



Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av  
elkunder att justera förbrukningsmönster och minska  
sin elförbrukning idag och i framtiden

Slutrapport



NEPP report

December 2013

Rapport till Samordningsrådet för smarta elnät

**Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning idag och i framtiden.**

Slutrapport, december 2013

Johan Linnarsson, Sweco

Saara Hollmén, Sweco

Peter Fritz, Sweco

Per Erik Springfeldt, Sweco

# Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning idag och i framtiden.

---

*Det pågår en, stundtals intensiv, diskussion i Sverige och i många andra länder om möjligheter och konsekvenser av att basera elförsörjningen på en stor andel förnybar el. Framför allt gäller det betydande inslag av vindkraft och solet. Eftersom varken sol- eller vindkraft kan styras och dessutom varierar kraftigt, uppstår frågan hur elsystemet ska balanseras. Ett alternativ till att balansera systemet enbart med produktionsresurser är att låta kunderna bidra till balanseringen.*

*Efterfrågefleksibilitet har diskuterats under en längre tid och många marknadsaktörer är insatta i både möjligheter och svårigheter som denna potentiellt innebär. Det finns i grunden en positiv inställning till efterfrågefleksibilitet bland marknadsaktörer under förutsättningen att de ekonomiska incitamenten finns och är tillräckliga. Samtidigt har det gått långsamt. Inte minst att få in efterfrågefleksibiliteten i prissättningen på Elspot vilket skulle ge en stabilitet i högprisskikten. För effektreduktioner i elintensiv industri gäller det bara att få industriföretagen att kommunicera till sin balansansvariga leverantör så att åtgärderna kan komma in i köpbuden, eller att få elleverantören att kräva denna kommunikation. I Svenska Kraftnäts upphandlingar har man inte prioriterat sådan infasning av efterfrågefleksibilitet på Elspot, men öppnar nu för att buden ska kunna gå över Elspot.*

*Potentialen för efterfrågefleksibilitet är betydande men beror på många variabler, såsom möjligheter att få elintensiv industris effektreduktioner i spotprisbildningen, temperatur- och elprisvariation, produktionsprocessen och konjunkturen m.m. Bland hushållskunder är småhus med elvärme av central betydelse för efterfrågefleksibilitet, eftersom värmelasten är möjlig att kortsiktigt variera utan komfortpåverkan. Problemen att få efterfrågefleksibilitet bland automatiskt styrda elvärmda hushåll kan innebära stora prisfluktuationer, om inte åtgärderna görs på någorlunda rätt sätt. Bland industrin är elintensiva företag de som kan anpassa sin last mest.*

*Den tekniska potentialen bland hushåll uppskattas till 500-1500 MW, potentialen bland större fastigheter, såsom köpcentra, kontorsverksamhet, skolor samt industrilokaler, till ca 200 MW och potentialen bland svenska industriföretag till närmare 2000 MW. Utifrån prisantagandet 3-10 kr/kWh under i genomsnitt 40 timmar per år antas en ekonomisk potential för att skapa en effektreduktion på minst 2000 MW existera. Det bör dock betonas att det inte handlar om en uthållig effektreduktion, utan en genomförbar neddragning av effekt under i storleksordningen 1-3 timmar. Produktionsreserver för mer långsiktiga produktionsbortfall kommer fortfarande behövas. Dessutom är prismetansens funktion för automatisk styrning av last som kan flyttas mellan timmar svår att upprätthålla.*

## 1 Bakgrund

Under hösten 2012 kontaktade Samordningsrådet för smarta elnät forskningsprogrammet NEPP, med en förfrågan om samverkan kring ett delprojekt om smarta nät. Rådet angav fyra uppgifter som man önskar att NEPP tar ansvar för och genomför. Denna PM omfattar det delprojekt som omfattar uppgift nr 4:

*”Analysera förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning idag och i framtiden.”*

## 2 Inledning

Förutsättningar och drivkrafter för efterfrågeflexibilitet för olika typer av elkunder är en fråga som har studerats under mer än 10 år både i Sverige och internationellt. En viktig diskussion i Sverige har handlat om de nödvändiga reserverna på elmarknaden ska åstadkommas genom marknadsmekanismer där priset är den viktigaste styrparametern, eller med hjälp av reglering och kollektivt finansierade effektreserver.

På en effektiv elmarknad sker en växelverkan mellan utbud och efterfrågan. IEA har definierat efterfrågerespons på följande sätt: *”Efterfrågerespons är elefterfrågans förmåga att svara på förändringar i marknadspriser på el. Detta kan ske genom att minska eller öka förbrukningen eller genom användning av lokal reservkraft”*<sup>1</sup>.

Efterfrågeflexibiliteten kan öka leveranssäkerheten i elsystemet, både utifrån ett nät- och ett produktionsperspektiv. Efterfrågeflexibilitet är också en förutsättning för att leveranssäkerheten ska kunna upprätthållas med normala prismetkanismer. Den främsta anledningen är att det är dyrt att hålla produktionsanläggningar i reserv för situationer som förväntas uppstå väldigt sällan – det är ofta billigare att påverka kunderna att dra ner på förbrukningen. Som Elforsk-studien ”Effektkapacitet hos kunderna”<sup>2</sup> påpekar kan efterfrågeflexibilitet även göra nytta på olika delmarknader, exempelvis spotmarknader och olika typer av marknader för reserver. Vid vissa tillfällen kan efterfrågeflexibilitet även användas för frekvensreglering.

En ytterligare fördel som nämns i rapporten är att en ökad priskänslighet kan leda till en stabilare och mer förutsägbar prisbildning på elmarknaden; en 3-5% reduktion i efterfrågan under en timmes pristopp kan reducera energikostnaderna för den timmen med 20-50%. Som en konsekvens av detta kan man begränsa kostnader och risker för aktörerna på marknaden. En mer priskänslig efterfrågesida bidrar också till att minska möjligheterna att utöva marknadsakt sarskilt vid topplastsituationer, vilket är ytterligare en positiv bieffekt. Denna typ av fördelar till marknadens funktionssätt är dock mer svåråtgångade och inte kvantifierbara.

En viktig utgångspunkt till implementering av efterfrågeflexibilitet är att åtgärderna ska vara marknadsmässiga och därmed lönsamma för de inblandade parterna. Flera studier har genomförts inom ramar av Elforsk för att bedöma förutsättningarna och potentialen för efterfrågeflexibilitet bland olika kundkategorier, även om potentialen också påverkas av övriga marknadsaktörer, såsom elhandlare, nätföretag och den systemansvarige. För att realisera potentialen måste flera hinder

---

<sup>1</sup> Elforsk, ”Effektkapacitet hos kunder – En sammanfattning av IEA-projektet ”Demand Response Resources, task 13”, Elforsk rapport 07:08

<sup>2</sup> Ibid

övervinnas. Det finns också kostnader förknippade med efterfrågefleksibilitet både på systemnivå och på kundnivå, dock är de fasta kostnaderna låga i förhållande till de rörliga kostnaderna.

Potentialen till efterfrågefleksibilitet är starkt kopplad till priselasticitet, dvs. sambandet mellan förbrukning och elpris. Resultaten i studier som fokuserat på detta har visat att det finns en stor spridningen i elasticiteter beroende av tidshorisont, prisintervall m.m. Det kan t.ex. pratas om kortsiktig och långsiktig priselasticitet, beroende på hur lång tid kunderna har på sig för att anpassa sig till förändringar i prisfluktuationer. Även den relativa elprisnivån och prisspikarnas längd påverkar priskänsligheten i och med att marknadsaktörer har ställkostnader eller alternativa kostnader att ta hänsyn till. Fokus i denna rapport är på den kortsiktiga efterfrågefleksibiliteten från 1 till 3 timmar.

Förutom nyttor finns det naturligtvis även kostnader förknippade med efterfrågefleksibilitet i form av mätsystem, avtalskonstruktioner, kommunikationsutrustning, organisera en beredskap att genomföra produktionsneddragningar i industriföretag m.m. utöver det ekonomiska incitamentet som kunden vill ta del av. Dock finns det underlag att anta att priser i intervallet 3-10 kr/kWh under i genomsnitt 40 timmar per år räcker för att skapa 2000 MW effektreduktion. Det bör dock betonas att det inte handlar om en uthållig effektreduktion.

### 3 Potential för efterfrågefleksibilitet i Sverige hos olika typer av elkunder

En genomarbetad litteraturstudie om bl a potentialer för efterfrågefleksibilitet i olika elsektorer finns i Appendix "Tekniska och ekonomiska förutsättningar och potentialen för efterfrågefleksibilitet hos olika typer av elkunder. Här gör endast en kortare sammanfattning. Potentialerna framgår av tabell 1.

**Tabell 1 Potentialer av olika typer av förbrukningsfleksibilitet i Sverige**

Sektor	Källa	Potential per objekt	Antal objekt	Total potential Sverige
Enhet				MW
Elvärme	Elforsk rapport 11:70: Möjligheter och hinder för laststyrning	Drygt 1 kW i genomsnitt	Ca ½ miljon hushåll	500-900
Elvärme	Elforsk rapport 05:31: Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer	4-5 kW vid köldtoppar	Ca 1/3 miljon hushåll	1500
Köpcentrum	Elforsk rapport 06:11: Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder	140 kW	320 st	45
Kontor	Dito	0,004 kW/m <sup>2</sup>	35 miljoner m <sup>2</sup>	150

Skolor	Dito	0,0004kW/m <sup>2</sup>	37 miljoner m <sup>2</sup>	15
Lätt industri	Elforsk rapport 06:83: Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer			300
Elintensiv industri	Svenska Kraftnät: Industribud – delutredningen i effektbalansutredningen, 2002			1600
<i>Total potential</i>				<i>2600-3600</i>

Intervall för den totala potentialen i tabellen är uträknat utifrån den lägsta respektive högsta potentialen inom elvärme. Många av potentialerna baseras på ett elpris i intervallet 3-10 kr/kWh under 40 timmar per år.

Hur stor del av potentialen som verkligen kan realiseras beror på olika typer av hinder som kommer att diskuteras i nästa kapitel.

## 4 Viktiga drivkrafter, hinder och lösningar för efterfrågeflexibilitet

Efterfrågeflexibilitet kan ge kunderna en reell makt över sina kostnader om elanvändningen styrs utifrån prissignaler med hjälp av timvis mätning och avräkning. Både hushållskunder och industrikunder har sett positivt på framtida möjlighet att styra effekten under någon eller några timmar vid tillfälligt höga spotpriser så länge incitament till efterfrågeflexibiliteten finns.

Drivkrafter för hushållskunder och industrikunder skiljer sig något åt, liksom hinder och dess potentiella lösningar. De ekonomiska incitamenten är centrala, men även andra faktorer kan spela in. För hushållskunder är den förknippade kostnaden med efterfrågeflexibilitet relativt låg. För industrikunder är den alternativa kostnaden en central del i resonemanget och kan skilja sig mycket mellan industrier, konjunkturer och produktionslägen.

Utöver kundernas drivkrafter, är det viktigt att drivkrafter för de olika marknadsaktörerna existerar. Rollerna för kunder, elhandlare och balansansvariga, nätbolag och systemoperatören skiljer sig i hög grad, men har alla potential att påverka förekomsten av efterfrågerespons.

### 4.1 Hushållskunder

Hur efterfrågeflexibilitet introduceras och implementeras är av stor betydelse för hur både relaterade drivkrafter och hinder uppfattas av hushållskunder. Att utveckla ekonomiska incitament som är anpassade till kundernas behov är centralt men även hur återkoppling, mätning och styrning är organiserade. Hushållens villighet att anpassa sin elanvändning till prissignaler är också beroende av tidpunkten och komfortpåverkan. Det finns indikationer på att priskänsligheten är olika för olika

åtgärden, men allmänt upplevs inte en kortsiktig effektneddragning ha en betydande påverkan på komforten.

#### 4.1.1 Ekonomiska incitament och affärsmodeller

I samband med Elforsk – projektet ”Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer”<sup>3</sup> genomfördes intervjuer med hushåll med elvärme som visade en vilja och förmåga att minska elförbrukningen under tidpunkter för högt elpris. I intervjuerna uttryckte hushållskunderna den ekonomiska lönsamheten som en viktig drivkraft, men betonade även betydelsen av miljönyttan. De tog försöken också som en utmaning att se hur mycket de kunde sänka sin elförbrukning. Att det ekonomiska inte är den enda parametern framkom också i att opinionerna om ersättningsnivån skilde sig: Några tyckte att 500 kr var en rimlig ersättningsnivå, medan andra önskade en tusenlapp för åtgärderna. Många hushåll var också beredda att själva bekosta och installera någon form av styranordning för efterfrågefleksibilitet.

Själva ekonomiska incitamentet räcker dock inte. Som det betonats i studierna, t.ex. i Elforsk-rapporten ”Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden”<sup>4</sup>, måste affärsmodellerna som utformar de ekonomiska incitamenten vara förutom ekonomiskt fördelaktiga, även enkla, förståeliga och till en viss grad också förutsägbara till kunderna. Det är också viktigt att relaterade kostnader för administration m.m. inte blir förhindrande och att besvärliga effekter på avräkningssystem och liknande kan undvikas. Kunderna måste ha kunskap om elförbrukningen för att kunna styra den, speciellt om detta sker manuellt.

Det är en utmaning att kommunicera prisinformation till kunderna. En svårighet med introduktion av marknadspriset i realtid är att kunderna i hög utsträckning tidigare har valt ett kontrakt med prissäkring (1-års kontrakt eller längre), en praxis som ska tas hänsyn till vid utformning av prismodeller. T.ex. i studien om affärsmodeller har en modell testats, fastpris med returrätt, där kunden abonnerar på en viss mängd el fördelat per timme och variationerna runt denna volym (uppåt eller nedåt) betalas till spotpriset. Denna priskonstruktion innebär att kunden på marginalen möter spotpriser och därför har incitament att svara på prissignalerna, samtidigt som hela prISRISKEN inte förs över på kunderna.

Nackdelen med momentan anpassning är att kunderna måste ta ställning till elpriset löpande. En annan modell som också analyserats i studien och som förenklar kommunikationen till kunderna är dynamisk tidstariff. Denna prismodell innebär att kunderna har ett fast pris på hela sin förbrukning förutom under ett antal timmar som definieras som kritiska och då priset sätts mycket högt. Resultaten från Market Design-programmet kring denna tariffmodell är bra; ca 20% av kunderna som erbjudits detta alternativ har accepterat det och i genomsnitt halverat sitt effektuttag under högstpristimmarna.

Att utveckla ekonomiska incitament i form av affärsmodeller som är anpassade till kundernas behov är centralt för att säkerställa att detta förblir en drivkraft och inte utformar ett hinder för implementering av efterfrågefleksibilitet.

#### 4.1.2 Kunskap och återkoppling kring efterfrågefleksibilitet

Det är inte enkelt att kommunicera till hushållen hur efterfrågefleksibilitet fungerar, relaterade tariffer eller riskfördelningen, med vilka åtgärder elförbrukningen kan påverkas osv. Däremot är kommunikationen ett viktigt verktyg för att få kunderna att bli delaktiga. De måste få den korrekta information de behöver på ett sätt som är kundanpassat och koncentrerat.

---

<sup>3</sup> Elforsk, ”Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer. Rapport 05:31

<sup>4</sup> Elforsk, ”Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden”, Elforsk rapport 06:16.

Det framkom bl.a. i Elforsk-studien "Att följa elpriset bättre"<sup>5</sup> att kunskapen och därmed möjligheten till ökad kontroll över elförbrukningen var en viktig drivkraft för hushållen att delta i försöken om efterfrågeflexibilitet. Kunderna ansåg också att den nya prismodellen verkade intressant och spännande och/eller som en god och tilltalande idé. Dessa drivkrafter värderas av några kunder vara viktigare än de ekonomiska incitamenten eller miljönyttan.

För mätning, kommunikation och kunskapsöverföring behövs smarta mätare och någon form av återkopplingsgränssnitt till elanvändaren. Återkopplingen kan ske direkt eller indirekt. Med direkt återkoppling avses kommunikationsgränssnitt såsom mätare eller monitorer som ger information momentant. Direkt koppling möjliggör att elkonsumenter i realtid kan observera påverkan av ett konsumtionsval på elanvändningen, t.ex. på- eller avslagning av en hushållsapparat. Med indirekt återkoppling syftas till information som blir tillgänglig till kunden efter att den behandlats, såsom webbaserad återkoppling eller elfaktura. Det är fortfarande möjligt för elkonsumenten i efterskott att observera hur stor påverkan potentiella laststyrnings- eller energieffektiviseringsåtgärder har haft på elkonsumtionen och relaterade kostnader.

För att nå långsiktiga resultat krävs både indirekt och direkt återkoppling. Återkopplingen har stor betydelse som inlärningsverktyg och förstärker effekten av andra informations- och rådgivningsinsatser. Det har i ett flertal forskningsprojekt visats att med rätt återkoppling ökar kundernas medvetenhet och engagemang<sup>6</sup>.

#### 4.1.3 Mätning och styrning

Mätning och avräkning med en tillräcklig tidsupplösning är en förutsättning för kunderna att agera på prissignaler. Så länge kunden debiteras efter en standard profilkurva, finns det inte incitament för efterfrågeflexibilitet. Detta är ett hinder för efterfrågeflexibilitet i dagsläget eftersom mätning och avräkning med tillräcklig tidsupplösning ofta saknas. Som Elforsk-studien "Timmätning för alla"<sup>7</sup> påpekar, uppstår det både individuella och kollektiva fördelar från timavräkning. Bättre tariffer och styrmöjligheter kan leda till ett mer kostnadseffektivt elsystem och på sikt lägre priser och högre leveranssäkerhet. Bland individuella fördelar nämns möjlighet till ekonomisk kompensation för efterfrågeflexibilitet samt energieffektivisering med hjälp av bättre statistik och uppföljning. Studien konstaterar också att timvis mätning kan erbjuda fördelar även till andra marknadsaktörer. Elleverantörer kan erbjuda nya tjänster för att hjälpa kunden analysera och påverka sin elanvändning och nätägaren kan erbjuda styrnings- och övervakningstjänster samt smarta nättariffer som möjliggör att nätet kapacitet utnyttjas på ett mer effektivt sätt.

Lagen om timvis mätning trädde i kraft den 1 oktober 2012 och ger alla kunder möjligheten att ingå avtal som förutsätter att elförbrukningen mäts timvis utan att denna behöver betala extra för tjänsten. Den utvalda modellen för införandet av timvis mätning är alltså kunddrivet, vilket kan innebära en långsammare tillväxt av timavräknade elanvändare. När Energimarknadsinspektionen utvärderade nettonuvärdet av införandet av timvis mätning till drygt 1,5 miljarder kronor antogs 50% av elanvändare välja timdebitering och resterande 50% hanteras med månadsvis timavräkning<sup>8</sup>. Det antogs även att det framför allt är elanvändare som äger småhus med elvärme som kommer att anpassa sin elanvändning efter prissignaler.

---

<sup>5</sup> Elforsk, "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70

<sup>6</sup> Sweco Energy Markets, "Kundnyttan av smarta nät", En rapport till Energimarknadsrådet 28 september 2012.

<sup>7</sup> Elforsk, "Timmätning för alla – nytta, regelverk och ekonomi", Elforsk rapport 07:62.

<sup>8</sup> Energimarknadsinspektionen, Ökat inflytande för kunderna på elmarknaden – Timmätning för elkunder med abonnemang om högst 63 ampere, rapporten EI R:2010:22



Infrastrukturmässigt är det smarta mätare som behöver installeras för att möjliggöra avläsning av elanvändning på timbasis. I smarta mätare finns även kommunikationsfunktioner inbyggda för tvåvägskommunikation mellan kund och elnätsföretag och/eller elhandlare. Dessa kommunikationsfunktioner möjliggör återkopplingen om effektuttag och energianvändning, elpriset och/eller rådande nättariffer för hushållen att kunna anpassa sin konsumtion till dessa signaler.

Det är också möjligt att vid behov låta annan part än konsumenten att styra energianvändningen. För att realisera funktionaliteterna och framför allt nyttorna hos smarta mätare behövs utöver aktiva konsumenter även en grad av automatisk styrning. Det finns olika tekniska lösningar för smart styrning som testats, vilka verifierar de angivna besparingsmöjligheterna i efterfrågefleksibilitet. Elforsk-rapporten "Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarfleksibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering"<sup>9</sup> från 2012 har identifierat diversiteten av värmesystem och hustyper som en av de stora utmaningarna vid uppskalning av tjänster för smart styrning.

Vid lyckad introduktion av kundanpassad infrastruktur för efterfrågefleksibilitet kan nyttor utöver de ekonomiska nyttorna realiseras, t.ex. energieffektivisering genom automatiserad styrning och inläring från informationsåterkoppling, övervakning av drift genom datainsamling och – behandling och resulterande potential till jämnare elanvändning.

#### 4.1.4 Komforten

Studier har visat att kunderna inte nödvändigtvis upplever en minskning av komforten i samband med effektneddragningar under kortare perioder. Dock finns det också resultat som tyder på att kundernas villighet att reducera eller flytta på last beror på tidpunkten och lasten. T.ex. i Elforsk-projektet "Att följa elpriset bättre" testades eluppvärmda hushållens förmåga att anpassa sin elförbrukning utifrån spotpriset under vintrarna 2007/2008 och 2008/2009<sup>10</sup>. Studien visade att tidpunkten var av betydelse för praktiska skäl eftersom det är under de timmarna man är hemma och vaken som man har möjligheter att reagera på prissignaler. Ett intressant resultat från studien var relaterat till priskänsligheten hos de indirekt styrda kunderna. Försöken visade att olika effektreduktionsåtgärder har olika priselasticiteter. Kunderna valde till exempel att anpassa tiden för användning av disk- och tvättmaskiner till elpriset, men duschade som vanligt även om priset råkade vara högt.

Flera studier har också visat att det finns en värmetröghet i huskroppar som gör att värmelasten kan styras under 1-3 timmar utan betydande påverkan på komforten. Vad gäller styrning av värmelast kan energieffektiviseringen antas öka värmetrögheten och därmed ytterligare minska påverkan av effektneddragningar på komforten.

## 4.2 Industri

Inom elintensiv industri går det att reducera effektuttaget under vissa timmar. Normalt görs detta genom att stänga av elkrävande produktionsprocesser. Finns det inga mellanlager innebär detta att företagets produktion minskar. Om detta påverkar leveranserna till kunder kan det bli mycket kostsamt för industriföretaget.

Beslut om produktionsneddragningar fattas normalt högt upp i industriföretagets organisation. Berörd personal vid de produktionsprocesser som påverkas måste ha en beredskap att vidta beslutade åtgärder på utsatt tid.

---

<sup>9</sup> Elforsk "Pilotstudie i Vallentuna, Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarfleksibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering", Elforsk rapport 12:48

<sup>10</sup> Elforsk, "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70

För att effektreduktionerna ska påverka spotpriserna måste industriföretaget ha informerat sin balansansvarige elleverantör om reducerat effektuttag och vid vilket minsta elpris som detta genomförs innan elleverantören lämnar sina bud till spotmarknaden kl 12 dagen innan. Detta, och hur vinsterna av effektreduktionerna ska fördelas mellan industriföretag och elleverantör bör ha överenskommit i ett tilläggskontrakt till elavtalet. Hit hör också vad som t ex händer om industriföretaget inte håller utlovade effektreduktioner.

Det minsta elpris som krävs för att en effektreduktion ska vara lönsam ändras, och är bl a starkt beroende av beläggningsgrad och konjunkturläge.

Att förbereda en sådan organisation och beredskap att vidta utlovade åtgärder kommande dygn tar tid och innebär kostnader för industriföretaget.

I praktiken gör vissa företag effektreduktioner utan att ha någon som helst kommunikation med kraftleverantören. Dessa åtgärder påverkar inte spotpriserna alls och innebär risk för att elleverantören drabbas av obalanskostnader.

Under projektet "Industribud"<sup>11</sup> gjordes fr o m år 2000 insatser att få bl a elintensiv industri att agera på detta sätt. Projektet bidrog med konsultstöd men i övrigt skulle åtgärderna göras på kommersiella villkor. De enda intäkterna för industriföretagen blev därför lägre elkostnader vid timmar med höga elpriser.

#### 4.2.1 Prisstabilitet

En förutsättning för intresse för efterfrågefleksibilitet är fluktuerande elpriser. Som Elforsk-rapporten<sup>12</sup> från år 2006 konstaterar kan bristen på stora, frekventa prisspikar minska intresset hos både elleverantörer och elkunder att utforma kontrakt som fångar upp prisspikar. Skribenterna tror även att en viktig anledning till att de tidigare vanligt förekommande tidstarifferna i stor utsträckning har försvunnit, beror just på små variationer i prisstrukturen. Att prisvariationerna ökar incitament till efterfrågefleksibilitet har även observerats i Elforsk-studien angående elförbrukningen vid kall väderlek under vintern 2009/2010<sup>13</sup> då kraftiga prisspikar ledde till en utökad efterfrågefleksibilitet hos många industriföretag.

#### 4.2.2 Förutsägbarhet

En anledning till varför vissa industriföretag ansåg Industribuds koncept<sup>14</sup> vara fördelaktigt var den höga frihetsgraden. Företagen fick välja att ge bud på effektreduktioner nästkommande dag, dvs. med relativt bra insyn på produktionssituationen. De kunde ge lägre priser vid dålig beläggning eller höga lagernivåer, eller välja att ge höga priser (alt. inget bud) vid hög beläggning eller låga lagernivåer. Det fanns dock en osäkerhet om potentiella intäktsnivåerna som sänkte intresset hos många industriföretag.

När Svenska Kraftnät upphandlade effektresurser med både förbrukare och producenter i 2002 ökade intresset bland industriföretagen. Industriföretagen hade även i detta fall ett relativt bra prognosläge, i och med att upphandlingen gjordes nära den aktuella vintern då företagen hade kunskap om sin affärssituation för den kommande perioden, t.ex. om konjunkturläget och orderingången. Intresset för

---

<sup>11</sup> Svenska Kraftnät, "Industribud – delutredningen i effektbalansutredningen", 2002

<sup>12</sup> Elforsk, "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.

<sup>13</sup> Elforsk, "Framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek", Elforsk rapport 11:12

<sup>14</sup> Svenska Kraftnät, "Industribud – delutredningen i effektbalansutredningen", 2002

effektreduktioner hos industriföretagen ökade markant i samband med upphandlingen när en fast ersättning utlovades utöver de rörliga ersättningarna som skulle uppstå vid aktivering av effektresursen. Även i Elforsk-studien kring effektreduktioner hos mellanstora kunder<sup>15</sup> poängteras att osäkerhet kring vinstmöjligheterna med den testade elprismodellen gjorde företag mindre benägna att implementera förändringar. Förutsägbarhet värderas därmed av industriföretagen, både gällande planering för effektresurser och dess intäktpotential.

#### 4.2.3 Andra hinder

I Industribud noterades även att det fanns många företag som hade incitament till effektanpassningar, men ändå valde att inte genomföra åtgärder. En observation var att planera industriell verksamhet utifrån en parameter såsom elpris var emot den rådande kulturen. Ett industriföretags målsättning är ju att tjäna pengar på sin kärnverksamhet. Rapporten konstaterade därför att det är viktigt med att få några företag att gå före för att börja aktivera efterfrågesidan i prisbildningen på elmarknaden.

Elforsk-studien från 2011<sup>16</sup> påpekar också att det krävs utveckling av interna processer för att löpande kunna arbeta med efterfrågefleksibiliteten och därmed elpriselasticiteten. Kriterier för beslutsfattande kring lönsamma prisnivåer för förbrukningsneddragningar borde vara tydliga och transparenta. Det krävs även en utökad kunskapsnivå kring frågorna relaterade till avtalsutformning för elleverans och balansansvar. Förbättrad dialog med den balansansvariga skulle också kunna förbättra förutsättningarna. Att delta i effektreserven kan möjliggöra för ett industriföretag att erhålla ekonomisk kompensation för att etablera rutiner för elförbrukningsreduktioner samt en effektiv kommunikation med sin balansansvarig. Det finns därmed flera organisatoriska hinder och förbättringsmöjligheter för industriföretagen i samband med implementering av efterfrågefleksibilitet.

### 4.3 Övriga marknadsaktörer

Som nämnt ovan, finns det viktiga vinster av ökad efterfrågefleksibilitet i form av sänkta produktionskostnader och minskat investeringsbehov till följd av att topparna i belastningen kan kapas av. Vinsterna realiseras för många marknadsaktörer, systemet i sin helhet och för samhället i stort.

Kraftproducenterna kan möjligen förlora på detta genom att inte kunna dra nytta av lika höga priser under toppbelastningar. Dock, som Elforsk-studien "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden"<sup>17</sup> påpekar, är en naturlig konsekvens att systemet oftare kommer att ligga och balansera på kapacitetsgränsen och priset kommer under dessa perioder att bestämmas av att efterfrågan måste begränsas till den tillgängliga kapaciteten. Prisspikarna kan därmed bli fler med ökad efterfrågerespons, även om effektuttaget blir lägre.

Rapporten påpekar även att utöver kunder spelar elhandlare och balansansvariga, nätbolag och systemoperatören en viktig roll i förekomsten av efterfrågefleksibilitet. T.ex. kunden kan svara på en signal, men en annan marknadsaktör, antingen elhandlaren eller nätbolaget, måste sända styrsignalen. Systemoperatören kan också främja eller missgynna ökad efterfrågefleksibilitet t.ex. genom att öka effektreserver och därmed minska pristopp och lönsamheten för efterfrågefleksibilitet, eller genom att subventionera alternativa lösningar baserade på efterfrågefleksibilitet vilket kan bidra till en positiv utveckling.

---

<sup>15</sup> Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11

<sup>16</sup> Elforsk, "Framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek", Elforsk rapport 11:12

<sup>17</sup> Elforsk, "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.

### 4.3.1 Balansansvariga/elhandlare

Elhandlarnas främsta bidrag till ökad efterfrågerespons är att utforma och erbjuda kontraktsformer som gör det intressant för kunderna att svara på prissignaler från marknaden<sup>18</sup>. Rent principiellt bör det också vara möjligt att elhandlarna ägnar sig åt direkt laststyrning hos sina kunder.

Elhandlare har behov att prognostisera elförbrukningen för sina kunder för nästkommande dygn för att kunna lämna köpbud till Nordpool elspot. Åtminstone för större effektreduktioner i elintensiv industri bör dessa inkorporeras i elhandlaren budgivning för att undvika risk för stora obalanskostnader för den balansansvarige elhandlaren. Elhandlare behöver också kunskap om kundernas uttagsmönster, maximala effektuttag och priskänslighet för att kunna bedöma sin riskexponering<sup>19</sup>. Med take-and-pay kontrakt ligger både pris- och volymrisken hos elhandlaren. PrISRISKEN kan minskas genom en mer kostnadsriktig prissättning på marginalen och volymrisken genom förflyttning av last i form av efterfrågeflexibilitet. Oberoende av hur ett elavtal ser ut går det att teckna ett tilläggskontrakt som ger elanvändaren incitament att utnyttja sina möjligheter till efterfrågeflexibilitet. Utkast till sådana tilläggskontrakt har utarbetats inom Industribud och till Svenska Kraftnäts effektopphandlingar.

Denna fråga diskuteras bl.a. i Elforsk-studien från 2006<sup>20</sup>. Om det blir fysisk brist kommer med all säkerhet marknadspriserna, både på Elspot och på Balanstjänsten, att bli mycket höga. Om detta sammanfaller med ovanligt hög förbrukning, vilket kan anses vara troligt, kommer många elleverantörer att drabbas ekonomiskt. Anledningen är att de, åtminstone delvis, köper in fasta volymer av kraft men säljer rörliga volymer. Det är vanligt att ett elavtal, även med fast pris har rörliga volymer, dvs. take-and-pay kontrakt, utan en övre begränsning på hur mycket (eller lite) kunder får göra av med. När elleverantören köper in och prissäkrar leveranser måste volymerna specificeras, därigenom uppstår volym- och prISRISKEN. Elleverantören bär också nästan alltid "BalanskraftprISRISKEN", dvs risken att balanspriset avviker kraftigt från spotpriset.

De viktigaste drivkrafterna för elhandlare med balansansvar ang. efterfrågeflexibilitet är förbättrad riskhantering samt möjligheten att erbjuda nya tjänster med ökade marginaler. Den främsta drivkraften och vinsten från efterfrågeflexibilitet för elleverantörer är därmed kopplad till en reduktion av risk, dvs. en minskad variation i resultatet. Behovet av riskreduktion kan dock skilja sig mellan elhandelsbolagen beroende på t.ex. graden av egen produktion. Genom att det balansansvariga företags risker minskar, skulle detta på sikt kunna leda till lägre prispåslag.

Efterfrågeflexibiliteten kan också utgöra en plattform för nya affärsmöjligheter för elhandlare som har en gyllene möjlighet att utveckla sina affärsmodeller till att gå bortom ren volymförsäljning av el till att bli en "kundens ombud" på elmarknaden, som Elforsk-rapporten från 2012 påpekat<sup>21</sup>. Det kan också finnas möjligheter för differentiering av kontraktsformer och därmed eventuellt ökade marginaler.

Det kan också finnas hinder för elhandlare vad gäller efterfrågeflexibilitet i form av ökade kostnader för teknik och kontraktshantering samt en eventuell minskad elförsäljning. Det krävs mätning och avräkning för alla kunder med kontrakt som ger incitament till efterfrågeflexibilitet<sup>22</sup>.

---

<sup>18</sup> Ibid

<sup>19</sup> Elforsk, "Elförbrukningens karaktär vid kall väderlek - En förstudie för Elforsk Market Design", Elforsk rapport 04:18

<sup>20</sup> Elforsk, "Effektkapacitet hos kunderna, Market Designs projekt – en sammanfattning", Elforsk rapport 06:38

<sup>21</sup> Elforsk " Pilotstudie i Vallentuna, Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarflexibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effekttreglering", Elforsk rapport 12:48

<sup>22</sup> Elforsk, "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.

### 4.3.2 Nätägare

Nätägarens roll i efterfrågeflexibilitet har också diskuterats i Elforsk-studien "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden"<sup>23</sup>. Den kan handla om att utföra laststyrning eller stå för relaterad infrastruktur, såsom mätutrustning och kommunikationsutrustning, samt sälja tjänster relaterade till styrning eller mätvärdenshantering till elhandlaren. Nätägaren kan på det sättet underlätta för styrmodeller baserade på prissignaler. För att täcka relaterade kostnader måste nätägaren kunna generera intäkter antingen från försäljning av tjänster eller via den reglerade nättariffen. Denna typ av tjänster bör möjligen inte läggas i själva nätbolaget utan i ett separat bolag för att undvika konflikter med den reglerade nätverksamheten.

En nytta som efterfrågeflexibilitet kan generera för nätägarna är en reduktion av det maximala effektuttaget som kan reducera kostnaderna för abonnemang mot överliggande nät. Dock ger nätregleringen i dagens utformning svaga incitament till detta, i och med att relaterade kostnaderna för överliggande nät tillhör de "icke-påverkbara" i nätregleringen. Det innebär att dessa kostnadsbesparingar går rätt igenom till kund.

En ytterligare drivkraft för nätägaren kan vara att reducera behovet av förstärkningar av det egna nätet som genererar nytta till nätägaren antingen i form av minskade investeringar eller underhåll i nätet. Men som studier visat<sup>24</sup>, ser i många fall inte nätbolag risken för överbelastning vara särskild stor på grund av stora toleranser i näten för tillfälliga effekttoppar. Det finns dock situationer som kan uppstå i dessa nät, t.ex. vid extrem kyla då fjärrvärmens inte räcker till och då eluttaget kan öka kraftigt.

Kostnaderna för nätbolagen är främst förknippade med investeringar i teknik, även om mer avancerad teknik kan också erbjuda möjligheter till besparingar i kostnader för mätning och avräkning.

### 4.3.3 Systemansvarig/stamnätföretag

En viktig drivkraft för Svenska Kraftnät som systemansvarig att främja efterfrågeflexibilitet är knapphet på nät. Genom att minska förbrukningen i underskottsområden kan brister i överföringskapacitet avhjälpas. Svenska Kraftnät har t.ex. jobbat på att få in mer efterfrågebud i Södra Sverige på reglermarknaden på grund av att det i prisområdet finns lite reglerbar produktion och konkurrensen är dålig.

Svenska Kraftnät kan också dra nytta av att kunna göra bra efterfrågeprognoser för att kunna planera verksamheten, t.ex. aktivera effektreserven. Efterfrågeprognoserna används som underlag på marknaden för bud gällande både kvantitet och pris. Svenska Kraftnät behöver även bedöma den maximala efterfrågan i systemet på längre sikt för att kunna identifiera behovet för eventuella förstärkningar i stamnät och på utlandsförbindelser<sup>25</sup>.

En viktig anledning till den modell som valts för effektreserven var att stimulera framväxten av efterfrågeflexibilitet genom att underlätta successivt utökning av andelen efterfrågebud i reserveffekten. Detta är också motivet bakom att efterfrågesidan får bjuda in resurser på Elspot.

---

<sup>23</sup> Ibid

<sup>24</sup> Elforsk, "Elförbrukningens karaktär vid kall väderlek - En förstudie för Elforsk Market Design", Elforsk rapport 04:18

<sup>25</sup> Ibid

## 5 Regelverkets utformning för utökad efterfrågeflexibilitet

Som nämnt ovan, finns det en rad fördelar med efterfrågeflexibilitet. Det är dock viktigt att definiera vad det primära syftet med att få till stånd en ökad efterfrågeflexibilitet är, eftersom detta påverkar vilken marknadsmodell som bör väljas för implementeringen. Denna fråga diskuteras i Elforsk-rapporten "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden"<sup>26</sup>. Om syftet är att efterfrågeresponsen ska utgöra en störningsreserv är sannolikt metoder som direkt laststyrning kontrollerade av någon "aggregator" att föredra. Detta ger en snabb, säker och fullständigt förutsägbar respons i en akut situation. Det kan då vara mindre effektivt, eller i vart fall mindre tillförlitligt, att i en sådan situation förlita sig på prismetanismen. Är syftet istället att efterfrågesidan ska svara på den ordinarie marknadens signaler är prismetanismen sannolikt en bra metod. Det väsentliga är att även om det inte är möjligt att förutse den enskilde kundens reaktion i en given situation är det aggregerade beteende lättare att förutsäga. Det innebär att prismetanismen kan fungera som en tillförlitlig styrsignal.

Rapporten påpekar även att det finns en ytterligare fråga kring prisstyrningen som handlar om styrningen endast ska rikta in sig på att hantera kritiska höglastperioder, eller om syftet är att kontinuerligt ge mer korrekta prissignaler till kunderna. Fördelen med att endast försöka hantera kritiska höglastperioder är att det är lättare att skicka tydliga signaler i situationer när det spelar mycket stor roll, samt att enklare teknologier kan användas med lägre kostnader som följd. Att ge korrekta prissignaler till kunderna kan ha fördelar exempelvis genom att förbrukningen kan öka i låglastperioder, vilket kan hålla upp priset i dessa perioder. Resultatet blir mer utjämnade priser, vilket i sinom tid underlättar för investeringar i baskapacitet.

Det finns alltså en rad principiella frågeställningar utöver de infrastruktur- och marknadsstrukturrelaterade utmaningar som elmarknaden står inför. Många av områdena påverkas av regelverkets utformning.

### 5.1 Hantering av reservkapacitet

Som nämnt ovan, kan ett hinder för implementering av efterfrågeflexibilitet på den nordiska elmarknaden vara jämna marknadspriser. Med en relativt stabil prisbild är det enkelt att erbjuda fastpriskontrakt och svårt för både elhandlare och kunder att känna sig motiverade att ta kostnader för att förbereda sig för en situation man ännu inte upplevt, speciellt om man tror att sådana situationer kommer att uppstå väldigt sällan<sup>27</sup>. Dock förväntas marknadsförutsättningarna ändras med utbyggnad av vindkraft som kommer att öka prisvolatiliteten i framtiden.

Prisutveckling påverkas också av hanteringen av frågan kring reservkapacitet. Sedan elmarknaden avreglerades 1996 har produktion, elhandel och elnät utvecklats till olika verksamheter. Där elproducenter tidigare hade leveransmonopol och därmed ansvar för att säkerställa att det fanns tillräckligt med effekt i systemet, kan idag fristående elleverantörer köpa kraft från börsen och sälja den vidare till kunderna. Som nämnt ovan, är det idag elleverantören och kunderna som har de ekonomiska incitamenten att se till att det finns tillräckligt med reserver. För producenter har reservkraftanläggningar i många fall blivit till en ekonomisk belastning. Eftersom det inte längre var ekonomiskt försvarbart för konkurrensutsatta företag att behålla dessa produktionsenheter beslutade Riksdagen att Svenska Kraftnät skulle upphandla upp till 2000 MW effektreserv från och med 2002. Utöver dessa reserver har Svenska Kraftnät den s.k. störningsreserven.

---

<sup>26</sup> Elforsk, "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.

<sup>27</sup> Elforsk, "Effektkapacitet hos kunderna, Market Designs projekt – en sammanfattning", Elforsk rapport 06:38

Riksdagen beslutade den 20 april 2010 om dels fortsatt giltighet av lagen om effektreserv, dels ändring i samma lag från och med den 16 mars 2011<sup>28</sup>. Beslutet innebär att lagen om effektreserven med den centralt upphandlade reserven förlängs för att successivt fasas ut till den 15 mars 2020. Lagändringen innebär också att den systemansvariga aktören ska kunna ingå avtal om minskad elförbrukning även med elleverantörer, inte bara med elproducenter och elförbrukare såsom tidigare. Målet är att en ökad del av effektreserven ska skapas genom avtal om minskad energiförbrukning.

## 5.2 Aktivering av effektreserven

Det är också av stor vikt för elmarknadens funktionssätt hur de upphandlade reserverna aktiveras. Till 2011 aktiverades såväl förbruknings- som produktionsresurserna på Elspot efter att alla kommersiella bud kommit in, alltså utan att dessa var med i prisbildningen. Om resurserna inte aktiverades på Elspot fanns de istället aktiverbara på reglerkraftmarknaden men även då först efter det att alla kommersiella bud hade avropats

På grund av ändrade förutsättningar för hantering av effektreserven som nämndes ovan, sågs hantering av effektreserven över. Syftet med översynen var att på ett mer kostnadseffektivt och konkurrensneutralt sätt upphandla och aktivera effektreserven utifrån de nya förutsättningarna och säkerställa att resurser inte riskerar att utestängas från prisbildningen på Elspot.

Upphandlingen av förbrukningsreduktioner<sup>29</sup> ska omfatta budgivning till reglerkraftmarknaden. Hanteringen av förbrukningsreduktionsresurserna tillåter även att en anläggningsägare själv får lämna bud för resurser till Elspotmarknaden, alltså dessa deltar i prisbildningen på Elspot. Om resursen inte blir aktiverad på Elspot finns den kvar till reglerkraftmarknadens förfogande. Reduktionsresurserna ska aktiveras på reglerkraftmarknaden i prisordning först efter det att alla kommersiella bud har tagits i anspråk.

Upphandlingen av produktionsresurserna<sup>30</sup> ändrades inte i översynen, utan även fortsättningsvis har Svenska Kraftnät full dispositionsrätt till de upphandlade produktionsanläggningarna.

Produktionsresurserna aktiveras på Elspotmarknaden först efter det att köpbuden på Elspot måste reduceras proportionellt (avkortningssituation). Resursen prissätts då till det högsta kommersiella budet med ett påslag på 0,1 euro per MWh. Detta minsta möjliga prissteg i spotmarknaden har valts för att minimera marknadspåverkan och inte konkurrera med kommersiella bud. Som en nedre prisgräns finns ett lägsta pris angivet, ett s.k. minimipris. Aktivering på reglerkraftmarknaden sker i prisordningen först efter det att alla kommersiella bud har tagits i anspråk. Resursen prissätts till rörlig kostnad enligt anbud.

## 5.3 Den fragmenterade elmarknaden

Att elmarknaden är fragmenterad kan utforma ett hinder för implementering av efterfrågeflexibiliteten, eftersom det gör det svårt för en marknadsaktör att ta del av samtliga vinster. Utformning av nya pris konstruktioner behövs som kan erbjuda tillräckligt stora ekonomiska incitament till kunder. Den

---

<sup>28</sup> Svenska Kraftnät, "Principer för hantering av effektreserven fr.o.m. 16 mars år 2011", [http://www.svk.se/Global/02\\_Press\\_Info/Pdf/110225-Principer-for-effektreserven.pdf](http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/110225-Principer-for-effektreserven.pdf)

<sup>29</sup> Ibid

<sup>30</sup> Ibid

fragmenterade värdekedjan försvårar införandet av affärsmodeller som kompenserar kunderna för energi och effektbesparingar<sup>31</sup>.

En fråga som diskuterats i branschen är om det är meningsfullt att både nätägaren och elleverantören har en löpande kundkontakt. Eftersom elpris och tariffer har olika struktur blir det svårt för kunden i dagens situation att förstå hur han ska agera för att sänka sin totala kostnad för både elförbrukning och nättariff. Den modellen som många förespråkat och som också är vanlig i Europa är att elleverantören ensam upprättar löpande avtal och löpande fakturerar kunden, en s.k. supplier centric model. Om de Nordiska reglerarna får sin plan genomförd kommer denna modell att tillämpas på den nordiska elmarknaden från 2015 som en del av reformen mot en gemensam nordisk slutkundsmarknad. Elleverantören får då möjligheten att inkludera samtliga värden kopplade till efterfrågeflexibilitet i det erbjudande som presenteras och kunden behöver bara följa upp och förstå en faktura<sup>32</sup>. Nackdelen är att för nätbolaget kan det bli svårare att erbjuda tjänster för laststyrning till slutkunder om man inte längre har direktkontakt med dem<sup>33</sup>.

## 5.4 Nätreglering

En annan konsekvens av den fragmenterade elmarknaden är att intressena mellan marknadsaktörer inte alltid sammanfaller, som diskuterat ovan. Samtidigt anses att en viktig utgångspunkt för efterfrågeflexibilitet är att åtgärderna ska vara marknadsmässiga och därmed lönsamma för de inblandade parterna.

Nätägaren är en reglerad part i leveranskedjan vilket innebär att för att investera i laststyrning eller relaterad infrastruktur, såsom mätutrustning och kommunikationsutrustning, måste nätägaren kunna täcka sina kostnader, antingen genom att generera intäkter från försäljning av tjänster eller via den reglerade nättariffen.

En nytta som efterfrågeflexibilitet kan generera för nätägarna är en reduktion av det maximala effektuttaget som kan reducera kostnaderna för abonnemang mot överliggande nät. Dock ger nätregleringen i dagens utformning svaga incitament till detta, i och med att relaterade kostnaderna för överliggande nät tillhör de "icke-påverkbara" i nätregleringen. Detta innebär att dessa kostnadsbesparingar går rätt igenom till kund och att de vinster som genereras av reduktioner i abonnemangskostnader inte kommer nätägaren tillgodo. Därmed är det ekonomiska incitamentet för nätföretagen svagt.

## 5.5 Kapacitetsmarknader

På "Energy Only Markets" är marknadernas funktion nästan enbart baserad på energipriser till skillnad från marknader där aktörerna även kan få betalt för installerad (och tillgänglig) kapacitet. Från ett ekonomiskt perspektiv ger marknadsmodellen förutsättningar för en effektiv balansering mellan utbud och efterfrågan om både konsumenterna och producenterna opererar mot ett synligt transparent spotpris.

På "Energy Only Markets" kan efterfrågeflexibiliteten underlätta balansering av utbud och efterfrågan samt minska risken för marknadsmakt i knapphetssituationer. Som Elforsk-studien "Effektkapacitet

---

<sup>31</sup> Elforsk: "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.

<sup>32</sup> Elforsk: "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70

<sup>33</sup> Elforsk, "Möjligheter och hinder för laststyrning - Fokus på privatkunder med eluppvärmning", Elforsk rapport 11:70



hos kunder<sup>34</sup> lyfter fram, är utmaningen att hitta ett sätt för kunder och elleverantörer att ha så stor tro på framtida intäkter att de är villiga att satsa det som krävs för att den potential som finns ska realiseras. Framför allt den instabila prisbilden har orsakat ett minskat intresse för efterfrågefleksibilitet bland marknadsaktörer. När intäktsströmmarna är osäkra, är det svårt att bygga upp en affärsverksamhet kring efterfrågefleksibilitet. Med en alternativ marknadsstruktur, som tillåter en kapacitetsstruktur/optionsstruktur där intäktsströmmen blir mer förutsägbara för aktörer ökar möjligheten till en marknadsmässig utveckling.

## 6 Efterfrågefleksibilitet som del av den framtida elmarknaden

### 6.1 Implementering av efterfrågefleksibilitet

Det finns potentiellt många fördelar med efterfrågefleksibilitet som kan vara ett resurseffektivt sätt att öka leveranssäkerheten. Det finns dock en rad utmaningar för storskalig implementering av efterfrågefleksibilitet relaterade till infrastruktur, marknadsstrukturer och marknadsmodeller. En viktig fråga är utifrån vilket syfte och vilka marknadsbehov efterfrågefleksibilitet ska implementeras. Ska t.ex. efterfrågefleksibiliteten planeras utifrån lokalnätens behov eller ett systemperspektiv?

En annan central fråga är hur själva implementeringen kan gå till. Å ena sidan behövs marknadsmässiga incitament och ett regelverk i linje med detta för att skapa en investeringsvilja hos marknadsaktörer, å andra sidan kan en stor del av nyttorna med efterfrågefleksibilitet realiseras först efter infrastrukturen och relaterade affärsmodeller är på plats. Att få marknadsaktörerna att ta investeringsbeslut i förväg under ett relativt instabilt prisläge är svårt. Det är därmed de strukturella och institutionella faktorerna mer än tekniska aspekter som med stor sannolikhet är de huvudsakliga hindren för utvecklingen.

Efterfrågefleksibilitet har diskuterats på marknaden under en längre tid och många marknadsaktörer är insatta i både möjligheter och svårigheter som denna potentiellt innebär. Det finns i grunden en positiv inställning till efterfrågefleksibilitet bland marknadsaktörer under förutsättningen att de ekonomiska incitamenten finns och är tillräckliga. I och med att Riksdagen har tagit beslutet om utfasning av effektreserver finns grundförutsättningar till utvecklingen, men det finns behov av förtydligande av både den politiska viljan och vägen fram.

Som en del i detta är det även viktigt att tydliggöra vilken roll efterfrågefleksibiliteten kan spela på den framtida elmarknaden. Som nämnt i början, är fokus i denna rapport på den kortsiktiga efterfrågefleksibiliteten med en varaktighet från 1 till 3 timmar som enligt resultaten från studierna kan realiseras med priser i intervallet 3-10 kronor under i genomsnitt 40 timmar per år. Resultaten indikerar att reservkapacitetsbehovet på ca 1800-2000 MW i alla fall i teorin kan täckas med hjälp av efterfrågefleksibilitet. Uthålligheten i resurserna är dock fortfarande ett frågetecken. Begränsad värmetröghet i hushåll eller lagerleveranser hos industrin innebär att kapaciteten med stor sannolikhet är begränsad till det kortsiktiga tidsperspektivet. Reservkapacitet för mer långsiktiga produktionsbortfall kommer fortfarande behövas. Därmed är inte efterfrågefleksibilitet en heltäckande lösning, vilket är viktigt att betona.

Många av de praktiska hindren som nämns såsom saknad av kunskap kring efterfrågefleksibilitet bland konsumenter eller organisatoriska hinder hos företag handlar mestadels om saknad av tidsperspektiv i anpassningen till och etablering av en ny praxis. Med framsteg i affärsmodells- och avtalsutformning

---

<sup>34</sup> Elforsk, "Effektkapacitet hos kunder – En sammanfattning av IEA-projektet "Demand Response Resources, task 13", Elforsk rapport 07:08

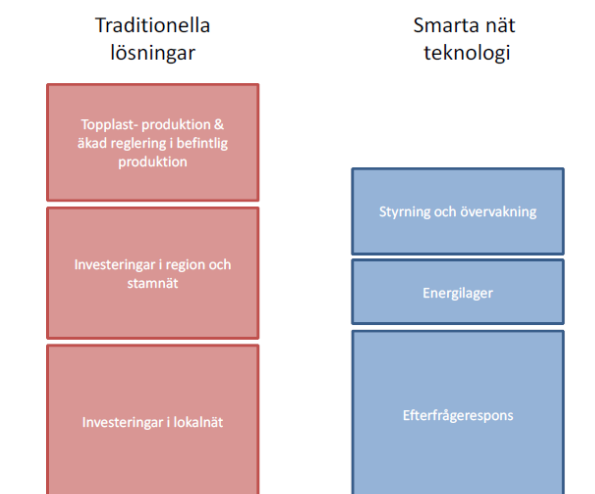
och ökad dialog mellan marknadsaktörer kommer förutsättningarna för implementeringen att förbättras. Eftersom studierna visar att intresset finns och att marknadsaktörerna i grunden är positivt inställda till efterfrågefleksibilitet, kan denna typ av hinder överkommas som följd av en inlärningsperiod.

## 6.2 Värdering av efterfrågefleksibilitet

Den funktion som efterfrågefleksibiliteten kan uppfylla på elmarknaden kan även nås med hjälp av utökade nätinvesteringar, såsom hantering av intermittent kraftproduktion, eller fortsatta investeringar i reservkapacitet för att bemöta systemets momentana effektbehov. Lösningarna har olika karaktär – både nätinvesteringar och kollektiv reservkapacitet är centrala lösningar i motsats till efterfrågefleksibilitet som är en decentraliserad lösning och därmed kan upplevas sakna den förutsägbarheten som centrala lösningar har. Dock finns det två argument för efterfrågefleksibilitet som ska betraktas i sammanhanget. En del av kapaciteten för efterfrågefleksibilitet kan bestå av automatiserade eller direktstyrda lösningar med hög förutsägbarhet. Det är också viktigt att se efterfrågefleksibilitet som ett utfall av agerandet i ett kundkollektiv där det aggregerade beteendet är lättare att förutse än enstaka individernas val. Det är i systemperspektivet som priset kan fungera som en effektiv och tillförlitlig styrsignal.

Smarta nät teknologier kan i viss utsträckning ersätta de traditionella lösningarna, såsom investeringar i elnäten, för att bemöta framtidens utmaningar på elmarknaden. Sweco har i en rapport till Energimarknadsinspektionen illustrerat detta enligt figuren nedan.

**Figur 2 Olika möjligheter för att möta framtidens utmaningar**



*Källa: Sweco Energy Markets, "Kundnyttan av smarta nät", En rapport till EI, 2012*

Vad gäller nätinvesteringar finns det incitament för nätägare att utveckla lokala nät där intresset inte nödvändigtvis sammanfaller med systemets intressen. Behovet av nätinvesteringar kan också se olika ut beroende på lokala förhållanden och produktionsstrukturer såsom vindkraftsutbyggnad.

Som nämnt ovan har det uttalade målet från statens sida varit att effektbalansen i huvudsak ska klaras med hjälp av normala prismekanismer. Statens utökade ansvar för effektbalansen sedan avregleringen har varit tänkt enbart som en tillfällig lösning och efter en övergångsperiod, enligt nuvarande planer år 2020, kommer att bestå enbart av förbrukningsresurser och inte av

produktionsresurser. Redan nu har reserven prissatts så pass högt att det har funnits ekonomiska incitament för producenter, elhandlare och kunder att själva lösa en effektbristsituation.

Att hålla reservkraft är inte en lönsam affär för producenter. Ägare till produktionsresurser som ingått ett avtal med Svenska Kraftnät får en fast ersättning för tillgängligheten och en rörlig avgift för aktivering av reserven. För övrig reservkapacitet är det svårt för producenter att prissätta produktion. Prissättning till rörlig kostnad för kapacitet som körs enbart ett fåtal timmar per år ger inte kostnadstäckning till de fasta kostnaderna. Efterfrågefleksibilitet som ger möjligheter att undvika investeringar i produktion kan därmed generera ekonomisk nytta. Som nämnt ovan, har efterfrågefleksibiliteten den fördelen att de fasta kostnaderna är låga i förhållande till de rörliga kostnaderna. Dock finns det en rörlig kostnads massa relaterad till efterfrågefleksibilitet som den aktuella spotprisnivån måste överstiga. Delvis handlar detta systemkostnader men även om alternativa kostnader hos kunderna. Därför har nivån av framtida pristopp samt deras frekvens betydelse för den relativa lönsamheten av efterfrågefleksibilitet.

## 7 Efterfrågefleksibilitet och prissättningen - möjligheter och problem

Att få in efterfrågesidan i budgivningen innebär att priserna i högprisskikten blir mer förutsägbara på en Energy only-marknad. Ett problem är här att intresset för effektreduktioner är begränsat för att frekvens och amplitud på framtida pristopp är så osäkert samtidigt som denna osäkerhet skulle minska med fler effektreduktioner. Vi har en moment 22 situation. Ett sätt att komma ur detta är att ge elanvändarna en fast ersättning, t.ex. som den fasta ersättningen per vinter i den svenska effektreserven. När tillräckligt stora effektreduktioner kommit in, och högprisskikten blivit mer stabila, skulle den fasta ersättningen (i bästa fall?) kunna fasas ut. Målet med effektreserven i Sverige är också att den enbart ska bestå av åtgärder på användningssidan, och att den ska fasas bort till 2020.

För stora effektreduktioner i elintensiv industri krävs här ett avtal mellan industriföretaget och kraftleverantören så att rätt volym och pris kommer in i köpbuden.

Styrutrustning som automatiskt ändrar elanvändningen från timmar med höga spotpriser kan vara svårare att inkorporera i prisbildningen.

### 7.2 Konvergerande eller divergerande priser beroende på hur förbrukningsfleksibilitet kommer in i prisbildningen

I "Efterfrågefleksibilitet på en Energy only-marknad"<sup>35</sup> diskuteras efterfrågefleksibilitet och dess påverkan på elpriserna. Det som studerades var åtgärder hos elvärmda hushåll där elanvändningen kunde flyttas från timmar med höga priser till timmar med lägre priser utan att inomhustemperaturen fick ändras mer än två grader Celcius. I ett fall infördes sådana system i 10 000 hushåll. Två andra nivåer analyserades också; 100 000 och 700 000 hushåll.

Det var först med 100 000 hushåll som en signifikant påverkan av prisbildningen kunde observeras i simuleringsresultaten. Med 700 000 hushåll blev påverkan mycket betydande.

Elpriserna simulerades med hjälp av de historiska köp- och säljkurvorna från Nord Pool Elspot i modellen Sweco DAM som gick in i en modell (Ngenic simulator) som minimerar uppvärmningskostnaden genom att ta hänsyn till rådande innetemperatur, framtida temperaturer,

---

<sup>35</sup> Elforsk: "Efterfrågefleksibilitet på en Energy only-marknad, Budgivning, nättariffer och avtal" Elforsk rapport 40220

styrning av värmepump samt elpris. Nya konsumtionsprofiler från Ngenic simulator importerades till Sweco DAM som i vissa fall gav nya och högre pristoppar jämfört med utgångsfallet. Vid ansträngda situationer nåddes ingen stabil lösning.

Ansatsen var att hushållen fick reagera på spotpriserna, och att de t o m fick ändra sitt beteende flera gånger genom iterationerna. Detta stämmer inte med prisbildningen på Elspot, där priserna sätts en gång efter kl 12 dagen innan. Däremot stämmer metoden mer med intradagmarknaden Elbas som har kontinuerlig prissättning. Författarna bedömde dock inte att intradagmarknaden i Norden skulle kunna hantera volymer motsvarande 100 000 respektive 700 000 hushåll. Om inte intradagmarknaden klarar obalanserna så kommer stora volymer balanskraft behövas för att hantera obalansen mellan produktion och konsumtion.

I ett annat alternativ räknade man in förbrukningsflexibiliteten explicit i prisuträkningen. Här erhöles jämviktspriser för alla nivåerna. De samhällsekonomiska vinsterna ökade också ju fler hushåll som hade en flexibel förbrukning.

Resultaten antyder att efterfrågefleksibilitet som inte planeras dagen innan utan endast reagerar på priserna kan orsaka stora problem på elmarknaden. Ur ett systemperspektiv är det därför önskvärt att efterfrågefleksibiliteten bjuds in redan i prisbildningen dagen innan.

## 7.2 Infasning av förbrukningsflexibilitet i prisbildningen viktig – men svår

Att fånga in olika typer av förbrukningsflexibilitet i prisbildningen på en Energy only-marknad är viktigt, men innebär också en rad olika problem. Utmaningen ligger i att integrera användarsidan i budgivningen till Elspot via de balansansvariga leverantörerna. Att få in effektreduktioner i elintensiv industri på detta sätt är till synes enkelt, men ändå görs detta ofta inte på ett tillfredställande sätt trots att denna typ av åtgärder har funnits sedan år 2000.

”Efterfrågefleksibilitet på en Energy only-marknad” visade att elpriserna konvergerade först då efterfrågefleksibiliteten explicit inlemmades i prismodellen. Med elvärmehushåll som enbart reagerade på spotpriserna divergerade priserna om många elvärmda hushåll antogs införa förbrukningsflexibilitet. Här finns stora genuina problem att lösa som omfattar stora informationsmängder från många små aktörer som måste fram till balansansvariga leverantörer. Dessutom måste informationen vara korrekt, vilket är mycket svårt när elvärmeprofilen beror på priserna och priserna beror på elvärmeprofilen och när alla elanvändare måste analyseras samtidigt för att få optimal lastprofil och priser – vilket som nämnt är omöjligt.

Någon form av aggregator kanske kan vara en intressant väg att pröva. Då skulle elanvändarna kunna ha en långsiktig relation till aggregatorn, men kunna byta elleverantör. Detta förutsätter dock att aggregatorn kan fördela ut sin information till olika balansansvariga. Här finns det många viktiga, men svåra, frågor att lösa de kommande åren. Troligen är det inte möjligt att hitta helt optimala lösningar, utan det kanske gäller att hitta någon lösning som inte är alltför dålig. Det kan också vara så att automatiskt styrd förbrukningsflexibilitet, med last som kan flyttas över tiden, måste begränsas i volym för att undvika alltför stor instabilitet på en Energy only-marknad.

När det gäller automatiska system i t ex elvärmehushåll kanske intradagmarknaden är klart bättre än Elspot eftersom priserna sätts kontinuerligt och det ger möjlighet att iterera fram en lösning. I ”Efterfrågefleksibilitet på en Energy only-marknad” räckte det dock inte ens med tio iterationer så länge elvärmeprofilen frikopplades från elpriserna. Någon form av koppling mellan elvärmeprofil och elpriser

kanske är nödvändig i de automatiska systemen, men hur en sådan ska åstadkommas utgör ett mycket stort återstående problem.

Ett sätt kan vara att den balansansvarige leverantören successivt lär sig hur elförbrukningen ändras vid tillfällen med höga priser. Kommer elanvändningen tillbaks andra timmar, t.ex. för att hålla temperaturen i ett elvärmehushåll, kan effekten bli att pristopparna flyttar till andra timmar. I praktiken kanske en sådan lösning är den enda som är praktiskt tillämpbar. Den kommer dock inte att vara i närheten av en optimal lösning.

## Appendix: Tekniska och ekonomiska förutsättningar och potentialen för efterfrågefleksibilitet hos olika typer av elkunder

Efterfrågefleksibilitet innebär i praktiken att elanvändning minskas med hjälp av energieffektiviseringsåtgärder eller förflyttas utifrån en styrsignal såsom elpriset. Energieffektivisering hos elkunder kan ske genom introduktion av nya, energieffektivare tekniker eller förändrade konsumtionsmönster. Teknikbaserad energieffektivisering skapar bestående resultat men kräver vissa investeringar som kan ta tid att realiseras. Beteendeändringar kräver inläring och engagemang och riskerar vara kortsiktiga.

Laststyrning kan åstadkommas genom automatstyrning av elleverantören alternativt nätägaren eller genom kundernas aktiva konsumtionsval. Det finns även andra teknologier som ingår i smarta nät, såsom energilagring, som kan bidra till laststyrning. Oavsett är kundernas deltagande nödvändigt för efterfrågefleksibilitet.

Laststyrning kan generera både direkt och indirekt nytta till kunderna. Direkt nytta genom att nya prismodeller introduceras på marknaden som ger kunder ekonomiska incitament till lastförflyttning, och indirekt nytta genom systemfördelar från minskade effekttoppar. Hur stora systemnyttorna kan bli beror i första hand på andelen kunder som väljer att delta och i andra hand på dessa kunders villighet att anpassa sina konsumtionsmönster utifrån marknadssignaler.

För att kunna bedöma vilka förutsättningar för efterfrågefleksibilitet finns på elmarknaden måste de viktigaste kundkategorierna betraktas separat. Här ligger fokus på hushållskunder, fastighetskunder och industrikunder. Bland hushållskunder är det framför allt de elvärmda hushållen som står för den stora potentialen och bland industrin de elintensiva.

Det är viktigt att skilja mellan den tekniska och den ekonomiska potentialen. Den tekniska potentialen omfattar hur stor neddragning som är möjlig utan att betydande störningar upplevs av kunder eller uppstår i kundleveranserna från industriföretag. Den ekonomiska potentialen är mer begränsad som den andel av den tekniska potentialen som kan anses realiserbar utifrån de praktiska förutsättningarna. Här tas hänsyn till de ekonomiska incitament men också relaterade kostnaderna såsom komfortpåverkan hos hushållskunder eller omställningskostnader hos industrikunder.

### A1 Hushållskunder

Hushållen använder el för olika apparater i form av s.k. hushållsel. Enligt Energimyndigheten har hushållselens användning varit relativt stabilt de senaste åren på ca 19 TWh<sup>36</sup>. Som Energimyndigheten påpekar är anledningen till den stabila utvecklingen de två motsatta trenderna som påverkar detta; Mer energieffektiva hushållsapparater som leder till minskad elanvändning samtidigt som antalet hushållsapparater ökar. I ett småhus används i genomsnitt 4000–5000 kWh hushållsel per år, i en lägenhet ca 2500–3000 kWh per år.

Det finns också en andel hushåll (66%), flerbostadshus (6%) och lokaler (18%) som använder el i någon form för uppvärmning och varmvatten<sup>37</sup>. I många fall handlar det om att el används i kombination med andra uppvärmningsformer, såsom med biobränslen eller olja. Även el för drift av alla typer av värmepumpar, luftvärmepumpar såväl som berg-, jord- och sjövärmepumpar, räknas in i dessa andelar. Enbart el används i 25% av småhus, 2% av flerbostadshus och 5% av lokaler.

<sup>36</sup> Energimyndigheten, Kortsiktsprognos över energianvändning och energitillförsel 2010–2012.

<sup>37</sup> Energimyndigheten, Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2011

År 2011 uppgick användningen av el för uppvärmning och varmvatten till 18,2 TWh varav hela 14,4 TWh, motsvarande 79%, användes i småhus. I lokaler användes 15% av elvärmen medan endast 6% användes i flerbostadshus<sup>38</sup>. Eftersom påverkan av förbrukningsmönstren av elvärme i småhus har konsekvenser på det nationella effektbehovet framför allt vid kallt väder, anses dessa hushåll varit i fokus i ett flertal studier där potentialen för efterfrågeflexibilitet har undersökts. Det är på grund av byggnadernas värmetröghet som potentialen för efterfrågeflexibilitet är betydande just för uppvärmningsselen.

Enligt exemplet som lyfts fram i Elforsk-rapporten "Möjligheter och hinder för laststyrning"<sup>39</sup> kan en effektreduktion på 500-900 MW åstadkommas genom att varje kund i snitt bidrar med drygt 1 kW i effektreduktion vid samma tidpunkt, beroende på om kunder med kombinationsuppvärmning använder el eller inte.

Det pågår också en stor omställning hos svenska småhus angående uppvärmningssystem. Som Elforsk-rapporten "framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek"<sup>40</sup> lyfter fram har en tredjedel av småhusen genomfört en förändring under 2006-2011 varav 60 % installerade värmepump. Enligt studien är den höga omställningstakten mot mer energieffektiva uppvärmningssystem ett bevis på att hushållskunder i hög grad påverkas av energipriser och på lång sikt tar rationella beslut gällande uppvärmningssystem utifrån detta. Det är också sannolikt att investeringar i uppvärmningssystem kompletteras med förbättrad isolering, utbyte av fönster, eller motsvarande åtgärder för energieffektivisering. Det är på kort sikt som hushållens möjligheter till att styra elförbrukningen anses mer begränsade utan program inriktade på efterfrågeflexibilitet.

### **A1.1 Förutsättningar för effektstyrning hos hushåll med elvärme**

Elforsk – projektet "Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer"<sup>41</sup> undersökte möjligheten till effektstyrning av elvärme och varmvattenberedare hos kunder som har central styrutrustning som möjliggör fjärrstyrning, s.k. mjukelvärme. Elvärmen fjärrstyrdes ned med 67 % mellan kl 8-10 vid fem tillfällen då utomhustemperaturen förväntades som lägst under vintern 2003/2004. Försöken visade en genomsnittlig styrbar effekt på 4-5 kW per småhus vid 10-15 minusgrader utan att kunder uttryckte missnöje på inomhustemperaturen efter styrtillfällena. Detta innebär en teknisk potential för effektstyrning av direktelvärme på totalt 1500 MW i Sverige.

Studien har även undersökt förutsättningar för s.k. hård styrning, dvs. nedreglering av kundernas effektuttag utan att den återvändande lasten begränsas tekniskt. Skribenterna tror dock att någon form av intelligent styrning är nödvändig för att styrning av elvärmen inte ska påverka värmekomforten i bostäder. Styrningen kan försäkra en viss grundvärme för att förhindra kallras och motverka för höga temperaturfall, samt begränsa återvändande effekt som annars kan orsaka problem i t.ex. det lokala nätet.

Ett fortsättningsprojekt initierades till "Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer" med en utökning av antalet medverkande kunder med värmepumpar för att undersöka påverkan av en

---

<sup>38</sup> Ibid

<sup>39</sup> Elforsk, "Möjligheter och hinder för laststyrning - Fokus på privatkunder med eluppvärmning", Elforsk rapport 11:70

<sup>40</sup> Elforsk, "Framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek", Elforsk rapport 11:12

<sup>41</sup> Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer", Elforsk rapport 05:31

ökad andel värmepumpar på resultaten<sup>42</sup>. Anledningen var en större osäkerhet och risk beträffande effektuttaget vid mycket kallt väder. Värmepumparna förefaller ha en ökad temperaturkänslighet med sjunkande utetemperaturer, men den visade sig vara betydligt mindre än befarat. Resultaten av den tidigare studien kunde därmed verifieras.

Studiens analys beträffande värmepumparnas karakteristik visade sig vara överraskande linjärt med utetemperaturen för i synnerhet värmepumpar som tar värme från uteluften. Analysen visade även att elbehovet i hus med värmepumpar inte är så lågt i förhållande till övriga elvärmesystem som man hade kunnat förvänta sig. Detta antogs bero på att hushållen inte hade renodlade elvärmesystem, utan även hade t.ex. golvvärme i vissa utrymmen samt inte hade konverterat till värmepump i andra byggnader, såsom garage, förråd m.m.

Elforsk genomförde ytterligare en studie kring eluppvärmda hushåll och dess förmåga att anpassa sin elförbrukning utifrån spotpriset under vintrarna 2007/2008 och 2008/2009<sup>43</sup>. Både indirekt och direkt styrning testades. De indirekt styrda kunderna fick information om spotpriset via en webbtjänst och förväntades anpassa sin förbrukning med hjälp av manuella åtgärder medan de direkt styrda kunderna fick en radiostyrd dosa ihopkopplad med den utomhusbaserade temperaturgivare som styr uppvärmningssystemet.

Resultaten från studien visar att de direkt styrda kunderna knappt märkte att effekten styrdes ner under perioder med högt pris. Den återvändande lasten kunde också kontrolleras och systemet försökte inte kompensera för temperaturfallet. Det visade sig också möjligt att lagra värme alstrad under perioder med lågt elpris så att behovet för uppvärmning under efterföljande dyra perioder minskade. Att energilagring på detta sätt är möjligt ökar särskilt potentialen för hus med värmepumpar, eftersom dessa är effektivare när utomhustemperaturen är högre, och det finns en koppling mellan utomhustemperaturen och spotpriset under vintertid. Till exempel genom att öka effekten under tidig eftermiddag när utomhustemperaturen är som högst och värmepumpen är som mest effektiv kan effekten igen dras ner vid högpristimmarna kl 17-19.

Även de indirekt styrda kunderna var mycket aktiva under försöken. De tog reda på prisläget och anpassade sin elförbrukning därefter. De var mycket mer informerade även om tariffkonstruktionen och hushållets elförbrukning än de direkt styrda kunderna som visade betydligt mindre intresse till experimentet. De direkt styrda efterfrågade också ett mer direkt informationsgränssnitt än webbportalen, t.ex. en visualiseringsenhet i hemmet för återkopplingen medan de indirekt styrda kunderna lärde sig om elprisets fluktuationer över dygnet och anpassade sin förbrukning till den förväntade prisnivån. Det finns flera studier med liknande resultat som betonar betydelsen av direkt återkoppling för realisering av potentialen för effektstyrning i hushållen. Tekniken för mätning och återkoppling är därmed viktiga förutsättningar för hushållen efterfrågerespons.

## A1.2 Priskänsligheten hos hushåll med elvärme

Elforsk – projektet "Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer"<sup>44</sup> undersökte utöver styrningspotentialen även priskänsligheten hos hushållskunder med elvärme och alternativa uppvärmningsalternativ. Ett elpris i intervallet 3-10 kr/kWh aviserades under maximalt 40 timmar och kunden informerades om tidpunkt och nivå dagen innan via sms eller e-post. Prislistan var konstruerad

---

<sup>42</sup> Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer – fortsättningsprojekt", Elforsk rapport 06:83

<sup>43</sup> Elforsk, "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70

<sup>44</sup> Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer", Elforsk rapport 05:31



för att ge kostnadsneutralitet relativt den ordinarie prislistan om kunden inte vidtog några åtgärder. Om kunden minskade sin elförbrukning med 75 % under tillfällena med högt elpris kunde i storleksordningen 1000 kr sparas i de olika försöken.

Resultaten visade en entydig och konsekvent bild av att deltagande kunder hade vilja, förmåga och uthållighet att minska elförbrukningen under tidpunkter för högt elpris. Effekten reducerades med i genomsnitt minst 50 % vid tidpunkter för högt elpris. Resultaten kunde nås utan att någon teknisk utrustning behövde installeras hos kunderna. Studien visade också att effektreduktionen inte var större vid aviserade priser på 5 och 10 kr/kWh än vid 3 kr/kWh. Av detta drogs slutsatsen att 3 kr/kWh är tillräckligt för att uppnå resultat eftersom det är den totala besparingen som är av betydelse. Kunden har därmed med stor sannolikhet bestämt sig redan i förhand vilka åtgärder som ska vidtas oavsett var i prisintervallet 3 -10 kr/kWh pristoppen ligger.

Även fortsättningsprojektet till "Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer"<sup>45</sup> med utökning av antalet medverkande kunder med värmepumpar, visade att kunderna har en vilja, förmåga och uthållighet att minska elförbrukningen vid tillfällen med högt elpris även vid mycket låga utetemperaturer som inträffade under försöken. Studien drar därmed slutsatsen att affärsmodellen håller även vid låga utetemperaturer då en effektbristsituation är mer sannolik.

I Elforsk-projektet "Att följa elpriset bättre" testades eluppvärmda hushållens förmåga att anpassa sin elförbrukning utifrån spotpriset under vintrarna 2007/2008 och 2008/2009. I försöken tillämpades en eltariff kallad "fastpris med returrätt", där kunder exponeras för ett rörligt elpris samtidigt som en del av volymen är prissäkrad. Denna priskonstruktion innebär att kunden på marginalen möter spotpriser och därför har incitament att svara på prissignalerna, samtidigt som hela prisrisken inte förs över på kunderna. Nättariffen som testades var en vanlig säkringstariff. De direkt styrda kunderna fick även en fix rabatt för att man tillåtit att uppvärmningssystemet fjärrstyrdes.

Ett intressant resultat från studien var relaterad till priskänsligheten hos de indirekt styrda kunderna. De var mycket aktiva under försöken och tog reda på prisläget och anpassade sin elförbrukning därefter. Däremot visade sig olika åtgärder ha olika priselasticiteter. Det var till exempel vanligt att kunderna anpassade tiden för användning av disk- och tvättmaskiner, men duschade som vanligt även om priset råkade vara högt.

### **A1.3 Den ekonomiska potentialen**

Elforsk-studien "Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarflexibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering"<sup>46</sup> har simulerat den ekonomiska besparingen från efterfrågeflexibilitet under 2010 och 2011 för en villaägare med bergvärmepump till ca 2200-2600 kr och för en villaägare med en elpanna till ca 2800-4000 kr beroende på respektive års pris- och temperatursdata.

Studien konstaterar att en förbättrad reglering av uppvärmningen sänker energiförbrukningen på flera sätt. Med jämnare temperaturreglering kan hushållen välja något lägre inomhustemperatur utan att man uppleva komfortproblem. Regleringen möjliggör också en minskad aktivering av elspetsen för värmepumpar. Den medverkar också till semestersänkning och ökad energimedvetenhet. Sammantaget uppskattar studien att en 10-15% energieffektivisering kan nås.

---

<sup>45</sup> Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer – fortsättningsprojekt", Elforsk rapport 06:83

<sup>46</sup> Elforsk " Pilotstudie i Vallentuna, Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarflexibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering", Elforsk rapport 12:48

Genom att styrningen är automatiserad kan systemet optimeras även gentemot små prisskillnader. Programmeringen tillåter t.ex. hårdare styrning med en viss komfortpåverkan om pristoppen är tillräckligt hög. Vad den ekonomiska nyttan från efterfrågefleksibilitet i absoluta termer blir beror på spotpriser som skiljer sig kraftigt åt mellan åren. T.ex. med maximalt 15 kWh värmeförflyttning och en enklare varmvattenstyrning låg besparingspotentialen under 2010 i spannet 1100-1500 kr men endast på 150-320 kr under 2011. Tidsberoende nättariffer, såsom Vattenfalls tidstaxa (lågpris vardagar 22-06 samt helger) kan väsentligt stärka den ekonomiska nyttan med laststyrning. Med liknande tariffstruktur låg besparingspotentialen för laststyrning under 2010 på 1720-2350 kr och 590-1090 kr under 2011.

Sweco har i en rapport till Energimarknadsinspektionen<sup>47</sup> genomfört en litteratursstudie som även inkluderat utländska studier kring energieffektivisering och lastförflyttning. Slutsatsen från rapporten är att bland hushållskunder kan energieffektivisering förväntas leda till besparing från nivån 2-5% upp till 8-10%. Bästa resultat för energieffektivisering har nåtts med direkt återkoppling via en monitor vilket möjliggör att kunderna kan direkt förstå kopplingen mellan konsumtionsbeteenden och energianvändningen. Studierna indikerar även att rådgivning i samband med implementeringen ökar kundernas engagemang och förbättrar utfallet.

I internationella studier<sup>48</sup> observerades en lastförflyttningspotential av ca 10 % hos hushållskunder beroende på geografier, lastkällor, tariffstrukturer och automatiseringsgrad. De högsta reduktionerna vid effekttoppar på upp till 30 % har nåtts med hjälp av automatisering och kritisk topplast-tariff som ger starka ekonomiska incitament och därmed tydligt budskap att förflytta last under korta perioder. Tariffstrukturer som ger mindre incitament till kunder, såsom vanliga tidstariffer, ansågs inte lika effektiva. Marginaleffekten av prishöjningar är dock minskande.

## A2 Större fastigheter

Inom Elforsk år 2006 studerades potentialen för effektreduktioner hos olika typer av stora fastigheter såsom köpcentra, kontorsverksamhet, skolor samt industrilokaler<sup>49</sup>. Exempel på elanvändning inom fastighetsförvaltning är fläktar och pumpar för ventilation, värme och komfortkyla samt belysning, hissar, portar, markvärme och elvärme för hänggrännor. Eftersom lokalerna används framför allt på dagtid, är elförbrukningen låg nattetid. Effektreduktioner kan skapas framför allt genom omdisponering av drifttiden för ventilation och i vissa fall komfortkyla. Liksom elvärmerna kan ventilationen oftast kopplas ifrån eller reduceras under några enstaka timmar utan att komforten påverkas så mycket. Detta kan uppnås för en relativt liten kostnad som omprogrammering av styrprogram innebär, vilket möjliggör lastförflyttningar eller stegvis inkoppling av last.

Som Elforsk-studien "Att följa elpriset bättre" påpekar<sup>50</sup> är det inte ovanligt att lokaler är överventilerade. Rapporten nämner också att det finns en liten andel lokaler med modern behovsstyrd ventilation installerad, som kontinuerligt mäter luftkvaliteten och anpassar effekten på ventilationen till normerat värde på luftkvaliteten. Eftersom optimeringsgraden är högre begränsas möjligheterna till effektstyrning utan att komforten påverkas.

En viktig begränsning kan även vara kraven i hyreskontraktet. Det är möjligt att krav ställs t.ex. avseende luftkvalitet som förutsätter att ventilationen startas med 2 timmars framförhållning innan

---

<sup>47</sup> Sweco Energy Markets, "Kundnyttan av smarta nät", En rapport till Energimarknadsinspektionen/Energimarknadsrådet, september 2012

<sup>48</sup> Ibid

<sup>49</sup> Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11

<sup>50</sup> Elforsk, "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70

verksamheten sätter igång. En omdisponering eller neddragning av ventilationen som effektreducering innebär kan påverka byggnadens komfort och är därmed viktigt att stämma av med förvaltningsbolagens kunder och bör regleras i hyreskontraktet.

Elforsk uppskattade potentialen till effektreduktioner för denna kategori av större fastigheter till följande<sup>51</sup>:

- **Köpcentrum:** Studien uppskattade antalet köpcentra i Sverige till 320 med en uthyrbar yta på 4,9 miljoner m<sup>2</sup>. Utifrån intervjuerna uppskattades den totala potentialen till effektreduktioner till 45 MW.
- **Kontor:** Studien uppskattade den totala arealen för kontor till 35 miljoner m<sup>2</sup>. Utifrån intervjuerna uppskattades den totala potentialen till effektreduktioner till 150 MW under en begränsad tidsperiod i storleksordningen några timmar.
- **Skolor:** Studien uppskattade den totala arealen för skolor till 37 miljoner m<sup>2</sup>. Utifrån intervjuerna uppskattades den totala potentialen till effektreduktioner till 15 MW.

Den totala potentialen från denna kategori av större fastigheter uppskattas därmed till ca 200 MW, vilket är en betydande potential. Detta baseras på relativt begränsade effektreduktioner per anläggning, däremot är antalet anläggningar desto fler. Åtgärderna som krävs för att realisera potentialen bedöms som både tekniskt och organisatoriskt enkla att genomföras genom omprogrammering av styr- och reglerutrustning. Angående det ekonomiska incitamentet konstaterar studien att det vid en elprinsnivå på 3 kr/kWh finns incitament hos stora fastigheter att förskjuta ventilationen i upp till tre timmar.

### A3 Industrikunder

Sedan styrning och övervakning datoriserades i svensk industri har de tekniska förutsättningarna förbättrats för effektstyrning. Industrin har också insett möjligheten att minska effektabonnamanget och det effektdebiterade uttaget, vilket ekonomiskt innebär en betydande kostnadsbesparing. Incitamenten att reagera på spotpriserna har varit mer begränsade. Elforsk genomförde ett demonstrationsprojekt kring effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer som publicerades 2005<sup>52</sup>. Ett av delprojekten var inriktade mot industrikunder och genomfördes under vintrarna 2003/2004 och 2004/2005.

Hypotesen för studien var att industrin kan utnyttja effektstyrning både som ett medel att minska sin effektkostnad men också för att minska effekten vid extrema spotprinsnivåer. Intäktsmöjligheter skulle därmed öka. En viktig skillnad är att en nationell effektbristsituation kan föreligga under flera timmar, medan styrning mot abonnemanget kan göras en andel av den timme för vilken abonnemangsgränsen annars hade överskridits. Detta begränsar möjligheterna till spotprisstyrningen för en del av företagen. Studien fokuserade därmed för effektreduktioner som kunna genomföras sammanhängande i minst en timme. I studien ingick sex industriföretag, varav två var sågverk, ett tillhörande verkstadsindustrin, två livsmedelindustrin och ett gjuteri.

I studien aviserades höga priser, 3 kr/kWh respektive 5 kr/kWh, vid ett tillfälle i januari och ett tillfälle i februari, båda åren. Resultaten visar att industrin är en heterogen grupp med skilda förutsättningar för effektstyrning beroende av olika produktionsprocesser. Effektstyrning är i första hand lämplig i industriella processer som har värmetröga laster (t.ex. fryslager) eller buffertkapacitet i produktionen.

<sup>51</sup> Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11

<sup>52</sup> Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer", Elforsk rapport 05:31

Om detta inte är fallet kan produktionsbortfall eller omplacering av personella resurser orsaka höga kostnader för effektreduktioner, vilket betyder att dessa kan genomföras enbart vid mycket höga pristoppar. Generellt sätt gäller detta även för konjunkturläget som påverkar orderingången och kapacitetsutnyttjandet. Potentialen för effektreduktioner är därmed lägre under hög- än under lågkonjunkturen. Utifrån omfattningen av effektstyrningsutrustningen som då installerats hos industriföretag uppskattades effektstyrningspotentialen till 100 MW. Vid användning även mot spotprisnivåer bedömdes potentialen till 300 MW. Detta inkluderar dock inte de elintensiva industriföretagen.

De tekniska förutsättningar studerades i mer detalj i Elforsk-studien år 2006 som fokuserade på effektreduktioner hos mellanstora elkunder<sup>53</sup>. Studien lyfter fram följande möjligheter till effektreduktioner:

- **Förändringar i produktionsflöden:** Produktionsplanering utifrån spotpriserna på el möjliggörs till en högre grad om kapacitet för lagerhållning av råvaror och tillverkade produkter finns. Om råvaror finns tillgängliga kan produktionen mot lager ökas vid låga elpriser och på motsvarande sätt kan produktionsvolymerna dras ner vid höga elpriser mot leveranser från lager. Produktionen kan också omdisponeras till nätter och helger då prisbilden generellt sätt är lägre, dock kräver detta en mer omfattande omdisponering av resurser. Vid överkapacitet kan det vara möjligt att omdisponera tillverkning utan att lika stora åtgärder behöver vidtas. Det kan räcka med en senareläggning av produktionsuppstart eller tillfälligt stopp i delar av produktionen.
- **Förändringar i kringssystem:** Det finns åtgärder som kan genomföras utan att produktionsprocessen nödvändigtvis behöver förändras under den tid som effektreduktionen eftersträvas, t.ex. avkopplingsbar last, värmetroghet i byggnader och produkter, minskad ventilation eller egen elproduktion.
- **Implementering av permanenta lösningar:** Installation av effekttreglering kan leda till permanenta sänkningar i effektbehovet. Detta gäller även vid utnyttjandet av frikyla eller om kylmaskiner förses med kylager.

De elprisnivåer som undersökts i studien är 3-10 kr/kWh under tidsperioder som sammanlagt inte överstiger 40 timmar per år. Med ett genomsnittligt pris på 5 kr/kWh uppstår ca 15 % av energikostnaden under dessa 40 timmar, vilket borde ge ekonomiska incitament till att anpassa förbrukningen.

Det behövs förstås en beredskapstid som är beroende av själva åtgärden som kan begränsa de praktiska möjligheterna till effektreduktioner hos industriföretagen. Några processer tillåter på kort varsel produktionsvariationer medan andra kräver längre nedregleringstider. Produktionsprocessen sätter därmed de tekniska förutsättningarna för reaktionstid - utöver neddragningsvolym.

*Exempel: Livsmedelsindustrin*

Livsmedelsindustri var en av industrierna som undersöktes i samband med Elforsk studien år 2006<sup>54</sup>. Elkraften i industrin används främst till elmotorer för kyl- och frysmaskiner, malning, omrörning samt till fläktar och pumpar. De typer av möjliga åtgärder för effektreduktioner som identifierades innefattar omdisponering av produktion med hjälp av lagerhållning, förändringar i kringssystem framför allt i form

---

<sup>53</sup> Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11

<sup>54</sup> Ibid

av omdisponering av effekt i kyllager utifrån värmetröghet samt några permanenta förändringar såsom effektstyrning och frikyla för anläggningar med kyl- och frysprocesser.

För att realisera potentialen med dessa åtgärder krävs en del investeringar. Investeringar som behövs för utnyttjande av värmetröghet i kyllager är ringa, oftast rör det sig endast om en kostnad för omprogrammering av anläggningens styr- och reglerprogram samt en komplettering av automatisk centraliserad reglering. Investeringar för att införa effektstyrning uppskattas till ca 500 000 kr, varav inköp står för 150 000 – 200 000 kr. Beroende på verksamhet kan en effektreduktion efter intrimning uppgå till 15-20%. För att utnyttja frikyla vintertid krävs att anläggningen kompletteras med ytterligare en värmeväxlare samt att styr- och regler systemet byggs om. Kostnaden för detta beror på effekt- och temperaturkrav.

Livsmedelsindustrin är diversifierad och består mer än 200 företag i Sverige. Bedömningen av branschens totala potential för effektreduktioner är därmed svår att göra, men uppskattas i studien till 90 MW. Även i livsmedelsindustrin har konjunkturen betydelse. Vid lågkonjunktur kan effektreduktionspotentialen kan vara ca 25% högre.

## A4 Elintensiv industri

I början av 2000-talet var effektbalansen i Sverige ansträngd och det fanns oro för effektbrist. Svenska Kraftnät och Energimyndigheten beslöt under 2000 att gemensamt verka för att få industriföretag att utföra effektanpassningar vid höga elpriser i ett projekt kallat "Industribud" där även Svenskt Näringsliv och Svensk Energi var delaktiga<sup>55</sup>. Industribuds syfte var att få till stånd effektreduktioner inom industriföretag på marknadsmässiga villkor. Effektreduktioner skulle vara lönsamma vid tillräckligt höga elpriser. Pristopparnas amplitud och frekvens är därför av stor betydelse för utfallet: Ju högre och ju fler pristopp desto lättare är det för industriföretag att realisera ekonomisk nytta genom effektreduktioner.

Konceptet utgick ifrån att senast under förmiddagen dagen innan anmäler industriföretaget sina villkor för att utföra effektreduktioner (priser, volymer, timmar) till det balansansvariga företaget, som sedan tog hänsyn till detta vid sin budgivning på spotmarknaden. Effektreduktion skedde endast om spotpriserna översteg budpriserna. Ett tilläggskontrakt till kraftavtalet mellan parterna reglerade hur vinsterna delades och vad som hände om industriföretaget för någon anledning inte genomförde utlovad effektreduktion. Industribud tillhandahöll utkast på sådana tilläggskontrakt för alla typer av kraftkontrakt mellan kund och elleverantör.

Inom ramar av projektet, besöktes bl.a. ca 30 elintensiva industriföretag. Vid besöken framkom det ofta att många av företagen hade möjligheter att utföra effektreduktioner under någon eller några timmar, oftast i intervallet 5-50 MW. Den totala tekniska potentialen för effektanpassningar inom denna grupp industriföretagen bedömdes till minst 1600 MW.

Ett stort problem i Industribud var den stora osäkerheten i storlek och frekvens av framtida pristopp. Många företag ville inte vidta de nödvändiga organisatoriska förberedelserna med hänsyn till denna osäkerhet. När Svenska Kraftnät 2002 genomförde sina effektupphandlingar ökade industriföretagens intresse när de kunde täcka sina kostnader genom en säker intäkt för tiden de skulle vara beredda att göra effektreduktioner. Därutöver erhöll man en intäkt per aktivering samt per MWh reducerad effekt. Vintern 2013/2014 ingår drygt 500 MW förbrukningsreduktioner samt åtgärder i reservkraftverk av den totala effektreserven på 1500 MW.

---

<sup>55</sup> Svenska Kraftnät, "Industribud – delutredningen i effektbalansutredningen", 2002

Dessutom görs vissa effektreduktioner enligt Industribuds koncept där enda ersättningen är per MWh reducerad effekt.

Industriföretagen vill bara göra effektreduktioner genom produktionsneddragningar om de inte påverkar kundleveranserna. Denna situation ändrar sig beroende på beläggningsgrad och konjunkturen. De som valt att ligga utanför Svenska Kraftnäts effektupphandling, och därmed tackar nej till säkra fasta intäkter, vill ha kvar möjligheten att erbjuda effektreduktioner till höga priser vid hög beläggning eller att inte erbjuda några effektreduktioner alls. Ett annat skäl kan vara att man inte vill lägga ned tid på att offerera effektreduktioner till Svenska Kraftnät, vilket kräver en hel del förberedelser på organisation och beredskap, utan att vara säkra på att budet går igenom.

När Industribud startade år 2000, och när Svenska Kraftnäts effektupphandlingar startade 2002, var det centralt att effektreduktionerna skulle gå via industriföretagets balansansvariga leverantör så att denne kunde ta hänsyn till effektreduktionen i sina köpbud till Elspot. Därigenom skulle de komma in i prisbildningen. I många fall gjordes inte detta. Ett industriföretag som valde varianten enligt Industribud som känner av spotpriserna kunde erhålla vinsterna ändå och kanske inte tänkte på att obalansen kunde drabba den balansansvarige elleverantören hårt. Via Svenska Kraftnäts effektupphandling fick vissa industriföretag betalt utan att de behövde kommunicera till sin balansansvarige leverantör. Tanken av att få in efterfrågesidan i prisbildningen fick allt mindre betydelse, och till slut gick användningssidans effektreduktioner in på reglermarknaden. Vintern 2013/2014 blir det dock åter tillåtet för de som vill att göra effektreduktioner på Elspot. Det krävs pedagogik för att få in effektreduktioner i spotprisbildningen hos industri och elleverantörer – men även hos systemansvarige Svenska Kraftnät.

Utöver de ekonomiska motiven, kunde företag välja att dra ned sin effekt av samhällsskäl för att minska risken för tvingande manuell bortkoppling av förbrukning.

Projektets bedömning var att utbudskurvan för effektreduktioner ökar ganska jämnt från ca 500 kr/MWh till 10000 kr/MWh.

## A5 Medelstor industri

Elforsk studien år 2006 som fokuserade på effektreduktioner hos mellanstora elkunder undersökte industribranscher, varav flera är elintensiva; järn- och stålindustrin, smidesverkstäder, gjuterier, kemisk industri och värmebehandlingsindustrin<sup>56</sup>. Potentialen för effektreduktioner bedömdes utifrån en elprisnivå på 3-10 kr/kWh under tidsperioder som sammanlagt inte överstiger 40 timmar per år. Under dessa förutsättningar uppskattades den totala potentialen hos de undersökta elintensiva industrierna till ca 100 MW. Att potentialen är begränsad anses bero på att prismodellen som använts i denna studie inte ger utrymme för reduktioner som innebär produktionsbortfall, investeringar eller omflyttningar av arbetsmoment utanför ordinarie arbetstid. Prismodellen har därmed stor betydelse för utfallet när potentialen till efterfrågeflexibilitet utvärderas.

### *Exempel: Järn- och stålindustrin*

Flera företag i järn- och stålindustrin kände inte till effektstorlek i delprocesser i sin produktion på grund av att den totala lasten är relativt jämnt fördelad över dygnet och året. I enbart ett av de fem intervjuade företag fanns effektstyrning för att undvika kostnader vid överskridande av gränsen i effektabonnementet. I järn- och stålindustrin används en stor del av elkraften i smältprocesser,

---

<sup>56</sup> Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11

värmeugnar, valsverk, värmebehandlingsugnar, ytbeläggning och mekanisk bearbetning, men det är framför allt under smältning och värmebehandling som last kan omdisponeras genom att förskjuta produktionsstarten. Den totala potentialen under en lågkonjunktur uppskattas i studien till 25 MW, varav 10 MW för smältprocesser och 15 MW för värmebehandling. Som i de flesta industrier bedöms möjligheterna till effektreduktioner under högkonjunktur vara mer begränsade.

#### *Exempel: Smidesverkstäder*

Elanvändningen i smidesverkstäder består främst av värmebehandling och mekanisk smidesbearbetning. Även bland smidesverkstäder saknade de flesta företag mätning av effektbehovet i sina delprocesser. Liksom i järn- och stålindustrin finns potential för effektreduktioner i omdisponering av värmebehandlingsprocesser genom förflyttning av produktionsstarten och i omdisponering av mekanisk bearbetning. Även värmetröghet kan utnyttjas i värmebehandlingsugnar för att generera en effektreduktionspotential av topplasten på 14-16% vilket är den största potentialen hos smidesverkstäder. Den totala potentialen för effektreduktioner på branschen uppskattas till 5 MW.

#### *Exempel: Kemisk industri*

Den kemiska industrin använder el framför allt till elmotorer i processdrift, till uppvärmning och kylning samt till motorer i kringutrustningen, såsom transportband, pumpar och fläktar. Effekttuttaget är jämnt fördelat över dygnet och året, vilket är anledningen till att inget av de intervjuade företagen hade investerat i effektstyrningsutrustning och att möjligheterna till effektreduktioner i den kemiska industrin är mycket begränsade. Eftersom lagringsmöjligheterna är små, kan en följd av effektreduktion vara en kostsam produktionsneddragning, vilket innebär att potentialen är begränsad till företag med överkapacitet eller till perioder med lågkonjunktur. Utöver produktionsneddragningar har små möjligheter till effektreduktioner kunnat identifieras under underhållsstopp, justerad uppvärmning och minskad ventilation. Den totala effektreduktionspotentialen i kemisk industri bedöms till 10 MW under högkonjunktur och 20 MW under lågkonjunktur.

#### *Exempel: Gjuterier*

Gjuterier använder en stor del av elenergin i smältugnar men även till varmhållning i hållugnar, värmebehandling och maskinbearbetning. För att generera effektreduktioner kan gjuterier stänga av eller förskjuta starten av smältugnar, dock är detta svårt på grund av att ugnarna ofta körs dygnet runt. Effektneddragningar som varar över en timme är svåra att genomföra utan produktionsstörningar. För gjuterier som endast används under dagtid finns det teoretiskt sätt möjligheter att omdisponera produktion till nätter och helger. Detta skulle dock kräva investeringar på 3-5 miljoner kr i hållugnar, vilket inte kan motiveras under elprisantagandena i studien.

Till skillnad från järn- och stålindustrin, smidesverkstäder och kemisk industri har samtliga intervjuade företag system för effektstyrning i syfte att sänka kostnader för elnätsabonnemanget. Genom effektstyrning kan gjuterier minska sin toppbelastning med 15-20%. Denna kapacitet ger betydande ekonomiska effekter: En sänkning av toppeffekten med ca 1 MW genererar (under studien rådande effektabonnemang) en sänkning av nättariffen med 200 000 – 400 000 kr årligen. Det är också den storleksordningen av besparingar som gjuterier måste kunna realisera för att genomföra åtgärder. Den totala effektreduktionspotentialen i gjuteribranschen bedöms till 25 MW.

#### *Exempel: Värmebehandlingsindustri*

I värmebehandlingsindustrin används elen främst till värmeugnar och för mekanisk bearbetning. Som i gjuterier, hade även alla intervjuade företag inom värmebehandlingsindustrin effektstyrningsutrustning, vilket ger möjligheter till kortare neddragningar av effekten. Omdisponering av produktion under korta perioder (1-2 timmar) bedöms kunna genomföras utan stora konsekvenser för resursfördelning, men det finns tveksamhet bland företagen om produktionsneddragningar kan motiveras med de elprisnivåer som studien implementerade. Totalt sätt bedöms möjligheter till effektreduktioner mycket begränsade inom värmebehandlingsindustrin.

En senare Elforsk-rapport från 2011 undersökte elförbrukningens karaktär vid kall väderlek som följd av vintern 2009/2010<sup>57</sup>. Syftet med intervjuerna var att skapa en förståelse för de bakomliggande faktorerna till större elförbrukares elpriskänslighet. Totalt 20 st. industriföretag intervjuades varav 75 % tillhörande den elintensiva industrin. Nästan samtliga hade använt sig utav rådande prissäkringsstrategier för att minska sin riskexponering till prisvolatilitet. Några av företagen har valt att inte prissäkra sig på grund av tillgång till egen elproduktion. Studien kunde konstatera att förbrukningsflexibiliteten var relativt utbredd bland de intervjuade företagen eftersom majoriteten av dem minskade sin elkonsumtion under pristopparna. Resultatet indikerar att intresset till och medvetenheten om efterfrågeflexibilitet har ökat under åren.

Under pristopparna vintern 2009/2010 redovisade företagen sammanlagda förbrukningsreduktioner på ca 400 MW, varav hälften aktiverades via effektreserven. Av de 200 MW som inte ingick i effektreserven kom ungefär hälften in på spotmarknaden. Många företag kunde minska sin elförbrukning med över 50 %, vilket är mycket högt med tanke på att behov till uppvärmning av lokaler och övrig grundförbrukning bedöms begränsa förbrukningsreduktioner till 70% av normalförbrukningen.

En bidragande orsak till den relativt höga efterfrågeflexibiliteten var överkapacitet i produktionen hos många av företagen som följd av finanskrisen 2008. Även i denna studie nämns tekniska förutsättningar, orderläge och lagersituation påverka industrins benägenhet till efterfrågeflexibilitet. T.ex. ingångna avtal, ekonomiska konsekvenser för leveransförseningar och risk för förlorade marknadsandelar gör att industriföretag kan under enskilda timmar acceptera en negativ rörelsemarginal till följd av höga elpriser. Andra faktorer som framkom i studien var bland annat elens andel i de totala insatsvarorna, det befintliga elavtalet och potentiell deltagande i effektreserven. Det är därmed svårt att dra generella slutsatser om efterfrågeflexibilitetens totala potential.

---

<sup>57</sup> Elforsk, "Framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek", Elforsk rapport 11:12



## Referenser

- Elforsk, "Affärsmodeller för ökad efterfrågerespons på elmarknaden", Elforsk rapport 06:16.
- Elforsk, "Att följa elpriset bättre - Prismodeller och styrteknik i fältförsök", Elforsk rapport 09:70
- Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer", Elforsk rapport 05:31
- Elforsk: "Demonstrationsprojekt. Effektstyrning på användarsidan vid effektbristsituationer – fortsättningsprojekt", Elforsk rapport 06:83
- Elforsk, "Effektkapacitet hos kunder – En sammanfattning av IEA-projektet "Demand Response Resources, task 13", Elforsk rapport 07:08
- Elforsk, "Effektkapacitet hos kunderna, Market Designs projekt – en sammanfattning", Elforsk rapport 06:38
- Elforsk, "Elförbrukningens karaktär vid kall väderlek - En förstudie för Elforsk Market Design", Elforsk rapport 04:18
- Elforsk, "Framtagande av effektprofiler samt uppbyggnad av databas över elanvändningen vid kall väderlek", Elforsk rapport 11:12
- Elforsk, "Möjligheter och hinder för laststyrning - Fokus på privatkunder med eluppvärmning", Elforsk rapport 11:70
- Elforsk " Pilotstudie i Vallentuna, Reflektioner rörande affärsmodeller för förbrukarflexibilitet och självlärande prognosstyrning för kundanpassad effektreglering", Elforsk rapport 12:48
- Elforsk, "Studie av effektreduktioner hos mellanstora elkunder", Elforsk rapport 06:11
- Elforsk, "Timmätning för alla – nytta, regelverk och ekonomi", Elforsk rapport 07:62
- Energimarknadsinspektionen, "Anpassning av elnäten till ett uthålligt energisystem - Smarta mätare och intelligenta nät", EI R2010:18
- Energimyndigheten, Energimyndighetens energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2011
- Energimyndigheten, Kortsiktsprognos över energianvändning och energitillförsel 2010–2012
- Svenska Kraftnät, "Industribud – delutredningen i effektbalansutredningen", 2002  
[http://www.svk.se/Global/01\\_Om\\_oss/Pdf/Rapporter/Industribud\\_okt\\_02.pdf](http://www.svk.se/Global/01_Om_oss/Pdf/Rapporter/Industribud_okt_02.pdf)