

# Kan toveiskommunikasjon gi et mer velfungerende kraftmarked?

Torgeir Ericson

*Kortsiktig etterspørselsrespons er viktig for et velfungerende kraftmarked. I dagens kraftmarked mangler imidlertid en stor andel av strømkundene incentiver til kortsiktig prisrespons. Dette er fordi de er utstyrt med en teknologi som bare måler akkumulert forbruk. Toveiskommunikasjon og automatisk måleravlesning hos disse strømbrukerne kan gi en mer prisfølsom etterspørsel, noe som kan gi økt effektivitet, høyere forsyningssikkerhet, redusert prisvolatilitet, og motvirke utøvelse av markedsrett i kraftmarkedet.*

## Innledning

Toveiskommunikasjon og automatisk måleravlesning av strømkunders forbruk er et aktuelt tema om dagen. Blant annet mener energi- og miljøkomiteen det nå er behov for å stimulere til økt bruk av denne teknologien, og det er fremmet forslag om at dette skal opp i Stortinget i løpet av vårsesjonen 2007. I Sverige har Riksdagen vedtatt innføring av månedlig avlesning og fakturering innen 2009. Denne typen teknologi kan ha mange fordeler, som mer nøyaktig måleravlesning, effektivisering av måle- og avregning, reduserte kostnader ved leverandørbytter, økte valgmuligheter av nye tariffier, økt bevissthet rundt eget energiforbruk og redusert behov for produksjons- og overføringskapasitet. Denne artikkelen trekker i tillegg frem en del andre fordeler fra timemåling som ikke blir diskutert like ofte; økt effektivitet i kraftmarkedet, høyere forsyningssikkerhet, redusert prisvolatilitet og motvirking av utøvelse av markedsrett.<sup>1</sup> I motsetning til de førstnevnte fordelene, som hovedsakelig vil gi gevinster til nett/kraftleverandør eller kunde, vil de sistnevnte fordelene i større grad komme via kraftmarkedet, og er konsekvenser av at etterspørselssiden kan velge tariffier som reflekterer markedsprisen, og reagerer på kortsiktige prisvariasjoner.

En aktiv etterspørselsside som responderer på kort sikt er svært viktig for et velfungerende kraftmarked. Det norske elektrisitetmarkedet er imidlertid preget av liten respons fra etterspørselssiden. En av grunnene til dette er at sluttbruker- og spotmarkedet ikke er fullt ut integrert; mange kunder har ikke muligheten til å velge spotpristariffier der prisen varierer time for time, selv om de skulle ha ønsket det. Dette er et problem for kunder med strømmålerutstyr som bare måler akkumulert forbruk, det vil si kunder med et årlig

forbruk under 100 000 kWh, blant annet de aller fleste husholdningskunder.<sup>2</sup> Et slikt målerutstyr gjør det umulig å fakturere den prisen som korresponderer med det løpende forbruket. Kunder som ikke står ovenfor spotprisen mangler incentiver til å reagere på kortsiktige svingninger i markedsprisen (fra time til time), noe som fører til at deres etterspørsel i spotmarkedet er representert med en uealastisk etterspørselskurve. Kundene uten toveiskommunikasjon og automatisk måleravlesning står for omlag 40 prosent av det totale norske årlige forbruket. Dermed kan det være betydelige gevinster å hente for samfunnet ved å tilby også disse kundene denne teknologien. Mange av fordelene vil imidlertid ofte ikke bli tatt hensyn til av nettselskapene, som står for utbyggingen av toveiskommunikasjon. Samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter risikerer dermed å ikke bli iverksatt fordi de ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomme. Dette bør tas hensyn til når myndighetene vurderer bruken av toveiskommunikasjon i Norge og hvordan en eventuell storskala utbygging skal finansieres.

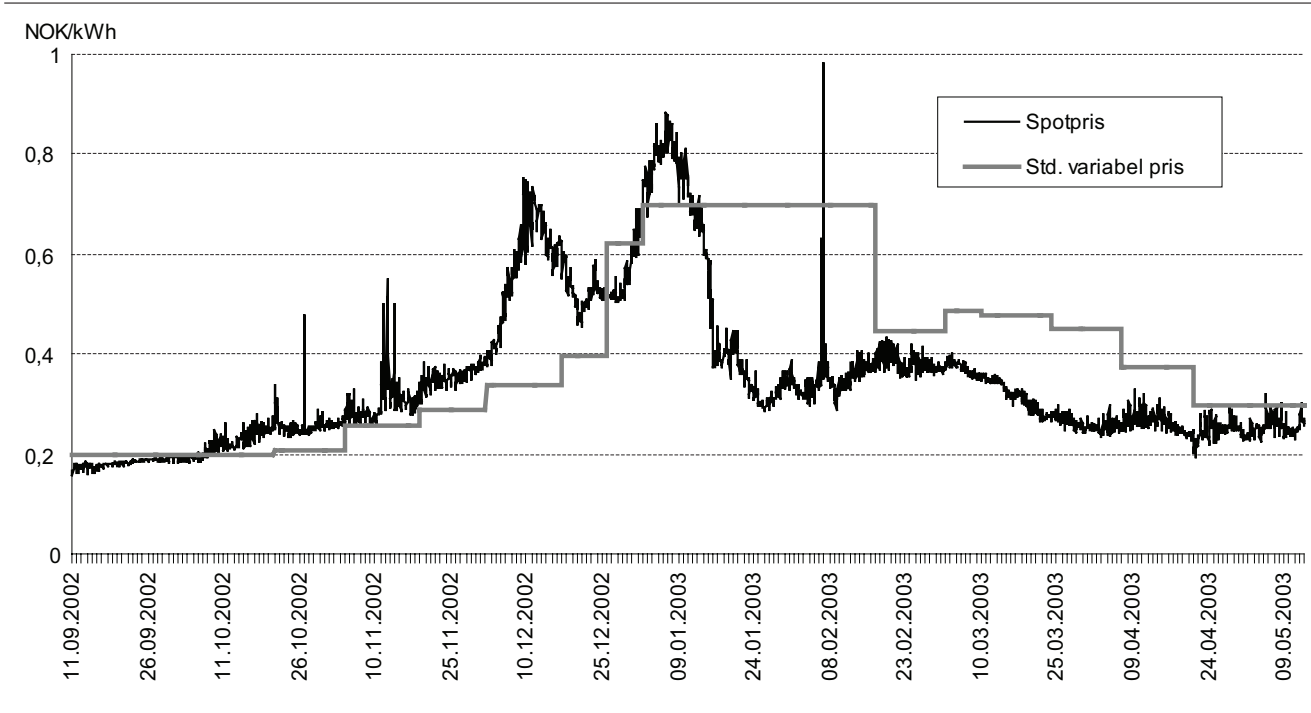
## De atskilte spot- og sluttbrukermarkedene

Dette kapitlet vil diskutere problemet med at spot- og sluttbrukermarkedet ikke er fullstendig integrerte. Figur 1 illustrerer et eksempel hvor de aller fleste husholdningskundene mangler incentiver til å reagere på kortsiktige forandringer i spotprisen, hentet fra vinteren 2002/2003.

Spotprisen økte til høye nivåer i desember 2002 og begynnelsen av januar 2003. Prisen som kunder med standard variabel kontrakt stod ovenfor var likevel stort sett lavere, noen ganger halvparten av markedsprisen. Fra midten av januar og frem til mai var kundenes pris høyere enn markedsprisen, noen ganger mer enn det dobbelte. Standardkontrakten ga dermed ikke kundene tilstrekkelig informasjon om energiknappheten da markedet betraktet situasjonen for å være anstrengt. Standardkontrakten informerte heller

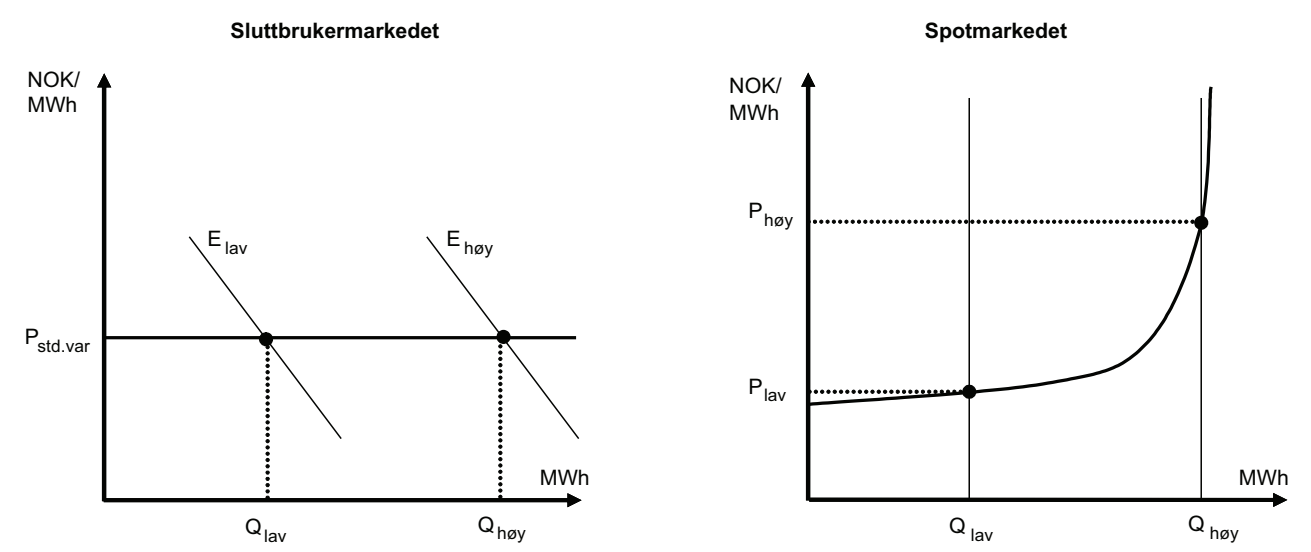
Torgeir Ericson er Førstekonsulent ved Gruppe for energi og miljøøkonomi, Statistisk sentralbyrå (toe@ssb.no)

Figur 1. Spotpriser i Oslo-regionen og prisen tilbudt av en leverandør gjennom en standard variabel pris kontrakt vinteren 2002/2003. NOK/kWh



Kilde: Nord Pool, Buskerud kraftnett

Figur 2. Det atskilte sluttbruker- og spotmarkedet



ikke kundene om at markedet anså at den anstrengte situasjonen var over. Det er viktig å legge merke til pristoppene den 6. februar 2003 som signaliserte knapphet på effekt. Konsumentene på standard variabel kontrakt mangler altså incentiver til å tilpasse forbruket til markedsprisen siden den prisen de står overfor er fast på kort sikt. Effekten av dette er illustrert i Figur 2.

Den venstre siden av figuren viser husholdningenes etterspørsel i sluttbrukermarkedet i en lavforbruks- og en høyforbruksperiode i et døgn ( $E_{lav}$ , og  $E_{høy}$ ). Figuren

viser også prisen på en standard variabel kontrakt, som er fast på kort sikt. De elastiske etterspørselskurvene indikerer at konsumentene i virkeligheten er prisresponsive. Men, i og med at prisen ikke forandrer seg på kort sikt er det ingen grunn for konsumentene å bry seg om prisen i spotmarkedet, siden de tilpasser seg prisen i standardkontrakten. Leverandørene på sin side må betjene konsumentenes etterspørsel ved å by uelastisk etterspørsel i spotmarkedet på vegne av disse kundene. Dette er vist i figuren til høyre med to fullstendig uelastiske etterspørselskurver, en for høyforbruks- og en for lavforbruksperioden.

Dette indikerer at spotmarkedet og sluttbrukermarkedet er frakoblet. Informasjon om de kortsiktige markedsforholdene blir ikke mottatt av forbrukerne, og, informasjon om forbrukernes faktiske etterspørselsrespons og deres villighet til å betale for strøm er ikke reflektert i deres etterspørselskurver i spotmarkedet. På lengre sikt kan imidlertid markedsprisene slå igjen til sluttbrukerprisene.

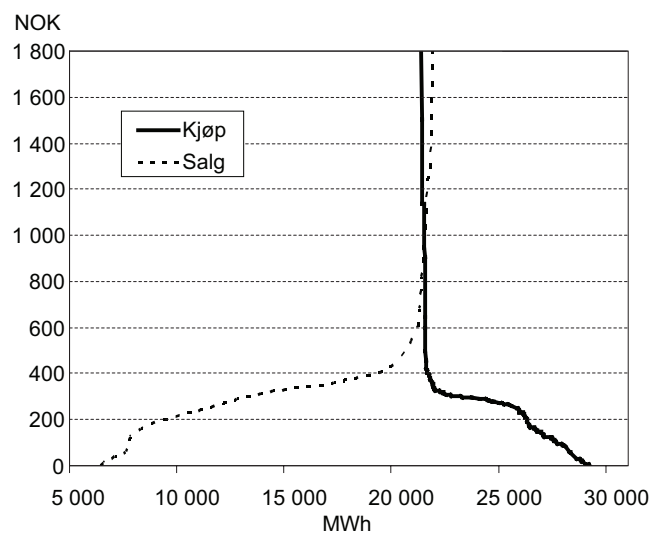
En del kunder har automatisk måleravlesning og tidsdifferensierte tariffer allerede i dag. Disse har incentiver til å justere forbruk i henhold til kortsiktige svingninger i prisen. Likevel synes responsen i markedet å være liten på kort sikt. Se for eksempel Hansen og Bye (2007) som estimerte lave kortsiktige elastisiteter for det norske og svenske markedet. En illustrasjon på at den kortsiktige prisresponsen er lav er gitt i Figur 3, som viser kjøp- og salgskurver på Nord Pool Spot 6. februar 2003, i timen fra 17-18. Som en ser av figuren er kurvene nær vertikale ved høyere priser.

Den lave prisresponsen på kort sikt kan skyldes at bare en liten del av forbruket er knyttet opp mot kontrakter som reflekterer den kortsiktige variasjonen i spotprisen. For eksempel var andelen av det norske forbruket i den kraftintensive industrien og i treforedling med kortsiktige spotpriskontrakter, bare 0,02 prosent i 3. kvartal 2006 (Statistisk sentralbyrå 2006a, 2006b).<sup>3</sup> For bergverksdrift og annen industri var andelen omtrent 2,5 prosent. Disse sektorene utgjør omlag 45 prosent av det norske årlige strømforbruket. I tillegg kommer husholdninger og andre uten automatisk måleravlesning som utgjør omlag 40 prosent av det årlige norske forbruket.

Det gjenværende forbruket, som er pålagt timemåling, utgjør dermed omtrent 15 prosent. Dette forbruket tilhører for det meste sektoren «annen næringsvirksomhet», hvor litt over 70 prosent har spotpriskontrakter. Andelen fra «annen næringsvirksomhet» med spotpriskontrakter utgjør dermed rundt 10 prosent av det norske totalforbruket. Dette er imidlertid antakelig et maksimaloverslag, siden en del av disse spotpriskontraktene sannsynligvis også er basert på månedsgjennomsnitt av spotprisen. Disse grove overslagene indikerer at under 13 prosent av det totale norske forbruket har kontrakter med kortsiktige spotprisvariasjoner. På grunn av de mange langtidskontraktene i de andre nordiske landene, vil den totale andelen av det nordiske forbruket (ca 400 TWh) med spotpriskontrakter antakeligvis dermed være enda mindre.

Siden forbruket innen sektoren «annen næringsvirksomhet» utgjør den største andelen med spotpriskontrakter, vil de være viktige for den totale prisresponsen i det norske og nordiske markedet. Vi vet lite om deres kortsiktige prisrespons, men, i følge Faruqi og George (2002) er priselastisiteten blant små til medium kommersielle og industrielle kunder mindre enn den er for husholdningskunder, noe som indikerer at

Figur 3. Elspot kjøp/salg kurver. Time 17:00-18:00, 6. februar 2003. System Pris 981,14 NOK



Kilde: Nord Pool Spot AS.

husholdningskunder kan være en viktig gruppe for å øke den totale markedsresponsen.

Gitt at kunder i Norge som i dag ikke er automatisk avlest blir utstyrt med teknologi for dette, og at de av disse kundene som i dag har valgt spotprisbaserte kontrakter (dvs. månedlig gjennomsnitt av spotprisen) fortsetter på timebaserte spotpriskontrakter, kan andelen av det norske årlige forbruket med timebaserte spotpriser mer enn fordobles fra dagens nivå. Det er også verdt å merke seg at under kalde perioder hvor etterspørselsrespons ofte er mest ønskelig, vil denne gruppen sannsynligvis utgjøre en høyere prosentandel av forbruket på grunn av deres høye andel til oppvarming sammenlignet med for eksempel kraftintensiv industri.

### Sammenkobling av sluttbruker og spotmarkedene

Med toveiskommunikasjon på plass kan leverandørene også tilby flere tariffvarianter mellom timespotkontrakter og fastpriskontrakter. Noen eksempler er den såkalte *time-of-use* (TOU) tariffen som har karakter av fastpris, men med ulike prisnivåer til ulike tider av døgnet; for eksempel dag og natt differensiering. En annen variant er *critical-peak pricing* (CPP) tariffen. Denne ligner på TOU-tariffen, men er mer dynamisk i den forstand at den som regel har en lav pris, bortsett fra ved særskilte (kalde) perioder der prisen kan økes til et på forhånd avtalt nivå. CPP-tariffen er da en hybridvariant mellom spotprisen og TOU/fastpris-tariffene. Til sist er den såkalte *two-part real-time pricing* (RTP) tariffen også interessant. Med denne kontrakten betaler kunden en fast pris for et avtalt volum, og spotpris for avviket fra dette volumet. TOU, CPP og two-part RTP variantene er mer forutsigbare for kundene enn rene timespotpriskontrakter, samtidig som de gir incentiver til å justere forbruket innenfor døg-

net. Dessuten kan det tenkes at leverandører kan hjelpe kundene med å respondere på kortsiktige svingninger i prisene ved å tilby informasjon om høye priser via mail, sms, signallamper i hjemmet eller lignende, og ved å tilby automatisk utkobling av apparater (for eksempel varmtvannstanker) via fjernstyringsteknologier.

Gjennom slike tariffer blir de faktiske prisene på spotmarkedet i større grad formidlet til kundene, kundene har incentiv til å reagere, og deres respons blir formidlet tilbake til spotmarkedet. De to atskilte markedene er dermed bedre integrert.

## Fordeler av økt etterspørselsrespons

### Økt effektivitet i kraftmarkedet

I et effektivt marked betaler kundene marginalkostnadene og gjør forbruksbeslutninger basert på deres marginale verdsetting av varen. Ineffektiviteten i det frakoblede markedet oppstår når kundeprisen avviker fra spotprisen. Dette er illustrert i Figur 4, som viser etterspørsel og tilbud for to forskjellige perioder på døgnet i et kraftmarked der kundene er målt på timebasis og betaler spotpris for strømbruken.

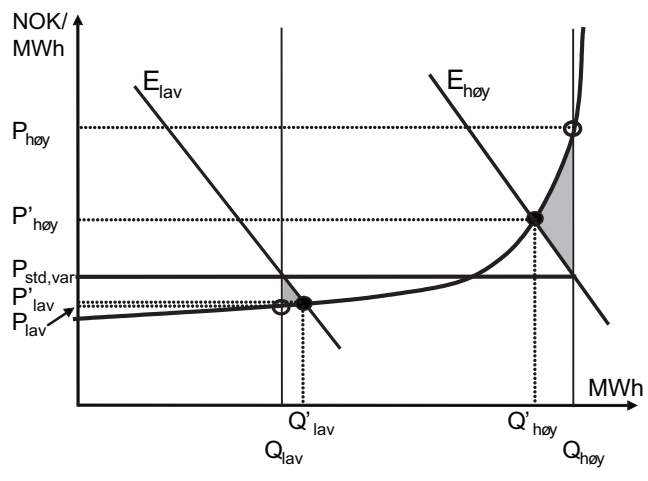
I figuren ser en et sammenkoblet marked som klarer ved andre forbruks- og prisnivåer enn i det frakoblede markedet. I en høyforbrukstid klarer markedet ved et lavere forbruk og prisnivå ( $Q'_{\text{høy}}, P'_{\text{høy}}$ ), enn i en situasjon uten prisrespons ( $Q_{\text{høy}}, P_{\text{høy}}$ ). I en lavforbrukstid klarer markedet ved ( $Q'_{\text{lav}}, P'_{\text{lav}}$ ), det vil si ved et høyere forbruk og prisnivå enn i situasjonen uten etterspørselsrespons ( $Q_{\text{lav}}, P_{\text{lav}}$ ). Svingningene i prisen blir således mindre enn før. Effektivitetsgevinsten som oppnås når kundene står ovenfor marginalpriser istedenfor faste priser er illustrert ved de grå arealene. Som vist i Figur 1 er det ofte et avvik mellom den prisen kundene betaler og spotprisen. I et strammere nordisk kraftmarked i årene fremover vil spotprisen sannsynligvis variere mer og dermed også avvike mer fra kundeprisen. Effektivitetsgevinster fra toveiskommunikasjon og tidsdifferensierte tariffer kan derfor ha et økende potensial.

### Økt systemsikkerhet

Organiseringen av det norske kraftmarkedet er basert på at produsentene i hovedsak blir betalt for sin produserte energi.<sup>4</sup> Markedsprisene skal sørge for de rette incentiver til langsiktige investeringsbeslutninger og signalisere hvor mye total kapasitet, og hvilken type kapasitet, som bør bygges. Dette systemet skal under ideelle forhold sørge for et tilstrekkelig kapasitetsnivå, det vil si et nivå der kostnaden ved ny kapasitet er lik betalingsvilligheten for denne kapasiteten.

Det er imidlertid bekymringer knyttet til denne organiseringsformen og dets evne til å skaffe til veie et tilstrekkelig nivå på produksjonskapasiteten. Investeringer i ny produksjon er basert på forventninger til

Figur 4. Et integrert marked med etterspørselsresponsive kunder med spotpriser



fremtidige kraftpriser, noe som betyr at den evnen markedet har til å fremskaffe de korrekte prissignalene er svært viktig. Dagens marked reflekterer derimot ikke fullt ut kundenes verdsetting av strømforsyning. Dette kan bidra til at investeringsnivået avviker fra det optimale nivået. Videre kan usikkerhet påvirke investeringsbeslutningen. Det kan være knyttet usikkerhet både til fremtidige strømpriser, mulige maksimalpriser og andre forandringer i rammebetingelser som kan bli iverksatt av myndighetene. Store pris-svingninger gjør det vanskelig å beregne avkastningen og øker investorers krav til risikopremie på investeringer. En slik usikkerhet kan være spesielt uheldig for produksjonsenheter som bare blir brukt i høyforbrukstidperioder, siden disse bare har inntjening under noen få korte perioder hvor produksjonen er nær kapasitetsgrensen og prisen er høy. Mens høye priser kan være nødvendig for å utløse ny kapasitet, kan dette være uakseptabelt politisk, spesielt i situasjoner hvor det er mistanker om utøvelse av markedsrett. Risiko for politisk innblanding i prisdannelsen eller markedet kan medføre at investeringer blir utsatt.

Mangel på investeringer i kombinasjon med forbruksvest og mangel på prissignaler kan bidra til at markedet ikke klarer, slik at rasjonering kan bli nødvendig. Rasjonering av kunder kan være svært dyrt, og kan også bli betraktet som uakseptabelt for kunder og myndigheter. Det er også ineffektivt siden alle kunder som rasjoneres blir behandlet likt, uavhengig av deres faktiske betalingsvillighet. Istedenfor å ty til rasjonering ved utkobling av forbrukere kan imidlertid slike situasjoner håndteres ved frivillig tilpasning til markedsprisene, gitt at kundene faktisk blir konfrontert med slike priser. I følge Hunt (2002) måtte California ty til blackouts med en mangel på bare 300 MW i et system på 50 000 MW, noe som betyr at veldig små reduksjoner i etterspørselen var nødvendig for at dette skulle vært forhindre. Dersom etterspørselen har incentiver til å reagere på kort sikt, kan perioder med

underinvesteringer i kapasitet løses ved høyere priser istedenfor fysisk rasjonering.

Det er verdt å legge merke til at jo mer prisfølsom etterspørselskurven er, jo mindre vil prisene svinge på kort sikt. Dette kan bidra til at prisene blir lettere å forutse, noe som minker risikoen ved investeringer i ny produksjonskapasitet. Sannsynligheten for politisk innblanding kan da reduseres, siden sannsynligheten for ekstreme priser blir mindre.

### Motvirke markedsmakt

I perioder der etterspørselen nærmer seg produksjonskapasiteten, vil markedet ofte klareres på den bratte delen av tilbudskurven, som illustrert i Figur 3. Da vil produsenter med store markedsandeler kunne holde tilbake kraft slik at tilbudskurven skifter mot venstre og prisen blir høyere. Incentivet for en slik atferd vil avhenge av avveiningen mellom å selge mindre kraft til en høyere pris, og å selge mer kraft til en lavere pris. Lønnsomheten vil være størst dersom det å høyne prisen har liten innvirkning på etterspørselen, noe som er tilfellet ved liten etterspørselsrespons.

Videre vil prisene avvike fra produksjonskostnadene. Reduksjon av markedsmakt vil derfor ikke bare redusere svingningene i prisen og antallet høyprisperioder, det reduserer også velferdsoverføringer fra kunder til produsenter og effektivitetstapene som oppstår ved avvik mellom kundepris og marginalkostnad. Siden utøvelse av markedsmakt forstyrrer prissignalet som investorer benytter til å vurdere lønnsomheten av sine investeringer, vil motvirkning av dette bidra til å redusere de tilhørende usikkerhetene og forbedre det grunnlaget som investorene gjør sine beslutninger på.

### Erfaringer med husholdningers etterspørselsrespons

Det første norske forsøket med TOU tariffer ble gjennomført på 1980-tallet. Estimeringer viste substitusjonselastisiteter på gjennomsnittlig 0,18 (Vaage, 1995).<sup>5</sup> Nye forsøk ble gjort i storskalaprojektet «Forbrukerfleksibilitet ved effektiv bruk av IKT» i perioden 2001-2004. Her ble TOU tariffer, spotpriser samt automatisk utkobling av varmtvannstanker testet ut. Analyser viste egenpriselasititeter på rundt -0,02 – -0,26,<sup>6</sup> og at utkobling av varmtvannstanker har potensialet til å i gjennomsnitt redusere strømforbruket i hver husholdning med omlag 0,5 kWh pr time (Ericson 2007). Internasjonale studier har funnet egenpriselasititeter som i snitt ligger på omlag -0,3 og substitusjonselastisiteter rundt 0,15 (King og Chatterjee 2003 og Braithwait og Eakin 2002). Generelt ser det ut til at de forsøkene som kombinerer prissignaler til kundene med automatikk for å automatisk styre deler av forbruket gir høyest respons (King 2004).

Toveiskommunikasjon, tidsdifferensierte tariffer og automatikk for forbruksendringer som kan øke etterspørselsresponsen til de størrelsesordener det her er

snakk om, vil kunne bidra til et bedre fungerende kraftmarked med økt effektivitet, høyere forsynings-sikkerhet som følge av redusert usikkerhet knyttet til investeringer i ny kapasitet og redusert sannsynlighet for rasjonering, og motvirkning av utøvelse av markedsmakt.

### Referanser

- Braithwait, S.D. og K. Eakin (2002). «The role of demand response in electric power market design». Edison Electric Institute, Washington. October.
- Ericson, T. (2007): «Short-term electricity demand response». Doctoral theses at NTNU, 2007:53. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Information Technology, Mathematics and Electrical Engineering (<http://www.diva-portal.org/ntnu/abstract.xsql?dbid=1484>).
- Faruqui, A. og S.S. George (2002): The value of dynamic pricing in mass markets, *The Electricity Journal*, 15 (6): 45–55.
- Hansen, P.V. og T. Bye (2007): A simultaneous multi-market model for the demand elasticity. An econometric study of Sweden and Norway. Kommer i Discussion Papers, Statistisk sentralbyrå.
- Hunt, S. (2002): *Making competition work in electricity*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- King, C.S. and Chatterjee (2003): Predicting California demand response, *Public Utilities Fortnightly*, July 1: 27-32.
- King, C. (2004): Integrating residential dynamic pricing and load control: The literature. *EnergyPulse*. [www.energypulse.net](http://www.energypulse.net).
- Statistisk sentralbyrå (2006a): Nettoforbruk av elektrisk kraft, etter type og forbrukargruppe. 2003 og 2004. GWh. <http://www.ssb.no/emner/10/08/10/elektrisitetaar/tab-2006-07-27-17.html>.
- Statistisk sentralbyrå (2006b): Spredning for kraftpriser i sluttbrukermarkedet og fordeling av solgt kvantum i utvalget <http://www.ssb.no/elkraftpris/arkiv/tab-2006-10-02-03.html>.
- Vaage, K. (1995): «The effects of time-differentiated electricity prices in Norway», i *Econometric Analyses of Energy Markets*, Dissertations in Economics No. 9. Dep. of Economics, University of Bergen, 87-112.

**Noter**

- <sup>1</sup> Se også Ericson (2007) for en mer omfattende diskusjon av disse og andre fordeler av toveiskommunikasjon.
- <sup>2</sup> Grensen for pålagt timemåling ble senket fra 400 000 til 100 000 kWh 1. januar 2005.
- <sup>3</sup> Under en antakelse av at fordelingen av tariffer er likt fordelt mellom de ulike type kunder.
- <sup>4</sup> I en del land med liberaliserte markeder kan en også få betalt for å ha tilgjengelig kapasitet.
- <sup>5</sup> Substitusjonselastisitet er definert som den (negative) prosentvise endringen i forholdet mellom forbruket i høypristimene og lavpristimene som finner sted ved en prosentvis forandring i forholdet mellom prisene i høypristimene og lavpristimene.
- <sup>6</sup> Egenpriselasistitet tilsvarer den prosentvise endringen i forbruket som finner sted ved en prosentvis forandring i prisen.