligheten var det i underkant av 30 prosent som også kunne fyre sentralfyren med elektrisitet. Også her ser vi at husholdninger som velger å bruke muligheten til å bruke olje til sentralfyr har en lavere kapasitet på det alternative oppvarmingsutstyret enn husholdningene som velger ikke å benytte muligheten. De gjennomsnittlige utgiftene til ved er høyere for de som har positiv utgift selv om kapasiteten på vedutstyret er mindre, slik vi fant for husholdninger med positiv oljeutgift til kamin. Det kan tyde på at det er en spesiell gruppe av husholdninger som har høyere tilbøyelighet til velge alternativer til elektrisitet i oppvarmingen.

**Tabell 14. Gjennomsnittsverdier for husholdninger som velger hjørneløsning (null utgift) og husholdninger med positiv utgift til ved**

	Velger en hjørneløsning	Har positiv utgift
Antall observasjoner	870	1927
Andel i prosent:	31	69
Elektrisitetsutgift	10536	4383
Utgift for olje til kamin	580	966
Utgift for olje til sentralfyr	358	1328
Vedutgift	0	3059
Antall elektriske ovner	5,6	2,9
Antall rom med varmekabler	1,6	2,0
Antall ovner for parafin/olje	0,2	0,3
Antall vedovner	1,1	1,0
Antall kombinerte ovner for parafin/olje og ved	0,2	0,4
Kapasitet på elektrisk oppvarmingsutstyr (prosent)	87	78
Kapasitet på parafinoppvarmingsutstyr (prosent)	20	12
Kapasitet på sentralfyr med olje (prosent)	5	2
Kapasitet på vedoppvarmingsutstyr (prosent)	59	66
Boligareal	133	139
Antall husholdningsmedlemmer	3,2	3,4

Tabell 14 viser gjennomsnittsverdier for husholdninger med mulighet for å konsumere ved etter om de velger å bruke denne muligheten (siste kolonne) eller ikke (andre kolonne). Vi ser av tabellen at nesten 70 prosent av de 2 797 husholdningene som har mulighet til å bruke ved velger å bruke denne muligheten. Som for de andre energigodene, bruker husholdninger med positiv utgift til ved mer penger på alle energigoder med unntak av elektrisitet, hvor de bare har halvparten av elektrisitetsutgiftene sammenlignet med de som velger en hjørneløsning. Vi ser også at gruppen som velger hjørneløsning, har større kapasitet på alt oppvarmingsutstyr bortsett fra utstyr til ved. Det er med andre ord de husholdningene som har minst vedutstyr og mest alternativt utstyr som velger ikke å benytte muligheten for ved. Elektrisitetsutgiften og antallet elektriske ovner indikerer også at denne husholdningsgruppen i stor grad baserer seg på elektrisitet i oppvarmingen av boligen, mens dette i langt mindre utstrekning gjelder for gruppen av husholdninger som benytter seg av vedutstyret.

## 7.2. Estimeringsresultater

Fra økonomisk teori vet vi at sannsynligheten for å velge en hjørneløsning, gitt at husholdningen har mulighet til å konsumere et gode, avhenger av relative priser (se diskusjonen av Kuhn-Tucker betingelsen i avsnitt 3.1 og den stokastiske spesifiseringen i vedlegg B). Sannsynligheten avhenger også av andre karakteristika i den grad disse påvirker forholdet mellom grensenytten av forbruket av ulike energivarer. Vi har estimert hvordan sannsynligheten for at en husholdning skal velge en hjørneløsning avhenger av energiprisene og andre forklaringsfaktorer. Energiprisene er tatt med

som forklaringsfaktorer uavhengig av signifikansnivå. Bolig- og husholdningskarakteristika er inkludert dersom de har en signifikant effekt på sannsynligheten (på minimum 10 prosent nivå).

Tabell 15 viser estimeringsresultatene for sannsynligheten for null oljeutgift til kamin gitt at husholdningen har oppvarmingsutstyr basert på parafin (sannsynligheten for hjørneløsning). Vi ser at sannsynligheten for nullutgift ikke påvirkes signifikant av noen energipriser. Hvorvidt husholdningene velger å benytte olje- og parafinkaminene sine er altså uavhengig av relative energipriser. Vi finner imidlertid at sannsynligheten for null parafinutgift er høyere for husholdninger som har høy kapasitet på oppvarmingsutstyr basert på ved og lavere jo eldre hovedbidragsyteren er. For husholdninger med høy kapasitet på parafinutstyret og for husholdninger som bor i enebolig er også sannsynligheten for å velge en hjørneløsning lavere enn i andre husholdninger.

Tabell 16 viser estimeringsresultatene for sannsynligheten for null oljeutgift til sentralfyr gitt at husholdningen har muligheter til å benytte sentralfyr med olje. Vi ser av tabellen at en økning i prisen på elektrisitet reduserer sannsynligheten for å velge en hjørneløsning for fyringsolje til sentralfyr, mens en økning i parafinprisen bidrar signifikant til å øke sannsynligheten for en hjørneløsning. Årsaken til at en økning i prisen på olje til kamin bidrar til en økning i sannsynligheten for at husholdningen velger en hjørneløsning til fyringsolje til sentralfyr er uklar. Prisen på fyringsolje og ved har ingen signifikant effekt på sannsynligheten for ikke å ha utgift til fyringsolje gitt muligheten. Vi ser at jo eldre hovedbidragsyteren i husholdningen er, jo høyere er sannsynligheten for at husholdningen er registrert med utgift til fyringsolje til sentralfyr. Vi ser også at husholdninger som kan benytte elektrisitet i sentralfyren har en høyere sannsynlighet for ikke å være registrert med utgift på fyringsolje til sentralfyr selv om husholdningen har muligheten (dvs. en hjørneløsning).

Tabell 17 viser sannsynligheten for å ha null vedutgift gitt at husholdningen har muligheter til å bruke ved til boligoppvarming (hjørneløsning). Tabellen viser at sannsynligheten for null vedutgift er større jo høyere pris på ved og jo lavere pris på elektrisitet. Sannsynligheten for null vedutgift er høyere jo høyere pris på oljer. Dette kan skyldes en budsjetteffekt av økte oljepriser som reduserer husholdningenes kjøpekraft. Vi så imidlertid i avsnitt 6.2 at disse budsjetteffektene var relativt små for husholdninger med positiv utgift fordi budsjettandelen til energigoder er lav, og at disse effektene trolig skyldes faktorer vi ikke har klart å korrigere for i tilstrekkelig grad. Sannsynligheten for ikke å bruke vedutstyret man har er lavere for husholdninger som bor i områder med lave temperaturer, husholdninger som eier hytte og husholdninger som bor i våningshus.

**Tabell 15. Sannsynlighet for null parafinutgift gitt konsummulighet**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
Konstant	1,0626	0,0607
Elektrisitetspris	0,0007	0,9499
Pris på olje til kamin	-0,0079	0,1295
Pris på fyringsolje til sentralfyr	0,0029	0,1997
Pris på ved	0,0026	0,6993
Alder på husholdningens hovedbidragsyter (år)	-0,0107	0,0011
Kapasitet på parafin over 50 prosent (1, 0)	-0,2498	0,0000
Kapasitet på ved over 50 prosent (1, 0)	0,1531	0,0001
Enebolig (1, 0)	-0,3505	0,0006

**Tabell 16. Sannsynlighet for null fyringsoljeutgift gitt konsummulighet**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
Konstant	2,2888	0,2232
Elektrisitetspris	-0,0456	0,0801
Pris på olje til kamin	0,0231	0,0001
Pris på fyringsolje til sentralfyr	-0,0074	0,7182
Pris på ved	0,0012	0,8151
Alder på husholdningens hovedbidragsyter (år)	-0,0253	0,0094
Sentralfyr med elektrisitet (1, 0)	0,4750	0,0978

**Tabell 17. Sannsynlighet for null vedutgift gitt konsummulighet**

Variabel	Koeffisient	p-verdi
Konstant	0,8815	0,0114
Pris på elektrisitet	-0,0218	0,0003
Pris på olje til kamin	0,0087	0,0000
Pris på fyringsolje til sentralfyr	0,0136	0,0000
Pris på ved	0,0025	0,1789
Graddager	-0,1994	0,0006
Eier hytte	-0,1453	0,0145
Våningshus	-0,7206	0,0000

## 8. Konklusjoner

Formålet med denne rapporten har vært å analysere norske husholdningers energieterspørsel til stasjonære formål. Det er da viktig å ta hensyn til at husholdningene er svært ulike. For eksempel har ikke alle husholdninger mulighet til å bruke alle energigoder i oppvarmingen, og ikke alle husholdninger bruker alle mulighetene de har. Husholdningene er også svært forskjellige med hensyn til oppvarmingsbehov. For eksempel har store husholdninger i store frittliggende eneboliger større behov for energi til oppvarming enn enslige i små leiligheter. Denne heterogeniteten i husholdningene gjør at det vil være store forskjeller i fleksibilitet og adferd mellom ulike husholdningsgrupper.

Et hovedformål med analysen har vært å få gode anslag på egenpris-, krysspris- og inntektselastisiteter for de ulike energigodene. Utgangspunktet har vært å estimere elastisitetene ved å ta hensyn til heterogenitet i flere av parameterne, estimere energigodene disaggregert (4 typer) og ta hensyn til konsummuligheter og nullforbruk. På bakgrunn av estimeringene finner vi at husholdningene er svært heterogene med hensyn til både beholdning av oppvarmingsutstyr og kapasitet på det tilgjengelige utstyret og andre karakteristika ved husholdningene og boligene. Vi finner at etterspørselen (effekten på årsforbruket) er relativt følsom for endringer i egenprisen. Det har i stor grad sammenheng med mulighetene for substitusjon mot andre energikilder i enkelte husholdninger. Vi finner gjennomgående at kapasiteten på utstyret har betydning for hvor følsom etterspørselen er på kort sikt, både for endringer i egenprisen og for endringer i prisen på alternative energigoder.

Vi har fått tilfredsstillende estimater for en rekke av krysspriselasitetene. Det gjelder spesielt mellom energigoder med stor substitusjonsflate som f.eks. elektrisitet og ved. Videre får vi asymmetri i nivået på krysspriselasitetene mellom elektrisitet og ved. Årsaken er at en stor del av elektrisitetsetterspørselen ikke er substituerbar (el-spesifikke formål). Vi får dermed at krysspriselasiteten for effekten av vedpris på elektrisitetsetterspørselen blir lavere enn krysspriselasiteten for effekten av elektrisitetspris på vedetterspørselen. Enkelte av krysspriselasitetene for olje og para-

fin er estimert til å være negative. Dette skyldes til dels negative budsjetteffekter av en prisøkning, men også at vi for noen energityper ikke har klart å identifisere alle faktorer som er viktige for å forklare ulikheter i adferd mellom husholdningene. Vi finner også at alle energigoder er normale nødvendighetsgoder, og at parafin (olje til kamin) har høyest og elektrisitet lavest inntektselastisitet.

Når det gjelder andre karakteristika ved husholdningen og boligen, viser estimeringsresultatene at alder på hovedinntektstaker er viktig for å forklare adferden i etterspørselen etter spesielt oljeprodukter. Ellers er boligens størrelse og type, samt antall husholdningsmedlemmer viktige variable for å forklare forskjeller i adferden. Sett under ett er karakteristika ved boligen og oppvarmingsutstyret de viktigste forklaringsfaktorene for å beskrive heterogeniteten i etterspørselen etter oljeprodukter og ved. Ser vi på etterspørselen etter elektrisitet, er også andre karakteristika ved husholdningen, som f.eks. hvilken inntektsgruppe husholdningen tilhører viktig for å forklare forskjeller i adferden.

Vi har estimert heterogenitet i spredningen av utgiftene til ulike energigoder i ulike husholdningsgrupper. Vi finner systematiske forskjeller i spredningen i ulike husholdningsgrupper for utgiftene til elektrisitet og ved, men ikke for oljeproduktene. For vedutgiftene skyldes forskjellene i spredning ulik kapasitet på vedutstyret og det elektriske oppvarmingsutstyret, mens for elektrisitetsetterspørselen har også antall husholdningsmedlemmer og boligens areal innflytelse på variasjonen i utgiftene.

Vi har også studert de husholdningene som velger å ikke benytte seg av tilgjengelig oppvarmingsutstyr, og hva som karakteriserer disse husholdningene sammenlignet med husholdninger som velger å benytte muligheten. Vi finner at for de fleste energigodene er relative energipriser viktige forklaringsfaktorer for hvorfor noen husholdninger velger å ikke etterspørre alle tilgjengelige energigoder. Unntaket er etterspørselen etter olje til kamin, hvor ingen av prisene bidro på en signifikant måte til å forklare hvorfor noen hushold-

ninger velger hjørneløsninger. Ellers finner vi at hustype og alder på hovedperson i husholdningen er signifikante forklaringsfaktorer for hvorfor husholdninger velger hjørneløsning for enkelte energigoder.

# Referanser

Deaton, A. og J. Muellbauer (1980): *Economics and consumer behavior*, Cambridge, Cambridge University Press.

Garcia, J. og J.M. Labeaga (1996): Alternative approaches to modelling zero expenditure: An application to Spanish demand for tobacco, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **58**(3), 489-506.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2001): Hvordan utnytte resultater fra mikroøkonometriske analyser av husholdningenes energiforbruk i makromodeller? En diskusjon av teoretisk og empirisk litteratur om aggregering, Rapporter 2001/2, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B. and B.M. Larsen (2001): "The Flexibility of Household Electricity Demand over Time", *Resource and Energy Economics* **23**(1), 1-18.

Halvorsen, B. og R. Nesbakken (2004): Accounting for differences in choice opportunities in analyses of energy expenditure, Discussion Papers no. 400, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005): Norske husholdningers energiforbruk til stasjonære formål 1960-2003. En diskusjon basert på noen analyser i Statistisk sentralbyrå, kommer i serien Rapporter, Statistisk sentralbyrå.

Rødseth, A. (1997): *Konsumentteori*, Universitetsforlaget, Oslo.

Smith, M.D. (2002): On specifying double-hurdle models, i Ullah, A., A. T. K. Wan and A. Chaturvedi (ed.): *Handbook of Applied Econometrics and statistical inference*, Marchel Dekker Inc., New York.

Statistisk sentralbyrå (1996): Forbruksundersøkelsen 1992-1994, NOS C 317.

Wales, T.J. and A.D. Woodland (1983): Estimation of consumer demand systems with binding non-negativity constraints, *Journal of Econometrics*, **21**, 263-285.

## Summarisk statistikk

Summarisk statistikk for alle variable som inngår i estimeringene er gitt i tabell A1. Tabell A1 viser gjennomsnitt, standardavvik, minimums- og maksimumsverdier for sentrale variable i datasettet (alle verdier for inntekter og utgifter er målt i 1995-kroner). Utgifter til energi og anskaffelser av energigoder gjelder samlet for bolig og hytte/fritidsbolig. Andelen husholdninger i utvalget som har hytte er 23 prosent. Vi ser at gjennomsnittlig husholdningsinntekt i utvalget var i overkant av 370 000 kroner i året. Gjennomsnittsutgiften til elektrisitet var i underkant av 10 000 kroner per år, mens gjennomsnittsutgiftene til olje til kamin, olje til sentralfyr og ved var om lag 360, 260 og 1250 kroner i året. Den gjennomsnittlige elektrisitetsprisen lå i underkant av 44 øre per kWh, med en pris på om lag 25 øre per kWh for husholdningen med billigst strøm og 60 øre per kWh for husholdningen med dyrest strøm. Gjennomsnittlig pris på olje til kamin og olje til sentralfyr i utvalget var 48 og 39 øre per kWh (nyttiggjort), mens gjennomsnittsprisen på ved var litt over 51 øre per kWh. Vi ser også fra tabellen at gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk i utvalget er om lag 23 000 kWh i året. Dette forbruket varierer mye, fra 0 kWh (husholdninger hvor andre dekker strømutfgiftene) til drøye 89 000 kWh i året. Anskaffelsene av olje til kamin, olje til sentralfyr og ved (både kjøpt ved og "gratis" ved) er betydelig lavere i gjennomsnitt, henholdsvis om lag 800, 700 og 3 100 kWh i året.

En relativt stor andel av norske husholdninger har tilgang til "gratis" ved, enten fordi de har tilgang på skog og hogger veden selv, eller at de får ved fra familie og venner. Denne veden er ikke anskaffet på et marked og har dermed pris lik null. Husholdningene kan likevel ha kostnader forbundet med anskaffelse av denne veden. Forbruksundersøkelsen inneholder ikke informasjon om kostnader til anskaffelse av gratis ved (frakt, tidskostnader til hugging og kløyving av ved, etc.). For å kunne inkludere disse husholdningene i estimeringene har vi satt prisen lik gjennomsnittlig "markedspris", dvs. gjennomsnitt av priser ut fra verdi og mengde på fylkesnivå.

Gjennomsnittlig anskaffelse av gratis ved er mer enn det dobbelte av gjennomsnittlig anskaffelse av kjøpt ved. Det er verd å merke seg at enkelte husholdninger anskaffer store mengder ved, med et maksimum på nærmere 228 000 kWh for kjøpt ved og drøyt 106 000 kWh for gratis ved. Utgiftstallene for ved og parafin/fyringsolje som brukes i analysen angir anskaffet mengde i løpet av et år, *ikke* årsforbruk. Siden enkelte

husholdninger anskaffer ved og parafin/fyringsolje for flere års forbruk av gangen, vil dette tallet kunne være høyere enn forbruket for husholdninger som anskaffer dette året og lavere for husholdninger som bruker av tidligere anskaffet lager.

Vi ser videre av tabellen at 24 prosent av utvalget har mulighet til å fyre med parafin og 4 prosent med fyringsolje, 80 prosent har muligheter til å fyre med ved, 4 prosent har sentralfyr med olje, 4 prosent har sentralfyr med elektrisitet og 2 prosent har sentralfyr basert på ved/flis. Vi har laget en kapasitetsvariabel for utstyr basert på elektrisk utstyr som har verdi 0, 1, 2, 3 eller 4 ettersom kapasiteten er oppgitt til under 25 prosent, 25 - 50 prosent, 50 - 75 prosent, 75 - 100 prosent eller over 100 prosent. Tilsvarende kapasitetsvariable er laget for utstyr basert på ved og utstyr basert på parafin eller olje. Gjennomsnittlig verdi på kapasitetsvariabelen for oppvarmingsutstyr basert på elektrisitet er 2,12, noe som innebærer at 50 - 75 prosent av boligen kan varmes opp med elektrisitet. Kapasitetsvariabelen for fyringsolje er 0,10, noe som innebærer at i gjennomsnitt for alle husholdningene i utvalget kan under 25 prosent av boligene varmes opp med fyringsolje. Den lave andelen skyldes også at få husholdninger har oppvarmingsutstyr basert på parafin eller fyringsolje. Kapasitetsvariabelen for oppvarmingsutstyr basert på ved er 1,31 som indikerer at i gjennomsnitt kan 25 - 50 prosent av boligene varmes med vedutstyr. 61 prosent av husholdningene eier oppvaskmaskin, 47 prosent eier tørketrommel og 95 prosent eier vaskemaskin. Vi ser også at gjennomsnittlig antall elektriske varmeovner er 5,1, gjennomsnittlig antall rom med varmekabler er 1,5 og gjennomsnittlig antall vedovner er 1,1.

Av karakteristika ved husholdningen kan vi nevne at gjennomsnittlig antall personer per husholdning i utvalget er 3,2, andelen enpersonhusholdninger er 10 prosent, gjennomsnittsalder på hovedbidragsyter er i underkant av 45 år, 23 prosent av utvalget har to inntekter og ingen barn som bor hjemme, mens gjennomsnittlig antall barn under 20 år er 1,2. 10 prosent av husholdningene i utvalget bor i blokk, mens 60 prosent bor i enebolig og 9 prosent i våningshus. Gjennomsnittlig netto boligareal er i underkant av 130 m<sup>2</sup>, mens 26 prosent av husholdningene leier bolig. Dersom husholdningen har flyttet inn i boligen i løpet av siste år, vil utgiften til elektrisitet gjelde for en kortere periode enn et år. Dette gjelder fire prosent av husholdningene.



**Tabell A1. Summarisk statistikk for husholdningsutvalget i forbruksundersøkelsen 1993, 1994 og 1995, 3492 observasjoner**

	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
Utgift til elektrisitet	9868	4634	0	36879
Utgift til olje til kamin	364	1152	0	9868
Utgift til olje til sentralfyr	257	1715	0	50000
Utgift til ved	1237	2531	0	47723
Elektrisitetspris (øre/kWh)	43,5	4,2	24,9	58,8
Pris for olje til kamin (øre/kWh nyttiggjort energi)	48,3	6,8	4,6	123,2
Pris for olje til sentralfyr (øre/kWh nyttiggjort energi)	38,6	5,8	0,3	76,3
Vedpris (øre/kWh nyttiggjort energi)	51,3	15,6	1,0	153,8
Forbruk av elektrisitet (kWh)	22886	10927	0	89149
Anskaffelse av olje til kamin (kWh nyttiggjort)	825	3138	0	109150
Anskaffelse av olje til sentralfyr (kWh nyttiggjort)	694	4787	0	122277
Anskaffelse av ved (kWh nyttiggjort)	3122	12930	0	333667
Anskaffelse av ved (kWh tilført)	4803	19892	0	513334
Anskaffelse av kjøpt ved (kWh nyttiggjort)	982	6953	0	227500
Anskaffelse av gratis ved (kWh nyttiggjort)	2140	5977	0	106167
Utgift til elektrisitet større enn 0 (1, 0)	0,97	0,16	0,00	1,00
Utgift til olje til kamin større enn 0 (1, 0)	0,13	0,33	0,00	1,00
Utgift til olje til sentralfyr større enn 0 (1, 0)	0,03	0,18	0,00	1,00
Utgift til ved større enn 0 (1, 0)	0,55	0,50	0,00	1,00
Gratis ved, andel	0,36	0,47	0,00	1,00
Antall elektriske varmeovner	5,05	3,07	0,00	30,00
Antall rom med varmekabler	1,48	1,91	0,00	12,00
Antall ovner for olje/parafin	0,13	0,36	0,00	3,00
Antall vedovner	1,07	1,02	0,00	11,00
Antall kombiovnere med ved eller olje/parafin	0,14	0,37	0,00	4,00
Sentralfyr med olje (1, 0)	0,04	0,19	0,00	1,00
Sentralfyr med elektrisitet (1, 0)	0,04	0,19	0,00	1,00
Sentralfyr med ved/flis (1, 0)	0,02	0,13	0,00	1,00
Sentralfyr med både elektrisitet og olje (1, 0)	0,01	0,10	0,00	1,00
Hovedoppvarming elektrisitet (1, 0)	0,63	0,48	0,00	1,00
Hovedoppvarming olje til kamin (1, 0)	0,08	0,26	0,00	1,00
Hovedoppvarming olje til sentralfyr (1, 0)	0,02	0,16	0,00	1,00
Hovedoppvarming ved (1, 0)	0,24	0,43	0,00	1,00
Felles sentralfyr (1, 0)	0,03	0,16	0,00	1,00
Kapasitet på elektrisitet (0, 1, 2, 3, 4)	2,12	1,47	0,00	4,00
Kapasitet på parafin (0, 1, 2, 3, 4)	0,37	0,88	0,00	4,00
Kapasitet på fyringsolje (0, 1, 2, 3, 4)	0,10	0,53	0,00	3,00
Kapasitet på oljer (0, 1, 2, 3, 4)	0,46	0,99	0,00	4,00
Kapasitet på ved (0, 1, 2, 3, 4)	1,31	1,27	0,00	4,00
Mulighet for olje til kamin	0,24	0,43	0,00	1,00
Mulighet for olje til sentralfyr	0,04	0,21	0,00	1,00
Mulighet for ved til oppvarming	0,80	0,40	0,00	1,00
Antall oppvaskmaskiner	0,61	0,49	0,00	1,00
Antall tørketromler	0,47	0,50	0,00	1,00
Antall vaskemaskiner	0,95	0,22	0,00	1,00
Bruttoinntekt	372663	260925	0	8950900
Antall personer i husholdningen	3,20	1,36	1,00	12,00
Enpersonhusholdning (1,0)	0,10	0,30	0,00	1,00
Antall barn under 20 år	1,16	1,21	0,00	10,00
Alder på hovedbidragsyter (år)	45	14	17	88
To inntekter, ingen barn (1,0)	0,23	0,42	0,00	1,00
Bor i blokkleilighet (1,0)	0,10	0,30	0,00	1,00
Bor i enebolig (1,0)	0,60	0,49	0,00	1,00
Bor i våningshus (1, 0)	0,09	0,28	0,00	1,00
Boligens nettoareal (m2)	128	56	11	550
Temperatur (graddagstall * 0,001)	4152	590	3284	6277
Eier hytte (1, 0)	0,23	0,42	0,00	1,00
Flyttet siste år (1, 0)	0,04	0,20	0,00	1,00
Leier boligen (1, 0)	0,26	0,44	0,00	1,00
Avgiftsfritak (1, 0)	0,02	0,15	0,00	1,00
Antall med inntekt	1,54	0,88	0,00	7,00
Temperatursone 4, kaldt (1, 0)	0,01	0,11	0,00	1,00

## Stokastisk spesifikasjon og likelihood-funksjonen

I kapittel 3 har vi beskrevet et Kuhn-Tucker optimeringsproblem for husholdningenes beslutning om å konsumere ulike goder, samt beskrevet en AIDS-modell for utgiften til ulike goder for husholdninger som velger å konsumere et gode. I denne beskrivelsen antas hver enkelt husholdning å kjenne sin egen nytte av å konsumere ulike goder. Den enkelte husholdning vet derfor om den ønsker å konsumere et gitt gode eller ikke. Sett fra statistikerens ståsted er både nytten og husholdningens utgifter til ulike goder stokastiske (vi antar at ulikheter i preferanser er stokastisk fordelt over befolkningen).

I estimeringene av ulike energiutgifter ønsker vi å ta hensyn til trestrukturen beskrevet i figur 1. Vi estimerer derfor egenskapene til utgiftsfunksjonen for husholdninger som har utgifter og sannsynligheten for å velge en hjørneløsning for husholdninger som har mulighet for å konsumere en vare. Vi må derfor spesifisere Kuhn-Tucker problemet og AIDS-modellen beskrevet i avsnitt 3 for å si noe om sannsynligheten for å velge en hjørneløsning og også si noe om egenskapene til etterspørselsfunksjonene. Disse brukes sammen med en diskret-kontinuerlig valgmodell for å estimere husholdningenes beslutning angående utgifter til energigoder. Den diskret-kontinuerlige valgmodellen som benyttes baseres på en double hurdle estimeringsmodell. Den stokastiske spesifikeringen av hjørneløsninger er basert på et arbeid av Wales og Woodland (1983). I dette vedlegget gis en nærmere beskrivelse av denne estimeringsmetoden.

I Halvorsen og Nesbakken (2004) benyttes en lignende modell der det også tas hensyn til nullutgifter. I tillegg testes det for om det å ta hensyn til avhengighet mellom de ulike energigoder innen hver enkelt husholdning har betydning for estimeringsresultatene. Resultatene antyder at en simultan estimering av utgifter til ulike energigoder skiller seg lite fra en uavhengig estimering. Vi estimerer derfor ligninger for ulike energigoder hver for seg i denne rapporten.

### Sannsynligheten for hjørneløsninger

Vi antar at grensenytten av å konsumere en enhet av gode  $i$  består av en stokastisk ( $\varpi_i^h$ ) og en deterministisk ( $U_i'$ ) komponent:  $U_i' = U_i' + \varpi_i^h$ . Fra optimeringsproblemet beskrevet i kapittel 3, vet vi at husholdningen velger en hjørneløsning dersom den marginale substitusjonsbrøken er mindre enn det relative prisforholdet, dvs. når  $p_5 U_i' - p_i U_5' < 0$ . Ved å samle alle stokastiske komponenter på venstresiden og alle deterministiske komponenter på høyresiden får vi:

$$p_5 \varpi_i^h - p_i \varpi_5^h \leq p_i U_5' - p_5 U_i'$$

Vi definerer den stokastiske komponenten av uttrykket som;  $\xi_i^h = p_5 \varpi_i^h - p_i \varpi_5^h$ , og den deterministiske komponenten som;  $\psi_i^h = p_i U_5' - p_5 U_i'$ . I optimum vil  $\psi_i^h$  være en funksjon av prisen på alle goder og karakteristika ved husholdningen. Det skyldes at husholdningenes grensenytte av å konsumere gode  $i$  i optimum er en funksjon av etterspørselen etter alle goder, som igjen er en funksjon av alle priser og inntekt, gitt karakteristika ved husholdningen. Vi antar at  $\psi_i^h$  kan approksimeres ved en funksjon av energipriser relativt til prisen på annet konsum og ulike karakteristika ved husholdningen ( $HC_k^h$ ), gitt ved:

(B1)

$$\psi_i^h = \underline{\psi}_i^h + \xi_i^h = \psi_{i0} + \sum_{j=1}^4 \psi_{ij} \frac{p_j}{p_5} OE_j^h + \sum_{k=1}^K \psi_{kj} HC_k^h + \xi_i^h.$$

hvor  $\xi_i^h$  er et stokastisk restledd som fanger opp alle individspesifikke karakteristika som ikke fanges opp av den deterministiske komponenten. Vi antar at  $\xi_i^h$  er uavhengig og identisk normalfordelt med null forventning og konstant varians.

Ved å sette dette inn i Kuhn-Tucker betingelsen for nyttemaksimering (se ligning 2 i kapittel 3), kan vi uttrykke sannsynligheten for å observere en hjørneløsning som en funksjon av sannsynligheten for at den marginale substitusjonsbrøken er mindre enn det relative prisforholdet, gitt ved;

$$(B2) \quad P(q_i^h = 0) = P\left(\frac{U_i'}{U_5'} < \frac{p_i}{p_5}\right) = P(\xi_i^h \leq \underline{\psi}_i^h) = P(\underline{\psi}_i^h)$$

Sannsynligheten for å observere en positiv utgift til gode  $i$  er gitt ved:  $P(q_i^h > 0) = 1 - P(q_i^h = 0)$ .

### Double hurdle modell

I avsnittene over har vi beskrevet modelleringen av hjørneløsninger og energiutgiftene gitt konsummuligheter. For at estimeringen skal reflektere *hele* beslutningsproblemet beskrevet i figur 1, og skille mellom null utgifter fordi husholdningen ikke har muligheter til å konsumere et gode eller velger en hjørneløsning, bruker vi en double hurdle modell.<sup>9</sup> Dette er en diskret-kontinuerlig valgmodell hvor den diskrete komponenten er delt opp i to "hindre", som i vårt tilfelle er muligheten for å konsumere et gode ( $OE_i^h = 1, 0$ ) og be-

<sup>9</sup> Se f.eks. Smith (2002) eller Garcia and Labeaga (1996) for en nærmere beskrivelse av double hurdle modellen.

slutningen om null eller positivt konsum gitt muligheten til å konsumere ( $y_i^h = 0, 1 \mid OE_i^h = 1$ ). Utfallet av det første "hinderet" er eksogent gitt fra historien, dvs. utstyret er gitt.

I en double hurdle modell antas det at fordelingen av utgiftene til gode  $j$  kan deles opp i to hovedkomponenter; en diskret komponent,  $f_0$ , som angir sannsynlighetsmassen for alle husholdningene med null utgift til godet, og en kontinuerlig komponent,  $f_+(y_j)$ , som beskriver tettheten for utgiftene til gode  $j$  for husholdninger som velger å konsumere godet:

$$(B3) \quad f(y_j) = \begin{cases} f_+(y_j) & \text{if } y_j > 0 \\ f_0 & \text{if } y_j = 0 \end{cases}.$$

En husholdning kan bare ha en positiv utgift til gode  $j$  dersom den har muligheten til å konsumere godet. Dette gir at vi kan dekomponere sannsynligheten for en positiv utgift til gode  $j$  i sannsynligheten for å kunne konsumere godet og sannsynligheten for å ha en positiv utgift gitt at husholdningen har mulighet til å konsumere godet:

$P(y_j > 0, OE_j = 1) = P(OE_j = 1)P(y_j > 0 \mid OE_j = 1)$ . Sannsynligheten for å observere at husholdningen ikke har utgifter til godet, dvs. den diskrete komponenten  $f_0$ , er gitt ved:  $1 - P(OE_j = 1)P(y_j > 0 \mid OE_j = 1)$ .

I denne analysen fokuserer vi på effekter på energiforbruket på kort sikt for gitt oppvarmingsutstyr. Det gjør muligheten for å kunne konsumere et gode eksogen i husholdningens beslutning, gitt fra historien, og derfor stokastisk uavhengig av hjørneløsning eller energitilgift. Det gjør at den betingede sannsynligheten for å ha en positiv utgift til gode  $j$ , gitt muligheten til å konsumere godet, er lik den marginale sannsynligheten for å konsumere godet:  $P(y_j > 0 \mid OE_j = 1) = P(y_j > 0)$ . Det innebærer at vi i denne analysen bruker en uavhengig double hurdle modell (se f.eks. Garcia and Labeaga, 1996). Gitt en korttidsanalyse hvor beholdningen av oppvarmingsutstyr er gitt, kan vi uttrykke den kontinuerlige komponenten av fordelingen som:

$f_+(y_j) = f(y_j \mid y_j > 0)P(y_j > 0)P(OE_j = 1)$ , hvor  $f(y_j \mid y_j > 0)$  er en trunkert fordeling.

Dersom vi antar at husholdningenes utgifter til energigoder er uavhengige og identisk normalfordelte, kan vi uttrykke likelihood-funksjonen som produktet av fordelingen til alle husholdninger, hvor vi bruker at fordelingen er delt i en diskret og en kontinuerlig komponent, gitt ved:

$$L = \prod_{h_+} f_+(y_j) \prod_{h_0} f_0$$

$$(B4) = \prod_{h_+} \frac{1}{\sigma_j} \varphi(y_j \mid y_j > 0) \Phi(y_j > 0) \Phi(OE_j = 1)$$

$$\prod_{h_0} 1 - \Phi(OE_j = 1) \Phi(y_j > 0)$$

hvor  $\varphi$  angir den normale tetthetsfunksjonen og  $\Phi$  angir den normale sannsynligheten. Dette er en standard Cragg spesifisering av double hurdle modellen (se f.eks. Smith, 2002).

I denne måten å spesifisere modellen på i litteraturen antas det at det ikke er mulig å skille mellom de ulike typene av nullforbruk, enten som følge av begrensede konsummuligheter eller som følge av hjørneløsninger. I våre data kan vi imidlertid skille mellom disse to gruppene av nullobservasjoner. Vi har derfor valgt å omformulere likelihood-funksjonen i ligning (B4) slik at vi kan estimere egenskapene til husholdninger som har valgt hjørneløsninger separat fra nullutgifter som skyldes manglende konsummuligheter. Dette gjøres ved å dekomponere den diskrete komponenten av fordelingen ved å bruke en egenskap diskutert bl.a. av Smith (2002), ligning (6):

$f_0 = P(OE_j = 0) + P(y_j = 0) - P(OE_j = 0)P(y_j = 0)$ . Ved å omformulere dette uttrykket, kan vi dele den diskrete komponenten av fordelingen inn i sannsynligheten for å ikke kunne konsumere gode  $j$ ,  $P(OE_j = 0)$ , og sannsynligheten for å velge en hjørneløsning gitt at husholdningen har mulighet til å konsumere godet,  $P(y_j = 0)[1 - P(OE_j = 0)]$ .

Videre ønsker vi å kombinere double hurdle estimeringen med sannsynligheten for å velge en hjørneløsning fra Kuhn-Tucker problemet beskrevet i kapittel 3. Sannsynligheten for å observere en nullutgift til gode  $i$  gitt at husholdningen har mulighet for å konsumere dette godet settes derfor lik sannsynligheten for at den marginale substitusjonsbrøken mellom energigode  $i$  og alt annet konsum er mindre enn det relative prisfor-

holdet:  $P(y_i^h = 0) = P\left(\frac{U'_i}{U'_5} < \frac{p_i}{p_5}\right)$ . Ved å bruke den sto-

kastiske spesifiseringen av grensenytten har vi at  $P(y_i^h = 0) = P(p_5 \omega_i^h - p_i \omega_5^h \leq p_i U'_5 - p_5 U'_i) = P(\psi_i^h)$ .

Ved å sette denne egenskapen inn i likelihood-funksjonen og dekomponere sannsynligheten for å observere null utgift til gode  $j$  i to grupper; de som ikke har muligheten og de som har muligheten men velger en hjørneløsning, kan vi uttrykke likelihood-funksjonen for en double hurdle modell som:

(B5)

$$\begin{aligned}
L &= \prod_{\substack{OE_j^h=1 \\ y_j^h > 0}} \frac{1}{\sigma_j} \phi(y_j^h | y_j^h > 0) [1 - \Phi(\psi_i^h)] \Phi(OE_j = 1) \\
&\prod_{\substack{OE_j^h=1 \\ y_j^h=0}} \Phi(\psi_i^h) \Phi(OE_j = 1) \prod_{OE_j^h=0} \Phi(OE_j = 0) \\
&= \prod_h \left\{ \kappa_j \frac{1}{\sigma_j} \phi\left(\frac{y_j^h - \mu_j^h}{\sigma_j}\right) (1 - \Phi(\psi_j^h)) \right\}^{D_j^h OE_j^h} \prod_h \left\{ \Phi(\psi_j^h) \kappa_j \right\}^{(1-D_j^h) OE_j^h} \prod_h (1 - \kappa_j)^{(1-OE_j^h)}
\end{aligned}$$

hvor  $\kappa_j$  er andelen av husholdningene som har mulighet for å konsumere gode  $j$ . Siden dette er en korttidsanalyse, vil konsummuligheten være gitt for hver enkelt husholdning. Vi bruker derfor andelen med mulighet til å konsumere gode  $j$  som et anslag på sannsynligheten for å ha mulighet til å konsumere godet. Den kontinuerlige delen av fordelingen er lik andelen med mulighet for å konsumere godet multiplisert med sannsynligheten for å ha en positiv utgift multiplisert med tettheten for utgiften gitt en positiv utgift. Den diskrete delen av fordelingen består av to komponenter: andelen som ikke har mulighet til å konsumere godet og andelen som har mulighet for å konsumere godet multiplisert med sannsynligheten for å velge en hjørneløsning.

Likelihood-funksjonen i ligning (B5) estimeres ved hjelp av MINIMIZE-prosedyren i Limdep for elektrisitet ( $i = 1$ ), parafin til kamin ( $i = 2$ ), fyringsolje til sentralfyr ( $i = 3$ ) og for anskaffelsen av ved ( $i = 4$ ).

**Tidligere utgitt på emneområdet***Previously issued on the subject***Norges offisielle statistikk (NOS)**

317: Forbruksundersøkelsen 1992-1994

**Rapporter (RAPP)**

- 99/8: Energibruk i husholdningene 1974 - 1995. En dokumentasjon av mikrodata etablert for økonomiske formål innenfor prosjektet *Fleksibel energibruk i husholdningene*
- 99/22: Energibruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994 og 1995. Gjennomsnittstall basert på forbruksundersøkelsen
- 2001/2: Hvordan utnytte resultater fra mikroøkonomiske analyser av husholdningenes energiforbruk i makromodeller? En diskusjon av teoretisk og empirisk litteratur om aggregering
- 2001/23: Fordelingseffekter av elektrisitetsavgift belyst ved ulike fordelingsbegreper
- 2003/20: Hvilke husholdninger rammes av høye strømpriser? En fordelingsanalyse på mikrodata

**Økonomiske analyser (ØA)**

- 5/99: Halvorsen, B. og B.M. Larsen: Hvilke faktorer har betydning for veksten i husholdningenes elektrisitetsforbruk?
- 5/2003: Halvorsen, B. og R. Nesbakken: Hvilke husholdninger ble rammet av vinterens høye strømpriser?

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

- 2004/16 T. Lappegård: Valg av livsløp i det flerkulturelle Norge: Forløpsanalyse av giftermål og barnefødsler blant kvinner med innvandrerbakgrunn. 2004. 34s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6644-0
- 2004/17 B. Olsen: Flyktninger og arbeidsmarkedet 4. kvartal 2002. 2004. 29s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6601-7
- 2004/18 K.M. Heide, E. Holmøy, L. Lerskau og I. Foldøy Solli: Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6. 2004. 55s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6650-5
- 2004/19 D. Ellingsen: Krigsbarns levekår. En registerbasert undersøkelse. 2004. 51s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6655-6
- 2004/20 B.K. Wold, S. Opdahl, E. Rauan, R. Johannesen og I. T. Olsen: Tracking Resource and Policy Impact Incorporating Millennium Development Goals & Indicators and Poverty Reduction Strategy Paper monitoring across sectors. 2004. 129s. 210 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6657-2
- 2004/21 G.I. Gundersen: Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2003. 2004. 97s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6663-7
- 2004/22 A. Snellingen Bye, G.I. Gundersen, T. Sandmo og G. Berge: Jordbruk og miljø. Resultatkontroll i jordbruk 2004. 2004. 210 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6677-7
- 2004/23 H. Nome Næsheim og T. Pedersen: Permittering og sykefravær. 2004. 95s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6690-4
- 2004/24 J.I. Hamre: Sesongjustering av hovedsreiene i AKU. Dokumentasjon av ny metode og resultater. 2004. 53s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-6692-0
- 2004/25 T.P. Bøe: 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. Aasestad: 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 fastleigeordning-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 pensjonskommisjonen. 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 tilleggsundersøkelse 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