

*Bente Halvorsen*

**Utviklingen i strømforbruket, prisfølsomheten  
og strømmarkedet**

---

*Rapporter* I denne serien publiseres analyser og kommenterte statistiske resultater fra ulike undersøkelser. Undersøkelser inkluderer både utvalgsundersøkelser, tellinger og registerbaserte undersøkelser.

© Statistisk sentralbyrå januar 2012 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbol</b>
ISBN 978-82-537-8283-6 (trykt)	Tall kan ikke forekomme	.
ISBN 978-82-537-8284-3 (elektronisk)	Oppgave mangler	..
ISSN 0806-2056	Oppgave mangler foreløpig	...
Emne: 01.03.10 og 10.08.10	Tall kan ikke offentliggjøres	:
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Null	-
	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
	Foreløpig tall	*
	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimaltegn	,

## Forord

Denne rapporten omhandler hvordan husholdningenes strømforbruk varierer på kort sikt, fra time til time, over uken, og over måneder i året, samt hvordan husholdningenes strømforbruk har utviklet seg de siste 50 årene. Rapporten illustrerer hoveddrivkreftene bak både den langsiktige utviklingen i forbruket og i de kortsiktige variasjonene. Spesielt fokus er lagt på effekten på forbruket i endringer i priser og inntekt, og hvordan disse forbruksendringene påvirker strømmarkedet.

Denne rapporten oppsummerer hovedkonklusjonene i vedlegg 3 og 4 i OED (2011), rapport fra sjøkabelutredningen utvalg III; Konsekvensene av at man trenger lenger tid på en ny overføringsforbindelse til bergensområdet (BKK-området).

Denne rapporten, og vedleggene nevnt ovenfor, er skrevet av seniorforsker Bente Halvorsen ved Forskningsavdelingen i Statistisk sentralbyrå. Arbeidet med å sammenfatte vedleggene til denne rapporten er finansiert av Norges Forskningsråd på prosjektet "Household response to multiple environmental policy instruments".

Rapporten er tilgjengelig i pdf-format på Statistisk sentralbyrås nettsider under adressen: <http://www.ssb.no/publikasjoner/>.

## Sammendrag

Denne rapporten studerer utviklingen i energiforbruket i alminnelig forsyning, både på kort sikt (time til time, dag til dag) og over en lengre periode, helt tilbake til 1960. Rapporten diskuterer hva som er de store drivkreftene bak utviklingen i forbruket, samt hvor prisfølsomt forbruket er og prisfølsomhetens rolle for allokeringen av strøm mellom kunder og over tid.

Analysene viser at for de kortsiktige svingningene i forbruket fra time til time, er temperatur den viktigste driveren, mens prisendringer har mindre innflytelse. For den langsiktige utviklingen er imidlertid endringer i relative energipriser en viktig drivkraft, sammen med befolkningsutviklingen og inntekt.

Selv om den kortsiktige prisfølsomheten er relativt liten hos sluttbrukerne, kan den være viktig for den kortsiktige klareringen (fra time til time) i spotmarkedet, siden den er med på å påvirke prisfølsomheten i etterspørselen i spotmarkedet. Den langsiktige prisfølsomheten i sluttbrukermarkedene betyr mest for det akkumulerte forbruket over tid, og er dermed viktigst for allokeringen av energiressursene på litt lengre sikt, for eksempel over en fyringssesong. Den langsiktige prisfølsomheten er også viktig for investeringer i produksjon og overføringskapasitet.

De empiriske analysene viser at den norske etterspørselen responderer på prisendringer, både på kort sikt i spotmarkedet og på litt lengre sikt i sluttbrukermarkedet. Det tar noen uker før prissignalet fra spotmarkedet når de fleste sluttbrukere, men da er mesteparten av prissignalet overført. Det følger også av analysen at det er viktig å la prisnivået variere mellom regionene dersom det oppstår skranker i markedet, slik at kundene i regioner hvor det oppstår en anstrengt kraftsituasjon får insentiver til å endre sin etterspørsel. Jo raskere disse prissignalene når strømkundene, jo mer effektivt vil markedet kunne håndtere en anstrengt kraftsituasjon.

## Abstract

This report discusses the development in energy consumption in households, service industries, primary industries and other small industries, both in the short run (hour to hour, day by day) and over a longer period, back to the 1960. The report discusses the main driving forces behind this development, as well as the demand price sensitivity and its role in the allocation of power between customers and over time.

The analysis shows that for the short-term fluctuations in consumption from hour to hour, the temperature of the main driver, while price changes have less influence. For the long-term trend, however, changes in relative energy prices are a key driver, along with population and income growth.

Even if the short term price sensitivity is low for end-users, it may still have a big influence on the short-term clearance of the market (from hour to hour), as it affects the short term price sensitivity in the spot market. The long-term price elasticities in the retail markets is more important for determining consumption over a time period, and is important in allocating energy resources over time in the spot market, e.g. over the winter months.

Empirical analyses show that the Norwegian demand responds to price changes, both in the short term in the spot market and in the longer term in the retail market. It takes a few weeks before the price signals from spot market affects the consumer price for most end-users, but by then, most of the price signal has been transmitted. It also follows from the analysis that it is important to let prices vary between regions of the market in the event of scarcity, so customers in regions where shortages occur, have the incentive to change their demand. The faster these price signals affect consumer prices, the more efficient the market will be able to handle a tight power situation.

## Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Utviklingen i forbruket</b> .....	<b>8</b>
2.1. Effektforbruk .....	8
2.2. Energiforbruk i alminnelig forsyning .....	11
<b>3. Drivkrefter bak forbruksutviklingen</b> .....	<b>14</b>
3.1. Drivkrefter bak effektforbruket i alminnelig forsyning.....	14
3.2. Drivkrefter bak årlig energiforbruk i husholdningene .....	20
<b>4. Samspill mellom ulike deler av strømmarkedet</b> .....	<b>26</b>
4.1. Fordeling av konsumenter på ulike priskontrakter .....	26
4.2. Gjennomslag av spotpris til sluttbrukerprisene .....	28
4.3. Samspill mellom spot- og sluttbrukermarkedet.....	29
<b>5. Analyser av etterspørselens prisfølsomhet</b> .....	<b>32</b>
5.1. Prisfølsomhet i spotmarkedet .....	32
5.2. Prisfølsomhet i sluttbrukermarkedene .....	33
<b>6. Konklusjoner</b> .....	<b>38</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>39</b>
<b>Figurregister</b> .....	<b>41</b>
<b>Tabellregister</b> .....	<b>42</b>

## 1. Innledning

Når man skal vurdere hvorvidt det er ønskelig å bygge ut ny kapasitet i kraftproduksjonen eller sentralnettet, eller gjøre andre viktige energipolitiske beslutninger, trenger man informasjon om den forventede forbruksutviklingen, samt informasjon om markedets funksjonsevne. Når man diskuterer utviklingen i strømforbruket er det nyttig å dele dette opp i effektforbruket, dvs. det løpende strømforbruket, og energiforbruket, dvs. det akkumulerte forbruket over en periode. Priser, inntekt og andre variable av betydning for strømforbruket, kan ha svært ulik virkning på det løpende forbruket og på de mer langsiktige trendene i forbruket. Informasjon om etterspørselsforhold både på kort og lang sikt, spesielt i alminnelig forsyning,<sup>1</sup> er derfor av stor betydning i beslutninger om regulering og utbygginger av kraftproduksjonen og overføringsnettet.

Et eksempel på en avgjørelse hvor slik informasjon er viktig, var beslutningen om å bygge ut nye kraftlinjer til Bergensområdet gjennom Hardanger. Denne beslutningen var bakgrunnen for en av de store energipolitiske konfliktene i 2010. Grunnlaget for vedtaket var en bekymring for forsyningssikkerheten i Bergensområdet. Mastene vil medføre et ikke ubetydelig inngrep i naturen, og det tok ikke lang tid før man fikk en konflikt mellom behovet for forsyningssikkerhet og natur- og kulturverninteresser. Fire utvalg ble satt ned høsten 2010 for å diskutere muligheten for sjøkabel over de mest kontroversielle strekkene langs Hardangerfjorden. I forbindelse med sjøkabelutvalg nr IIIs utredning av konsekvensene av å vente med å bygge ut en ny forbindelse i Hardanger, ble Statistisk sentralbyrå bedt om å oppsummere de analysene vi hadde gjort som hadde relevans både for forbruksutviklingen og for hvordan prisfølsomheten i etterspørselen påvirker markedets håndtering av en knapphetssituasjon på energi. I den forbindelse ble det skrevet to vedlegg til sjøkabelutvalg IIIs rapport (vedlegg 3 og 4, OED, 2011). Denne rapporten gjengir og oppsummerer resultatene fra disse to vedleggene.

Rapporten starter med å gi en oversikt over utviklingen i strømforbruket i alminnelig forsyning og hva som er de store drivkreftene bak denne utviklingen, basert på Statistisk sentralbyrås statistikker og andre publikasjoner fra Statistisk sentralbyrå.<sup>2</sup> I beskrivelsen av forbruket i alminnelig forsyning, og diskusjonen av driverne bak det, skiller vi mellom effekt- og energiforbruket. Energiprisutviklingen er en av de viktigste drivkreftene bak det totale energiforbruket og forklarer også hvordan strømmen allokeres mellom kunder og mellom tidsperioder slik at kraftmarkedet klareres. I den første delen av rapporten diskuteres prisers betydning som drivkraft bak utviklingen i strømforbruket i alminnelig forsyning, mens prisfølsomhetens rolle for allokeringen av strøm mellom kunder og over tid i kraftmarkedet diskuteres i den siste delen av rapporten. Statistisk sentralbyrås forskningsavdeling har gjennom flere studier analysert prisfølsomheten i elektrisitetsforbruket og hvilken betydning den har for det norske strømmarkedet (se bl.a. Halvorsen, 2011, Ericson og Halvorsen, 2007). Mye av denne forskningen har fokusert på husholdningsforbruket, men det er også gjennomført noen studier som gjelder andre deler av alminnelig forsyning. Denne rapporten oppsummerer hovedresultatene fra disse studiene.<sup>3</sup> Det norske elektrisitetsmarkedet er delt i flere markeder, både spot- og sluttbrukermarkeder. Det vil bli fokusert på analyser av prisfølsomheten i spot- og sluttbrukermarkedene separat, samt på analyser av hvordan denne prisfølsomheten påvirker samspillet mellom de ulike delene av markedet.

<sup>1</sup> Alminnelig forsyning består av husholdninger, privat og offentlig tjenesteyting, industri utenom kraftkrevende industri, samt deler av treforedlingsindustrien (uprioritert kraft til kjeler), og utgjør i gjennomsnitt litt over 70 prosent av totalforbruket de siste 15 årene.

<sup>2</sup> De resultatene som presenteres her stammer fra flere ulike analyser og publikasjoner. Det vil derfor være variasjoner i tidsperiode, deflateringsår, layout og språk.

<sup>3</sup> Denne gjennomgangen tar ikke sikte på å være en fullstendig uttømmende oversikt over de analyser som er gjennomført på temaet i SSB, kun gjengi noen hovedresultater fra denne forskningen.

## 2. Utviklingen i forbruket

Vi starter med å beskrive variasjoner i effekt- og energiforbruket over tid. Statistisk sentralbyrås statistikker inneholder ikke informasjon om energiforbruket over korte tidsrom (time, dag). Vi har imidlertid informasjon om timesforbruket for ulike deler av alminnelig forsyning i forbindelse med analyseprosjekter. Disse dataene er ikke offisiell statistikk, og de er kun hentet for kunder i enkelte områder i enkeltår (måledata fra timemålte kunder hos Skagerak Nett i 2006). Vi har derfor ikke timesinformasjon om den historiske utviklingen i effektforbruket for enkeltkunder over hele landet. Disse dataene kan imidlertid gi en beskrivelse av det kortsiktige forbruksmønsteret i ulike deler av alminnelig forsyning, og indikasjoner på mer generelle etterspørselssammenhenger.

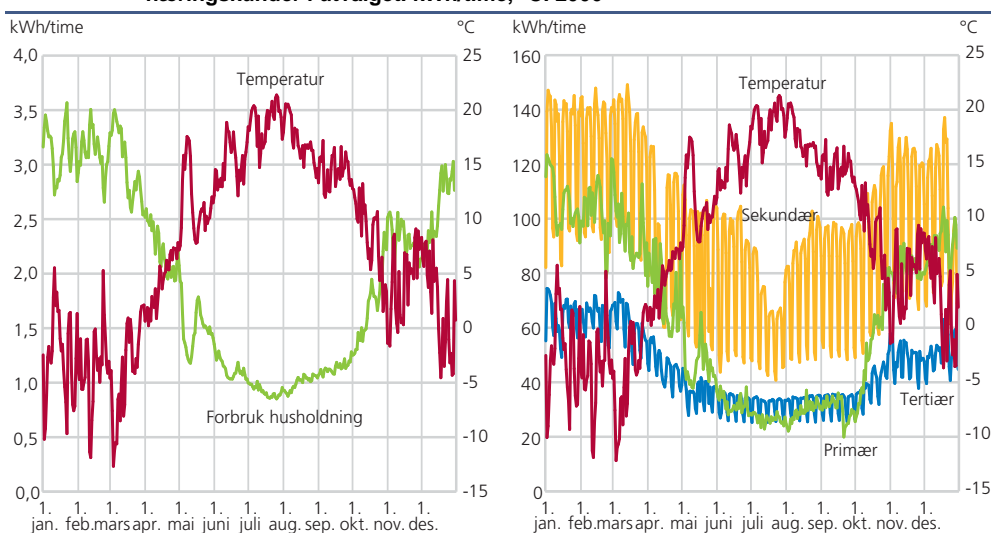
### 2.1. Effektforbruk

I forbindelse med et prosjekt for Statnett, analyserte vi effektforbrukskurver for ulike sektorer i alminnelig forsyning, fordelt over døgn, uke, og måneder (Ericson og Halvorsen, 2008 a og b). Disse analysene gir en indikasjon på når behovet for effekt er størst, og dermed når man vil forvente størst belastning i nettet. Dette vil kunne være nyttig informasjon i vurdering av forsyningssikkerheten i regioner som Hordaland, hvor man i perioder kjører med relativt høy belastning i det eksisterende overføringsnettet.

#### Noen illustrasjoner på forbrukskurver

Basert på informasjon om de timesmålte kundene fra Skagerak nett, har vi i Figur 2.1 vist hvordan gjennomsnittlig døgnforbruk i ulike kunde grupper i alminnelig forsyning og gjennomsnittlig døgntemperatur varierte over året. Vi har delt figuren i to; én for husholdninger og én for næringskunder. Av figuren ser vi at det er stor variasjon i gjennomsnittlig døgnforbruk i husholdningene over året, og at det er en sterk negativ korrelasjon mellom gjennomsnittlig utetemperatur og gjennomsnittlig døgnforbruk, med en korrelasjonskoeffisient på  $\pm 0,97$  (se også avsnitt 3.1). For eksempel resulterte den varme perioden i begynnelsen av mai 2006 i en kraftig reduksjon i elektrisitetsforbruket.

**Figur 2.1. Gjennomsnittlig døgnforbruk og døgntemperatur over året for husholdnings- og næringskunder i utvalget. kWh/time, °C. 2006**



Kilde: Skagerak nett.

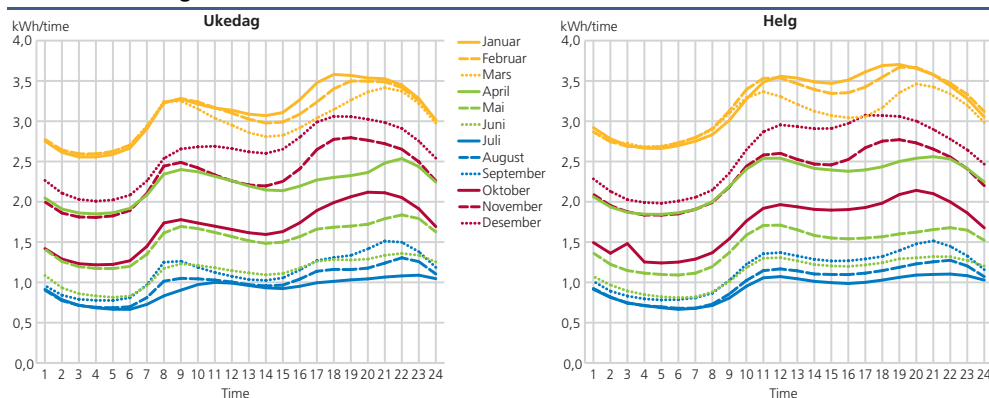
For næringskundene er gjennomsnittlig døgnforbruk høyest i sekundærnæringene (industrien) og lavest i de tjenesteytende næringene (tertiærnæringene), med unntak av midt på sommeren når primærnæringene (jord- og skogbruk, fangst og fiske) har lavere forbruk. Vi ser også at forbruket i sekundær- og terciærnæringene varierer kraftig over uken ved at forbruket i helga er lavt i forhold til på ukedagene. Variasjonen i primærnæringene ser ikke ut til å ha slike klare ukemessige



svingninger, men ser snarere ut til å følge temperatursvingningene svært tett. Siden en stor andel av strømforbruket i primærnæringene trolig går til oppvarming av tilholdssted for dyr, er det rimelig at det er en nær sammenheng mellom temperatur og strømforbruk. De andre næringene følger ikke temperatursvingningene like tett, selv om det er klare sesongmessige variasjoner i forbruket.

Det er rimelig å anta at forbruket varierer over døgnet, og at denne døgprofilen endres over året, ettersom behovet for oppvarming og belysning endres med sesongene. Det innebærer at belastningen på nettet også vil variere over døgnet og året. Dette er illustrert i figur 2.2 for husholdningskunder.

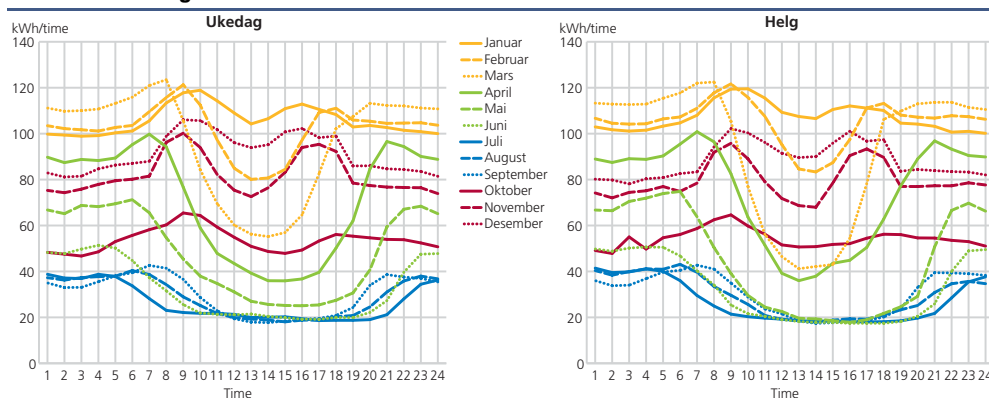
**Figur 2.2. Gjennomsnittlig timesforbruk for husholdningskunder over døgnet i ukedager og i helgene. kWh/time. 2006**



Kilde: Skagerak nett.

Husholdningene har sitt høyeste forbruk på ettermiddag og kveld i alle årets måneder for ukedager og helger. Tidspunktet for morgentoppen ligger stort sett i time 9 (dvs. mellom kl 8.00 og 9.00) over hele året (forbruket i time 8 og 10 er dog ikke så mye mindre), mens ettermiddagstoppene varierer avhengig av årstiden (fra time 18 i januar til time 23 i juli). Ettermiddagstoppene er noe høyere enn morgentoppene, men ikke mer enn ca 10 prosent høyere i den kaldeste januar måneden. Forbruksnivået er høyere om vinteren enn om sommeren, ettersom behovet for oppvarming og belysning er større. Antall timer mellom morgen- og kveldstoppen i forbruket øker utover våren. Det er rimelig å anta at dette har sammenheng med at behovet for belysning og oppvarming reduseres på våren og sommeren. Det er også en tendens til at variasjonen i forbruket er mindre om sommeren enn om våren.

**Figur 2.3. Gjennomsnittlig timesforbruk for primærnæringene over døgnet i ukedager og i helger. kWh/time. 2006**

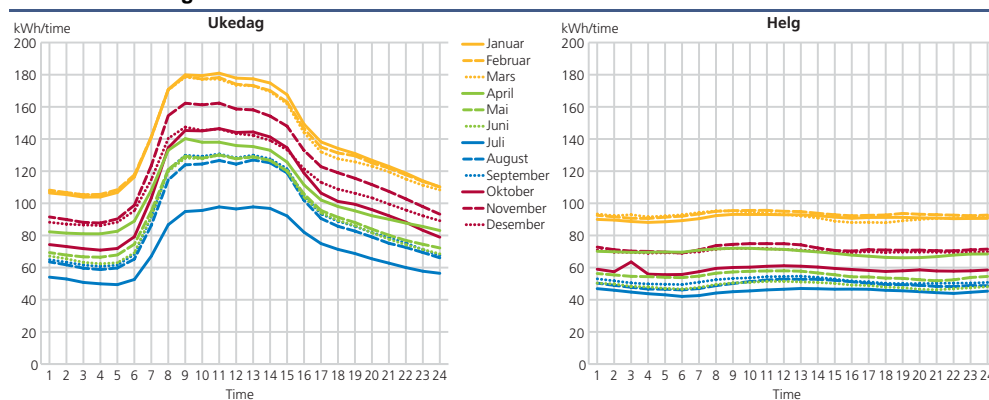


Kilde: Skagerak nett.

Figurene 2.3 – 2.5 viser hvordan gjennomsnittlig timesforbruk over døgnet i ukedager og helger varierer fra måned til måned for primær-, sekundær- og tertiærnæringene. Figur 2.3 viser variasjonen i døgprofilen i primærnæringene. Vi ser at forbruksmønsteret over året varierer mye i denne sektoren. I de kaldeste månedene er nattforbruket høyt, og det er mindre forskjell mellom natt- og

dagforbruk enn etter hvert som vi kommer ut på våren. Da blir forskjellen i forbruk over døgnet større ettersom temperaturvariasjonen over døgnet øker. Nattforbruket synker også gradvis utover våren ettersom behovet for oppvarming reduseres. Et annet interessant trekk er at antall timer mellom morgen- og kveldstoppen øker ut over våren med lengden på dagene og reduksjonen i behovet for oppvarming. På sommeren er nattforbruket og differansen mellom natt og dag lavest, og avstanden mellom morgen- og kveldstoppen lengst. Vi ser også to forbrukstopper som trolig skyldes morgen- og ettermiddagsstellet av dyr. Dette tyder på at strømforbruk i primærnæringene i stor grad er drevet av stell og oppvarming av areal for husdyrhold. Sammenligner vi forbruksmønsteret i helgene med forbruksmønsteret i ukedagene er det liten forskjell, som forventet, i og med at store deler av forbruket går til oppvarming og at dyrestellet også gjøres i helgene.

**Figur 2.4. Gjennomsnittlig timesforbruk for sekundærnæringene over døgnet i ukedager og helgene. kWh/time. 2006**



Kilde: Skagerak nett.

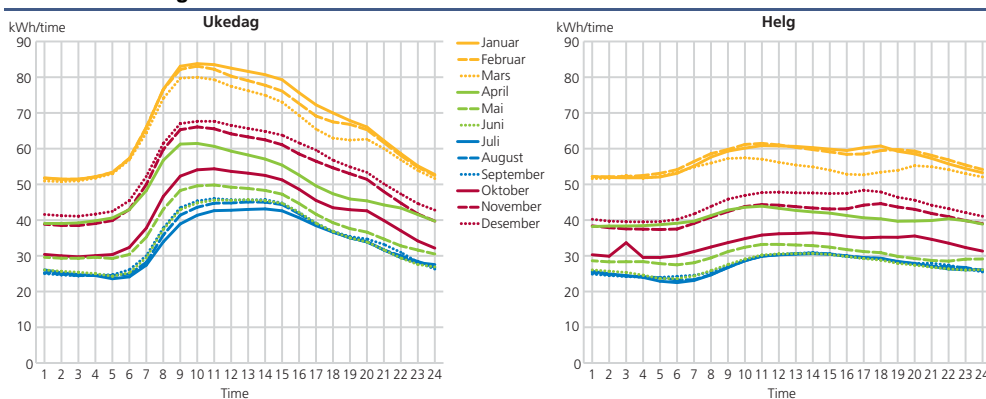
Figur 2.4 viser sekundærnæringenes gjennomsnittlige timesforbruk over døgnet for ukedager i ulike måneder. Forbruket er høyest i de kalde vintermånedene, men variasjonen i forbruket over døgnet ser ut til å følge samme mønsteret hele året. Forbruket er klart lavere på natten, for så å stige raskt når produksjonen starter. Deretter faller forbruket utover kvelden når produksjonen har opphørt. Det er en klar reduksjon i forbruket i juli, under fellesferien, hvor forbruksnivået er klart lavere enn i de andre varme månedene, men har den samme forbruksprofilen. Sammenligner vi døgprofilen i ukedagene med døgprofilen i helgene for sekundærnæringene, ser vi at forbruksmønsteret endrer seg mye og er tilnærmet helt flatt i helgene. Det indikerer at det foregår lite produksjon i disse næringene i helgen. Forbruksnivået er høyest i de kalde månedene, middels på høsten og våren, og lavest ettersom oppvarmingsbehovet reduseres. Det indikerer at helgeforbruket i stor grad er styrt av behovet for oppvarming, kjøling av produksjonen og ”stand by”-forbruk.

Figur 2.5 viser gjennomsnittlig timesforbruk for tertiærnæringene for henholdsvis uke- og helgedager fordelt på ulike måneder. Forbruksmønsteret over døgnet på ukedagene har tilnærmet samme form over hele året i de tjenesteytende næringene, men forbruksnivået er høyere i de kalde vintermånedene. I helgene er variasjonen over døgnet er langt mindre, og nivået er høyest i de kalde vintermånedene.

Betydning for belastningen i nettet av forbruksvariasjoner i den enkelte sektoren vil, i tillegg til variasjonene i gjennomsnittlig timesforbruk, også avhenge av antall kunder, dvs. andelen av den totale kundemassen som har dette forbruksmønsteret. For eksempel er det store variasjoner i forbruksmønsteret i primærnæringene både over døgnet og over året. Dette er imidlertid en relativt liten sektor, som i dette nettområdet (for Skagerak nett) kun utgjør fire prosent av de timesmålte næringskundene. Svingninger i forbruket i denne sektoren vil derfor være av mindre betydning for den totale lasten i nettet enn svingninger i en større sektor, som for eksempel husholdninger eller tertiærnæringen. Forbruksmønstrene i de store kundegruppene vil dominere bildet for det løpende forbruket i alminnelig

forsyning. Husholdningene har dermed en ikke ubetydelig påvirkning på totalforbruket selv om de har det laveste gjennomsnittlige forbruksnivået av alle sektorene. Dataene indikerer at eventuelle effekttopper mest sannsynlig vil opptre på morgenen mellom kl 8 og 10 i de kaldeste vintermånedene.

**Figur 2.5. Gjennomsnittlig timesforbruk for tertiærnæringer over døgnet i ukedager og i helgene. kWh/time. 2006**



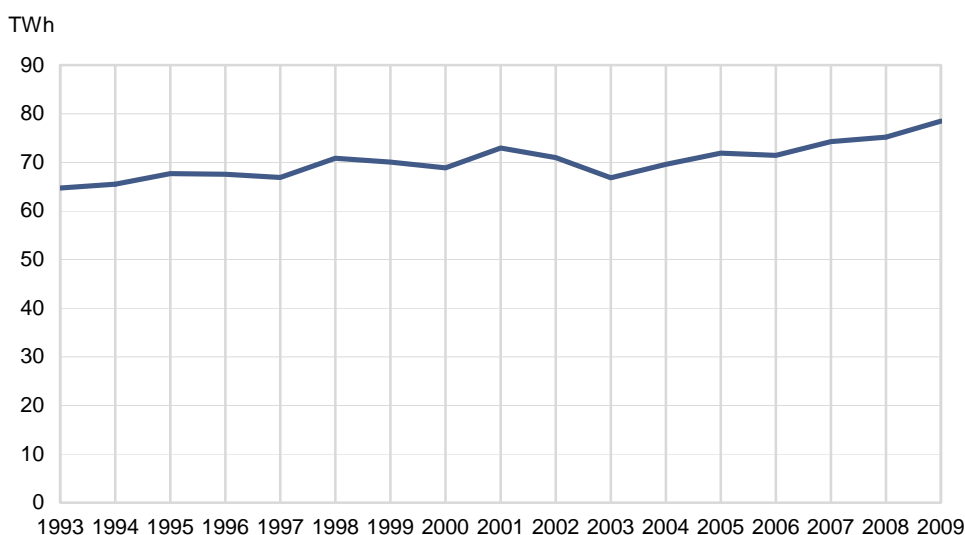
Kilde: Skagerak nett.

## 2.2. Energiforbruk i alminnelig forsyning

Statistisk sentralbyrås energistatistikk gir informasjon om utviklingen i forbruket over tid i ulike deler av alminnelig forsyning. Mesteparten av denne statistikken er på landsbasis, men noe finnes også fordelt etter fylker. Jeg vil bruke de tallene vi har på fylkesbasis til å vurdere eventuelle problemer med å overføre resultatene på landsbasis til Hordalands-regionen spesielt.

Vi starter med å se på utviklingen i årsforbruket i alminnelig forsyning på landbasis fra tidlig på nittitallet og frem til i dag (se figur 2.6). Tallene er aggregert på bakgrunn av månedstall fra energistatistikken (se figur 2.7 for fordelingen på ulike måneder).

**Figur 2.6. Årlig forbruk i alminnelig forsyning i perioden 1993 til 2009. TWh**



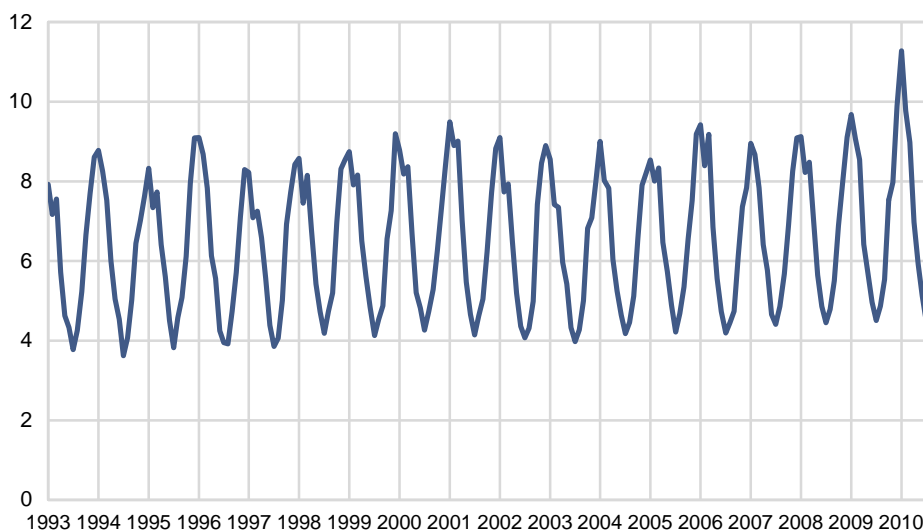
Kilde: Statistisk sentralbyrå

Vi ser at det har vært en svak stigning i forbruket i alminnelig forsyning over denne 17-årsperioden på litt i overkant av 21 prosent.<sup>4</sup> Vi ser også nedgang i forbruket etter de høye strømprisene vi opplevde etter vinteren 2001/2002, og at mesteparten av forbruksøkningen har kommet fra 2003 og frem til i dag. Vi ser at det er noen

<sup>4</sup> Sett i historisk perspektiv er denne økningen relativt beskjeden (se for eksempel figur 3.6).

variasjoner fra år til år, noe som kan skyldes mange forhold. For å få indikasjoner på hvordan temperaturen spiller inn i disse tallene, har vi i figur 2.7 plottet månedsforbruket i alminnelig forsyning i denne perioden.

**Figur 2.7. Månedlig forbruk i alminnelig forsyning. TWh. 1993 - 2010**

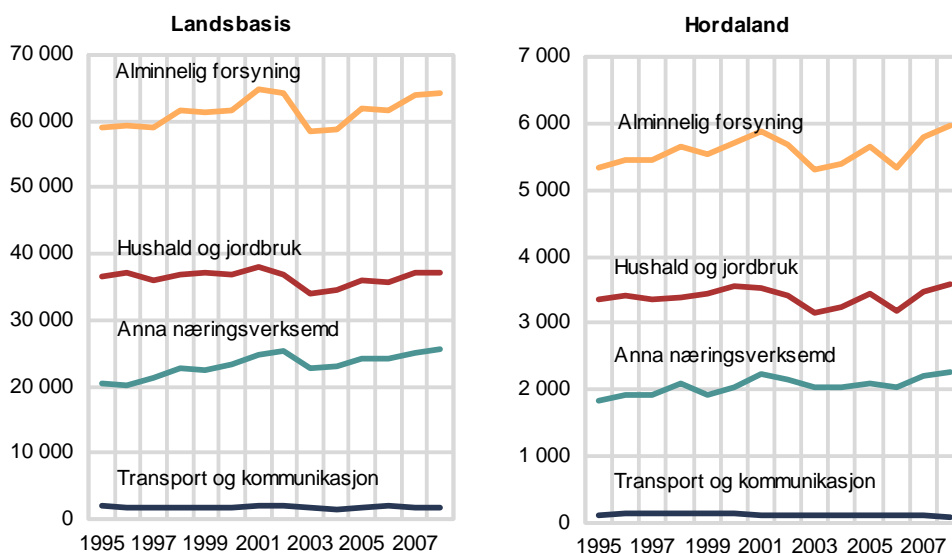


Kilde: Statistisk sentralbyrå

Vi ser av figuren at det først og fremst er vinterforbruket som har økt i løpet av denne perioden, mens veksten i sommerforbruket er svakere. Vi ser bl.a. at forbruket i desember 2009, samt januar og februar i 2010, var høyere enn i hele den tidligere perioden. Dette henger sammen med den relativt kalde vinteren vi opplevde. Generelt ser forløpet på kurven for årsforbruket ut til å henge nøye sammen med forløpet for vinterforbruket. Dette tyder på at mange av de variasjonene vi ser i strømforbruket i alminnelig forsyning i denne perioden henger sammen med endringer i bruk av strøm til oppvarming i de kalde vintermånedene, hvor behovet varierer fra år til år med temperatur-forholdene. Dette gjenspeiler det bildet vi hadde av hvordan effektbehovet varierte med temperaturen (se diskusjonen av figur 2.1), hvor korrelasjonen på kort sikt mellom strømforbruk og utetemperatur var svært høy spesielt for husholdningskundene. Selv om mye av variasjonene i årsforbruket skyldes variasjoner i temperatur fra år til år, ser vi at det er en tendens til at forbruket øker over tid, også sommerforbruket. Dette skyldes bl.a. økt befolkning og økonomisk vekst.

For å se hvordan utviklingen fordeler seg på ulike sektorer har vi i figur 2.8 gjengitt utviklingen i årsforbruket etter ulike næringer i alminnelig forsyning. Denne informasjonen finnes også fordelt på fylker i energistatistikken, noe som gir oss mulighet til å se om utviklingen i Hordaland avviker fra trenden i landet ellers. Vi ser av figuren at både husholdningene og annen næringsvirksomhet ser ut til å følge tilnærmet de samme trendene i forbruksutviklingen, noe som tyder på en felles driver bak store deler av utviklingen. Fra diskusjonen av figur 2.1 og figur 2.7 er det derfor rimelig å anta at utetemperaturen, økt befolkning og økonomisk vekst er svært viktige drivere for denne utviklingen. Vi har hatt store endringer i energiprisene og inntekten i løpet av denne perioden. Dette er også en periode hvor vi har sett en stadig utvikling i form av mer energieffektivt utstyr. For å kunne ha forventninger om utviklingen i forbruket fremover, er det av den grunn viktig å forstå hva som driver variasjonen i forbruket over tid, og hvor kraftige de ulike driverne er.

**Figur 2.8. Årlig forbruk i alminnelig forsyning og fordelt etter næring. GWh<sup>5</sup>. 1995 – 2008**



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Det ser ut som om forbruksutviklingen i alminnelig forsyning i Hordaland ikke avviker nevneverdig fra forbruket i alminnelig forsyning i alt, verken i endringen over tid eller for de ulike sektorene (se figur 2.8). Vi antar derfor at, når det gjelder alminnelig forsyning, vil de resultatene vi finner på data for hele landet gi en god indikator for hva vi vil forvente skjer i Hordalands-regionen.

<sup>5</sup> Definisjonen av hvilke sektorer som er med i alminnelig forsyning varierer mellom denne og de andre figurene. Strøm til kjelene i treforedling (uprioritert kraft) er med i alle figurer unntatt figur 2.8, hvor alminnelig forsyning er definert som summen av de sektorene som er gjengitt. Definisjonen er imidlertid konsistent internt i figur 2.8.

### 3. Drivkrefter bak forbruksutviklingen

Vi har gjort flere analyser av driverne bak utviklingen i strømforbruket. Mesteparten av disse analysene er gjort på husholdningenes energi- og elektrisitetsforbruk, hovedsakelig basert på årsdata, men også noe på timesdata. Vi har også gjort noen analyser av hvordan timesforbruket i andre sektorer i alminnelig forsyning varierer med ulike faktorer (se Ericson og Halvorsen, 2008c). For å få en god oversikt av hva som driver variasjonene i effektforbruket gjenstår det fremdeles en god del analysearbeid. Det ser ut som om noen av drivkreftene er relativt enkle å identifisere, som for eksempel temperatur og sesongvariasjoner i forbruket. For enkelte sektorer har det imidlertid vært relativt vanskelig å få analysert effekten av kortsiktige svingninger i pris på forbruket, bl.a. fordi vi ikke har hatt tilstrekkelig informasjon om produksjonsforhold i enkeltbedrifter. I dette notatet presenteres kun resultater som ser rimelige ut, som er basert på et tilstrekkelig antall observasjoner og som ikke endres nevneverdig i ulike estimeringer.

#### 3.1. Drivkrefter bak effektforbruket i alminnelig forsyning

Generelt så vi fra forbrukskurvene (se avsnitt 2.1) at forbruket avhenger klart av utetemperaturen både hos husholdningene og hos de fleste næringskunder. Denne temperaturfølsomheten er svært sterk hos husholdningene og kundene i primærnæringene, hvor andelen av forbruket som går til oppvarming er relativt høy. Næringskundene responderer imidlertid litt ulikt på temperaturforhold, og er ulike med hensyn til hvordan ferier og helligdager påvirker forbruket av strøm. Primærnæringene skiller seg ut blant næringskundene. De fleste næringskundene, utenom primærnæringene, har en forbrukstopp fra kl 8-10. Det er likevel store forskjeller i forbruksmønsteret innenfor ulike næringer. Det er imidlertid en generell tendens at forbruket reduseres utover dagen etter forbrukstoppen om morgenen med en relativt markert nedgang rundt time 16 og 17 (primærnæringen avviker fra dette). Husholdningene har to forbrukstopper og bruker mest strøm om morgenen og ettermiddagen. Tidspunktet for toppen som kommer om morgenen ligger stort sett i time 9 over hele året (forbruket i time 8 og time 10 er dog ikke så mye mindre), mens ettermiddagstoppene varierer avhengig av årstiden (fra time 18 i januar til time 23 i juli). Ettermiddagstoppene er noe høyere enn morgentoppene for husholdningskundene. Siden næringskundenes forbruk synker betraktelig før husholdningenes ettermiddagstopper inntreffer, ser det ikke ut til at husholdninger og næringskunder har sine høyeste forbrukstopper samtidig. Husholdningenes morgentopp sammenfaller imidlertid med de aller fleste av næringskundenes forbrukstopp i timene rundt kl 8 til 10.

Vi har også estimert hvordan ulike faktorer bidrar til å forklare variasjonene i timesforbruket i ulike sektorer basert på dette datasettet fra Skagerak energi for 2006.<sup>6</sup> Vi hadde begrenset med bakgrunnsinformasjon om kundene i dette datasettet, og vi kan derfor kun se på effekten av temperatur, pris og sesong (døgn, uke, måneder) for timesforbruket. De forbrukskurvene som presenteres i dette avsnittet er basert på estimeringer (i motsetning til forbrukskurvene i avsnitt 2.1), og kan tolkes som forbrukskurver for variasjonen i forbruket over timer i døgnet, dager i uken og måneder i året, korrigert for endringer i temperatur og pris.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> De sektorene vi har estimert etterspørselen for er; husholdninger, jordbruk og skogbruk, fiske, fangst og fiskeoppdrett (Primærnæringer), sekundærnæringer som industri og bergverk, nærings- og nytelsesmiddelindustri, tekstil- og bekledningsindustri, trelast- og trevareindustri, treforedling, forlag og grafisk industri, oljeraffinerer, kjemisk og mineralisk industri, metallindustri, verkstedsindustri, bygging av skip og oljeplattformer og møbelindustri og annen industri, samt tertiærnæringene bygge- og anleggsvirksomhet, varehandel, reparasjon av kjøretøyer mv., hotell- og restaurantvirksomhet, rørtransport, utenriks sjøfart, transport ellers, post og telekommunikasjon, finansiell tjenesteyting, boligjenester (husholdninger), forretningsmessig tjenesteyting, og offentlige og personlige tjenester.

<sup>7</sup> Se Ericson og Halvorsen (2008c) for mer informasjon.

### Effekten av prisendringer på effektforbruket

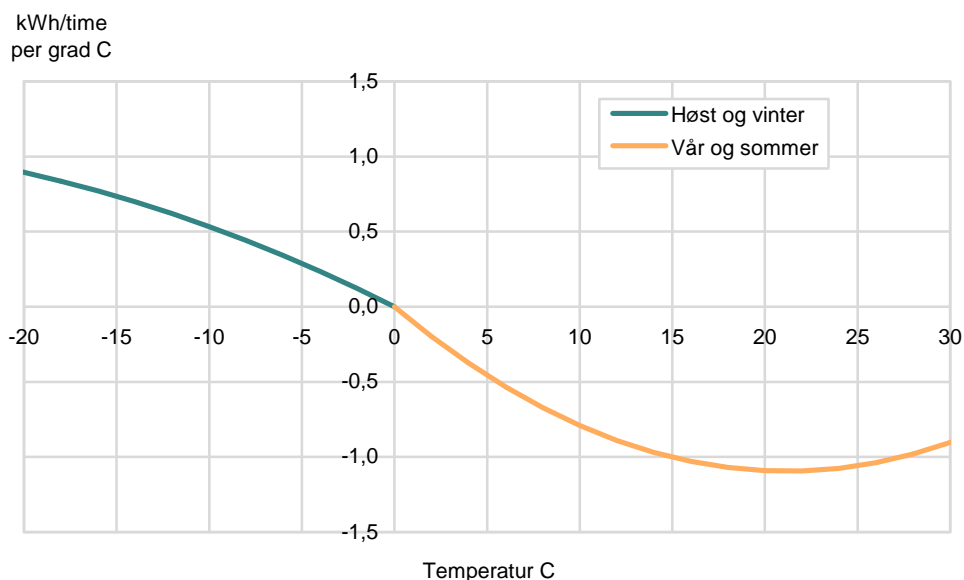
I disse estimeringene hadde vi problemer med å identifisere priseffekten for flere av sektorene fordi vi hadde for liten informasjon om andre forhold av betydning, som for eksempel typen produksjon, priser på innsatsfaktorer, antall ansatte, osv. Dersom prisfølsomheten i strømforbruket avhenger av disse forholdene, vil den prisfølsomheten vi har estimert ikke nødvendigvis bare inneholder effekten av pris på forbruket, men kan også inneholde effekter av endringer i utelatte variable. Jeg vil derfor ikke kommentere estimatene av priselastisitetene i detalj her, i og med at det er relativt stor usikkerhet knyttet til flere av dem. Her oppgis ikke de estimerte elastisitetene i kunde grupper hvor vi har svært få observasjoner, og hvor estimatet av prisfølsomheten derfor er svært usikker. For mer detaljert informasjon, se Ericson og Halvorsen (2008c).

Elastisitetene gir den prosentvise reduksjonen i forbruket når prisen på strøm øker med en prosent. Disse elastisitetene angir den umiddelbare effekten på timesforbruket av en endring i strømprisen fra time til time fordelt på typen priskontrakt kunden har. For husholdningene ligger den kortsiktige direkte priselastisiteten i denne analysen rundt  $-0,06$ , med noen unntak. Det innebærer at når prisen øker med en prosent, reduseres forbruket i samme time med litt over en halv promille. Dette er i tråd med hva man har funnet i andre norske analyser av kortsiktig prisrespons i norske husholdninger basert på timesmålte paneldata fra andre steder i landet (se Ericson, 2007 og Graabak og Feilberg, 2004). Vi finner indikasjoner på at prisrespons er kraftigere i primærnæringene, men flere av disse gruppene er for små til at man kan si noe sikkert om resultatene. Primærnæringen er imidlertid en liten sektor som monner lite i hele alminnelig forsyning, men de kan være viktige på marginen. Nærings- og nytelsesmiddelindustrien er også en næring med relativt prisfølsom etterspørsel på kort sikt, men vi har det samme problemet med litt få kunder i hver gruppe. Sett under ett kan resultatene fra disse estimeringene tyde på at det i de største kunde gruppene er relativt liten kortsiktig prisfølsomhet i etterspørselen.

Dessverre kan vi ikke på bakgrunn av disse resultatene si noe om den totale prisfølsomheten over en litt lengre periode, som for eksempel en måned eller et kvartal, siden vi ikke har modellert og identifisert dynamikken i etterspørselen. Vi kan dermed ikke utelukke at vi kan ha relativt stor prisfølsomhet i flere av disse sektorene av mer permanente endringer i strømprisen, bare at den umiddelbare effekten på forbruket i samme time er liten i de fleste sektorene. Det er også stor fare for at vi har problemer med utelatte variable som er korrelert med prisen i denne estimeringen. Derfor er det viktig å være forsiktig med bruk og tolkning av disse priseffektene. Analysen tyder imidlertid på at kortsiktige variasjoner i sluttbrukerprisen kun i liten utstrekning kan bidra til å forklare de *kortsiktige* variasjonene i effektforbruket i store deler av alminnelig forsyning. Dette skyldes at de fleste kundene ikke har priskontrakter hvor prisen varierer på timebasis, og de har derfor ingen grunn til å respondere på endringer i prisen fra time til time (se diskusjonen i avsnitt 4.1 og 4.3).

### Effekten av utetemperatur på effektforbruket

Ericson og Halvorsen (2008c) finner at forbruket er klart korrelert med utetemperatur i de aller fleste av sektorene som utgjør alminnelig forsyning. Temperaturen har imidlertid ikke en entydig effekt på forbruket over hele året, i og med at mange av disse sektorene har et kjølingsbehov når temperaturene begynner å stige utover sommeren. Noen sektorer har også et svært atypisk temperaturmønster, som avhenger av hvordan strøm brukes i produksjonen.

**Figur 3.1. Estimert effekt på timesforbruket for husholdningskunder av endringer i temperatur. kWh/time, C°**

Kilde: Ericson og Halvorsen (2008c)

Veldig mange sektorer har et forløp på temperaturfølsomheten som minner om den vi finner for husholdningene.<sup>8</sup> For å forstå hvordan temperaturen påvirker de kortsiktige variasjonene i forbruket i disse sektorene, vil vi vise disse sammenhengene for husholdningssektoren. Figur 3.1 viser temperatureffektene for timesforbruket i husholdningssektoren. Temperatureffektene er målt som avvik i timesforbruket ved en gitt temperatur relativt til forbruket ved 0 C°. Nivået på forbruksendringen leses oppover langs den vertikale akse. Dersom utetemperaturen endres fra 0 til 10 C°, reduseres gjennomsnittsforbruket med i underkant av 0,8 kWh per time (gjennomsnittlig timesforbruk for husholdningene i dette utvalget er 1,97 kWh/time). For enkelhets skyld har vi valgt å illustrere sommerestimatet på den positive delen av akse og vinterestimatet på den negative.

Vi ser av figuren at når temperaturen øker reduseres forbruket inntil temperaturen når ca 20 C°, for så å øke. Det er trolig flere årsaker til denne økningen. For det første vil det ikke lengre være mer å spare på reduksjon i oppvarming etter hvert som temperaturen ute stiger mot sommertemperaturer. For det andre er forbruket av strøm i fryserer og kjøleskap avhengig av innetemperaturen. Kommer utetemperaturen over 20 grader begynner innetemperaturen å stige, og motoren i kjøleskap og fryserer må gå oftere. Etter hvert er det også en relativt stor andel husholdninger som har installert varmepumper. Denne varmepumpen kan brukes til luftkjølig om sommeren, og det er rimelig å anta at en del av husholdningene vil benytte seg av denne muligheten. Vi ser også at økningen i forbruket avtar når det blir kaldere. Det er rimelig å anta at det skyldes at man begynner å bruke mer ved og/eller fyringsoljer etter hvert som det blir så kaldt at det elektriske anlegget ikke klarer å varme opp boligarealet tilstrekkelig.

Graden av ikke-linearitet for kalde temperaturer varierer en del mellom sektorene. For flere av sektorene ser det ut som det er en tilnærmet lineær sammenheng mellom temperatur og strømforbruk i den kalde enden av spekteret.<sup>9</sup> I figur 3.2 har vi vist et eksempel fra Varehandel, hotell og restaurant, som er relativt typisk for disse sektorene. Den tilnærmet lineære sammenhengen skyldes trolig at i flere av disse sektorene er strøm eneste energibærer brukt til oppvarming (gjennomsnittlig

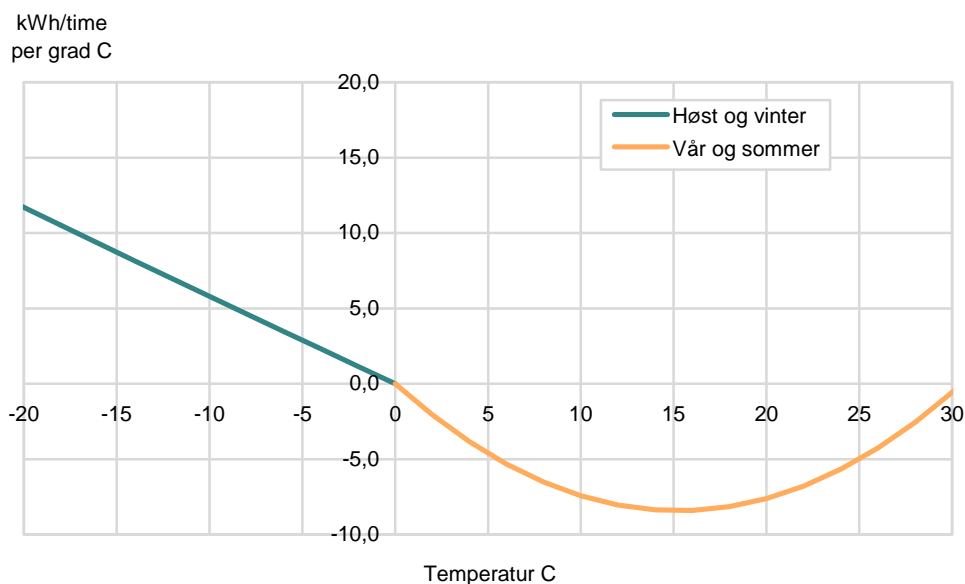
<sup>8</sup> Det samme forløpet finner vi hos primærnæringene, tekstilindustrien, trelast, vektstedsindustrien, bygg og anlegg og offentlige og personlige tjenester.

<sup>9</sup> Dette gjelder for nærings- og nytelsesmiddelindustrien, treforedling, forlagsindustrien, møbelindustrien, finansielle tjenester og bolig- og eiendomstjenester.



timesforbruk i denne sektoren er 38,1 kWh/time). Vi ser også at bunnen i forbruksendringen nås tidligere enn hos husholdningene. Dette skyldes nok en mer utstrakt bruk av aircondition i denne sektoren.

**Figur 3.2. Estimert effekt på timesforbruket i Varehandel, hotell og restaurant av endringer i temperatur. kWh/time, C°**



Kilde: Ericson og Halvorsen (2008c)

Hovedkonklusjonen når det gjelder temperatur er at kortsiktige svingninger i temperaturen er i stand til å forklare store deler av de kortsiktige svingningene i effektforbruket i de fleste av sektorene som utgjør alminnelig forsyning, spesielt i vinterhalvåret. Årsaken til at disse effektene er lettere å fange opp enn for eksempel priseffektene, er at det er mindre dynamikk i tilpasningen, og sammenhengen mellom forbruket og temperaturen er enklere. De fleste som bruker elektrisitet til oppvarming (som er den delen av forbruket som påvirkes mest av utetemperaturen), har termostater på ovnene sine. Det betyr at forbruksresponsen på kortsiktige temperaturendringer langt på vei er frakoblet menneskelig atferd, og påvirkes kun i den grad man velger å benytte alternativer til elektrisitet i oppvarmingen. Det gjør at sammenhengene er mer direkte for temperatur- enn for priseffektene, hvor kunden faktisk må være aktiv og endre atferden sin når prisene endres. For mer informasjon om hvordan temperaturen påvirker andre deler av alminnelig forsyning, se Ericson og Halvorsen (2008c).

### Sesongvariasjoner i effektforbruket

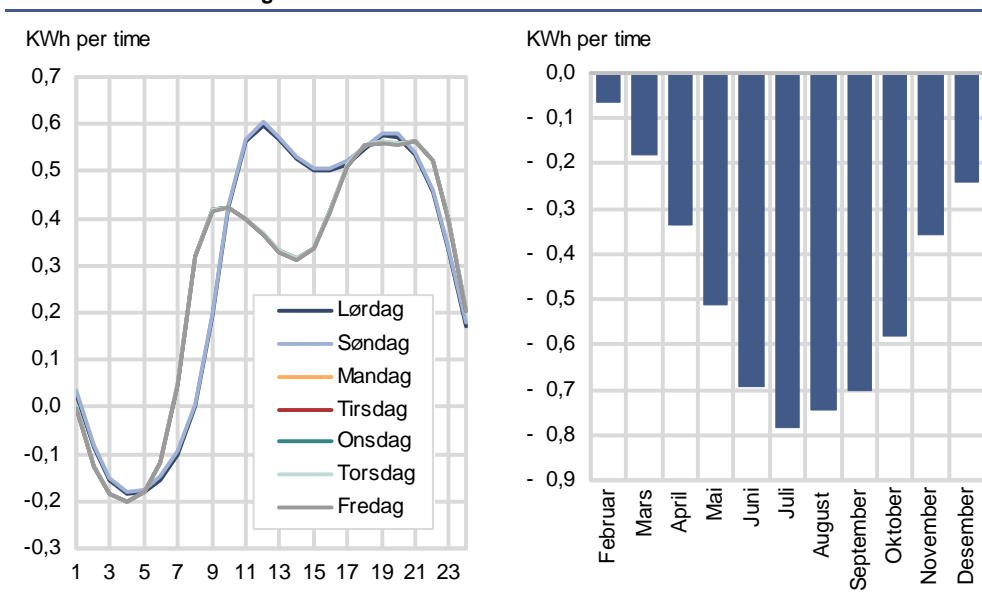
Selv om utetemperatur er viktig for å forklare store deler av variasjonen i forbruket, vil det i de fleste sektorer være regelmessige svingninger i forbruket avhengig av variasjoner i aktiviteten over døgnet, uken og året. Disse sesongvariasjonene i effektforbruket vil kunne variere relativt mye fra sektor til sektor. Det er derfor viktig å forstå disse sesongmessige svingningene i forbruket for å kunne ha forventninger om hvordan forbruket vil utvikle seg videre. Jeg vil gi noen eksempler her for å gi et inntrykk av denne variasjonen. For mer informasjon, se Ericson og Halvorsen (2008c).

#### Eksempel 1: Husholdningene

Vi starter med å beskrive forbruksstrukturen i husholdningssektoren. Venstre side av figur 3.3 beskriver hvordan forbruket endrer seg over døgnet i de ulike uke- og helgedagene, korrigert for pris, temperatur, vind, sol, og forskjeller i forbruket mellom ulike måneder. Kurvene viser endringen i forbruket i en time relativt til forbruket i time 1 (fra midnatt til kl 01) på mandager. Vi ser at det ikke er store variasjoner i forbruksmønsteret internt på ukedagene eller på helgedagene. Husholdningene står opp tidligere i ukedagene enn i helga. Toppen på morgenen er

også høyere i helga, og reduksjonen i forbruket midt på dagen er lavere og starter litt senere i helgene. Aktivitetsnivået på kvelden er tilnærmet like høyt, men man legger seg i gjennomsnitt litt senere i ukedagene. Den siste lille forbrukstoppen ved/etter leggetid i ukedagene kan skyldes at mange setter på vaskemaskinen, oppvaskmaskinen eller tørketrommelen før man legger seg om kvelden. Variasjonen i forbruket over døgnet er på det meste 0,78 kWh per time i helgen, noe som utgjør rundt 30 prosent av gjennomsnittlig timesforbruk i denne sektoren. Det vil si at selv om vi har korrigert for forskjeller i forbruket som følger av temperatur, priser m.m. er det fremdeles relativt store svingninger i forbruket over døgnet som følger av at vi driver med ulike aktiviteter til ulike tider på døgnet. Vi ser at det er liten forskjell i forbruksnivået i ukedagene, men at forbruket er høyere på formiddagen i helgene.

**Figur 3.3. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for husholdningskunder. kWh/time**



Kilde: Ericson og Halvorsen (2008c)

Høyre side av figur 3.3 viser hvordan forbruksnivået endrer seg over året relativt til gjennomsnittlig timesforbruk i januar. Vi ser at forbruket er størst i vintermånedene og lavest på sommeren, korrigert for pris- og temperatureffekter. Disse forskjellene skyldes trolig i hovedsak forskjeller i behov for belysning over året, men det kan også tenkes at annet forbruk er høyere om vinteren, for eksempel at man gjør flere innendørsaktiviteter eller dusjer lenger, i snitt, om vinteren.

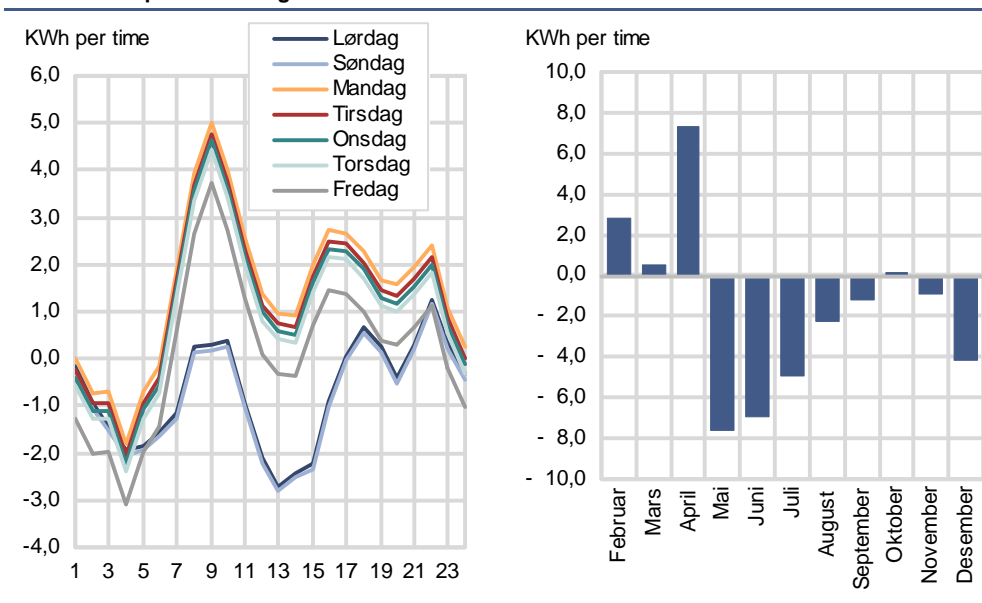
#### **Eksempel 2: Primærnæringene**

Ser vi på primærnæringene, er forbruksmønsteret over døgnet litt mer rotete. Som vist i venstre side av figur 3.4, er det tilsynelatende flere forbrukstopper i løpet av kvelden og en markert forbrukstopp på morgenen. Forbruksnivået ligger lavere i helgen enn i ukedagene. Disse forbruksendringene er imidlertid relativt små sammenlignet med nivået på forbruket i sektoren. På ukedagene er variasjonen i forbruket i løpet av en dag omtrent 7 kWh per time. Dette utgjør rundt 20 prosent av gjennomsnittlig timesforbruk i sektoren, dvs. at forbruket korrigert for temperatur, pris og sesong varierer relativt mindre i denne sektoren sammenlignet med husholdningene. Vi ser at mandag er den dagen med høyest timesforbruk i gjennomsnitt, mens fredag er den ukedagen med lavest gjennomsnittsförbruk.

Det er også vanskelig å se noen struktur i variasjonen i det temperaturkorrigerte gjennomsnittsförbruket over året (se høyre side av figur 3.4), annet enn at man bruker minst strøm på sommeren og mest i april. Toppen i april kan ha sammenheng med kalving og lamming, mens reduksjonen i forbruket utover høsten kan ha noe med slakt av dyr å gjøre. Forbruksøkningen på sensommeren og tidlig høst kan

også skyldes tørking av for og korn. Reduksjonen i forbruket fra april til mai kan skyldes at dyrene slippes på beite. Her har vi imidlertid for lite informasjon i datasettet om hvilken type produksjon de enkelte bøndene har, til å kunne si noe sikkert om dette.

**Figur 3.4. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for primærnæringene. kWh/time**

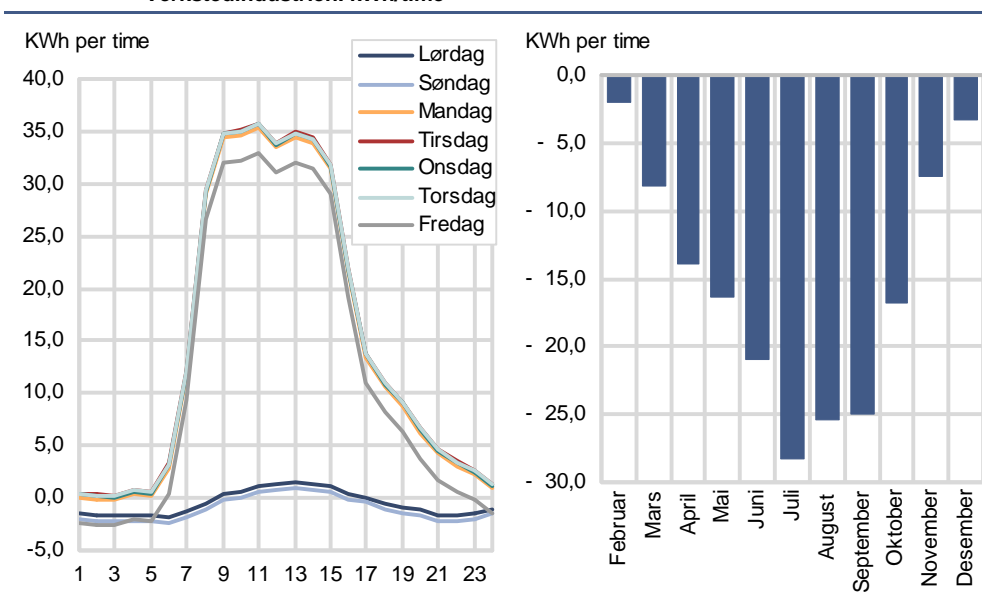


Kilde: Ericson og Halvorsen (2008c)

**Eksempel 3: Verkstedindustrien**

Verkstedindustrien er også en industri med et klart og stabilt forbruksmønster over døgnet (se venstre side av figur 3.5). Det er lite variasjon i dette forbruksmønsteret over ukedagene, men et noe lavere aktivitetsnivå på fredager. Det er en liten antydning til variasjoner i forbruket gjennom helgen, men den er veldig svak. Variasjonen i forbruket over året korrigert for temperatureffekter ser i hovedsak ut til å følge variasjonen i behovet for belysning (se høyre side av figur 3.5).

**Figur 3.5. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for Verkstedindustrien. kWh/time**



Kilde: Ericson og Halvorsen (2008c)

**Hovedtrekkene for næringskunder**

Eksemplene vi har vist over gir et nokså representativt inntrykk av næringskundene i alminnelig forsyning som helhet. Ericson og Halvorsen (2008c) presenterer også

øvrige næringer. De fleste næringskundene har et relativt stabilt forbruksmønster over døgnet i ukedagene. Hos de fleste næringskundene ser vi en klar start og slutt på dagen, og et betraktelig lavere forbruk i helgene. Mange næringer ser ut til å ha et betydelig lavere aktivitetsnivå på fredagene sammenlignet med resten av uken, og vi finner også at juliforbruket er betydelig lavere enn forbruket i de andre sommermånedene som følge av redusert drift i fellesferien. Det finnes imidlertid noen sektorer som skiller seg ut i forbruksmønsteret. Dette gjelder spesielt primærnæringene og forlagsindustrien.

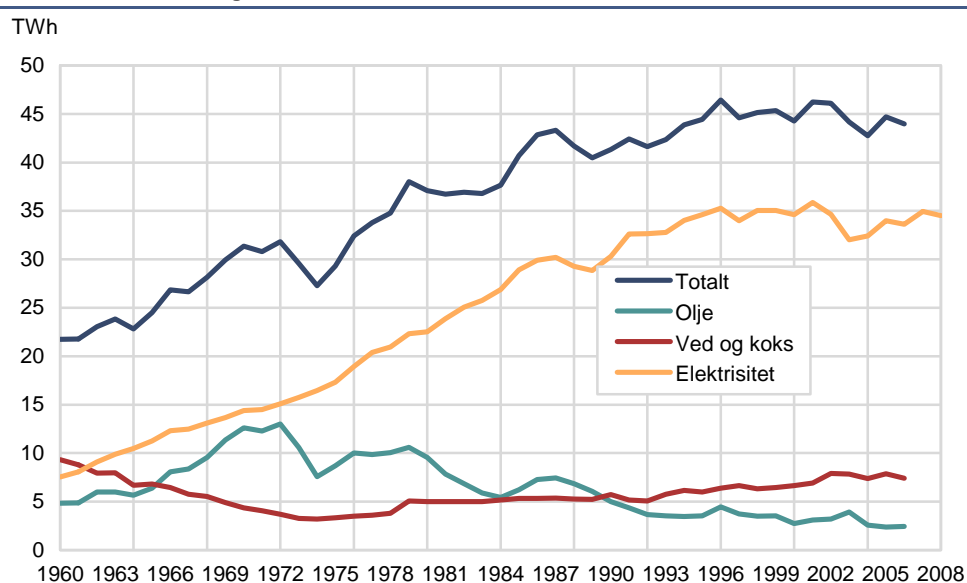
Det ser ut som vi har klart å fange opp hovedtrendene i forbrukskurvene over døgnet og uken i de fleste sektorene, muligens med unntak av primærnæringene. Det gjenstår en del arbeid for å få full oversikt over årsakene til variasjonen i forbruket over året i flere av sektorene, men resultatene gir noen interessante pekepinner for betydningen av ulike faktorer for variasjonen i effektforbruket fra time til time. Det som imidlertid er helt klart, er at temperatur er en svært kraftig driver for de kortsiktige variasjonene i forbruket. Det samme gjelder for variasjoner i aktiviteten (over dag, uke, år).

### 3.2. Drivkrefter bak årlig energiforbruk i husholdningene

Vi har gjort mange analyser i SSB av hva som påvirker årsforbruket i husholdningene. Dessverre er det gjort svært få analyser av årsforbruket for bedrifter i andre sektorer som inngår i alminnelig forsyning, dvs. bedrifter utenfor kraftkrevende industri. Det innebærer at denne gjennomgangen kun vil omtale drivere bak utviklingen i husholdningenes energiforbruk. Jeg viser ellers til Halvorsen m.fl. (2005a og b), som oppsummerer mange av de analysene som er gjennomført i SSB av årsforbruket i husholdningene

Vi så fra analysene på timesdata at temperaturer var av svært stor betydning for å forklare de kortsiktige variasjonene i strømforbruket, og at vi får svært små pris-effekter. På litt lengre sikt (for eksempel på årsbasis) er det rimelig at andre faktorer enn temperatur, bl.a. priser, blir viktigere. Viktigheten av temperatur blir mindre på litt lengre sikt i og med at variasjonene i temperatur fra år til annet er relativt mindre enn mellom sesonger gjennom året. Det er derfor viktig også å se på hva som driver de mer langsiktige trendene i forbruket for å kunne danne forventninger om utviklingen i forbruket fremover. Studiene som er gjort undersøker effektene av inntektsendringer, energipriser, ulike husholdningskarakteristika og temperatur.

**Figur 3.6. Totalt energiforbruk til stasjonære formål i husholdningssektoren og fordelt på ulike energibærere, 1960-2003. TWh**



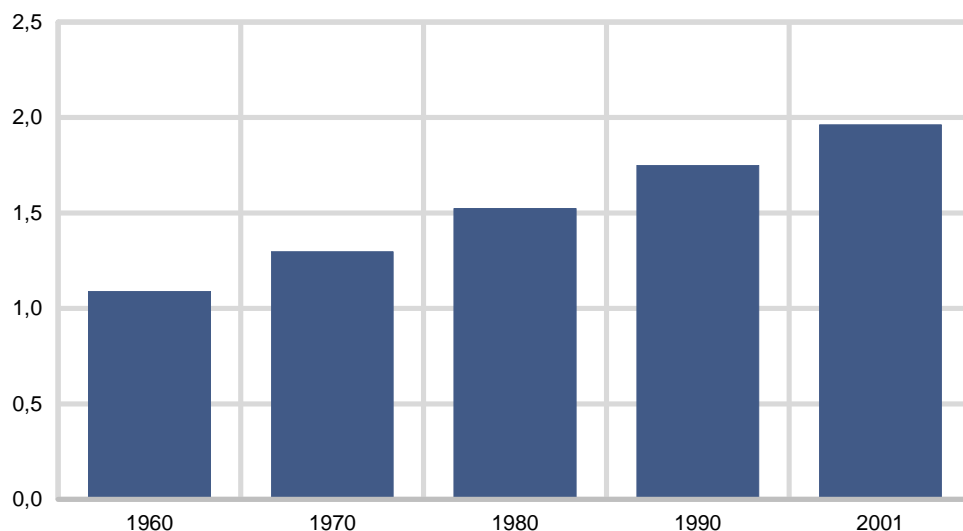
Kilde: Statistisk sentralbyrå (Energistatistikk).

Figur 3.6 viser utviklingen i totalt energiforbruk til stasjonære formål (boligformål) og forbruket av de ulike energitypene i husholdningssektoren fra 1960 til 2003. Figuren viser at energiforbruket til stasjonære formål, og elektrisitetsforbruket spesielt, økte kraftig i perioden. Vi ser imidlertid også at veksten i energiforbruket har avtatt, og fra midten av 1990-tallet har energiforbruket ligget stabilt på om lag 45 TWh. Vekstraten i elektrisitetsforbruket ble redusert på midten av 1980-tallet sammenlignet med foregående år, og utover på 1990-tallet lå elektrisitetsforbruket stabilt på om lag 35 TWh. Denne stabiliseringen av elektrisitetsforbruket har fortsatt frem til nå (se også venstre side i figur 2.8).

Totalt energiforbruk økte med en gjennomsnittlig årlig vekstrate på 1,6 prosent fra 1960 til 2003. I samme periode var gjennomsnittlig årlig vekstrate -0,5 prosent for oljeforbruket og -0,4 prosent for vedforbruket. For perioden 1960 til 2003 var veksten i elektrisitetsforbruket 24 TWh, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig vekst på 3,4 prosent per år. Husholdningssektorens elektrisitetsforbruk i 1960 var bare om lag 7 TWh, mens det var over 30 TWh i 2003. Husholdningene står i dag for om lag 1/3 av elektrisitetsforbruket i Norge.

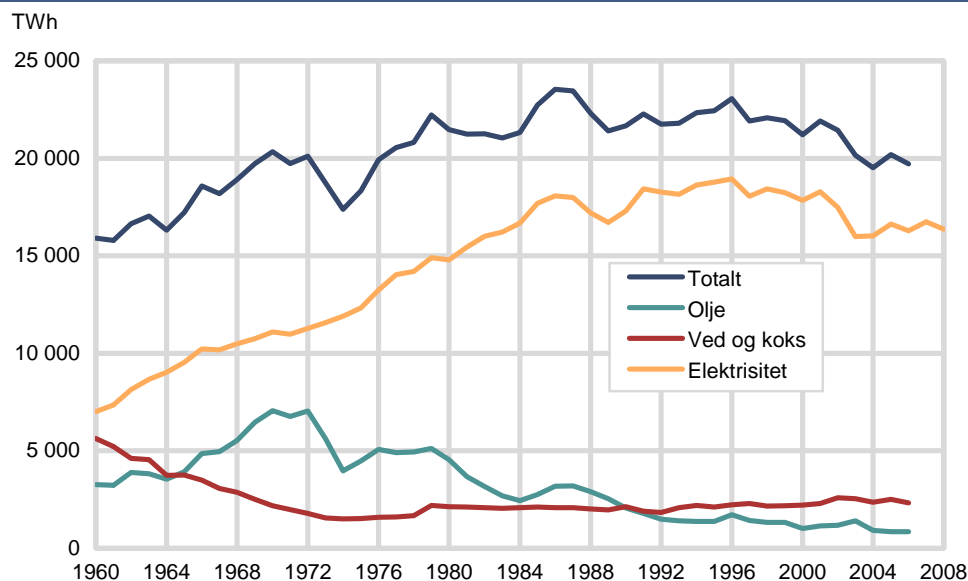
Økningen i energiforbruket skyldes delvis at det har blitt flere husholdninger, og delvis at gjennomsnittlig energiforbruk per husholdning har økt. Antall husholdninger økte i gjennomsnitt med 1,47 prosent per år i perioden 1960 til 2001 (se figur 3.7). Veksten i antall husholdninger har imidlertid avtatt gjennom perioden, fra 1,9 prosent per år på 1960-tallet til 1,0 prosent på 1990-tallet. Utflatingen av veksten i antall husholdninger har derfor bidratt til utflatingen av veksten og stabiliseringen av energi- og elektrisitetsforbruket i husholdningssektoren.

**Figur 3.7. Antall husholdninger i Norge. Mill. 1960-2001**



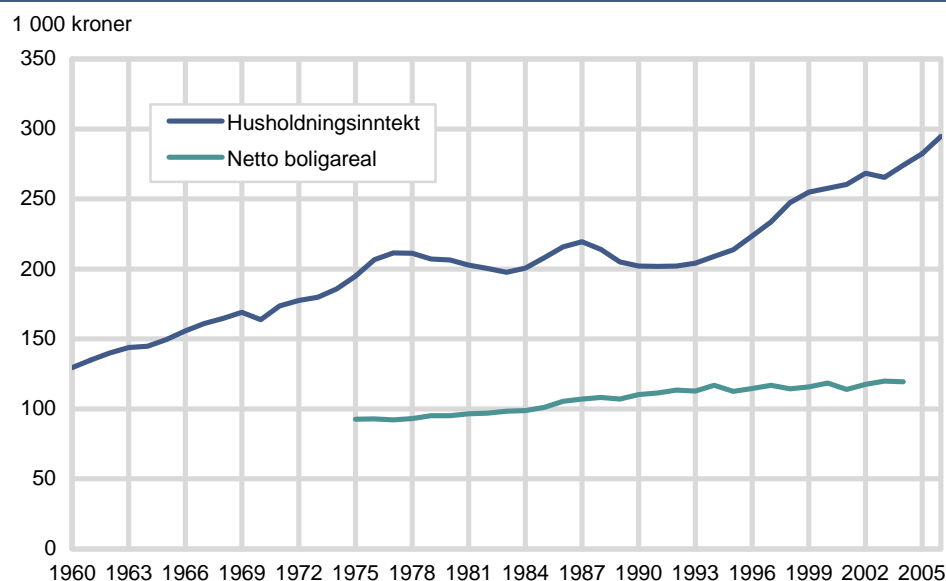
Kilde: Statistisk sentralbyrå, Folke- og boligtellingsen

I tillegg har utviklingen i gjennomsnittlig energiforbruk per husholdning påvirket utviklingen i energiforbruket for husholdningssektoren (se figur 3.8). Det har vært relativt store svingninger i det gjennomsnittlige energiforbruket per husholdning fra år til år, noe som blant annet skyldes variasjoner i utetemperatur og energipriser. De største variasjonene finner vi i husholdningenes forbruk av fyringsoljer. Oljeforbruket vokste svært mye fram til oljeprissjokket i 1973 (OPEC I), for så å avta. Etter det steg oljeforbruket igjen frem til 1980 (OPEC II), for så å falle kraftig igjen. På midten av 1980-tallet var oljeprisene lave, og vi fikk en liten økning i oljeforbruket. På 1990-tallet og frem til i dag har oljeforbruket i husholdningssektoren vært relativt stabilt. Reduksjonen i elektrisitetsforbruket i 1997 og 2002/2003 kan ha sammenheng med høye strømpriser, mye mediefokus og oppfordringer fra myndighetene om å spare elektrisitet. Det lave elektrisitetsforbruket i 1990 kan skyldes at 1990 var det mildeste året i hele perioden.

**Figur 3.8. Energiforbruk til boligformål per husholdning, 1960-2003. KWh nyttiggjort\***

\* Tallene er korrigert for virkningsgrad, men ikke for temperaturforskjeller. For fyringsoljer har vi benyttet virkningsgrad 0,73 og for ved, kull og koks 0,65. Totalt energiforbruk inkluderer også fjernvarme.  
Kilde: Statistisk sentralbyrå, Energistatistikk.

To av de største driverne bak utviklingen i gjennomsnittsforbruket er priser og inntekt. Disse driverne påvirker forbruket på flere måter, både direkte og indirekte. Indirekte priseffekter kan for eksempel dreie seg om ønske om å bytte til ny teknologi som følger av økende kostnader forbundet med den eksisterende teknologien (se f.eks. effektene av OPEC I og II på oljeforbruket). Utvikling og spredning av nye teknologier krever imidlertid finansiering av økte utgifter, som vil redusere hvor mye man har til rådighet til annet konsum i investeringsperioden (indirekte inntektseffekt). På sikt vil trolig de effektene av priser og inntekt som resulterer i store teknologiomveltninger, gjennom oppgradering av boligmassen (både i areal og kvalitet) og kjøp av nytt utstyr til husholdningen, føre til de største endringene i forbruksmønsteret.

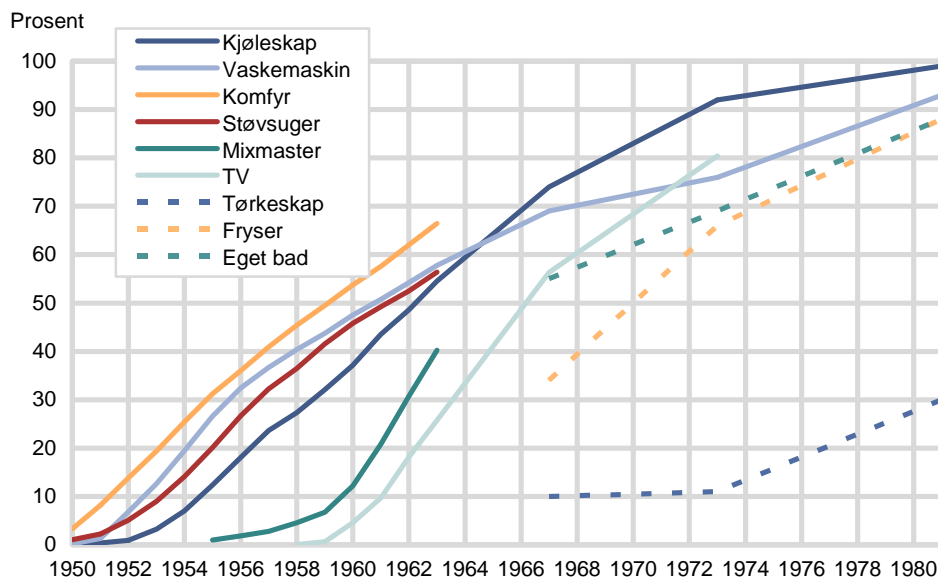
**Figur 3.9. Utvikling i gjennomsnittlige lønnsinntekt og boligareal. 2005-kroner**

Kilde: Statistisk sentralbyrå, lønnsstatistikken og Forbruksundersøkelsen

Figur 3.9 viser utviklingen over tid i gjennomsnittlig lønnsinntekt og boligareal. Vi ser at vi har hatt en kraftig økning i reallønna i denne perioden, noe som bl.a. har ført til en økning i boligarealet i perioden. Vi har også hatt en kraftig økning i

beholdningen av elektriske husholdningsapparater og hvitevarer (se figur 3.10). Denne kraftige økningen i beholdningen av elektriske apparater skyldes ikke bare inntektsveksten, men også en reduksjon i realprisene på flere av disse apparatene. Etter hvert på 80- og 90-tallet flater veksten i beholdningen av disse apparatene ut, etter hvert som de fleste husholdningene har anskaffet disse apparatene (se Halvorsen m.fl., 2005a og b for mer informasjon). Den kraftige veksten i strømforbruket faller nøye sammen med denne veksten i beholdningen av apparater, og veksten i strømforbruket flater også ut når veksten i beholdningen i apparater flater ut. Den kraftige veksten i strømforbruket fra 60- til 80-tallet ser derfor ut som den i høy grad er drevet frem av økt apparatbruk i takt med velstandsøkningen i befolkningen.

**Figur 3.10. Utviklingen i beholdningen av ulike elektriske husholdningsapparater, 1950 – 1981**

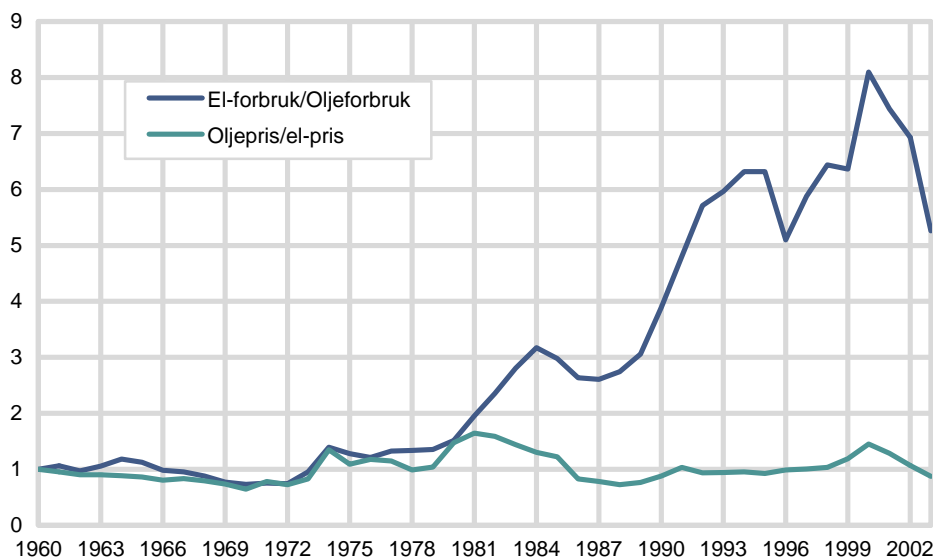


Kilde: Statistisk sentralbyrå, Halvorsen m.fl. (2005a)

Etter hvert som de fleste har fått seg de apparatene de ønsker, vil nykjøp i stor grad føre til utskiftninger av gammelt utstyr. I og med at energieffektiviteten i all hovedsak er høyere i nye produkter, vil en ytterligere velstandsøkning ikke entydig føre til økt strømforbruk. Utflatingen i forbruket de siste årene tyder på at den energieffektiviseringen som foregår ved utskiftning av husholdningsapparater tilsvarer omtrent økningen i forbruket som nye typer apparater medfører (PC, skrivere, spillkonsoller, mobiltelefoner, i-pod, osv.). Det er derfor ikke entydig hvordan velstandsveksten fremover påvirker strømforbruket, men med mindre det kommer nye produkter som bruker mye strøm, er det lite grunn til å tro at man skal få en ny stor vekst i strømforbruket fremover som er drevet av veksten i elektriske husholdningsapparater.

Energipriser er også en viktig drivkraft bak utviklingen i husholdningenes energiforbruk. For eksempel ser vi en markant nedgang i oljeforbruket etter OPEC I og II (se figur 3.6). Vi ser også at oljeforbruket tar seg noe opp igjen mellom OPEC I og II, men etter OPEC II kommer det aldri opp til gamle høyder. Det tyder på at etter OPEC II, som medførte en kraftigere økning i prisene enn OPEC I, ble oljeutstyret i stor grad faset ut og erstattet av ved og elektrisitet til oppvarming. Bruddet i sammenhengen mellom de relative prisene og det relative forbruket mellom olje og elektrisitet som skjedde etter OPEC II kan illustreres på en annen måte, vist i figur 3.11. Vi ser av figuren at når olje ble relativt mye dyrere enn elektrisitet etter OPEC I, steg elektrisitetsforbruket relativt til oljeforbruket, men etter OPEC II ble denne sammenhengen brutt, og relativt forbruk følger ikke lenger utviklingen i relative priser ettersom oljeutstyr etter hvert ble faset ut.



**Figur 3.11. Utviklingen i relative energipriser for elektrisitet og olje og utvikling i relativt forbruk av elektrisitet og olje**

Kilde: Statistisk sentralbyrå, Halvorsen m.fl. (2005a)

Dette illustrerer hvor kraftige effekter relative prisendringer kan ha for utviklingen i energiforbruket. Av det følger det at det er viktig å la, for eksempel, eksterne kostnader (eksternaliteter) gjenspeiles i relative priser. Det vil kunne endre sammensetningen av konsumet på kort sikt, og også endre valg av teknologi i husholdningsproduksjonen, slik at man etter hvert slutter å bruke goder med uheldige effekter. En alternativ måte å endre produksjonsteknologien ved eksternaliteter på, er å subsidiere investeringer i ny og mer energieffektiv teknologi. Et problem med denne metoden er at endringen ikke drives frem av ønske om å redusere kostnader, men av å høste en gevinst. Det medfører at den energibæreren som blir mer effektiv i bruk også blir billigere i bruk relativt til andre energibærere. Det vil partielt gjøre at man ønsker å bruke mer av denne og mindre av andre energibærere. I tillegg vil man få mer penger å rutte med, og dermed kan konsumet av denne varen (og av andre varer) øke. Dette kalles "rebound"- eller "back-fire"-effekter i litteraturen, og det vil være et empirisk spørsmål hvor kraftige disse effektene er. I enkelte tilfeller kan rebound-effektene til og med oppveie de initiale energieffektiviseringseffektene. En indikasjon på dette har vi når det gjelder husholdningenes bruk av luft-til-luft-varmepumper. Analyser av de siste forbruksundersøkelsene tyder på at husholdninger som har luft-til-luft-varmepumper har et høyere strømforbruk enn andre tilsvarende husholdninger ([http://www.ssb.no/english/subjects/01/03/10/husenergi\\_en/](http://www.ssb.no/english/subjects/01/03/10/husenergi_en/)). Noe av denne effekten skyldes trolig at investeringen i en slik varmepumpe er mest lønnsom for husholdninger med høyt strømforbruk, men det er også rimelig å tro at investeringen i varmepumpen har ført til mindre bruk av ved, siden varmepumpen er enkel og billig i drift relativt til vedfyring. Vi finner for eksempel at 70 prosent av husholdninger som har skaffet seg varmepumpe sier at de bruker mindre ved og olje enn før (Bøeng m.fl., 20011). Vi er ikke ferdig med analyser av effekten på energiforbruket av økt bruk av varmepumper, og hvordan den påvirkes av ulike faktorer. Vi vet heller ikke hvordan investeringssubsidier faktisk har påvirket utviklingen i forbruket. Dette er problemstillinger vi vil jobbe mye med i tiden fremover. Fra en rent teoretisk betraktning vil en økning i kostnadene for goder som har uheldige eksterne effekter være mer effektivt enn subsidiering av ny og mer energieffektiv teknologi (Bøeng m.fl., 20011). Det er fordi en subsidiering vil føre til økt kjøpekraft, og dermed økt konsum av alle varer og tjenester, inkludert energi, på grunn av en ekstra indirekte inntektseffekt.

I tillegg til inntekt og energipriser er også ulike husholdningskarakteristika viktige for utviklingen i husholdningenes energiforbruk. En faktor kan være viktig ved at en liten endring i faktoren gir stor effekt på forbruket eller ved at det har skjedd



stor endring over tid i forklaringsfaktoren. Til forskjell fra faktorer relatert til priser og inntekt, har faktorer som antall husholdningsmedlemmer, hustype, temperatur, etc. endret seg lite over tid.

Tilsvarende ser vi at selv om temperatur har en stor virkning på forbruket, endrer den langsiktige temperatortrenden seg lite. Når det er sagt, hender det at man får enkelte år som avviker markert fra normalen. Eksempler på det er vinteren 2009/2010, hvor det var relativt mye kaldere enn normalen i desember, januar og februar. Det ser vi også tydelig av forbruket i disse månedene (se figur 2.7) og for hele året (se figur 2.6). Analysene våre tyder imidlertid på at de sterkeste driverne for utviklingen på litt lengre sikt, oppstår som følge av befolkningsvekst, endringer i relative priser og den generelle velstandsutviklingen. Dette gjelder både drivere som fører til økt forbruk og til utflating og reduksjon i forbruket (jf. husholdningenes bruk av fyringsoljer).

## 4. Samspill mellom ulike deler av strømmarkedet

Ovenfor har vi diskutert hvilke faktorer som påvirker forbruket og driver frem endringer i det over tid. Prisene spiller, ikke uventet, en viktig rolle. Prisene er også av stor betydning for hvordan markedet fungerer, i den forstand at de virker til å klarere markedene. Ikke minst i anstrengte kraftsituasjoner er prisfølsomheten i etterspørselen, både på kort og lang sikt, avgjørende for hvor store svingninger vi får i strømprisen.

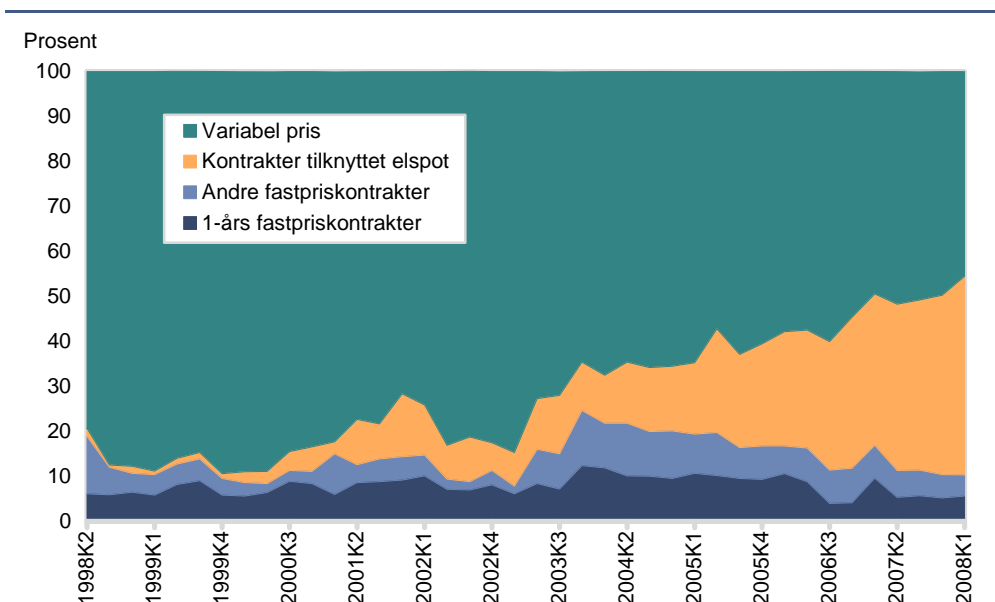
Strømmarkedet består i realiteten av flere markeder, både engrosmarkeder (el-spotmarkedet, regulerkraftmarkedet, forwardmarkeder og finansielle markeder), og sluttbrukermarkeder for både husholdnings- og næringskunder. Siden markedet er delt i flere delmarkeder, vil et sentralt element for hvordan det fungerer være hvor godt de ulike delene av markedet henger sammen. Det vil bl.a. avhenge av hvor lang tid det tar fra en endring i spotprisen slår ut i endrede sluttbrukerpriser, hvor store prisendringene blir og hvilken etterspørselsrespons de medfører. I dette kapitlet oppsummeres hovedkonklusjonene i analyser av hvordan disse elementene henger sammen og hvordan de påvirker markedets funksjonsevne.

### 4.1. Fordeling av konsumenter på ulike priskontrakter

Gjennomslagshastigheten av endringer i spotprisen til sluttbrukerprisene avhenger av typen priskontrakter sluttbrukerne har. Hovedtyngden av etterspørselen etter strøm i alminnelig forsyning er enten er tilknyttet variabel-, spot- eller fastpriskontrakter. De fleste spotpriskontraktene er knyttet opp mot månedsspotprisen fra NordPool, med et påslag fra strømlleverandøren. For en fastpriskontrakt vil prisen til sluttbruker være fast over en lengre periode (1 års kontrakter er vanlig, men også lengre kontrakter forekommer, spesielt i deler av industrien). Variabelpriskontrakter er det man får tildelt dersom man ikke selv velger en kontraktsform. Her kan prisen endres med noen ukers varsel.

Andelen kunder i ulike næringer på disse kontraktstyper er gitt i figur 4.1 til 4.3.

Figur 4.1. Fordeling av kontraktstyper i husholdningene

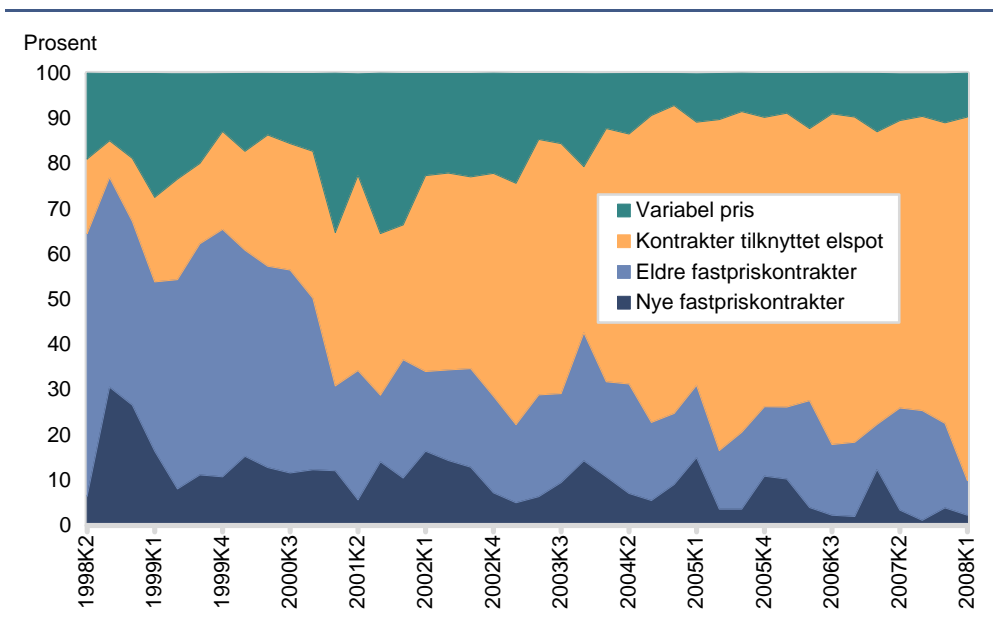


Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 4.1 viser utviklingen i andelen husholdningskunder med ulike kontraktstyper basert på data fra SSBs kraftprisstatistikk. Figuren viser at variabelpriskontrakten tidligere var den mest vanlige kontrakten for husholdningssektoren, men de siste årene har kontrakter knyttet til spotpris blitt mer vanlig. Kontrakter knyttet til spotpris er nå i ferd med å bli den mest vanlige kontraktstypen. Hovedtyngden av

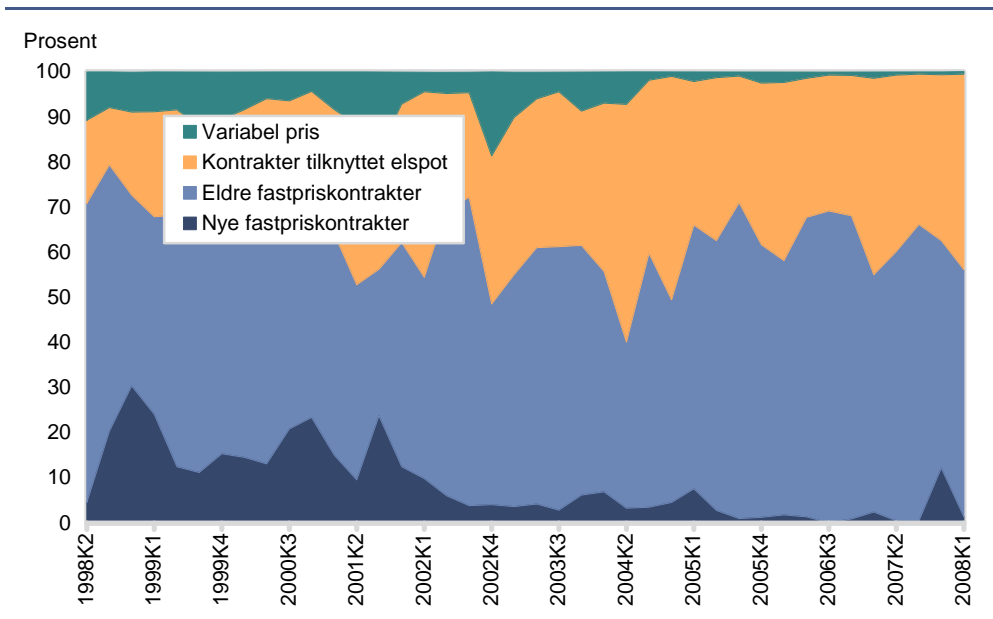
konsumentene knyttet til spotpriskontrakter har månedsspotpriskontrakter. Andelen av husholdningene med spotpris nærmer seg 50 prosent, og har hatt en stigende trend, spesielt etter 2003. Fastpriskontrakter er relativt lite brukt i husholdningene.

**Figur 4.2. Fordeling av kontraktstyper i tjenesteytende næringer**



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

**Figur 4.3. Fordeling av kontraktstyper i industrien**



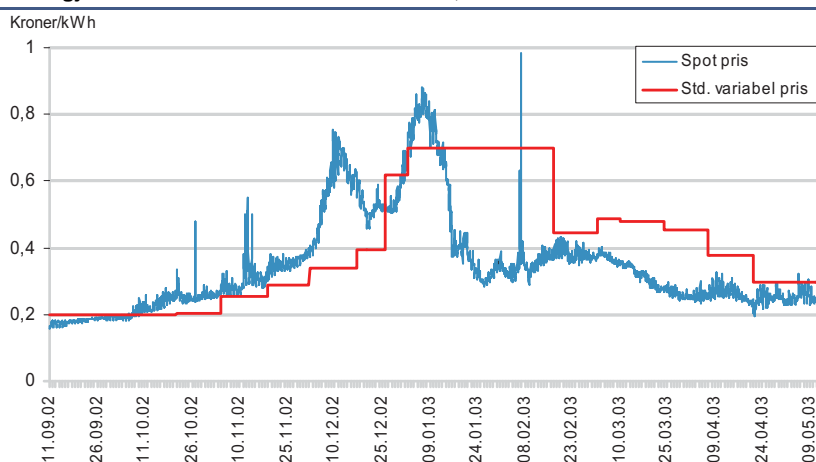
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 4.2 viser at andelen for kontraktene knyttet til spotpris er enda høyere for tjenesteytende sektor, opp mot 80 %, og blir stadig mer vanlig i tjenesteytende sektor. Figur 4.2 viser at deler av tjenesteytende sektor har ønsket den sikkerheten som ligger i fastpriskontraktene, mens husholdningene har hatt liten interesse for denne type kontrakter (se figur 4.1). Andelen kunder på fastpriskontrakter i tjenesteytende næringer er imidlertid kraftig redusert de senere årene. Fastpriskontraktene brukes mest i industrien, og har ligget på om lag 60 % over lang tid (se figur 4.3). Kontrakter knyttet til spotpris er om lag 40 % for industrien, og det er svært få kunder igjen med variabelpriskontrakter i denne næringen.

## 4.2. Gjennomslag av spotpris til sluttbrukerprisene

Gjennomgangen av andeler av forbruket på de ulike kontraktstypene viser at store deler av sluttbrukermarkedet er eksponert for spotprisen, enten direkte via spotpriskontrakter eller indirekte via variabelpriskontrakter. Hvor lang tid det tar fra spotprisen endrer seg til sluttbrukerprisen endres, varierer mellom de ulike kontraktsformene. For spotpriskontrakter vil endringen være umiddelbar; for kunder knyttet til timesspotprisen endres sluttbrukerprisen i takt med denne, og for kunder knyttet til månedsspotpriskontrakter endres deres sluttbrukerpris i takt med månedsspotprisen. For fastpris- og variabelpriskontrakter vil prisen være fast over lengre perioder av gangen (fra et par uker til år), og i hvilken grad disse kontraktene følger spotprisen avhenger av adferden til strømforhandlerne som forsyner sluttbrukerne.

**Figur 4.4. Spotpris time for time (i Oslo/Østlandsregionen) og pris tilbudt fra Hafslund energi gjennom en standard variabel kontrakt, vinteren 2002/2003**



Kilde: Nord Pool Spot AS og Hafslund

Figur 4.4 gir et eksempel fra vinteren 2002/2003 på hvordan nivåendringer i spotprisen etter en stund slår over i en standard variabel priskontrakt fra Hafslund. Figuren viser at spotprisen og variabelprisen følger hverandre relativt bra i perioder hvor spotprisen er stabil, men at avstanden øker i perioder med store endringer i nivået på spotprisen. Etter en stund følger imidlertid sluttbrukerprisen etter. Se Ericson og Halvorsen (2010) for mer informasjon.

Vi har estimert hvor lang tid det tar fra prisendringer i spotmarkedet når gjennom til ulike kundegrupper i alminnelig forsyning (Ericson m.fl., 2008 og 2009). Vi finner at de fleste kraftleverandørene, både landsdekkende og lokale, tar omtrent like mye hensyn til endringer i spotprisene når de fastsetter variabelpriskontrakten. I løpet av 2-3 måneder vil mesteparten av endringene i engrosprisen ha slått gjennom til de fleste kundene. Ericson m.fl. (2008 og 2009) konkluderer at på *mellomlang sikt* er de norske engros- og sluttbrukermarkedene relativt godt integrerte, ved at endringer i engrosprisene slår over i sluttbrukerprisene i løpet av noen få måneder. På *kort sikt* (fra time til time eller dag til dag) er imidlertid de to markedene tilnærmet atskilte, siden det kun er et fåtall kunder som er eksponert for timespotprisen direkte via sine kraftkontrakter. Det gjør at et flertall av kundene i alminnelig forsyning ikke står overfor priser som gjenspeiler kostnadene ved deres forbruk på kort sikt (fra dag til dag eller time til time).<sup>10</sup> Ettersom flere konsumenter går over til kontraktstyper knyttet til spotprisen, vil gjennomslagshastigheten trolig øke i tiden fremover. Dette vil avhenge av hvorvidt det blir mer vanlig med sluttbrukerkontrakter knyttet til times- eller dagsspotpriser, ettersom flere kunder får installert automatisk målerutstyr som muliggjør avlesning av forbruket fra time til time.

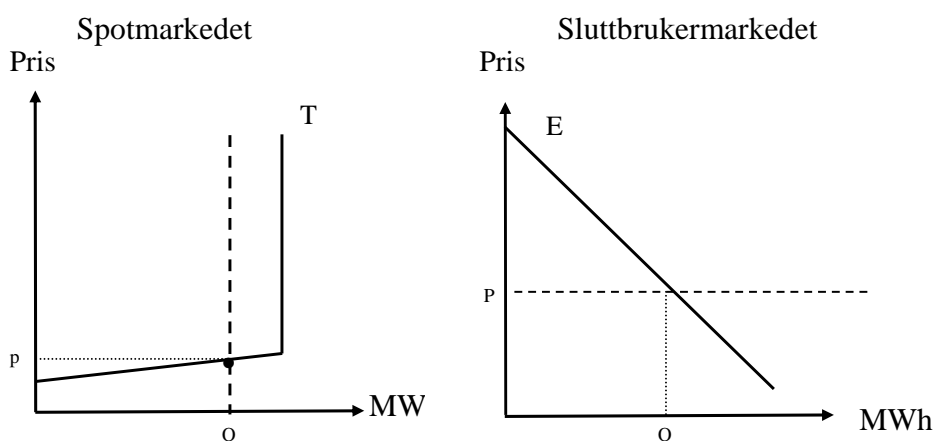
<sup>10</sup> Se Ericson m.fl. (2008 og 2009) for mer informasjon.

### 4.3. Samspill mellom spot- og sluttbrukermarkedet

At de fleste sluttbrukere (per dags dato) har kontrakter der prisen er fast over en lengre periode (uker, måneder), gjør at store deler av strømkundene har få incentiver til å tilpasse forbruket til kortsiktige endringer i spotmarkedsprisen. Effekten på etterspørselen i kraftmarkedet av at sluttbrukerprisen ikke varierer på kort sikt (dvs. før endringer i timesspotprisen slår over i sluttbrukerprisen), er illustrert i figur 4.5.

Høyre siden av figuren viser etterspørsel i sluttbrukermarkedet (E), mens den venstre siden viser tilpasningen i spotmarkedet. I figuren ser vi på en situasjon hvor prisen i sluttbrukermarkedet (P) er fast på kort sikt, noe som kan tolkes som en horisontal tilbudskurve. Etterspørselskurven i sluttbrukermarkedet er elastisk, dvs. at konsumentene reagerer på prisendringer, men i og med at sluttbrukerprisen ikke endres på kort sikt, er det ingen grunn for konsumentene til å bry seg om kortsiktige variasjoner i spotprisen (p). Kraftleverandørene på sin side må betjene konsumentenes etterspørsel ved å by uelastisk etterspørsel (Q) i spotmarkedet på vegne av disse kundene. Dette er vist til venstre i figuren som en fullstendig uelastisk etterspørselskurve i spotmarkedet.

Figur 4.5. Sammenheng mellom sluttbruker- og spotmarkedet



Kilde: Ericson og Halvorsen (2007).

Som et resultat av denne prisstrukturen, er sluttbruker- og spotmarkedet bare delvis integrert på kort sikt for alminnelig forsyning, slik at kortsiktige svingninger i spotprisen kun i liten grad vil påvirke forbruket i sluttbrukermarkedene. Dette innebærer at en stor del av etterspørselen i alminnelig forsyning vil framstå som uelastisk på kort sikt i spotmarkedet. På litt lengre sikt vil man forvente at mer permanente nivåendringer i spotprisen vil overføres til sluttbrukerprisene og dermed påvirke etterspørselen. Se Ericson og Halvorsen (2007) og (2010) for mer informasjon.

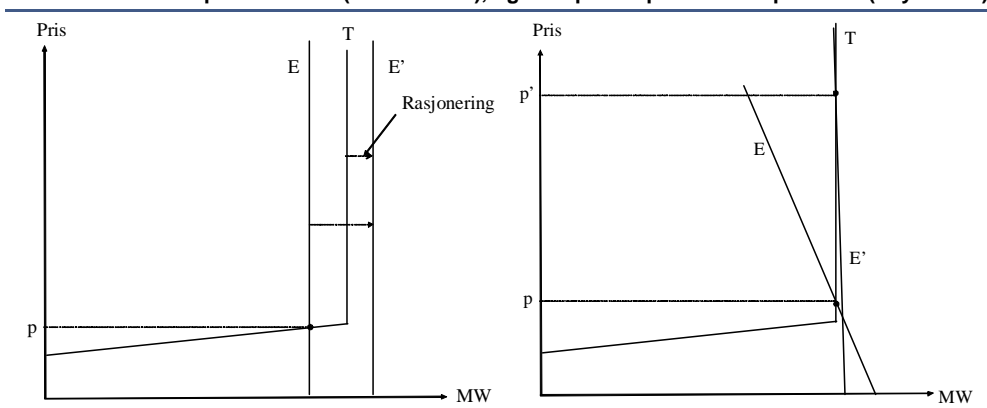
#### Prisfølsomhetens betydning for markedets allokering av effekt

Hvor godt spotmarkedet håndterer en eventuell anstrengt *effektsituasjon* avhenger av den kortsiktige prisresponsen i spotmarkedet og nivået på etterspørselen fra sluttbrukermarkedet. Figur 4.6 viser tilpasningen i spotmarkedet i to ulike tilfeller: Venstresiden viser spotmarkedet i tilfellet uten etterspørselsrespons, mens høyresiden viser to tilfeller med ulik grad av prisfølsomhet i etterspørselen. Det antas at produsentenes bud inn til spotmarkedet skal dekke de marginale og alternative kostnadene i produksjonen. I et vannbasert kraftsystem vil alternativkostnadene av dagens produksjon avhenge av verdien på vannet i magasinene, både i denne perioden og i fremtidige perioder (Førsund, 2005). Dersom det er mye vann i magasinene, vil vannet ha en lavere alternativverdi (verdien av å utsette produksjonen til neste periode) enn dersom det er lite vann. Når kapasitetsgrensen nås, antar vi at tilbudskurven blir vertikal, dvs. det ikke er mulig å skaffe til veie mer effekt utover dette nivået. Hvor langt utover i

diagrammet tilbudskurven ligger, vil avhenge av den installerte effektkapasiteten. Reduksjon i tilgangen på effekt vil dermed skifte tilbudskurven innover i diagrammet. Se også Ericson og Halvorsen (2007 og 2010) for ytterligere diskusjon.

I venstre del av figuren er etterspørselen tegnet inn som en vertikal kurve, dvs. at etterspørselen er gitt og det finnes ingen prisrespons på kort sikt. Markedet vil klarere så lenge etterspørselskurven (E) krysser den stigende delen av tilbudskurven (T), dvs. at det er nok effekt i markedet til å dekke den løpende etterspørselen. Dersom etterspørselen skifter ut til (E'), vil markedet ikke lengre klare og det oppstår behov for fysisk rasjonering. Ved fullstendig uelastiske etterspørselskurver kan man derfor oppleve at markedet ikke klarer i en situasjon med knapphet i tilgangen på effekt.

**Figur 4.6. Tilpasning i spotmarkedet med en fullstendig uelastisk kortsiktig etterspørselskurve (venstre side), og med prisrespons i etterspørselen (høyre side)**



Kilde: Ericson og Halvorsen (2007).

Fra høyre del av figuren ser vi at med prisrespons i etterspørselen vil spotmarkedet alltid klare, slik at behov for fysisk rasjonering ikke vil oppstå. Dersom etterspørselen er svært uelastisk vil imidlertid små endringer i etterspørselen føre til store endringer i prisen, spesielt når klarering skjer på den loddrette delen av tilbudskurven.<sup>11</sup> Vi ser også at jo mer prisfølsom etterspørselen (og tilbudet) er, jo lavere vil svingene i prisen være.

### Prisfølsomhetens betydning for markedets allokering av energi

Allokeringen av *effekt* skjer i spotmarkedet fra time til time. Den akkumulerte allokeringen av effekt over en periode gir spotmarkedets allokering av *energi*. Fra diskusjonen over vet vi at spotmarkedet vil kunne håndtere knapphet på effekt så lenge etterspørselen og/eller tilbudet reagerer på prisendringer. Spørsmålet blir om spotmarkedet også klarer å allokere kraftressursene over en lengre periode.

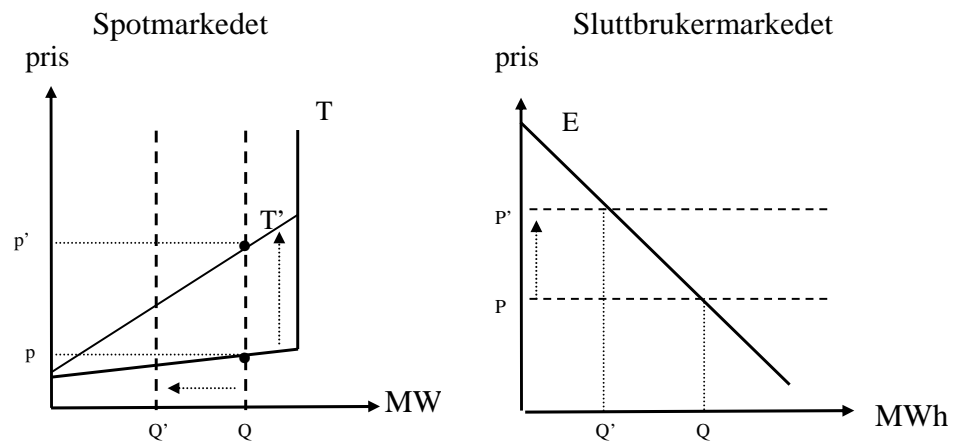
Figur 4.7 illustrerer hvordan spotmarkedet allokere vannressursene over en lengre periode. Venstre del av figuren viser spotmarkedet mens høyre del viser hva som skjer i sluttbrukermarkedet. Vi ser på tilfellet hvor den kortsiktige etterspørselen er fullstendig uelastisk (ingen har kortsiktige incentiver til å endre forbruket) og hvor det er tilstrekkelig effekt til å forsyne etterspørselen på kort sikt. Vi sammenligner to situasjoner: en med god tilgang på energi og en med uventet nedbørssvikt og tilhørende potensiell knapphet på energi (Ericson og Halvorsen 2007 og 2010).

I situasjonen med god tilgang på energi vil produsentene by inn en lav tilbudskurve (T) for ikke å risikere å sitte igjen med for mye vann mot slutten av sesongen. I tilfellet med nedbørssvikt vil alternativverdien av vannet i senere perioder øke. Se Førsum (2005) for en mer utfyllende beskrivelse av hvordan produsentens

<sup>11</sup> Selv om prisfølsomheten er lav, impliserer ikke det nødvendigvis at man får en ineffektiv allokering av kraftressursene så lenge prisfølsomheten gjenspeiler de reelle etterspørselsforholdene.

tilpasning avhenger av vannverdien. En rasjonell produsent vil se dette og kreve en høyere pris for å bruke vannet nå og ikke spare vannet til neste periode hvor verdien av vannet er høyere. Dette er vist ved et skift oppover i tilbudskurven (til  $T'$ ).<sup>12</sup> Effektknapphet illustreres m.a.o. ved at tilbudskurven skifter innover i diagrammet, mens knapphet på energi skifter kurven oppover. Dette fører til at spotprisen stiger (fra  $p$  til  $p'$ ). På kort sikt vil ikke konsumentene redusere forbruket, fordi sluttbrukerprisen ikke endres umiddelbart. Dersom kundenes leverandører forventer at situasjonen vil vedvare, vil de i neste runde øke sluttbrukerprisene (fra  $P$  til  $P'$ ), illustrert til høyre i figuren. Kundene vil så tilpasse seg denne nye prisen og redusere forbruket fra  $Q$  til  $Q'$ . Dette vil så leverandørene ta hensyn til i sin anmelding i spotmarkedet, slik at etterspørselen i spotmarkedet skifter mot venstre.

Figur 4.7. Tilpasningen i spot- og sluttbrukermarkedet i et system med nok tilgang på effekt



Kilde: Ericson og Halvorsen (2007).

Denne diskusjonen viser at selv om kundenes etterspørsel på kort sikt fremstår som totalt uelastisk i *spot*markedet, er det likevel en fleksibilitet i etterspørselen på noe lengre sikt når mer permanente endringer i spotprisen slår gjennom i sluttbrukerprisene. Dette gjelder under forutsetning av at etterspørselen i *sluttbruker*markedet ikke er fullstendig uelastisk. Dersom alle aktørene tilpasser seg rasjonelt, vil markedet normalt kunne allokere energiresursene, selv i en knapphetssituasjon.

Dersom etterspørselsresponsen i sluttbrukermarkedet er lav, må kraftprisen være høy for å få tilstrekkelig reduksjon i forbruket. Det kan føre til krav om politisk inngripen i markedet, som for eksempel maksimumspriser til sluttbrukerne. Det vil i så fall innebære at etterspørselskurven blir fullstendig uelastisk for priser over denne maksimumsprisen. Når sluttbrukerprisene ikke kan økes utover dette taket, vil den fleksibiliteten som finnes i sluttbrukermarkedet ikke nå gjennom til spotmarkedet, og etterspørselen vil ikke reduseres uansett hvor høye spotprisene blir. Dette vil kunne forverre en allerede anstrengt kraftsituasjon.

<sup>12</sup> Her antar vi at den kortsiktige produksjonskapasiteten ikke påvirkes av økningen i vannverdiene.

## 5. Analyser av etterspørselens prisfølsomhet

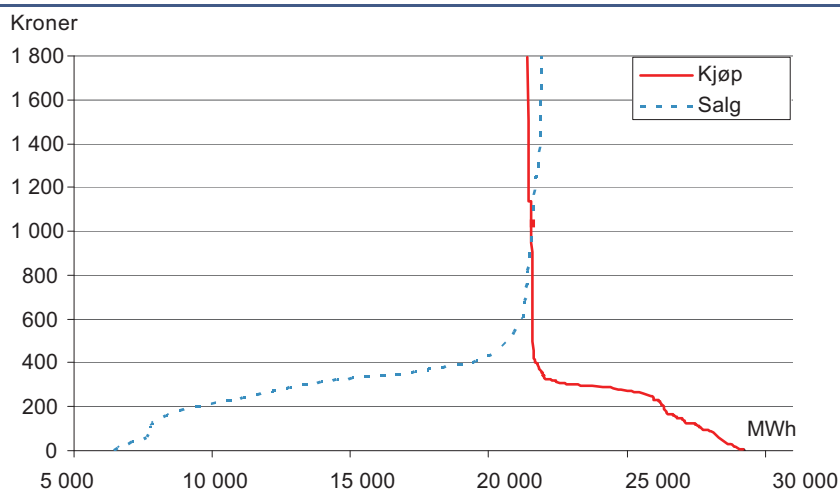
Fra analysen over ser vi at markedet generelt vil gi mindre prissvingninger jo mer prisfølsom etterspørselen og tilbudet er, både i spot- og sluttbrukermarkedet. I Statistisk sentralbyrå er det gjennomført flere analyser av prisfølsomheten i etterspørselen.

Disse studiene baserer seg på ulike typer data og metoder. Det gjør at sammenligning av elastisiteter på tvers av analyser ikke triviell. Spesielt vil det være forskjellen på elastisiteter basert på timesdata og årsdata. I empiriske studier finner vi at elastisiteten for årsprisene er langt høyere enn for timesprisen. Det er fordi de måler to forskjellige ting. Elastisiteten for årsprisen måler den langsiktige tilpasningen av en permanent prisøkning, mens elastisiteten for timesprisen viser den kortsiktige responsen på variasjoner i prisen fra time til time. Dette gjelder også for langtidseffekten av en endring i timesprisen, som vil være gjennomsnittsresponsen på alle marginale endringer i timesprisen, både de som skyldes kortsiktige fluktuasjoner og de som er mer permanente. Årspriselasiteten egner seg best til å analysere prisresponsen på mer langsiktige energiproblemer, mens de kortsiktige elastisitetene egner seg for å analysere effektproblematikk. Se også vedlegg for en diskusjon.

### 5.1. Prisfølsomhet i spotmarkedet

For å illustrere prisfølsomheten i tilbuds- og etterspørselskurvene i spotmarkedet ser vi på budkurvene for en spesiell time den 6. februar, 2003 (se figur 5.1). Dette var en time med ekstremt høyt press i markedet, noe som førte til den enkeltstående pristoppen illustrert i figur 4.4 (se også Ericson og Halvorsen, 2010). Vi ser av figuren at begge budkurvene har et relativt flatt parti hvor de er prisfølsomme. Når man nærmer seg (kapasitets)grensene blir begge kurvene bratte, og i dette området er prisfølsomheten lav, men likevel forskjellig fra null. I hovedmengden av timene krysser kurvene i den elastiske delen. Men i enkelte anstrengte perioder/timer kan kurvene skifte tilstrekkelig til at de krysser på den uelastiske delen av kurven (som illustrert i denne figuren). For en nærmere diskusjon, se Ericson og Halvorsen (2010).

**Figur 5.1. Tilbuds- og etterspørselskurver i el-spotmarkedet på Nord Pool. Time 17:00–18:00, 6. februar 2003**



Kilde: Nord Pool Spot AS.

Bye og Hansen (2008) har estimert både kortsiktig og langsiktig prisrespons i etterspørselen på spotmarkedet. Disse estimatene gir gjennomsnittlig prisrespons (i klareringspunktet) i etterspørselen i spotmarkedet over den perioden ligningen er estimert for. Denne elastisiteten gjelder hele spotmarkedet, og ikke bare for etterspørselen i alminnelig forsyning. Det er imidlertid denne elastisiteten (for hele markedet) som er viktig for hvordan spotmarkedet allokterer ressurser. Forbruket i



alminnelig forsyning utgjør grovt regnet to tredjedeler av totalt energiforbruk i Norge, og vil derfor utgjøre en stor del av denne etterspørselen.

Bye og Hansen viser at spesielt på vinteren eksisterer det en prisleisomhet i etterspørselen i spotmarkedet, selv fra time til time. På sommeren er denne prisleisomheten lavere, men på lengre sikt (13 til 12 uker) vil det selv på sommeren være en viss prisrespons i etterspørselen i spotmarkedet. Det betyr at man har en viss umiddelbar prisrespons i klareringspunktet på endringer i timesprisen, og at den på lengre sikt, når denne endringen er slått gjennom til sluttbruker, har en betydelig høyere effekt.<sup>13</sup> Se Bye og Hansen (2008) for mer informasjon om denne analysen.

## 5.2. Prisleisomhet i sluttbrukermarkedene

Det neste spørsmålet er om det finnes prisrespons i etterspørselen i sluttbrukermarkedet, både på kort og litt lengre sikt. Når det gjelder prisleisomheten i sluttbrukermarkedet, har vi kun analysert husholdningene. Husholdningene står imidlertid for rundt en tredjedel av total etterspørsel, og vil derfor være en viktig kundegruppe.

Siden de fleste husholdninger er på lengre priskontrakter (se avsnitt 4.1), ikke timeskontrakter, er det den langsiktige elastisiteten (f.eks. estimert på årsdata), hvor eventuelle spotprisendringer har slått gjennom til sluttbrukerprisene og forbrukerne har fått tid til å tilpasse seg, som er mest relevant for dagens situasjon. Utviklingen går imidlertid i retning av at nyere teknisk utstyr som toveismålere og automatisk utkobling av varmtvannsberedere og lignende, vil kunne øke den kortsiktige fleksibiliteten hos sluttbrukerne. Det er derfor også interessant å se på den kortsiktige prisresponsen hos husholdninger som har fått installert slikt utstyr, for å vurdere om det vil kunne føre til en mer prisleisom etterspørsel også i spotmarkedet.

### 5.2.1 Kortsiktig prisleisomhet

I sin doktorgrads avhandling har Torgeir Ericson gjennomført flere analyser av hvordan husholdninger som har fått installert nytt automatisk måleutstyr tilpasser seg (Ericson, 2007). I prosjektet disse analysene bygger på, testes bl.a. ut hvordan husholdningene tilpasser seg timesvariasjoner i sluttbrukerprisen (timespotkontrakt), time-of-use (TOU) nett-tariffer,<sup>14</sup> samt utkobling av varmtvannstanken. Se Ericson (2007) for mer informasjon om prosjektet og utvalget. Nedenfor gis en kort oppsummering av de viktigste resultatene i avhandlingen.

#### *Direkte utkobling av varmtvannstanker*

En regresjonsmodell er utviklet for å evaluere effektene på forbruksmønsteret av ut- og innkobling av varmtvannstanker i husholdningene. Resultatet viser at utkoblingen av varmtvannstankene gir en gjennomsnittlig reduksjon i lasten (dvs. strømforbruk per time) på mellom 0,18 kWh/h og 0,60 kWh per time per husholdning, med et gjennomsnitt på 0,5 kWh per time, avhengig av hvilken time denne utkoblingen foregår. Denne ut- og innkoblingen skaper et brudd i den naturlige spredningen av last fra disse varmtvannstankene, noe som medfører en ny forbrukstopp (en "payback effect") når alle tankene kobles inn samtidig. For den første timen etter tilbakekoblingen blir det gjennomsnittlige ekstrakonsumet estimert til å være 0,28 kWh per time, litt avhengig av time. Den umiddelbare effekten av tilbakekoblingen vil være høyere enn det estimerte timesgjennomsnittet, men vi har ikke data til å beregne dette. Den akkumulerte "payback" effekten over flere timer etter tilbakekobling er estimert til 0,36 kWh per time (etter en utkobling i time 10).

<sup>13</sup> Legg merke til at denne elastisiteter er beregnet som responsen på alle marginale endringer i timesprisen, hvorav noen ikke nødvendigvis er permanente.

<sup>14</sup> Dette er nett-tariffer som er høyere i enkelte timer i døgnet, enten daglig eller koblet opp mot andre kriterier som for eksempel utetemperatur.

Dette resultatet antyder at utkobling av varmtvannstanker kan være effektivt for å redusere topplasten. Resultatene indikerer også at ”payback”-effekten kan være betydelig, spesielt dersom alle varmtvannstankene kobles inn på samme tidspunkt. I slike tilfeller kan forbrukstoppen etter tilbakekobling bli høyere enn den initiale forbrukstoppen man ønsket å fjerne. For å unngå dette problemet må man koble varmtvannstankene inn igjen i sekvens. En slik sekvensering vil kunne medføre at enkelte kunder er ute i lengre perioder, noe som gjør ”payback”-effekten enda større når de kobles til igjen. Roterende ut- og innkobling av varmtvannstanker er derfor nødvendig for å unngå disse problemene. Det vil redusere hvor mye last man kan ta ut av gangen, men man får bedre kontroll på forbruksøkningen ved tilbakekoblingen.

### ***Timesdifferensiert pricing og utkobling av last***

I en studie ble det analysert hvordan timesdifferensierte priser og utkobling av last påvirker husholdningenes etterspørsel. Tanken var at man skulle kunne øke den kortsiktige prisresponsen ved å koble ut varmtvannstanken i høylastperiodene. Utvalget ble delt i tre, avhengig av hvilken tariffstype de hadde og om de hadde valgt utkobling.

- Gruppe 1: TOU-nett-tariffer, standardvariabelpris, uten utkobling
- Gruppe 2: TOU-nett-tariffer, timesspotkontrakt, uten utkobling
- Gruppe 3: TOU-nett-tariffer, timesspotkontrakt, med utkobling

Denne studien estimerer hvordan prisresponsen på endringer i sluttbrukerprisen fra time til time varierer mellom de tre gruppene. Resultatene indikerer at prisresponsen er relativt beskjeden for gruppe 1, dvs. husholdninger med vanlig standardvariabeltariff og uten utkoblinger (0,055 kWh per time reduksjon i elektrisitetsforbruket per time ved en økning i sluttbrukerprisen på 1 NOK). Estimater for gruppe 2, dvs. kunder som har timesspotpris, viser en adskilling høyere prisrespons på 0,545 kWh per time ved en økning i sluttbrukerprisen på 1 NOK per kWh. Litt overraskende viste resultatene at kundene i gruppe 3, som både hadde timesspot og utkobling, hadde en prisrespons som kun var litt over gruppe 1, og langt under den i gruppe 2 (0,077 kWh per time).

Resultatene innebærer m.a.o. at prisresponsen for husholdningene med timesspot ble markant redusert når man introduserte automatisk utkobling av varmtvannstankene. Årsaken til dette var at innkoblingen av varmtvannstanken skjedde i sammenheng med topp-prisen på spotpriskontrakten. Siden spotprisen varierte lite over døgnet i denne perioden ble disse innsparingene relativt små. Den største prisvariasjonen over døgnet hadde man i TOU tariffene, og det er trolig at det er tilpasningen til denne som driver den relativt høye prisresponsen i gruppe 2. For gruppe 3 ble imidlertid varmtvannstankene koblet inn igjen midt i høyprisperioden for TOU-tariffen. Det innebærer at både reduksjonen i forbruket ved utkobling og payback-effekten kommer i perioden hvor TOU-tariffen er høy, slik at lasten ikke ble flyttet fullstendig ut av høyprisperioden for den samlede sluttbrukerprisen (som består av både en kraft- og en nett-tariff).

I dette eksperimentet var timesspotkontrakter, TOU-kontrakter og utkobling av last tre separate og ikke koordinerte produkter. Dersom disse var fullstendig koordinert ville dette problemet vært unngått, og vi ville trolig sett en høy prisrespons også i gruppe 3. Det faktum at de ikke ble koordinert understreker et svært viktig poeng når det gjelder bruken av slik ny teknologi for å øke prisresponsen på kort sikt: Dersom de ikke behandles som en helhet, kan effektiviteten av denne typen tiltak reduseres dramatisk. Om slike virkemidler skal tilbys vanlige kunder (og ikke i et eksperiment), er det ikke urimelig at noen av disse virkemidlene tilbys av kraft- og noen av nettleverandøren. Dersom ingen koordinerer denne virkemiddelbruken, kan dermed vinninga fort gå opp i spinninga. Disse analysene illustrerer at slike virkemidler (timesspotkontrakter, TOU-tariffer og automatisk utkobling) har stort potensial til å øke den kortsiktige prisresponsen i husholdningene, men at det forutsetter en gjennomtenkt og koordinert innsats fra flere tilbydere i sluttbrukermarkedet.

### Langsiktig prisfølsomhet for husholdningene

Det er blitt gjennomført relativt mange studier av husholdningenes energiforbruk basert på årsdata hentet fra Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser. Her gis en oppsummering av de viktigste funnene fra disse studiene med hensyn til prisfølsomheten, inkludert hvordan vedetterspørselen reagerer på endringer i strømprisen.

#### Analysen innenfor et totalt utgiftssystem

I rapporten "Pris- og inntektsfølsomhet i ulike husholdningers etterspørsel etter elektrisitet, fyringsoljer og ved" estimeres et utgiftssystem for husholdningenes energiforbruk basert på årsdata for et tverrsnitt av husholdninger i perioden 1993-1995. Her kommenteres kun resultatene for elektrisitet og ved (se tabell 5.1). Se Halvorsen m.fl. (2005a) for mer informasjon.

Den direkte priselastisiteten for elektrisitet er estimert til -0,65 og inntektselastisiteten til 0,19. Det innebærer at etterspørselen er relativt prisfølsom overfor endringer i gjennomsnittsprisen gjennom året og at elektrisitet oppfattes som et nødvendighetsgode av husholdningene (inntektselastisitet positiv men nær null).<sup>15</sup> Disse elastisitetene er sammenfallende med internasjonale funn estimert på tverrsnittsdata og årsforbruk (se f.eks. Halvorsen m.fl. 2001). Krysspriselasititeten for endringer i prisen på ved er estimert til 0,01. Det vil si at én prosents økning i vedprisen 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.

**Tabell 5.1. Pris- og inntektselastisiteter for etterspørsel etter elektrisitet og ved i norske husholdninger**

Endring i <sup>2</sup>	Etterspørsel etter <sup>1</sup>	
	Elektrisitet	Ved
Elektrisitetspris .....	-0,649	0,439
Vedpris .....	0,011	-0,884
Inntekt .....	0,194	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.

Den direkte priselastisiteten for ved er estimert til -0,88. Den er noe høyere (i absoluttverdi) enn den direkte priselastisiteten for elektrisitet. Årsaken er at husholdninger som har mulighet for å bruke ved har bedre muligheter for substitusjon enn husholdninger som benytter elektrisitet (alene eller sammen med andre kilder), samt at elektrisitetsforbruket også omfatter forbruk som ikke er substituerbart, slik som belysning, varmtvann og husholdningsapparater. Inntektselastisiteten for ved er estimert til 0,24. Krysspriselasititeten for effekten av elektrisitetspris på vedforbruket er positiv og høy (0,44). Husholdningene "kryssreagerer" altså langt mer på endringer i elektrisitetsprisen enn endringer i vedprisen.

Vi har også analysert sannsynligheten for å ha null vedutgift, gitt at husholdningen har muligheter til å bruke ved til boligoppvarming (hjørneløsning), og hvordan den avhenger av ulike variable, inkludert strømprisen. Analysen viser at sannsynligheten for null vedutgift er større jo høyere pris på ved og jo lavere pris på elektrisitet. Sannsynligheten for ikke å bruke vedutstyret man har, er lavere for husholdninger som bor i områder med lave utetemperaturer, husholdninger som eier hytte og husholdninger som bor i våningshus.

<sup>15</sup> Det er viktig å merke seg at alle disse elastisitetene er netto-elastisiteter, dvs. korrigeret for alle mulige variasjoner i karakteristika ved husholdningene og boligen. Det gjør at vi kan sammenligne to ellers like husholdninger. Det gjør imidlertid også at alle endringer i teknologi kommer inn i parameterne for det utstyret hvor den teknologiske endringen har skjedd, og ikke inn i inntektselastisitetene (som ville vært tilfelle dersom dette var bruttoelastisiteter). Disse elastisitetene er, i den grad vi har fått korrigeret for alle relevante forhold, å tolke som den direkte effekten av priser og inntekt på forbruket.

**Funn fra analyser av pris- og inntektseffekter**

I analysen sitert over estimerte vi hele energiforbruket simultant. Vi har også estimert priselastisiteter for husholdningene basert på årsdata for et tverrsnitt av husholdninger i Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser. Tabell 5.2 oppsummerer funn fra flere slike analyser. Priselastisitetene varierer mellom 0,2 og 0,9 i tallverdi (se tabell 5.2). Tilsvarende varierer inntektselastisitetene mellom 0,1 og 0,2. (Se Halvorsen m.fl. 2005b og 2005c for mer informasjon).

**Tabell 5.2. Pris- og inntektselastisiteter fra analyser av Norske husholdningers energietterspørsel**

Fokus	Referanse	Egenpriselastisitet	Inntektselastisitet	Kommentar
Kjøp av elektriske apparater og elektrisitetsforbruk	Halvorsen og Larsen (2001a)	-0,44	0,13	Elektrisitet, alle husholdningsformål. 1975-94
Valg av oppvarmingsutstyr og energiforbruk	Nesbakken (2001)	-0,21	0,06	Energi, oppvarmingsformål. 1990
Valg av oppvarmingsutstyr og energiforbruk	Nesbakken (1999)	-0,50 -0,33 (lav inntekt) -0,66 (høy inntekt)	0,01	Energi, alle stasjonære husholdningsformål. 1993-95
Fordelingseffekter. Lineært utgiftssystem for energi (elektrisitet, fyringsoljer og ved)	Halvorsen og Nesbakken (2002)	-0,55	0,05	Elektrisitet, alle husholdningsformål. 1993-94
Utgifter til ulike energigoder avhengig av mulighet for å konsumere	Halvorsen, Larsen og Nesbakken (2005a)	-0,65 -0,90 -0,61 -0,88	0,19 0,47 0,26 0,24	Elektrisitet, alle husholdningsformål Parafin Fyringsolje Ved 1993-95

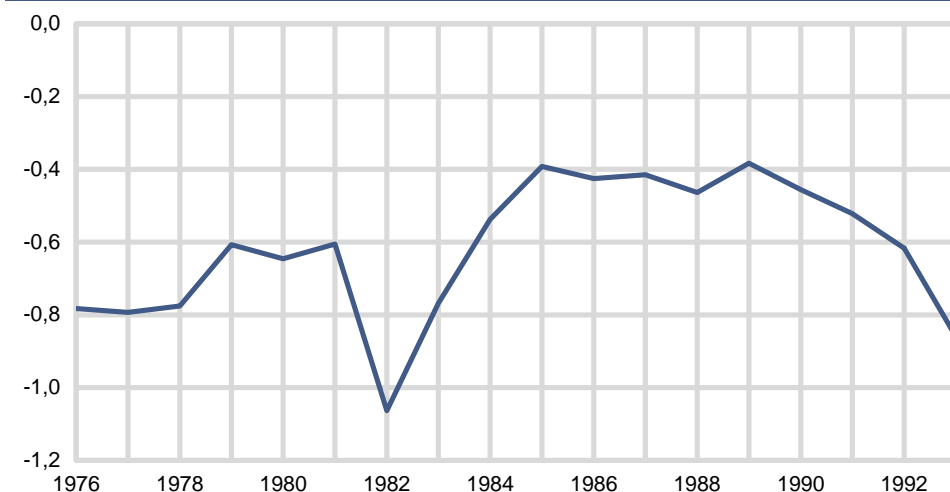
Kilde: Halvorsen et al. (2005c).

Vi har kartlagt følgende årsaker til variasjonen i elastisitetene:

- Brutto- versus nettokoeffisienter: Resultatene varierer med om f.eks. boligareal er med i modellen eller ikke. Siden boligarealet øker med inntekten, vil effekten av boligareal på forbruk være inkludert i inntektseffekten dersom ikke boligareal skiller ut som egen forklaringsvariabel.
- Tidsvariasjon: Ulike anslag på ulike tidspunkter.
- Husholdningsgrupper: Høyinntekts-husholdninger reagerer for eksempel annerledes enn lavinntekts-husholdninger på pris- og inntektssendringer, på grunn av ulik sammensetning av energiforbruket til ulike formål (noen formål har mer nødvendighetspreg enn andre).
- Energi versus elektrisitet: Hvis f.eks. økt elektrisitetspris gir redusert elektrisitetsforbruk og omtrent tilsvarende økning i oljeforbruket, vil elastisiteten for total energi og elektrisitet bli svært forskjellige. Forskjellen avhenger av substitusjonsmulighetene.
- Energi til oppvarming versus totalt stasjonært energiforbruk: Forskjeller i substitusjonsmulighetene gir forskjellige anslag på energipriselastisiteten. Ved bare å se på elektrisitet vil det fortsatt være forskjeller i elastisiteten, avhengig av hva som sees på som luksustjenester (svømmebasseng) og nødvendige tjenester (romoppvarming).

**Variierende elastisiteter over tid**

I en av studiene, Halvorsen og Larsen (2001a), analyserte vi hvordan elastisitetene varierte over tid, illustrert i figur 5.2. Figuren viser den direkte priselastisiteten for elektrisitet (prosentvis endring i elektrisitetsforbruket ved én prosents endring i elektrisitetsprisen) for hvert år i perioden 1976 til 1993. Elastisitetene er beregnet ved at vi har estimert på tverrsnittet av husholdninger fra Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser for hvert år i perioden, og beregnet en elastisitet for hvert år i hele perioden. I beregningen av priselastisiteten har vi justert for at husholdningene er forskjellige når det gjelder inntekt, boligareal, utstyr osv.

**Figur 5.2. Utviklingen i egenpriselastisitet (Cournot-elastisitet) for husholdningenes forbruk av elektrisitet. 1976-93**

Kilde: Halvorsen og Larsen (2001a).

Figuren viser et forholdsvis stabilt forløp i anslaget på elastisiteten i perioder, men med relativt store variasjoner for enkelte år. Årsakene til de store variasjonene kan være flere. For det første vil elastisitetene variere med utnyttelsen av oppvarmingsutstyret. I perioder hvor elektrisitet f.eks. er relativt dyrt vil husholdningene i større grad utnytte alternativer til elektrisitet i oppvarmingen. Dersom elektrisitetsprisene blir høyere, vil mulighetene for å redusere elektrisitetsforbruket ytterligere være lavere enn i perioder hvor man har større ledig kapasitet på det alternative oppvarmingsutstyret. Dette er resultater vi også finner i andre av våre analyser (se Halvorsen m.fl., 2007). Variasjoner i elastisiteten kan også ha sammenheng med utviklingen på energi- og arbeidsmarkedet, som trolig vil påvirke husholdningenes betalingsevne og deres forventninger om framtidige priser og inntekt.

Det er viktig å legge merke til at elastisitetene varierer med typen data og metodene som er benyttet. Hver elastisitet har en spesifikk tolkning, og kan ikke umiddelbart overføres til en annen situasjon, som for eksempel elastisiteter for vinterkonsumet eller elastisiteter ved andre nivåer på prisene enn i estimeringsperioden (for eksempel ved svært høye el-priser). Det er flere årsaker til det. For det første vil elastisitetene på årsprisen være et aggregat av sesongvariasjonen. Det kan enten skjule eller forsterke de korrelasjonene som finnes mellom forbruk og pris. For det andre, vil trolig den direkte priselastisiteten være høyere på vinteren enn på sommeren på grunn av større grad av substitusjon i oppvarmingen enn i annet strømforbruk. For det tredje vil en gitt prosentvis endring i prisen ikke bety det samme for forbruket når den er regnet over hele sammenlignet med kun en fjerdedel av året. Noen av disse faktorene trekker i retning av høyere elastisitet, andre i retning av lavere elastisitet. Vi har dessverre ingen holdepunkter for å si hvilke som er sterkeste. Det er også viktig å merke seg at estimeringsmetode kan ha noe å si. Noen av disse elastisitetene er estimert ved hjelp av paneldata (de kort-siktige elastisitetene), mens elastisitetene på årsdata er estimert på et tverrsnitt av husholdninger. Vi har dessverre heller ingen analyser som forteller oss om dette er et problem, og i tilfelle i hvilken retning det trekker. Dette er temaer vi ønsker å jobbe med fremover, men på dette tidspunktet kan vi ikke konkludere hvordan det vil påvirke resultatene.

Disse forholdene vil kunne påvirke størrelsen på elastisitetene, men det er lite trolig at det vil påvirke hovedkonklusjonen: At det finnes relativt store substitusjonsmuligheter spesielt i husholdningenes oppvarming, men også andre deler av alminnelig forsyning, og at konsumentene etter en stund vil reagere på endringer i energiprisene.

## 6. Konklusjoner

Analysene i denne rapporten viser at temperatur er en viktig driver for de kortsiktige svingningene i elektrisitetsforbruket fra time til time. Det skyldes at store deler av alminnelig forsyning bruker mye strøm til oppvarming, og dette forbruket varierer automatisk med temperaturen ute. Prisendringer har mindre innflytelse på variasjonen i effektforbruket, bl.a. fordi prissignalene ikke når gjennom til konsumenten på timebasis fordi de er knyttet til kontrakter hvor sluttbrukerprisen er stabil over en lengre tidsperiode. I tillegg skyldes en stor del av denne kortsiktige variasjonen i strømforbruket sykliske variasjoner; dvs. at man bruker strøm til ulike aktiviteter på ulike tidspunkter. Disse sykliske variasjonene kan også variere over året.

Når det gjelder driverne for den mer langsiktige utviklingen i forbruket, spiller befolkningsutviklingen, økonomisk vekst og endringer i relative energipriser en atskillig større rolle. Mer permanente endringer i prisnivået gjør at strømbrukerne endrer sine vaner og produksjonsmetoder, noe som kan gi store endringer på sikt både i forbruksnivå og sammensetningen av forbruket på ulike energibærere. En del av disse endringene kommer også via investeringer i nytt utstyr; både oppvarmingsutstyr og annet utstyr (husholdningsapparater, produksjonsutstyr, etc.). Disse investeringene avhenger i høy grad av inntekt/inntjening og relative priser, og kan innebære store skift i utviklingen i forbruket. I noen tilfeller vil det kunne øke forbruket, for eksempel ved en markant økning i beholdningen av husholdningsapparater som bruker mye strøm. I andre tilfeller kan det redusere forbruket, dersom gammelt utstyr skiftes ut med nyere og mer energieffektivt utstyr. Oppgraderinger av bygninger og boligmasse er også høyt korrelert med priser og inntekt, og kan også både bidra til å øke forbruket (økt areal, glasstak, åpne løsninger etc.), eller redusere det (bedre isolering, nytt elektrisk anlegg, osv.). Det er grunn til å tro at jo høyere energiprisene blir, jo sterkere vil trykket på energieffektivisering bli, noe som trekker i retning av at investeringer i nytt utstyr og bygningsmasse reduserer forbruket.

Vi finner at så lenge det finnes prisfølsomhet i etterspørselen og/eller tilbudet vil markedet kunne allokere strøm både på kort og lang sikt. Jo mer prisfølsomt tilbudet og/eller etterspørselen er, jo mer robust vil markedet være fordi prisen vil svinge mindre ved skift i tilbuds- og etterspørselsforhold. Prisreguleringer, enten i spot- eller i sluttbrukermarkedet, vil kunne få svært uheldige konsekvenser for markedets evne til å håndtere en anstrengt kraftsituasjon, fordi sluttbrukerne ikke får incentiver til å endre sin etterspørsel.

Prisfølsomheten i *spot*markedet er viktig for den kortsiktige klareringen av markedet (fra time til time). Den kortsiktige prisfølsomheten hos *sluttbrukerne* vil kun være av interesse for klareringen av spotmarkedet i den grad det påvirker prisfølsomheten til etterspørselen i spotmarkedet, for eksempel for kunder som har timesspotkontrakter. For allokeringen av energi, er det de mer langsiktige elastisitetene i sluttbrukermarkedene som er av betydning, samt hvor lang tid det tar fra prissignaler om ressursknapphet når sluttbrukeren. Jo kortere tid det tar før prissignalene overføres, og jo mer fullstendig denne overføringen er, jo mer effektivt vil markedet være i sin allokering av kraftressursene.

I alle de analysene vi har gjort, ser vi at det finnes prisrespons for etterspørselen, både på kort sikt i spotmarkedet og på litt lengre sikt i sluttbrukermarkedet. Vi finner også at det tar noen uker før prissignalet fra spotmarkedet når de fleste sluttbrukere, men da er mesteparten av prissignalet overført.

Det følger også av analysen at det er viktig å la prisnivået få lov til å variere mellom regionene dersom det oppstår skranker i markedet, for eksempel pga. forskjeller i produksjons- og overføringskapasitet, slik at kundene i regioner hvor det oppstår knapphet får incentiver til å endre sin etterspørsel. Jo raskere disse prissignalene når strømkundene, jo mer effektivt vil markedet kunne håndtere situasjonen.

## Referanser

Bye, T. og P.V. Hansen (2008): How do spot prices affect aggregated electricity demand?, Discussion Papers 527, Statistisk sentralbyrå.

Bøeng, A.-C., B. Halvorsen og B.M. Larsen (2011): "Vil subsidiering av energieffektivt utstyr løse miljøproblemene?", *Økonomiske Analyser* 5/2011, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. (2007): Short-term electricity demand response, Doctoral theses, 2007:53, Norwegian University of Science and Technology.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2008a): *Kortsiktige variasjoner i strømforbruket i alminnelig forsyning. Forbrukskurver basert på timesmålte data fra Skagerak Nett*, Rapporter 2008/50, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2008b): Hvordan varierer timeforbruket av strøm i ulike sektorer?, *Økonomiske analyser* 6/2008, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. (2007): Short-term electricity demand response, Doctoral theses, 2007:53, Norwegian University of Science and Technology.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2007): Har vi en potensiell kraftkrise i Midt-Norge?, *Økonomiske analyser* 3/2007, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2008a): *Kortsiktige variasjoner i strømforbruket i alminnelig forsyning. Forbrukskurver basert på timesmålte data fra Skagerak Nett*, Rapporter 2008/50, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2008b): Hvordan varierer timeforbruket av strøm i ulike sektorer?, *Økonomiske analyser* 6/2008, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. og B. Halvorsen (2008c): Etterspørselsvariasjoner i alminnelig forsyning ved endringer i pris, temperatur og sesonger, Notater 2008/69, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T., B. Halvorsen og P. V. Hansen (2008): *Hvordan påvirkes strømprisene i alminnelig forsyning av endret spotpris?*, Rapporter 2008/54, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T., B. Halvorsen og P.V. Hansen (2009): Hvordan påvirkes husholdningenes strømpris av endret spotpris?, *Økonomiske analyser* 2/2009, Statistisk sentralbyrå.

Ericson, T. and B. Halvorsen (2010): The allocation of power and energy in liberalized electricity markets, Discussion Papers no 612, Statistics Norway.

Førsund, F. (2007): *Hydropower economics*, Springer Science and Business Media, LLC, New York.

Graabak, I. og Feilberg, N. (2004): Forbrukerfleksibilitet ved effektiv bruk av IKT. Analyseresultater, SINTEF, TR A5980.

Halvorsen, B. (2011): Forsyningssikkerhet, regionale strømpriser og naturvern. Hvilken rolle spiller markedet for konflikten i Hardanger?, *Samfunnsøkonomen* nr 3.

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

Halvorsen, B. and B. M. Larsen (2001b): Norwegian residential electricity demand. A microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993. *Energy Policy*, 29.

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

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005a): *Pris- og inntektsfølsomhet i ulike husholdningers etterspørsel etter elektrisitet, fyringsoljer og ved*, Rapport 2005/8, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005b): *Norske husholdningers energiforbruk til stasjonære formål 1960 – 2003 – En diskusjon basert på noen analyser i Statistisk sentralbyrå*, Rapport 2005/37, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005c): 'Lys og varme gjennom 43 år: Energiforbruket i Norske boliger fra 1960 til 2003', *Økonomiske analyser* 5/2005, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B. Larsen og R. Nesbakken (2007): *Simulering av husholdningenes elektrisitetsforbruk: Dokumentasjon av mikrosimuleringsmodellen SHE*, Rapport 2007/7, Statistisk sentralbyrå

Halvorsen B and R. Nesbakken (2002): A conflict of interests in electricity taxation. A micro econometric analysis of household behaviour, Discussion Papers 338, Statistics Norway.

Nesbakken, R. (1999): Price sensitivity of residential energy consumption in Norway, *Energy Economics* 21, 493-515.

Nesbakken, R. (2001): Energy Consumption for Space Heating: A Discrete-Continuous Approach, *Scandinavian Journal of Economics* 103(1), 165-184.

OED (2011): Konsekvensene av at man trenger lenger tid på en ny overføringsforbindelse til Bergensområdet (BKK-området). Rapport fra sjøkabelutredningen utvalg III, 1. februar 2011.



## Figurregister

2.1. Gjennomsnittlig døgnforbruk og døgntemperatur over året for husholdnings- og næringskunder i utvalget. kWh/time, °C. 2006 .....	8
2.2. Gjennomsnittlig timesforbruk for husholdningskunder over døgnet i ukedager og i helgene. kWh/time. 2006.....	9
2.3. Gjennomsnittlig timesforbruk for primærnæringene over døgnet i ukedager og i helger. kWh/time. 2006 .....	9
2.4. Gjennomsnittlig timesforbruk for sekundærnæringene over døgnet i ukedager og helgene. kWh/time. 2006.....	10
2.5. Gjennomsnittlig timesforbruk for tertiærnæringene over døgnet i ukedager og i helgene. kWh/time. 2006.....	11
2.6. Årlig forbruk i alminnelig forsyning i perioden 1993 til 2009. TWh .....	11
2.7. Månedlig forbruk i alminnelig forsyning. TWh. 1993 - 2010.....	12
2.8. Årlig forbruk i alminnelig forsyning og fordelt etter næring. GWh. 1995 – 2008 .....	13
3.1. Estimert effekt på timesforbruket for husholdningskunder av endringer i temperatur. kWh/time, C° .....	16
3.2. Estimert effekt på timesforbruket i Varehandel, hotell og restaurant av endringer i temperatur. kWh/time, C° .....	17
3.3. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for husholdningskunder. kWh/time .....	18
3.4. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for primærnæringene. kWh/time .....	19
3.5. Estimert forbrukskurve over døgnet i ukedager, helg og måneder for Verkstedindustrien. kWh/time.....	19
3.6. Totalt energiforbruk til stasjonære formål i husholdningssektoren og fordelt på ulike energibærere, 1960-2003. TWh .....	20
3.7. Antall husholdninger i Norge. Mill. 1960-2001 .....	21
3.8. Energiforbruk til boligformål per husholdning, 1960-2003. KWh nyttiggjort .....	22
3.9. Utvikling i gjennomsnittlige lønnsinntekt og boligareal. 2005-kroner .....	22
3.10. Utviklingen i beholdningen av ulike elektriske husholdningsapparater, 1950 – 1981 ..	23
3.11. Utviklingen i relative energipriser for elektrisitet og olje og utvikling i relativt forbruk av elektrisitet og olje .....	24
4.1. Fordeling av kontraktstyper i husholdningene .....	26
4.2. Fordeling av kontraktstyper i tjenesteytende næringer.....	27
4.3. Fordeling av kontraktstyper i industrien.....	27
4.4. Spotpris time for time (i Oslo/Østlandsregionen) og pris tilbudt fra Hafslund energi gjennom en standard variabel kontrakt, vinteren 2002/2003.....	28
4.5. Sammenheng mellom sluttbruker- og spotmarkedet .....	29
4.6. Tilpasning i spotmarkedet med en fullstendig uelastisk kortsiktig etterspørselskurve (venstre side), og med prisrespons i etterspørselen (høyre side).....	30
4.7. Tilpasningen i spot- og sluttbrukermarkedet i et system med nok tilgang på effekt.....	31
5.1. Tilbuds- og etterspørselskurver i el-spotmarkedet på Nord Pool. Time 17:00–18:00, 6. februar 2003 .....	32
5.2. Utviklingen i egenpriselasitet (Cournot-elastisitet) for husholdningenes forbruk av elektrisitet. 1976-93 .....	37

## Tabellregister

5.1. Pris- og inntektselastisiteter for etterspørsel etter elektrisitet og ved i norske husholdninger .....	35
5.2. Pris- og inntektselastisiteter fra analyser av Norske husholdningers energietterspørsel .....	36