

Hvordan reagerer strømforbruket i alminnelig forsyning på endringer i spotpris?

Magne Holstad og Finn Erik L. Pettersen*

I denne artikkelen drøfter vi hvordan strømforbruket i alminnelig forsyning vil tilpasse seg endringer i spotprisen på kraft. Alminnelig forsyning utgjør om lag 70 prosent av det totale nettoforbruket av elektrisitet i Norge. Med utgangspunkt i månedsdata for perioden 1996-2010 og en økonometrisk modell finner vi at strømforbruket i alminnelig forsyning faller med 0,05 prosent hvis kraftprisen øker med 1 prosent fra en måned til den neste. Vi finner noe tregghet i forbrukernes tilpasning til prisendringer, men hoveddelen av tilpasningen skjer i samme måned som endringen finner sted. Hyppigere bytte av strømleverandører, mer innslag av elspotkontrakter og gjennomføring av elektrisitetsøkonomiserende tiltak skulle tilsi at strømkundene har blitt mer bevisste på hva de betaler for strømmen utover perioden. Det er imidlertid støtte i dataene for at priselastisiteten har blitt mindre i absoluttverdi i siste del av dataperioden.

Innledning

Siden det norske kraftmarkedet ble deregulert i 1991, bestemmes kraftprisen i samspillet mellom etterspørsel og tilbud av kraft. I perioder med stor tilgang på vann og høye temperaturer blir prisen lav, mens i perioder med knapphet på kraft blir prisen høy. På 1990-tallet var strømprisene mer stabile og lavere enn på 2000-tallet. Økning i realprisen på elektrisitet utover på 2000-tallet henger blant annet sammen med en markant økning i prisene på olje, kull og gass. Vintrene 2002-2003, høsten 2006 og 2008 samt de to siste vintrene var preget av høye elektrisitetspriser. I perioder med stram tilbudsside vil det være interessant å vite hvordan strømforbruket vil reagere på en økning i kraftprisen. Siden høye priser signaliserer knapphet på kraft, er det viktig at forbruket responderer på prisendringer. Ellers kan tvangsmessige utkoblinger bli nødvendig.

I denne artikkelen drøfter vi hvordan strømforbruket i alminnelig forsyning vil tilpasse seg spotprisendringer med utgangspunkt i en økonometrisk modell og månedsdata for perioden 1996-2010. Januar 1996 er et naturlig starttidspunkt, fordi det var da Norge og Sverige gikk sammen og dannet en felles kraftbørs. Forbruksgruppen alminnelig forsyning omfatter alt strømforbruk utenom kraftintensiv industri. Husholdninger, tjenesteytende sektor og annen industri enn den kraftintensive utgjør om lag 45, 30 og 20 prosent av dette forbruket. I tillegg omfatter alminnelig forsyning noe forbruk innenfor jordbruk, skogbruk og fiske samt bygge- og anleggsvirksomhet.

Magne Holstad er rådgiver ved Seksjon for energistatistikk (gnh@ssb.no)

Finn Erik L. Pettersen er rådgiver ved Seksjon for analyse i NVE (felp@nve.no)

Flere nasjonale økonometriske analyser av prisfølsomhet knyttet til strømforbruk har blitt gjort på time-, døgn- og ukedata (se for eksempel Johnsen og Lindh 2001 og Bye og Hansen 2008). Når en skal studere hvordan strømforbruket i alminnelig forsyning reagerer på prisendringer, har imidlertid månedsdata flere fordeler. For store deler av forbruket i alminnelig forsyning vil ikke time-, døgn- og ukevariasjon i prisene være det sentrale. Dette kommer av at de fleste husholdninger og mesteparten av tjenesteytende sektor blir avregnet på måneds- eller kvartalsbasis. Timesmåling av strømforbruket er ikke vanlig for disse forbrukerne.

Modell, data og resultater

I denne artikkelen fokuserer vi på hvordan spotprisen på kraft påvirker strømforbruket i alminnelig forsyning. For å isolere betydningen av spotprisen er det viktig å kontrollere for betydningen av andre faktorer som har effekt på strømforbruket. Siden husholdninger og tjenesteyting i alminnelig forsyning i stor grad benytter strøm til oppvarmingsformål vil utetemperatur være en viktig variabel. Videre ventes aktivitetsnivået i økonomien å spille en rolle. Bruken av elektrisitet varierer også med hensyn til antallet virkedager i hver måned, da forbruket normalt er lavere når det er helg, helligdager eller fellesferie.

Det er en gjensidig avhengighet mellom forbruk og pris. Å spesifisere en modell bestående av én likning med forbruk som avhengig variabel og blant annet pris som forklaringsvariabel ville således ikke fanget opp denne gjensidigheten. Vi har derfor valgt en modell med to likninger hvor pris og strømforbruk er variablene som skal forklares. Forbrukslikningen kan betraktes som en etterspørselsrelasjon og prisligningen kan betraktes som en invertert tilbudsrelasjon. Likningene er spesifisert dynamisk for å tillate eventuelle treggheter i tilpasningen til tilbud og etterspørsel. Mer informasjon om modellen er gitt i (Pettersen og Holstad, 2011).

*Vi er taknemlige for nyttige kommentarer fra Terje Skjærpen, Bodil Larsen og Bjørn Bleskestad.

Vi har benyttet månedsdata ved estimering, og datasettet består i alt av 180 observasjoner for perioden januar 1996 - desember 2010.¹ Forbruk i alminnelig forsyning er hentet fra den månedlige elektrisitetsstatistikken til Statistisk sentralbyrå. Vi har benyttet spotprisenoteringer fra Nord Pool til å lage en spotpris for Norge som helhet ved å veie spotprisene med elektrisitetsforbruket i elspotområdene slik vi har definert dem. Elforbruket i elspotområdene er basert på det fylkesvise elforbruket hentet fra den årlige elektrisitetsstatistikken til SSB. Siden fylkesfordelt forbruk bare er tilgjengelig på årlig frekvens, antar vi at forbruksvektene til den nasjonale elspotprisen er konstante gjennom et kalenderår.

Det er viktig å presisere at forbrukerne innenfor alminnelig forsyning ikke står direkte ovenfor elspotprisen som dannes på Nord Pool Spot. Kraftprisen hver enkelt forbruker står ovenfor avhenger av hva slags kontrakt de har tegnet med sin kraftleverandør. I og med at kraftleverandører kan kjøpe og selge kraft på Nord Pool Spot vil imidlertid variasjonen i sluttbrukerprisene følge variasjonen i spotprisene over tid. Forbrukere som har spotpriskontrakter vil være eksponert mot spotprisen ved at de betaler en gjennomsnittlig månedlig spotpris pluss et påslag. For standard variabel- og fastpriskontrakter vil prisen være fast over lengre perioder (se Ericson, Halvorsen og Hansen, 2008 for mer informasjon).

Vi benytter daglige gjennomsnittsmålinger for utetemperatur fra byene Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø til å lage et temperaturmål for Norge som helhet. Den målte temperaturen for et døgn trekkes fra en basistemperatur på 17 grader. Dette gir antall graddager denne dagen. Alle temperaturer over 17 grader er satt til null graddager. Det vil si at oppvarmingsbehovet ikke forventes å bli redusert når temperaturen stiger fra 17 til 18 grader, fra 18 til 19 grader osv. For å ta høyde for at mesteparten av strømforbruket i husholdninger og tjenesteytende næringer er i Sør-Norge, vektet antall graddager for de ulike byene med byenes folketall per 2008.

Siden husholdninger er den største forbruksgruppen i alminnelig forsyning, har vi valgt å benytte den ujusterte volumindeksen for varekonsum (eksklusive strømforbruk) som en indikator for økonomisk aktivitet. En stor fordel med denne konsumvariabelen er at den er tilgjengelig på månedsbasis. BNP for Fastlands-Norge er kun tilgjengelig på kvartal og gir ikke nødvendigvis et godt bilde på den økonomiske utviklingen for alminnelig forsyning. Dette kommer av at den også inneholder eksport, noe som er mer relevant for kraftintensiv industri.

Resultatene fra den økonometriske modellen viser at variablene er meget signifikante. R^2 i forbruksligningen er også høy, da hele 96 prosent av variasjonen i den avhengige variabelen forklares av variasjonen i forkla-

ringsvariablene. R^2 i prisligningen er vesentlig lavere enn i forbruksligningen. Om lag 46 prosent av variasjonen i relativ endring i pris er forklart. At prisligningen har lavere forklaringskraft enn forbruksligningen er som forventet.

Hvordan reagerer alminnelig forsyning på prisendringer?

Figur 1 viser hvordan strømforbruket i alminnelig forsyning vil tilpasse seg når spotprisen for Norge som helhet øker med 1 prosent fra måned $t-1$ til t og deretter blir liggende på det nye nivået (øvrigt forklaringsvariabler ligger fast). Vi ser av figuren at strømforbruket faller med 0,04 prosent i måned t , og at nesten hele forbruksresponsen skjer i første måneden. I påfølgende måned reduseres forbruket med ytterligere 0,01 prosent, for deretter å forbli på -0,05 prosent.

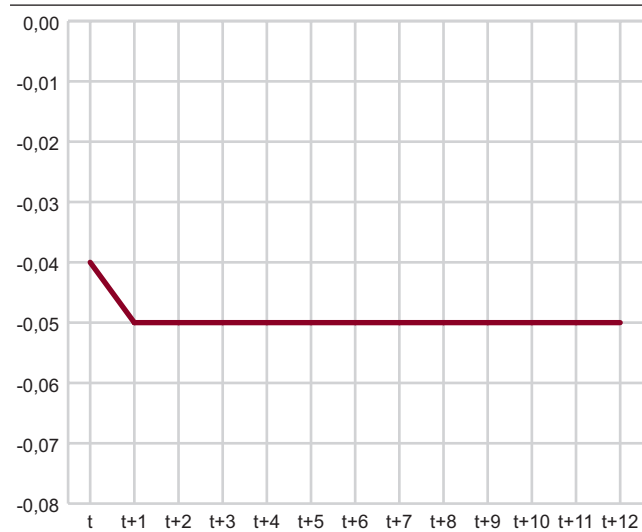
Det er viktig å understreke at priselastisiteten i modellen per definisjon vil være den samme om prisen øker med 1 prosent fra juni til juli eller fra desember til januar. Videre gjelder det at en økning i prisen påvirker forbruket like mye om spotprisen øker med 1 prosent fra et høyt nivå eller et lavt nivå. I våre analyser har vi ikke funnet støtte for en ikke-lineær sammenheng mellom pris og forbruk. Dette kan ha sammenheng med at vi har for lite variasjon i prisene på månedsbasis. Den estimerte priselastisiteten på -0,05 prosent kan tolkes som hvordan en «gjennomsnittlig» forbruker i alminnelig forsyning har reagert på en prisendring (i gjennomsnitt for perioden 1996-2010).

Det kan være flere grunner til at tilpasningen skjer raskt. Siden modellen er estimert på månedsdata, kan det være en tilstrekkelig tidshorisont for alminnelig forsyning til å ta inn over seg høyere priser. Høyere strømpriser påvirker forbruket gjennom en *substitusjons- og inntektseffekt*. Når strømprisen øker relativt til prisen på lett fyringsolje og andre alternative oppvarmingskilder (for eksempel ved og fyringsparafin), vil aktører ønske å bruke mindre elektrisitet (*substitusjonseffekt*). Samtidig har man en *inntektseffekt* ved at høyere priser vil føre til lavere realinntekt og forbruk. Husholdninger vil ønske å redusere sitt strømforbruk (mindre belysning, lavere innetemperatur etc.) når strømprisene er høye. Det er likevel mest rimelig å anta at inntektseffekten er lav, siden mye av elektrisitetsforbruket går til å dekke «daglige behov» som dusjing, klesvask, oppvask, oppvarming, etc. Høyere strømpriser vil også kunne gjøre det lønnsomt for den ikke-kraftintensive delen av industrien å redusere produksjonen og dermed også strømforbruket.

Treforedlingssektoren, som er den største industrielle aktør når det gjelder strømforbruk i alminnelig forsyning, har mulighet til å skifte raskt mellom el- og oljekjeler og vil bruke den energibæreren som er billigst. Siden treforedlingsbedriftene bruker el- og oljekjeler i industriprosessen, vil det være rimelig å anta at en endring i prisforholdet mellom elektrisitet og olje vil slå likt ut gjennom året.

¹ Se Pettersen og Holstad for en nærmere beskrivelse av data.

Figur 1. **Virkning på strømforbruket av at spotprisen øker med 1 prosent fra måned t-1 til t. Prosent**



I en del næringsbygg, boliger og offentlige virksomheter (skoler, sykehus) har man også mulighet til å skifte raskt mellom el- og oljekjeler. For disse gruppene er det imidlertid ikke sikkert at lønnsomhetskriterier er like avgjørende for forbruksresponsen på kort sikt som for treforedling. I boligblokker er det ofte vanlig å kjøpe inn et stort kvantum med fyringsolje på sommeren til bruk for vinteren.

Ifølge statistikken Husholdningenes energibruk i Statistisk sentralbyrå² hadde om lag 39 prosent av husholdningene kombinasjonen elektrisk ovn og vedovn eller peis i 2009. Når strømprisen øker relativt til prisen på ved, vil disse husholdningene ønske å bruke mer ved. Denne effekten vil imidlertid kun gjelde i måneder hvor oppvarming er nødvendig.

Har priselastisiteten endret seg over tid?

Det har vært store endringer i kraftmarkedet siden begynnelsen av observasjonsmaterialet i 1996 til slutten av 2010. I de første årene etter liberaliseringen var markedet preget av lave kraftpriser. Med unntak av 1996 var fyllingsgraden i de norske vannmagasinene stort sett høyere enn normalt. Selv om 1996 var et tørt år med svært lav fyllingsgrad, nådde aldri kraftprisen samme nivåer som under tørrårene utover på 2000-tallet. I 1996 var den veide månedsprisen på Nord Pool aldri høyere enn 34 øre/kWh. I slutten av 2002 var månedsprisen for første gang over 50 øre/kWh.

Kraftprisen varierte betydelig i andre halvdel av 2000-tallet. Den hydrologiske balansen er en viktig forklaring. Det norske markedet har også vært sterkt påvirket av utviklingen i brenselkostnadene til termiske kraftverk gjennom integrasjonen med resten av Norden og Europa. Både prisen på kull og gass har variert mer på slutten av 2000-tallet. Samtidig har det vært en forbruksvekst gjennom perioden.

Perioder med høye priser har vært ledsaget av stor medieoppmerksomhet. Dette taler for at forbrukerne blir oppmerksomme på markedet og prisene. En indikator på husholdningskundenes bevissthet og aktivitet i kraftmarkedet er antallet leverandørskifter som foretas til enhver tid. I kjølvannet av de høye prisene vinteren 2002/2003 var det et rekordhøyt antall leverandørskifter. Det ble foretatt i underkant av 450 000 leverandørskifter i 2003.³ Aktiviteten rundt leverandørskifter har også vært stor i år etter dette (opp mot 300 000 leverandørskifter i enkelte år), særlig i tilknytning til perioder med høye priser.

Det har skjedd en vridning mot mer innslag av elspotkontrakter for alle forbruksgruppene i alminnelig forsyning i løpet av perioden. Blant husholdninger, tjenesteytende sektor og industri utenom kraftintensiv industri hadde henholdsvis 3, 14 og 18 prosent kontrakter som var direkte tilknyttet elspotpris ved utgangen av 1998. I 4. kvartal 2010 hadde innslaget av elspotkontrakter for husholdninger, tjenesteytende sektor og industri utenom kraftintensiv industri steget til 58, 64 og 44 prosent.

Strømutgiftene kan også reduseres gjennom investeringer i energieffektiviserende tiltak eller reduksjoner i strømforbruket. Mens elektrisitetsforbruket per årsverk i bygge- og anleggsvirksomhet og tjenesteyting gikk ned fra 16 GWh/1000 årsverk i 1993 til 14 GWh/1000 årsverk i 2009, ble strømforbruket per husholdning redusert fra om lag 18 000 kWh i 1993 til rundt 16 000 kWh i 2009. Stigning i realprisen på elektrisitet for de to forbruksgruppene siden 2000 kan ha stimulert til elektrisitetsøkonomiserende tiltak som for eksempel bedre isolasjon av bygninger og mindre energikrevende utstyr (Holstad, 2011).

Hypigere bytte av strømleverandør, større innslag av elspotkontrakter og gjennomføring av elektrisitetsøkonomiserende tiltak indikerer at strømkundene har blitt mer bevisste på hva de betaler for strømmen utover i dataperioden. Spørsmålet vårt er om forbruksresponsen på prisendringer fra måned til måned også kan ha endret seg i løpet av perioden.

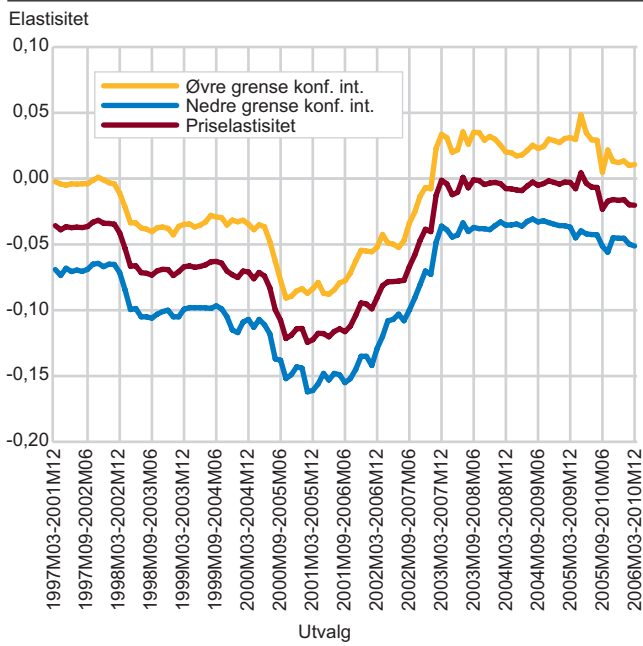
I utgangspunktet er modellen vår estimert under forutsetning av at priselastisiteten er konstant. Den fanger således ikke opp mulige atferdsendringer i dataperioden. En måte å undersøke stabiliteten til ulike koeffisienter i modellen, er å estimere modellen for ulike delperioder.

Figur 2 viser utviklingen til priselastisiteten når vi estimerer modellen på rullerende delperioder. Utvalgsstørrelsen er på 72 observasjoner (seks år). For hver estimering fjerner vi den første observasjonen og legger til en ny observasjon til slutt i utvalget.

² For mer informasjon om Husholdningenes energibruk, se <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/>

³ J.f. NVEs leverandørskifteundersøkelse 4. Kvartal 2010 (<http://www.nve.no/>)

Figur 2. **Priselastisitet estimert på rullerende delperioder. Koeffisientens estimerte usikkerhet er angitt ved 95 prosent konfidensintervall**



Vi får naturlig nok betydelig mer usikre parameterestimater når vi reduserer utvalgsstørrelsen fra 180 til 72 observasjoner. Priselastisiteten virker lite stabil også når vi tar usikkerheten i betraktning. Priselastisiteten som er estimert på hele datamaterialet (-0,05), ligger for flere delperioder utenfor konfidensintervallet. Etter hvert som vi inkluderer flere observasjoner fra første halvdel av 2000-tallet og f rre fra siste halvdel av 1990-tallet, blir elastisiteten høyere i absoluttverdi. Elastisiteten synker imidlertid ned mot null i absoluttverdi n r observasjoner fra andre halvdel av 2000-tallet utgjør en større andel av grunnlaget for estimeringen. Konfidensintervallet er på sitt smaleste når vi i stor grad benytter observasjoner fra og med 2003 til og med 2009. Stor variasjon i datagrunnlaget i denne perioden bidrar til skarpere estimater. Selv om resultatene må tolkes med varsomhet på grunn av få observasjoner i delperiodene, indikerer grafen i figur 2 at elastisiteten har blitt mindre i absoluttverdi i de senere årene. Hvis vi deler samplet i to uavhengige utvalg og tester om vi får signifikant forskjellig elastisitet i de to utvalgene, finner vi støtte for å forkaste nullhypotesen om lik priselastisitet i begge delperiodene for konvensjonelle valg av signifikansnivå.

På bakgrunn av drøftingen ovenfor kan det virke kontraintuitivt at det er støtte i data for at priselastisiteten har blitt lavere i absoluttverdi i de siste årene i perioden sammenlignet med de første årene i perioden. Det er likevel flere forhold som kan understøtte en slik utvikling.

Det er rimelig å anta at str mbesparende tiltak, som å redusere inne temperatur og endre daglige rutiner som krever strøm (for eksempel mindre bruk av vaske- og oppvaskmaskin, mindre dusjing), av mange vil opp-

leves som en betydelig reduksjon i komfort og trivsel. Derfor er det således grunn til å tro at det er substitusjonseffekten som dominerer den totale priselastisiteten til strømkundene i alminnelig forsyning.

Ifølge statistikken Husholdningenes energibruk i Statistisk sentralbyrå hadde om lag 43 og 39 prosent av husholdningene kombinasjonen elektrisk ovn og ved-ovn eller peis i 2006 og 2009. I perioden 1993-1995 og 2001 hadde 46 og 50 prosent av husholdningene denne kombinasjon. Tallene trekker isolert sett i retning av en lavere prisfølsomhet i siste delen av perioden, fordi andelen husholdninger som kan skifte mellom elektrisitet og ved har gått ned. Tallene må imidlertid tolkes med varsomhet, siden statistikken Husholdningenes energibruk er en utvalgsundersøkelse.

I den månedlige elektrisitetsstatistikken til Statistisk sentralbyrå samles det inn data over elkjelforbruket til treforedlingsbedriftene i Norge. Mens elkjelforbruket i treforedling utgjorde i gjennomsnitt 6 prosent av det totale elektrisitetsforbruket i alminnelig forsyning i perioden 1993-2003, utgjorde det 3 prosent i tidsrommet 2004-2010. Reduksjonen henger blant annet sammen med flere nedleggelser av treforedlingsbedrifter. I den årlige elektrisitetsstatistikken til Statistisk sentralbyrå deles elektrisitetsforbruket inn i prioritert og uprioritert forbruk. Elkjeler utgjør en stor andel av det uprioriterte forbruket. I perioden 1996-2002 utgjorde det uprioriterte forbruket i alminnelig forsyning i gjennomsnitt 7,3 prosent av det totale forbruket, mens i årene 2003-2009 utgjorde andelen 5,6 prosent. Siden forbrukskategorien elkjeler har gode substitusjonsmuligheter mot olje, vil utviklingen i elkjelforbruket trekke isolert sett i retning av lavere prisfølsomhet i de senere årene i dataperioden.

Ifølge statistikken Husholdningenes energibruk hadde om lag 4 prosent av husholdningene varmepumpe i 2004, mens i 2009 var andelen økt til om lag 19 prosent. Substitusjonseffekten trekker i retning av at husholdninger med varmepumpe vil bruke mer elektrisitet enn for eksempel ved og olje, siden elektrisitet isolert sett blir relativt billigere enn andre energikilder. Statistikken Husholdningenes energibruk for 2009 viser at husholdninger med varmepumpe bruker mindre ved og olje enn husholdninger uten varmepumpe. Mindre substitusjon til andre energikilder i husholdninger med varmepumpe kan ha bidratt til en lavere priselastisitet i absolutt verdi i den siste delen av dataperioden.

Konklusjon

Priser er informasjonsbærere og høye priser skal stimulere produsenter til å produsere mer kraft og forbrukere til å redusere strømforbruket. På denne måten f r man klarering mellom produksjon og forbruk. Vi finner i vårt arbeid at elektrisitetsforbruket i alminnelig forsyning reduseres med 0,05 prosent når spotprisen for Norge som helhet øker med 1 prosent fra en måned til den neste. Selv om prisfølsomheten isolert sett er liten, er det likevel svært viktig for markedsklareringen at det

er en prisfleksibilitet i forbruket i alminnelig forsyning. I perioder med stram tilbudsside og kaldt vær vil elektrisitetsprisene stige mye. Således har spotprisen for landet som helhet på månedsbasis økt med mer enn 40 prosent hele 11 ganger i de 15 siste årene. Hvis spotprisen øker med 40 prosent og øvrige forklaringsvariabler ligger fast, vil forbruket i alminnelig forsyning i følge vår modell reduseres med 2 prosent.

Forbruket innenfor alminnelig forsyning tilpasser seg prisendringer raskt. 80 prosent av responsen skjer i samme måned som prisendringen. Etter to måneder er det bare marginale ytterligere endringer.

Hyppigere bytte av strømlleverandører, mer innslag av elspotkontrakter og gjennomføring av elektrisitetsøkonomiserende tiltak indikerer at strømkundene med tiden har blitt mer bevisste på hva de betaler for strømmen. Vi finner imidlertid støtte i data for at forbruksresponsen på prisendringer på månedsbasis har blitt mindre i løpet av perioden. En forklaring kan være at elkjelforbruket utgjør en mindre andel av det totale forbruket i alminnelig forsyning i de siste årene i dataperioden enn i første delen av analyseperioden. En annen grunn kan være at andelen husholdninger med kombinasjonen elektrisk ovn og vedovn eller peis har gått ned i de siste årene av perioden.

Referanser

Bye, T. og P.V. Hansen (2008): How do Spot Prices Affect Aggregate Electricity Demand? *Discussion Papers* 527, Statistisk sentralbyrå.

Bårdsen, G. (1989): Estimation of Long Run Coefficients in Error Correction Models, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 51(3), 345-350.

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

Harris, R. og R. Sollis (2003). *Applied Time Series Modelling and Forecasting*. Chichester: Durham University.

Holstad, M. (2011): Tilgang og anvendelse av elektrisitet i perioden 1993-2009, *Rapporter 2/2011*, Statistisk sentralbyrå.

Johnsen, T.A. og C. Lindh (2001): Økende knapphet i kraftmarkedet: Vil prisoppgang påvirke forbruket? *Økonomiske analyser* 6/2001, Statistisk sentralbyrå.

Pettersen, F.E. og M. Holstad (2011): Hvordan reagerer strømforbruket i alminnelig forsyning på endringer i spotpris? Kommer i serien *Rapporter*, Statistisk sentralbyrå.