



Framtidens elmarknad

En delrapport

IVA-projektet *Vägval el*

KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN (IVA) är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAS projekt, se IVAS webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2016
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

IVAS RAPPORTER: Inom ramen för IVAS verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAS vd.

PROJEKTRAPPORT (IVA-M): En projektrapport summerar en betydande del av ett projekt. Projektrapporter kan vara en delrapport eller en slutrapport. En slutrapport kan bygga på flera delrapporter. Projektrapporter innehåller en faktabaserad analys, observationer och diskuterar konsekvenser. Slutrapporter innehåller tydliga slutsatser och prioriterade policyrekommendationer. En delrapport är ofta resultatet från en arbetsgrupps insats. Delrapporter innehåller endast begränsade slutsatser och policyrekommendationer. Projektets styrgrupp godkänner alla projektrapporter för publicering och dessa sakgranskas av IVA för att garantera vetenskaplighet och kvalitet.

IVA-M 470
ISSN: 1102-8254
ISBN: 978-91-7082-923-9

Författare: Tobias Bondesson, ÅF & Runar Brännlund, Umeå universitet
Projektledare: Jan Nordling, IVA
Redaktör: Camilla Koebe, IVA
Layout: Anna Lindberg & Pelle Isaksson, IVA

Denna rapport finns att ladda ned som pdf-fil
via IVAS hemsida www.iva.se

Förord

IVAs projekt Vägval el undersöker hur elsystemet skulle kunna se ut i tidsperspektivet 2030 till 2050, och vilka alternativa vägval det finns. Arbetsgruppen för samhällsekonomi och elmarknad har haft i uppgift att analysera hur olika strategier för elsystemet kan komma att avspeglas i Sveriges ekonomi och på elmarknaden. Viktiga frågeställningar för gruppens arbete har varit:

- Vilka utmaningarna är för samhället, beroende på olika vägval
- Avvägningen mellan marknad och politik
- Effekter av olika typer av styrmedel, samt hur dessa ska utformas givet de mål som sätts
- Möjliga alternativ för marknadsmodell beroende på vägval

Utgångspunkten för arbetsgruppens arbete har varit att analysen ska baseras på grundläggande principer för god och effektiv hushållning med samhällets alla resurser.

Förutom att arbetsgruppens samlade kunskap och erfarenhet inom området har utgjort en betydande kunskapskälla, så har resultat från tidigare delrapporter inom Vägval el använts som underlag i studien. För att inhämta ytterligare kunskap har Arbetsgruppen bland annat även uppdragit åt Sweco att ta fram rapporten *Skatter och subventioner vid elproduktion*, samt åt Konjunkturinstitutet att analysera de samhällsekonomiska konsekvenserna av olika vägval inom elproduktionen med hjälp av allmänjämviktsmodellen EMEC. Denna delrapport, vilken godkänts för publicering av projektets styrgrupp, kommer att användas som underlag för projektet i det avslutande syntesarbetet.

Stockholm, maj 2016

Arbetsgruppen för Samhällsekonomi och elmarknad:

Runar Brännlund, Umeå universitet (ordförande)

Tobias Bondesson, ÅF (delprojektledare)

Anders Heldemar, Stora Enso

Hans-Erik Wiborgh, Fortum

Håkan Feuk, E.ON

Klaus Hammes, Energimyndigheten

Magnus Thorstensson, Svensk Energi

Maria Malmkvist, Energigas Sverige

Niclas Damsgaard, Sweco

Per Kågeson, Nature Associates

Sebastian Waldenström, Vattenfall

ORDLISTA

Balansansvar – Balansansvariga är företag som har avtal med Svenska Kraftnät (SvK) och ett ekonomiskt ansvar att tillförd och uttagen mängd el alltid är i balans inom företagets åtagande. SvK har det slutliga fysiska balansansvaret.

Elcertifikat – Ett certifikat tilldelat producenter av förnybar el i relation till deras produktion. Dessa certifikat kan säljas och överföras. I och med att elleverantörer och vissa elanvändare har en skyldighet att inneha elcertifikat i förhållande till sin försäljning respektive användning av el (se kvotplikt) så skapas en marknad för dessa.

Energy only-marknad – En typ av elmarknad där endast energi prissätts.

EU ETS – EU Emissions Trading System är sedan 2005 EUs system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser. Handelssystemet omfattar alla EUs medlemsländer, samt Norge, Liechtenstein och Island. Inom EU berörs sammanlagt cirka 13 000 anläggningar, som sammantaget svarar för cirka 40 procent av de samlade utsläppen av koldioxid inom EU.

Kapacitetsmekanism – Ett regelverk som säkerställer en viss tillgänglighet av effekt. Innebär att tillgänglig kapacitet i systemet över tid är större än vad den skulle varit i en energy only-marknad, eftersom det kan antas att ett politiskt mål rörande leveranssäkerhet är högre än det rena marknadsutfallet.

Kvotplikt – En komponent av systemet för elcertifikat som innebär att vissa elleverantörer och elanvändare är skyldiga att inneha elcertifikat i förhållande till sin försäljning respektive användning av el.

NordPool – Den nordiska elbörsen som etablerades 1996. Medlemsländer är Sverige, Norge, Danmark, Finland och Estland.

Spotpris – Det rörliga elpris som sätts dagligen på Nord Pool.

Effektreserv – Den svenska effektreserven består i nuläget av 660 MW produktionskapacitet och 340 MW förbrukningsreduktion. Effektreserven tas i anspråk om det med andra medel inte är möjligt att få utbud och efterfrågan att matcha varandra men ingår inte i marknaden under normala förhållanden.

Innehåll

Sammanfattning	7
1. Inledning	11
Ebens betydelse.....	11
Utgångspunkter för en effektiv energipolitik	11
Effekter av förändringar i tillgången på el.....	13
2. Perspektiv på marknadsutvecklingen	15
Politiken utgör ett ramverk för marknaden	15
Dagens marknadsmodell.....	16
Elmarknaden består av flera delar.....	16
Prisutvecklingen styrs av fundamentala faktorer.....	17
3. Styrmedel och deras påverkan på elmarknaden	19
Skatter och avgifter	19
Stöd och undantag	20
Sammanvägda effekter av ekonomiska styrmedel	21
4. Utmaningar	23
Lönsamhet en förutsättning för investeringar	23
Nya aktörer och marknader	24
Oplanerad kärnkraftsavveckling	24
5. Alternativa marknadsmodeller	27
Kapacitetsmekanismer	27
Marknadslösningar för förnybar el	29
Ett mål, ett medel.....	29
6. Samhällsekonomiska konsekvenser	31
Simuleringar av elmarknaden.....	31
Konjunkturinstitutets samhällsekonomiska modellanalys	31
Branschvisa effekter	33
7. Bilaga	34
Fotnoter	34
Referenser	34



Sammanfattning

En energiförsörjning som är samhällsekonomiskt effektiv är grundläggande för såväl svenska hushåll som för det svenska näringslivets konkurrenskraft. Olika vägval kan således få stor påverkan på svensk ekonomi som helhet. Beroende på riktning och styrka i en omställning av elproduktionssystemet till följd av ett specifikt vägval, kommer regioner med relativt stor andel energiintensiv industri påverkas mer än regioner med mindre andel elintensiv produktion.

Elmarknaden står inför en utmanande men tekniskt genomförbar förändring till ett system med väsentligt förändrad produktionsstruktur. Omställningen måste ta hänsyn till att el produceras och konsumeras i samma stund i ett fysiskt sammankopplat system och att elsystemet karaktäriseras av långa investeringscykler.

Målet för omställningen måste vara att den ska leda till ett kostnadseffektivt energisystem med bibehållen leveranstrygghet och låg miljöpåverkan.

DET SVENSKA ELSYSTEMET KAN STÖTTA BÅDE GLOBAL OMSTÄLLNING OCH SVENSK KONKURRENSKRAFT

Det svenska elsystemet stöttar svensk industris konkurrenskraft och bidrar därmed till klimateffektiv global produktion. Det svenska elsystemet är ett av världens mest hållbara med låga koldioxidutsläpp och hög grad av flexibilitet (World Energy Council, 2015). Svenska naturtillgångar ger oss utmärkta förutsättningar för

en effektiv omställning. Vattenkraften har stor betydelse som reglerkraft som kan balansera elanvändningen och annan produktion som till exempel vindkraft, sekund för sekund, minut för minut, vecka för vecka och mellan årets säsonger. Men vattenkraftens balansförmåga är naturligtvis begränsad.

REGLERING, SKATTER OCH STYRMEDEL HAR EN AVGÖRANDE PÅVERKAN PÅ TEKNISKA LÖSNINGAR, ENERGISYSTEMETS EFFEKTIVITET OCH KOSTNAD

Dagens styrmedel, som i huvudsak motiveras av klimatskäl och mål om viss mängd (eller andel) förnybar el, har haft avgörande påverkan på hur systemets sammansättning utvecklats. Det finns tydliga produktionsmål för förnybar energi men inget mål för tillgänglig och planerbar effekt. Befintliga styrmedel har genererat investeringar i icke-planerbara produktionslag, främst vindkraft. Detta har lett till att el inte nödvändigtvis produceras när vi verkligen behöver den, vilket

har lett till farhågor att systemets långsiktiga leveranssäkerhet hotas av nuvarande stödsystem.

De icke-planerbara energislagen kommer att stå för en växande del av den framtida elproduktionen. I nuläget investerar Sverige i kapacitet som leder till ett ökat överskott av el, vilket kan komma att exporteras till ett pris väsentligt under den långsiktiga produktionskostnaden för den nytillkomna produktionen. Samtidigt står kärnkraften inför ett betydande

reinvesteringsbehov. Den samlade bilden är att stödsystemet forcerar omställningen, vilket medför högre samhällskostnad. En marknadsmodell som ger långsiktiga och förutsägbara

signaler till aktörerna kan möjliggöra betydande besparingar för samhället genom att överinvesteringar i produktion, transmissionsnät och reservkapacitet undviks.

NY STRUKTUR I TILLFÖRSEL OCH ANVÄNDNING STÄLLER NYA KRAV

I och med den pågående omställningen ändras strukturen på elmarknaden. Antalet aktörer på elmarknaden har ökat sedan omregleringen. Genom att tillförsel- och användarsidor dessutom karaktäriseras av alltmer decentraliserat beslutsfattande så kan även antalet aktörer antas fortsätta öka. Detta ökar beroendet mellan systemets olika delar och behovet av koordinering dem emellan. Det råder stor enighet i sektorn om att efterfrågesidan måste få en mer aktiv roll på framtidens elmarknad. Nya tekniska lösningar

inom bland annat energilager, smarta energitjänster och förflyttning av last kommer att underlätta detta. För att elmarknadens regelverk ska ge långsiktiga signaler till kostnadseffektiva lösningar måste producenter och leverantörer ta tydligt ekonomiskt ansvar för att planera sin balans. Ett väl definierat balansansvar och väl fungerande samarbete mellan nordiska systemansvariga är viktiga områden att utveckla för att behålla en struktur som styr mot kostnadseffektiva och teknikneutrala lösningar.

FRAMTIDENS SYSTEM KAN INTE UTVECKLAS MED DAGENS REGLERING

Dagens produktionsskatter och subventionsystem styr bort från kostnadseffektiva lösningar och ökad flexibilitet. Skatter och avgiftsstrukturer som tagits fram i fiskala syften måste ses över i ljuset av dagens förutsättningar. Effektskatten på kärnkraft kan orsaka att reaktorer som tillhandahåller baskraft stängs i för tid, vilket får konsekvenser för elförsörjningen. På liknande sätt bedöms fastighetsskatten på vattenkraften i enskilda fall motverka nödvändiga förnyelseinvesteringar som behövs för att

klara framtida utmaningar. Vidare innebär dagens subventionsstruktur en snedvridning i så måtto att den gör skillnad på olika tekniker och om produktionen sker i stor eller liten skala.

För en fungerande prisbildning är det en förutsättning att alla produkter och tjänster såsom systemtjänster och flexibilitet får betalt i relation till sitt värde. Det sker om marginalprissättning tillämpas inte bara på systemtjänster utan även på systemnyttiga funktioner som idag inte prissätts.

FLEXIBLA MÅL TILLSAMMANS MED INCITAMENT TILL ÖKAD TILLGÄNGLIG EFFEKT ÄR MÖJLIGA VÄGAR MOT ETT MER ÄNDAMÅLSENLIGT STÖDSYSTEM

Dagens system med elcertifikat saknar flexibilitet, då det inte finns någon koppling till när el behöver tillföras systemet. Mer flexibla mål för förnybart som anpassas till elbehovet skulle

leda till ett mer flexibelt elsystem totalt sett. En viktig aspekt att ta hänsyn till är att eventuella stödsystem inte ska försämra leveranssäkerheten.

Tillkommande krav på miljöåtgärder som en följd av EUs ramdirektiv för vatten kommer att påverka vattenkraftens möjligheter att bidra till en effektiv omställning. Dagens vattenkraft-

system är resultatet av en avvägd planering för att hantera de behov som förutsågs vid tiden då vattenkraften byggdes. Idag är förutsättningarna annorlunda.

ETT TYDLIGT LEVERANSSÄKERHETSMÅL KRÄVS

Ett tydligt leveranssäkerhetsmål skulle skapa transparens och förutsägbarhet på vilken grund eventuellt ingripande för att säkerställa leveranstryggheten görs. Det bör kompletteras med en etablerad metod för att utvärdera om systemet klarar kraven. Den strategiska reserven fungerar väl i dagsläget, men framöver kan en alternativ kapacitetsmekanism behövas för att säkerställa leveranssäkerhet genom incitament

till förbrukningsflexibilitet, energilager och planerbar produktion.

Om samhället eftersträvar ett konkurrenskraftigt pris på el i ett internationellt perspektiv så bör det överlåtas till marknaden att hitta den mest kostnadseffektiva lösningen. Ju mer energimix och andra aspekter ska styras, desto mer behöver marknaden regleras och desto högre tenderar systemets totala kostnader att bli.

OBSERVATIONER/SLUTSATSER

Arbetsgruppens observationer och slutsatser kan sammanfattas i följande punkter:

1. Sverige har mycket hög elanvändning per capita och viktiga delar av näringslivet är för sin överlevnad beroende av elförsörjning till konkurrenskraftig kostnad.
2. Vi går från ett elproduktionssystem dominerat av stora och planerbara kraftverk till ett system med bortfallande kärnkraftblock och ökat inslag av intermittent kraftproduktion och små kraftverk.
3. Elcertifikatsystemet har varit kostnadseffektivt och bidragit till en omfattande introduktion av främst landbaserad vindkraft, vilket nu är en mogen teknik.
4. Fortsatta subventioner av förnybar kraft kommer att skapa inlåsnings effekter och snedvrider marknaden till nackdel för planerbara kraftslag som kan bidra med tillgänglig effekt vintertid. Tillsammans med

liknande stöd i andra medlemsländer kan det leda till att priset på utsläppsrätter i EU ETS inte tillåts spegla den långsiktiga marginalkostnaden för att nå klimatmålet.

5. Fortsatt användning av subventioner ökar behovet av att komplettera energy only-marknaden med en kapacitetsmekanism. Det finns flera tänkbara modeller för utformningen av en sådan, vilka alla är förknippade med för- och nackdelar samt kommer medföra en kostnad.
6. Det är kraftslagens intäkter i förhållande till kostnaderna som kommer att sätta en gräns för hur mycket sol- och vindkraft som kan produceras med lönsamhet. Den reduceras under perioder med mycket sol och/eller vind. Lagring kostar pengar, men kan sannolikt i viss utsträckning användas för att överbrygga skillnader mellan dag och natt eller mellan enstaka dygn.
7. Det svenska systemet med skatter och subventioner ger generellt stöd till icke-planerbar kraft och nettobeskattar planerbar.

8. Effektskatten utgör en omotiverad belastning som tillkom när marginalerna var stora och priset på utsläppsrätter förväntades bli högt. Samma sak gäller fastighetskatten på vattenkraft som är högre än för andra kraftslag.
9. Om ett särskilt mål om förnybar kraftproduktion önskas bör det stöd som kan behövas för att uppnå detta mål utformas så att hög tillgänglighet premieras vid tider då effektbrist kan befaras. Det finns flera möjliga sätt att förändra eller ersätta det nuvarande elcertifikatsystemet i syfte att uppnå detta. Det skulle minska behovet av att införa en kapacitetsmekanism men det är möjligt att det ändå blir tvunget att komplettera med en sådan.
10. Det krävs ett tydligt leveranssäkerhetsmål för att det ska finnas transparens och förutsägbarhet på vilken grund eventuella ingripanden för att säkerställa leveranstryggheten görs.

I. Inledning

El är en ny företeelse för människan. På mindre än två hundra år har vi genom vetenskapliga upptäckter och tekniska landvinningar gått från ett strömlöst tillstånd till ett mer eller mindre totalt elberoende. För ett land som Sverige, med naturtillgångar såsom skog och vattenkraft, har detta varit avgörande för utvecklingen från en fattig jordbruksnation till dagens moderna, välmående och högeffektiva industrination.

Arbetsgruppen för samhällsekonomi och elmarknad inom IVA-projektet Vägval el har analyserat hur olika strategier för elsystemet kan komma att avspeglas i Sveriges ekonomi och på elmarknaden. Gruppen har tittat på vilka utmaningarna är för samhället beroende på olika vägval, avvägningen mellan marknad och politik, effekter av olika typer av styrmedel och möjliga alternativ för marknadsmodell beroende på vägval. Analysen har utgått från att grundläggande principer för god och effektiv hushållning med samhällets alla resurser ska vara gällande. Som underlag och stöd till diskussioner för att nå en samlad bedömning har gruppen bland annat använt resultat från tidigare delrapporter inom Vägval el, tagit fram en specialstudie om skatter och subventioner vid elproduktion (Edfeldt & Damsgaard, 2015) samt uppdragit åt Konjunkturinstitutet att analysera de samhällsekonomiska konsekvenserna av olika vägval (Konjunkturinstitutet, 2015).

ELENS BETYDELSE

Tillgång till el till konkurrenskraftig kostnad är av central betydelse för alla länder. Sveriges nordliga läge och naturtillgångar vars utvinning och förädling kräver mycket energi gör

tillgången på el till överkomlig kostnad än viktigare. Den elintensiva industrin, skogen, gruvorna och stålet har varit, och är delvis än idag, ryggraden i den svenska ekonomin och utrikeshandeln och därmed en förutsättning för välfärden. Den svenska elintensiva industrin finns dessutom till stor del i regioner med relativt ensidig näringslivstruktur och smal arbetsmarknad. Därför har den stor betydelse sett ur såväl lokalt som regionalt perspektiv. Industrins elanvändning utgör idag knappt 40 procent av den totala elanvändningen, varav massa- och pappersindustrin svarar för nära hälften (Energimyndigheten, 2016).

Många samhällssektorer, men främst den svenska elintensiva storskaliga processindustrin, är även beroende av att elen i stort sett alltid finns tillgänglig, det vill säga hög leveranssäkerhet. Det betyder att det inte bara är av intresse att fokusera på tillgången på el över tid, utan även huruvida el finns tillgängligt i varje ögonblick. Med det elproduktionssystem vi haft har leveranssäkerhetsfrågan (tillgången på effekt) varit underordnad energifrågan. Den förändring av produktionsstrukturen som påbörjats har medfört att även frågan om effekt och tillgänglighet blivit högst aktuell.

UTGÅNGSPUNKTER FÖR EN EFFEKTIV ENERGIPOLITIK

Valet av åtgärder för att påverka elförsörjningen påverkas av målbild, kostnader, styrmedel, kundpreferenser och andra marknadsförutsättningar. För en långsiktigt hållbar och effektiv politik är det viktigt att inte frångå grundläggande principer för god hushållning med naturtillgångar, miljö och ekonomiska resurser.

En sådan grundläggande princip är att externa effekter av produktion och konsumtion som har skadliga effekter på miljö och naturresurser internaliseras i kostnaden för den aktivitet som är orsaken (Brännlund & Kriström, 2012). Vanliga metoder är tekniska krav och andra typer av regleringar samt olika typer av ekonomiska styrmedel som skatter, avgifter, subventioner, eller handel med utsläppsrätter.

Fiskala pålagor har en tendens att bli mer snedvridande, eller inte uppnå avsedd effekt, ju närmare de ligger produktionen, bland annat på grund av större substitutionsmöjligheter. Därför är det som regel bäst att så långt möjligt placera dem så de belastar slutlig konsumtion. Intermediära varor och tjänster bör således inte beskattas, eller subventioneras, av andra skäl än i syfte att internalisera kostnader eller intäkter som annars skulle förbli externa.

Subventioner (produktionsstöd, investeringsbidrag, skattelättnader, med mera) kan ur ett samhällsekonomiskt perspektiv i princip endast motiveras vid ett marknadsmisslyckande i form av en positiv extern effekt (Baumol & Oates, 1988). Exempel på sådana tillfällen är när det finns lär- och överspillningseffekter, stordriftsfördelar eller specifika hinder för marknadsintroduktion. Det är dock viktigt att vara medveten om att sådana subventioner oundvikligen skapar inlåsnings effekter som är till förmån för de tekniker som stödet omfattar och till nackdel för alternativa lösningar. Därför bör även riktade stöd vara utformade så att de är så teknikneutrala som möjligt och inte vara mer långvariga än absolut nödvändigt. Om stöd införs som en näst bästa lösning bör lagstiftaren kunna förklara varför den bästa lösningen inte ansågs framkomlig.

Elmarknaden skiljer sig från andra marknader framförallt genom att el inte kan lagras storskaligt till rimliga kostnader. Alltså måste produktion och konsumtion vara i balans i varje ögonblick. En risk med omfattande subventionering av icke-planerbar, intermittent, kraft är att planerbar kraftproduktion drivs ut från marknaden vilket kan resultera i obalanser med strömavbrott som en möjlig följd. Givet att det finns ett mål för leveranssäkerhet kan det krävas en mekanism som säkrar tillräcklig

kapacitet i systemet. Detta exemplifierar att en utgångspunkt i all politik är att antal medel måste korrespondera mot antalet mål. Finns mål om såväl viss mängd förnybart som en viss grad av leveranssäkerhet så kan inte enbart en subvention till förnybar produktion leda till uppfyllelse av båda målen. Innan ett regelverk för att säkerställa tillgång på kapacitet, en så kallad kapacitetsmekanism, övervägs kan det alltså behövas en analys av vilka drivkrafter, regler och styrmedel som ökar behovet av en sådan och vad som eventuellt kan göras för att minimera detta behov.

Beträffande subventioner av kraftproduktion är det också viktigt att analysera effekten inte bara på elpriset utan också på priset på utsläppsrätter på den europeiska marknaden för utsläppsrättigheter (EU ETS). Om fossilfri elproduktion fortsatt subventioneras utan att även målsättningen för minskade utsläpp ökas så tillåts inte den långsiktiga marginalkostnaden för att fasa ut fossil energi att slå igenom på priset inom alla sektorer som omfattas av utsläppshandelssystemet. Följden av ett artificiellt lågt pris på utsläppsrätterna blir att den rörliga kostnaden för att använda brunkol riskerar att bli lägre än den för naturgas och att investeringar i geologisk lagring av koldioxid¹ försvåras. Även flyget påverkas genom att incitamenten att bygga och använda energisnåla flygplan försvagas och introduktionen av förnybara drivmedel fördröjs. Om syftet med politiken är att minska utsläppen av växthusgaser så är EU ETS ett tillräckligt instrument. Subventioner av förnybar el innebär i detta sammanhang en fördyring av klimatpolitiken, i bästa fall en näst-bästa lösning (Bohringer, et al., 2016).

Vad gäller kärnkraften bör dess externa kostnader i första hand internaliseras genom tekniska krav. Förhållandet att ägarnas ekonomiska ansvar för följderna av en stor olycka är begränsat kan möjligen tala för att anläggningarna bör betala någon form av avgift som internaliserar kostnaden för den icke-försäkrade risken. I så fall bör avgiften snarare belasta produktionen än installerad effekt.

EFFEKTER AV FÖRÄNDRINGAR I TILLGÅNGEN PÅ EL

Stora förändringar i tillgången och kostnaden för el för företag och hushåll får olika typer av effekter på konkurrenskraft och välfärd. Högre kostnad för el leder till att resurser överförs från verksamheter med hög elintensivitet till sådana med lägre. Konsekvenserna av detta är inte nödvändigtvis väldigt stora för svensk ekonomi totalt sett, men relativt stora effekter kan förväntas både regionalt och lokalt. Hur stora dessa struktur- eller omvandlingseffekter blir beror mycket på anpassningsbarheten i ekonomin. Avgörande i detta sammanhang är svenska företags kostnadsutveckling relativt konkurrerande företag i andra länder. Högre relativ kostnadsutveckling i Sverige kan bland annat leda till att produktion flyttar från Sverige till andra länder. En svensk energi- och klimat-

politik som väsentligt avviker i ambitionsnivå från resten av världen kan innebära relativt högre energipriser, försämrade konkurrenskraft och utslagning av svensk industri, vilket i förlängningen kan påverka vår välfärd negativt. Utsläppen av växthusgaser kan också bli högre globalt sett eftersom den svenska industrin, inklusive kraftsystemet har låg koldioxidintensitet jämfört med omvärlden.

De samhällsekonomiska effekterna av olika val beror således till stor del på vilka ramvillkor som sätts vad gäller bland annat klimat, förnybart och kärnkraft, men kanske framförallt hur de ser ut relativt villkoren i andra länder. Dels länder som är en del av eller har en direkt koppling till den nordiska elmarknaden, dels länder som är konkurrenter vad gäller produktion av elintensiva produkter.



2. Perspektiv på marknadsutvecklingen

Sverige står, i likhet med stora delar av världen, inför en omställning av energisystemet, inte minst som en följd av tekniska förändringar och nya miljökrav. Nuvarande kärnkraft håller på att fasas ut, även om tidpunkten för utfasningen av de sex senast byggda reaktorerna är osäker. Huruvida bortfallet av produktionen från nuvarande kärnkraft kommer innebära mindre elanvändning, ersättas av annan elproduktion i Sverige, eller ersättas med import från andra länder beror på politiska, tekniska och marknadsmässiga faktorer. Ett rimligt antagande är att den nuvarande kärnkraften åtminstone till största delen kommer att ersättas av annan elproduktion i Sverige. Något som beskrivits av produktionsgruppen inom Vägval el (Byman, 2016). Givet att bortfall av elproduktion ersätts med ny produktion inom landet och givet de politiska vägvalen så är det lättare att föreställa sig hur ett elsystem i jämvikt kan se ut på lång sikt än hur själva omställningsprocessen ser ut. Framförallt är det svårt att uppskatta vilka kostnaderna blir på såväl kort som lång sikt.

POLITIKEN UTGÖR ETT RAMVERK FÖR MARKNADEN

En rad faktorer måste beaktas gällande konsekvenserna av en omställning, inte bara i Sverige utan även i vår omvärld. Det kan bli en stor utmaning att leva upp till de krav som ställs på elsystemet under denna förändring vad gäller försörjningstrygghet, klimat och miljö, konkurrenskraft och investeringsklimat. Oavsett komplexiteten och osäkerheterna kring alla dessa faktorer måste utgångspunkten vara att de övergripande vägvalen ska baseras på en samhällsekonomisk bedömning, och givet denna

bör politiken utformas så att sätta mål uppnås till lägsta möjliga samhällskostnad. Det innebär att det måste finnas en uppskattning av konsekvenser i form av nyttor och kostnader för de olika vägvalen.

Elmarknadens utformning och vad som ska ingå är avhängigt av vad den ska leverera. Det betyder att det politiska systemet, såväl nationellt som inom EU, måste ställa sig en rad frågor. När de är besvarade är beslutet om den principiella marknadsutformningen betydligt enklare. Den helt övergripande frågeställningen är i vilken grad politiken ska styra elmarknaden och därmed i vilken grad marknaden ska tillåtas styra energiproduktion och konsumtion. Återigen, här bör utgångspunkten vara att politiken ska styra när det är samhällsekonomiskt motiverat, exempelvis när det finns tydliga marknadsmisslyckanden. Exempel på mer specifika frågeställningar som måste besvaras utifrån ett övergripande samhällsekonomiskt perspektiv av den politiska sfären är:

- Ska det finnas ett politiskt mål för leveranssäkerhet (effektbalans)? Om så är fallet, hur långtgående ska det vara?
- Ska det finnas ett politiskt mål för andelen eller mängden förnybar elproduktion? Om så är fallet, hur stor ska andelen eller mängden vara?
- Ska det finnas ett särskilt mål för klimatutsläpp inom elsektorn?
- Ska vissa typer av teknik gynnas eller ska teknikneutralitet gälla?
- Hur mycket ska samordnas på nationell respektive regional nivå?
- Hur ska risken fördelas mellan investerare och kundkollektivet?
- Hur höga får priserna vara?

Inom var och en av dessa frågor ryms dessutom en rad mer detaljerade frågeställningar som kan behöva diskuteras innan beslut tas om vilka politiska ingripanden som bör göras på marknaden, och därmed vilken marknadsmodell som ska gälla.

DAGENS MARKNADSMODELL

Dagens svenska, eller nordiska, marknadsmodell är i huvudsak en så kallad energy only-marknad, det vill säga att endast energi prissätts. Andra tjänster, såsom effekt eller försörjningstrygghet är inte en del av marknaden. Marknadsmodellen har dock kompletterats med en effektreserv för att säkerställa leveranssäkerhet, och med ett elcertifikatssystem, gemensamt med Norge, vars syfte är att säkerställa en politiskt beslutad mängd förnybar elproduktion fram till år 2020.

En renodlad energy only-marknad är konkurrensutsatt fullt ut och elleverantörerna får endast betalt för den energi som levereras. Marknaden reglerar pris och volym utan extern påverkan, något som kan leda till stora svängningar i elpriset och eventuell kortsiktig effektbrist. På denna typ av marknad finns ingen externt bestämd nivå för leveranssäkerhet, inga bestämmelser om hur mycket kapacitet som ska finnas installerad och tillgänglig och ingen begränsning av prisnivåerna. Tillåts marknaden fungera utan ingrepp, och marknadsaktörerna också har en förväntan om detta, så kommer kortsiktiga brister med tillhörande höga priser att leda till intäkter som en investerare tar hänsyn till när beslut fattas om investeringar i ny kapacitet. Finns inte tron på att marknaden ger tillräckligt höga priser under tillräckligt lång tid från aktörernas sida, det vill säga att det föreligger en politisk och/eller kommersiell osäkerhet som bedöms vara för stor, så kan investeringar i ny kapacitet utebli, vilket leder till långsiktiga effektproblem och höga långsiktiga prisnivåer.

Finns det en önskan om en viss mängd eller marginal för kapacitet, exempelvis för att garantera en viss grad av leveranssäkerhet, kan en kapacitetsmekanism införas för att säkerställa detta (Bergman, 2016). Även då det finns en

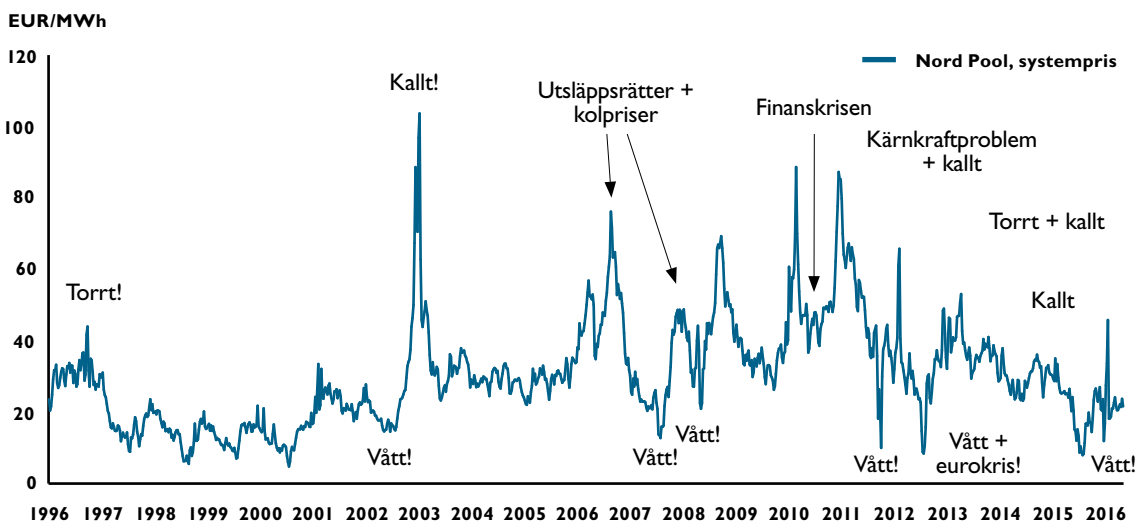
politisk osäkerhet som gör att aktörerna (investerare) inte tror att effektbrister får tillräckligt genomslag i elpriset, och därmed inte gör investeringar lönsamma, kan det finnas skäl att införa någon form av kapacitetsmekanism. Med en kapacitetsmekanism får elproducenter, lageroperatörer och flexibla förbrukare även ersättning för outnyttjad kapacitet. Investering i ny kapacitet drivs av leveranssäkerhetskravet, vilket kan leda till överinvesteringar om kravet är omotiverat högt ställt. Då kan det också bli en för samhället dyr lösning.

Sammantaget har dagens energy only-marknad fungerat bra under de förhållanden som rått med relativt liten andel icke-planerbar kraft. Den utveckling som sker, och som också kan anas framåt, med relativt hög andel icke-planerbar kraft, i kombination med avveckling av nuvarande kärnkraft, utgör dock en stor utmaning för den renodlade energy only-marknaden med stora prissvängningar och risk för effektbrist. I förlängningen kan det betyda att det behövs någon form av kapacitetsmekanism utöver eller istället för den strategiska reserv om 1 000 MW som Sverige har idag och som består av 660 MW produktionskapacitet och 340 MW förbrukningsreduktion (Svenska Kraftnät, 2015). Det bör påpekas att det svenska produktionssystemet är en del av en större integrerad marknad. Således är det svårt att med säkerhet bedöma marknadsutvecklingen, eftersom den även beror på utvecklingen av kapacitet i andra länder, samt överföringsmöjligheterna mellan länderna.

ELMARKNADEN BESTÅR AV FLERA DELAR

Sedan omregleringen 1996 bestäms priset på el i Sverige av samspelet mellan utbud och efterfrågan. Elmarknaden är komplex i så måtto att den består av flera delar, eller delmarknader, vars samverkan sammantaget bestämmer det pris elkonsumenten slutligen får betala. Den första delmarknaden är själva kraftmarknaden medan den andra delmarknaden är elleveransmarknaden, eller återförsäljarmarknaden. Den tredje delmarknaden som är av betydelse är

Figur 1: Genomsnittligt veckopris (systempris) på Nord Pool Spot sedan 1996.
Källa, grafik och kommentarer: Svensk Energi



marknaden för elcertifikat, som har en direkt påverkan på det pris som elkonsumenten slutligen får betala. Även EU-ETS kan läggas till eftersom den har en indirekt effekt på elpriset på den nordiska marknaden. Denna effekt uppstår genom att EU ETS påverkar priset på fossila bränslen som används för att producera el i vissa länder inom det Nordiska marknadsområdet, samt på närliggande marknader kopplade till den nordiska elmarknaden. Den generella benämningen elpris brukar även omfatta nätavgiften, det vill säga kostnaden för överföring av el. Marknaden för elöverföring är reglerad och består av två delar; dels stamnätet som ägs av staten via Svenska Kraftnät, dels de regionala och lokala näten som ägs och drivs av privata, statliga eller kommunala aktörer.

PRISUTVECKLINGEN STYRS AV FUNDAMENTALA FAKTORER

På den nordiska elmarknaden är nederbörden en viktig faktor för prisbildningen. Det förekommer stora skillnader mellan åren och det finns

ingen uppenbar långsiktig trend i systempriset.² Variationen i systempriset kan också variera påtagligt från månad till månad.

Förklaringar till den prisutveckling på råkraften vi sett sedan omregleringen 1996 är direkt kopplade till förändringar i efterfrågan och utbud av el. De ökade priserna 2000 och 2011 kan inte minst kopplas till en mindre tillgänglig (och dyrare) produktionskapacitet, till exempel en lägre produktion från kärnkraften samt ett högre kolpris under denna period (Brännlund, et al., 2012).

År 2003 infördes kvotplikt på förnybar el med tillhörande elcertifikatmarknad, vilket direkt påverkade konsumentpriset uppåt. Det har dock även viss dämpande effekt på råkraftpriset eftersom ny produktion tillförs systemet. EU ETS kan också ha bidragit till högre elpriser under senare år.

Figur 1 visar det genomsnittliga veckopriset på Nord Pool Spot sedan 1996 och illustrerar väl hur skillnader i underliggande fundamentala faktorer påverkar prisutvecklingen. I och med detta är det inte helt enkelt att jämföra elpriser över tiden.

Mellan 2010–2015 sjönk de svenska råkraftspriserna med 65 procent (Hirth, 2016). Förklaringen till detta går att finna i förändringar i såväl efterfrågan som utbud av el. Efterfrågan på el har minskat efter 2010, dels på grund av minskad ekonomisk tillväxt och dels på grund av mildare vintrar. På utbudssidan är det åtminstone två faktorer som bidragit till prisnedgången. Den första är priset på fossila bränslen som i sin tur är kopplat till lägre ekonomisk tillväxt och skiffergasrevolutionen. Den andra faktorn är att tillgången, eller utbudet, på el har ökat, delvis som en följd av stöd till förnyelsebar el. Till dessa faktorer ska läggas ett lägre pris på utsläppsrätter, vilket till stor del är en följd av minskad efterfrågan på utsläppsrätter på grund av lägre ekonomisk tillväxt.

Vilken eller vilka av dessa faktorer som varit mest betydelsefulla för det prisfall vi sett de senaste åren går inte entydigt att fastställa med den kunskap vi har just nu. Vissa studier pekar på att priset på fossila bränslen har haft störst betydelse (Sweco, 2016), medan andra pekar på att ökat utbud av förnyelsebar el har varit starkt bidragande (Ketterer, 2014) (Hirth, 2016). Förklaringen till det senare är helt enkelt att subventionerna av kraftproduktion med låga rörliga kostnader trängt undan kolbaserad produktion som därför inte varit prissättande under lika stor andel av årets timmar. Här kan nämnas att under perioden 2010 till 2015 har vindkraftproduktionen i Sverige ökat med 12 TWh och elanvändningen minskat med 13 TWh.

3. Styrmedel och deras påverkan på elmarknaden

Utöver fundamentala faktorer som nederbörd, temperatur och konjunkturläge, påverkas den svenska elmarknaden av ett flertal åtgärder som översiktligt kan delas upp i skatter och avgifter samt subventioner och undantag. Båda kategorierna påverkar elmarknaden såväl kortsiktigt som långsiktigt. Subventioner och undantag leder kortsiktigt till lägre elpriser i och med att de medför ökad tillförsel och tillgång på el. På lång sikt leder det dock inte nödvändigtvis till lägre elpris, bland annat beroende på förändrade incitamentstrukturer för investeringar, vilket även kan påverka leveranssäkerheten. Variationen i produktion ökar också över tid, vilket i sin tur leder till högre prisvolatilitet (Green & Vasilikos, 2010). Dessa effekter av subventioner får vägas mot de som orsakas av skatter som hämmar produktion och därmed är prisdrivande.

Styrmedel kan även få mer eller mindre oförutsedda följeffekter vilka i sin tur kan föranleda ytterligare åtgärder. Det resulterar i en komplex struktur (Tabell 1 och Tabell 2) av åtgärder med tidvis väldigt stora och potentiellt snedvridande effekter. Inom projektet Vägval el har specialstudien *Skatter och subventioner vid elproduktion* tagits fram för att belysa nuläget vad gäller styrmedel. (Edfeldt & Damsgaard, 2015)

SKATTER OCH AVGIFTER

Fastighetsskatten påverkar inte produktionen kortsiktigt eftersom den är produktionsoberoende. Däremot har den betydelse på längre sikt då den påverkar lönsamhet och därmed investeringsbeslut.

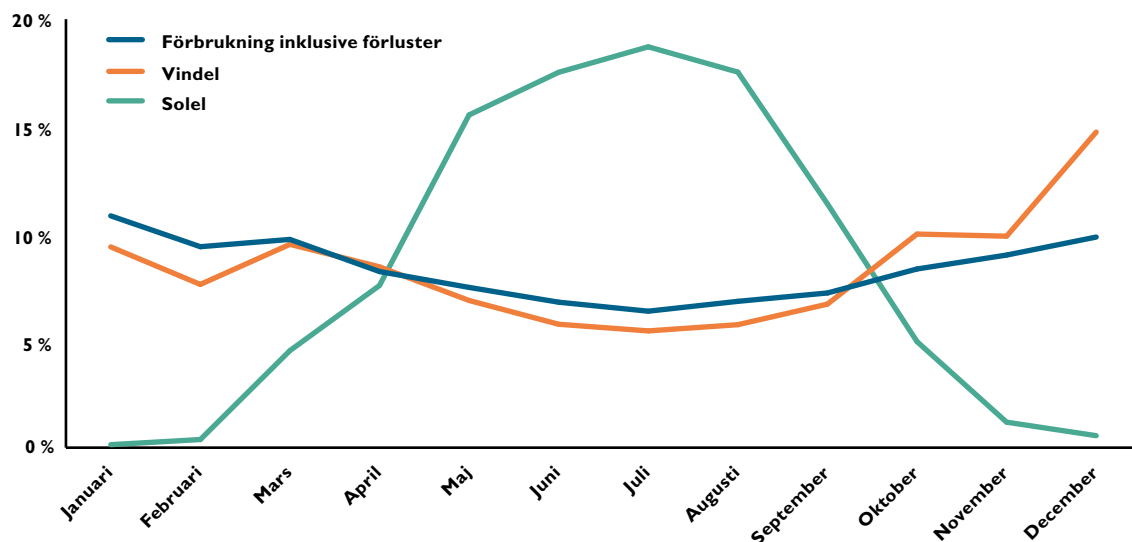
Tabell 1: Översikt olika ekonomiska styrmedel på elproduktion

	Fastighetsskatt	Effekt-skatt	EU ETS	Koldioxid-skatt	Kväve-oxid-avgift	Svavel-skatt	Invest. stöd	Elcertifikat	Undantag konsum. skatt.
Vatten	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Vind	X	-	-	-	-	-	-	X	X
Sol	X	-	-	-	-	-	X	X	X
Kärnkraft	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Biokraft	X	-	-	-	X	-	-	X	-
Avfall	X	-	X	-	X	-	-	-	-
Fossil	X	-	X	X	X	X	-	-	-
Torv	X	-	X	-	X	X	-	X	-

Tabell 2: Översikt ekonomiska styrmedel på elanvändning

	Energiskatt	Elcertifikat/kvotplikt	Moms
Tillverkande industri	-	-	-
Övriga användare	X	X	X

Figur 2: Variation i elanvändning respektive sol- och vindkraftproduktion per månad 2013–2015 (månadens genomsnittliga andel av årets total). Källa: SvK, ÅF



Kärnkraft är belagd med en effektskatt som inte heller påverkar den kortsiktiga (rörliga) kostnaden. Däremot påverkar skatten lönsamheten och därmed incitamenten till ny- och återinvesteringar. Även avveckling i förtid kan bli aktuell vilket kan leda till högre elpriser och, om kärnkraften ersätts med en stor andel sol och vind, större prisvariationer.

Fossila kraftslag omfattas av EU ETS vilket påverkar kostnaden för elproduktion i dessa anläggningar. Ökade kostnader för utsläppsrätter leder till högre elpriser, vilket är positivt för utbyggnad av förnybar kraftproduktion. Idag är dock priset på utsläppsrätter lågt och har därmed liten påverkan.

STÖD OCH UNDANTAG

Intresset för solceller stärks av investeringsstöd, energiskattebefrielse och elcertifikat. Stödet har en start-stop-problematik eftersom det inte är säkert om intresset för investeringar kommer bestå när stödet tas bort. Det finns inte heller något som säkerställer att solceller placeras där de producerar mest energi eller gör mest nytta.

Elcertifikaten, införda 2003, har medverkat till utbyggnad av främst vindkraft och biokraft och till att dessa tekniker är mer mogna idag. Kvotplikten, vilken innebär att en viss andel nyproduktion tillförs systemet, garanterar visserligen måluppfyllelse, men eftersom målet är satt

på årsbasis erhåller producenten samma mängd certifikat oavsett om det råder brist eller över-skott på el när den produceras.

Utformningen av undantag från konsumtionsskatt för egen produktion leder i sin tur till snedvridande effekter. Det är dock sannolikt att dagens regler samordnas med de generella reglerna för skattefrihet för småskalig egenproducerad el under 2016.

Det finns en variation över året såväl för elkonsumtionen som för produktionen i olika typer av icke-planerbara kraftverk. Figur 2 illustrerar detta för 2013–2015 genom att visa hur stor procentuell andel av årets totala efterfrågan på el respektive produktion av el i sol- och vindkraftverk som kan hänföras till olika månader i genomsnitt. Vindkraften, trots dess intermitteranta produktion, har betydligt bättre tidsmässig samvariation med efterfrågan än solelen. Varför just småskalig egenproducerad el, som oftast är solkraft, är undantagen energiskatt är inte själv-

klart ur ett samhällsekonomiskt perspektiv i och med att Sverige har förbrukningstoppar under vinterhalvåret, medan solkraft producerar bäst sommartid.

SAMMANVÄGDA EFFEKTER AV EKONOMISKA STYRMEDEL

Figur 3 sammanfattar effekter på olika produktionsslag av nuvarande skatte- och subventions-system. Som Figur 3 visar skiljer sig effekterna åt avsevärt mellan de olika åtgärderna när de uttrycks i öre/kWh. Själva strukturen på incitamenten skiljer sig även mellan kraftslagen, där vissa berörs endast av en åtgärd medan andra påverkas av upp till fyra.

Störst sammantaget stöd får solkraft. Beroende på om det är storskaligt eller småskaligt och på om elen används av producenten själv eller matas ut på nätet får detta kraftslag ett stöd

Figur 3: Översikt ekonomiska styrmedel på elanvändning. Källa: Edfeldt & Damsgaard, 2015



på mellan 25–111 öre/kWh. Nästa kraftslag är vindkraft där storskaliga egenanvändare erhåller stöd på 45 öre/kWh medan småskaliga uppstår 4 öre/kWh mer. I spannet 7–19 öre/kWh återfinns småskalig vattenkraft, bio- och torveldad kraftvärme samt kommersiell vindkraft. Övriga kraftslag har en nettoskatt. Storskalig vattenkraft och kärnkraft har en nettoskatt på 9 respektive 8 öre/kWh. Kraftvärme baserad på olja, kol, gas och avfall har nettoskatter på mellan 2–4 öre/kWh.

Sammantaget kan det konstateras att det finns ett stort antal åtgärder som påverkar elmarknaden och kraftsystemet. Dessutom finns det stora skillnader i nettobeskattning, dels mellan olika typer av kraftslag, dels beroende på vem som producerar elen. Givet de mål som finns för förnybar elproduktion är det motiverat att skilja mellan förnybart och icke-förnybart.

Vad som däremot inte kan motiveras är de stora skillnaderna i subventioner mellan olika typer av förnybart. Det finns inga specifika mål för olika typer av förnybart, inte heller för små- respektive storskalig produktion. Det betyder att dagens subventionsstruktur är snedvridande vad gäller teknikval och val av skala på produktionen. Detta i sin tur innebär att förnybarhetsmålet inte nås till lägsta möjliga kostnad ifall det inte finns positiva externa effekter förknippade med att stödja en viss typ av teknik (Sandén & Azar, 2005). Existerar sådana i form av exempelvis överspillnings- och läreffekter så måste de dock kunna påvisas och kvantifieras för att kunna motiveras. Det finns inte heller några skäl att tro att den typen av effekter skulle vara något unikt inom energiområdet (Konjunkturinstitutet, 2015).

4. Utmaningar

Olika politiska vägval kommer oundvikligen att få mer eller mindre utmanande konsekvenser. Arbetsgruppens samlade bedömning är att det paradigmskifte vi ser framför oss innebär att de stora kärnkraftsblocken successivt ersätts av mindre produktionsanläggningar med ett stort inslag av intermitterent kraft. Flertalet av de nya kraftverken skulle vid dagens produktionskostnader och elpris inte byggas utan statligt stöd. Detta innebär en stor utmaning genom att subventioneringen kan komma att medverka till stora effektobalanser till följd av att den nya elproduktionen inte nödvändigtvis kommer att vara tillgänglig när den bäst behövs. Den befintliga vattenkraften kommer däremot fortsatt ha stor betydelse både som basproduktion och för korttidsreglering, men den har sina begränsningar.

LÖNSAMHET EN FÖRUTSÄTTNING FÖR INVESTERINGAR

För att någon ska vilja driva befintlig eller investera i ny kraftproduktion måste det finnas en förväntan om att anläggningen över sin ekonomiska livslängd ska täcka kostnaderna samt ge rimlig avkastning på investeringen. Om elpriset stundtals ligger långt under den faktiska produktionskostnaden, inklusive kapitalkostnaden, så behöver det vägas upp för att kalkylen ska gå ihop. Det kan vara ett högre elpris under andra delar av året, intjäning från andra marknader utöver den rena energimarknaden, eller en kombination.

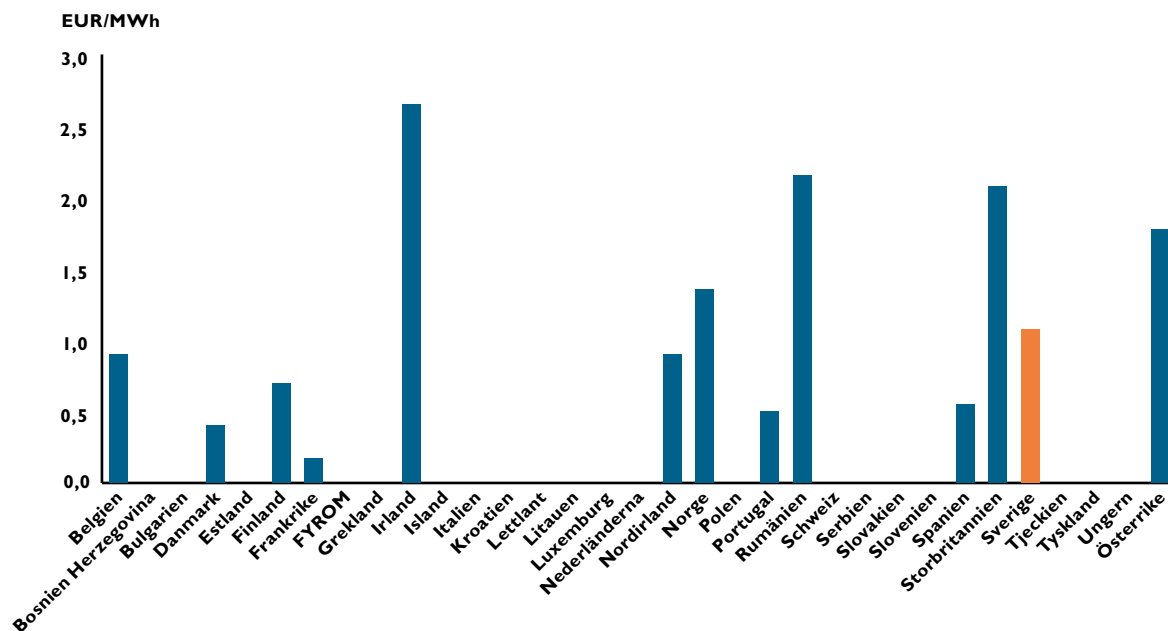
Vindkraft och solet skiljer sig från övriga tekniker för kraftproduktion genom att produktionen dels inte är planerbar, dels producerar under totalt sett mycket färre timmar per år, även om teknologin för att producera sol- och vindel blivit effektivare. För produktion av en given energi-

mängd krävs därför en mycket större installerad effekt i sol- och vindkraftverk än i vatten- och värmekraftverk. När solen flödar eller vinden friskar i samtidigt över stora delar av landet kan kraftutbudet bli mycket stort och därmed pressa ner elpriset. Sker detta under sommarhalvåret då efterfrågan är mycket lägre än på vintern kan elpriserna bli mycket låga – kanske negativa – om intermitterent kraft med tiden kommer utgöra en mycket stor andel av kraftsystemet.

Den intermittenta kraftens lönsamhet kan förbättras om energin kan lagras i någon form till tidpunkter då brist på effekt ger högre elpriser. För att det ska vara ekonomiskt fördelaktigt att lagra energin får den tillkommande kostnaden för lager och den eventuella omvandlingen till ett bränsle inte vara högre än att den kan uppvägas av fördelen att kunna sälja energin vid en tidpunkt då priset är högre. För att till exempel produktion av vätgas genom elektrolys ska bli en kommersiell framgång krävs lönsamhet både för den som investerar i ytterligare intermitterent kraftproduktion, när utbudet redan pressar priserna, och för den som behöver ett lågt elpris under en betydande del av året för att klara kostnaden för att producera och lagra gasen för senare bruk. Frågan är i vilken utsträckning de båda affärsmodellerna är förenliga med varandra.

Det faktiska utrymmet och lönsamheten hos olika kraftslag påverkas inte bara av produktionskostnader och priser utan även i betydande grad av skatter och andra styrmedel, såväl ekonomiska som administrativa. De för elmarknaden viktigaste ekonomiska styrmedlen är elcertifikatsystemet, EU ETS, olika former av bidrag till utbyggnad av solet, undantag för egenproducerad el samt de fiskala skatter som belastar kärnkraft och vattenkraft. Därtill har punktskatten på el viss betydelse eftersom den

Figur 4: Producenters nätavgifter i Europa 2013. Källa: ENTSO-E, 2014



belastar konsumtionen, vilket ger incitament till effektivisering och därmed minskad konsumtion med lägre pris på el som följd.

Lönsamheten för en kraftproduktionsanläggning påverkas också av kostnaderna för nätet i form av anslutningsavgifter och inmatningstariffer. De svenska producenterna hade 2013 Europas sjätte högsta inmatningstariffer (Figur 4). Detta sänker lönsamheten och försämrar den internationella konkurrenskraften.

NYA AKTÖRER OCH MARKNADER

Tidigare har nästan all kraftproduktion i Sverige skett i stora anläggningar ägda av stora kraftbolag, kommuner eller processindustrier. I takt med att befintliga kärnkraftsblock stängs och andelen intermittent kraft växer kommer sannolikt mindre producenters andel av marknaden successivt öka.

Enskilda hushåll, bostadsrättsföreningar och

andra konsumenter kan förväntas bli elproducenter i växande utsträckning och då främst för egen förbrukning. Denna nya kategori betecknas ibland som prosumenter. Den som i liten skala producerar för eget bruk slipper elskatten och den rörliga nätkostnaden, samt momsen på dem, för den del som förbrukas internt. Det gör att prosumenter, allt annat lika, kan uppnå lönsamhet tidigare än de som producerar solkraft för leverans till andra kunder.

OPLANERAD KÄRNKRAFTS- AVVECKLING

Kärnkraftverkens ägare har beslutat att stänga de fyra minst lönsamma blocken under de närmaste åren. Takten i den fortsatta nedläggningen av gamla reaktorer påverkas främst av det framtida genomsnittliga elpriset i förhållande till kostnaderna. Aggregaten drivs året runt och påverkas av konkurrensen från subventionerad

förnybar produktion, som har dels lägre rörliga kostnader, dels en kompletterande intäkt från försäljning av elcertifikat. Kärnkraften har en viss fördel av höga elpriser under perioder med effektbrist, som dock inte förekommit på elmarknaden under flera år, men samtidigt en hög andel fasta kostnader som måste täckas över hela året. Lönsamheten påverkas också av effektskatten som motsvarar cirka 8 öre per producerad kWh samt av kostnader för re-investeringar som krävs för att kraftverken ska klara de skärpta säkerhetskrav som blev en följd av olyckan i Fukushima.

Eftersom de återstående sex reaktorerna sammantaget har en årlig produktionskapacitet på cirka 55 TWh kan en snabb stängning av dem få betydande konsekvenser för Sveriges elförsörj-

ning, framförallt vintertid och under perioder med låg vindkraftproduktion. Även om marknaden förvarnas om stängning av ytterligare aggregat kan omställningstiden bli för kort med tanke på ledtiderna för utbyggnad av ersättande kraftproduktion och/eller åtgärder på konsumtionssidan. Situationen kan bli särskilt allvarlig om något av de större kärnkraftblocken stängs utan förvarning. Det kan till exempel handla om skador som kostar så mycket att åtgärda att ägaren föredrar att stänga reaktorn. En stängning av flera ytterligare reaktorer utan att kapacitet av likvärdig planerbarhet tillkommer kan leda till tidvis mycket höga elpriser och i värsta fall ransonering och större risk för återkommande strömavbrott.



0.23%

2.63%

4.27%

6.60%

3.56%

6.46%

4.15%

0.0483

1.2191

1.3069

1.2258

0.0070

0.0100

0.0108

5. Alternativa marknadsmodeller

Val av marknadsmodell handlar om vilka spelregler som ska gälla på en marknad för att sälja och köpa varor och tjänster. Den nuvarande osäkerheten om roller och ansvar på elmarknaden beror delvis på att kraftsystemet vid tidpunkten för elmarknadsreformen 1996 bedömdes som färdigbyggt och att alla större investeringar var gjorda. Rollerna i den nya elmarknaden skapades således för ett färdigt kraftsystem som skulle drivas i en effektiv förvaltning och inte för den stora omställning av kraftsystemet som vi nu ser framför oss (Svenska Kraftnät, 2015).

Det finns en rad olika faktorer som ur politisk synvinkel kan påverkas med hjälp av marknadsmodell:

- Klimatutsläpp
- Andel förnybar elproduktion
- Energieffektivisering
- Förbrukningsflexibilitet och lagring
- Förutsättningar för prosumenter
- Förmögenhetsfördelning
- Leveranssäkerhet och leveranskvalitet
- Grad av export/import
- Investeringsklimat för olika aktörer

Utöver nationella överväganden påverkas den svenska energipolitiken även av hur andra länder agerar, av den gemensamma EU-politiken samt av globala avtal, inte minst vad gäller klimatet. Marknadsmodell är meningsfullt att diskutera först när det politiskt lagts fast vilka faktorer som politiken vill påverka och vilka faktorer som lämnas åt marknaden att hantera. Utgångspunkten bör dock vara att modellen

ska understödja en samhällsekonomisk effektiv resursallokering.

Ur samhällsekonomisk synvinkel är det viktigt att utvecklingen baseras på en fungerande regional marknad, som inte utsätts för olika typer av icke marknadsbaserade ingrepp som saknar grund i något marknadsmisslyckande. Det är också den inriktning som har lagts fast i EUs statstödsregler. En fungerande marknadslösning kan vara uppbyggd på många olika sätt. En ytterlighet är en ren energimarknad där marknaden själv utvecklar hur väl kriterierna för försörjningstrygghet, klimat och miljö, konkurrenskraft och investeringsklimat uppfylls. Den andra ytterligheten är att ett offentligt organ eller en myndighet centralt planerar hur elsystemet ska utvecklas och organiserar marknader för att uppfylla planen. Mellan dessa ytterligheter finns ett stort antal alternativa lösningar.

KAPACITETSMEKANISMER

På kontinenten, framförallt i Tyskland, har de omfattande subventionerna till förnybar elproduktion bidragit till bristande lönsamhet i fossilbaserad kraftproduktion genom kortare drifttimmar och lägre priser. Som en konsekvens befaras stängning av ett stort antal kraftverk, varför en diskussion om kapacitetsmekanismer har aktualiserats som en lösning för att behålla planerbar kraftproduktion på marknaden i en situation med allt högre andel sol- och vindkraft i systemet.

Kapacitetsmekanismer har hittills varit ovanliga i Europa, medan de har varit vanligare i

Tabell 3: Indelning av kapacitetsmekanismer. Källa: ACER, 2013

Kapacitetsmekanismer				
Volymbaserade				Prisbaserade
Specifika	Marknadstäckande			
Strategisk reserv	Kapacitetskrav	Kapacitetsauktion	Tillförlitlighetsoption	Kapacitetsbetalning

exempelvis USA (Klomp, 2016). I Sverige har systemet med balansansvariga fungerat väl genom att systemet har haft kärnkraft i botten och vattenkraft för att hantera effekttoppar. Men nu förändras förutsättningarna. Det finns stor variation timme för timme för såväl vind- som solkraft och betydelsen av denna variation vad gäller prisvolatilitet och leveranssäkerhet ökar med stigande andel icke-planerbar kraft i produktionssystemet.

För att säkerställa leveranssäkerhet, det vill säga viss tillgänglighet av effekt, kan en kapacitetsmekanism införas. En kapacitetsmekanism innebär att tillgänglig kapacitet i systemet över tid är större än vad den skulle varit i en energy only-marknad, eftersom det kan antas att ett politiskt mål rörande leveranssäkerhet är högre än det rena marknadsutfallet.

Något som bör tas i beaktande är det faktum att erfarenheterna av avreglerade elmarknader är begränsade eftersom ingen avreglerad marknad genomgått en komplett investeringscykel. Forskning tyder dock på att minskad reglering leder till ett cykliskt beteende vad gäller investeringar i produktionsapparaten så att normalläget kommer vara antingen ett överskott eller ett underskott på effekt (Arango & Larsen, 2011). Möjliga orsaker till denna fluktuation kan vara långa ledder och investeringar med lång livstid samt att det sker överinvesteringar när elpriset har nått till en viss nivå, vilket trycker ner priserna under jämviktsnivån (Arango, 2006). Den här typen av investeringsmönster är vanlig på många marknader.

Kapacitetsmekanismer kan delas in i olika typer eller kategorier. I tabell 3 visas en vanlig kategorisering (ACER, 2013).

Kapacitetsmekanismer kan delas in i två

huvudkategorier: Volymbaserade och prisbaserade. *Volymbaserade mekanismer* innebär direkt reglering där en extern part fastställer den mängd kapacitet som ska finnas tillgänglig. Det finns olika metoder att säkerställa detta. *Prisbaserade mekanismer* innebär indirekt reglering, där priset som erbjuds för att tillhandahålla kapacitet etableras av en extern part medan marknaden avgör hur mycket kapacitet detta pris leder till.

En central skillnad mellan en strategisk reserv och övriga kapacitetsmekanismer är påverkan på spotpriset. Resurserna i den svenska effektreserven, vilken är ett exempel på en strategisk reserv, bjuds endast in till marknaden då det finns en risk att det inte kan nås ett pris kryss på spotmarknaden, eller att det finns risk för bortkoppling av förbrukning i reglermarknaden, till ett pris som är högre än det sista kommersiella budet och på så sätt minimeras påverkan på marknadspriset. I övriga modeller kan anläggningsägarna fritt bjuda in resurserna till marknaden, vilket har en prisdämpande effekt.

Eftersom alla former av kapacitetsmekanismer innebär att mer kapacitet hålls tillgänglig över tid än utan kapacitetsmekanism, blir konsekvensen en högre systemkostnad som i slutändan betalas av elkonsumenterna. Samtidigt skulle den samhällsekonomiska kostnaden dock kunna bli ännu högre om en ren energimarknad leder till ransonering eftersom det kan påverka övriga verksamheter, arbetstillfällen med mera. Vid utformningen av en eventuell kapacitetsmekanism (framförallt vad gäller dess storlek) måste den ökade systemkostnaden vägas mot värdet av att undvika eventuella effektbrister, såväl kortsiktigt som långsiktigt.

MARKNADSLÖSNINGAR FÖR FÖRNYBAR EL

På en ren energy only-marknad utan några regleringar eller stöd till förnybara energikällor tillkommer sådana i produktionssystemet endast i den utsträckning de är konkurrenskraftiga på egna meriter. Det blir alltså inte möjligt att styra andelen förnybart politiskt. Denna typ av marknad innebär också att all investeringsrisk tas av investerare och ger den över tid lägsta kostnaden för konsumenterna. Å andra sidan kan prissvängningarna bli avsevärda när efterfrågan på effekt blir mycket stor eller mycket liten.

Dagens elcertifikatsystem syftar enbart till att tillföra en viss energivolym till lägsta möjliga kostnad. En bieffekt av detta är att tillförseln av el inte nödvändigtvis sker när den behövs, och att leveranssäkerheten därmed påverkas negativt. Givet ett mål för förnybar el så finns åtminstone tre alternativ till dagens certifikatsystem som på ett bättre sätt matchar tillförsel och behov:

- Det första alternativet är att subventionera tillgänglig effekt, främst vintertid, snarare än produktionsmängd.
- Ett andra alternativ är att ersätta certifikatsystemet med ett auktionssystem för förnybar energi.
- Ett tredje alternativ är att ersätta certifikatsystemet med ett prisbaserat system, liknande inmatningstariffer där prispremien för förnybart är proportionellt till elpriset. Detta tredje alternativ skulle således innebära en låg prispremie i perioder med låg efterfrågan och lågt elpris, och vice versa.

Det första alternativet, att subventionera tillgänglig effekt vintertid, innebär att kapacitet som är reglerbar premieras relativt sådan som inte är det. En nackdel är att marknadsläget – tillgång och efterfrågan – inte får fullt genomslag. Exempelvis premieras kapacitet en varm vinterdag lika mycket som en kall.

Genom auktionsförfarande för förnybar energi eller kapacitet (antingen mwh eller mw) är

det bland annat möjligt att planera årlig tillväxt av förnybar elproduktion. Skillnaden med auktion i förhållande till dagens system är att intäkterna är säkra innan investeringsbesluten fattas, vilket leder till ett bättre investeringsklimat då risken reduceras. För kunderna blir dock priset högre över tid i och med att investeringsrisken i högre grad bärs av kundkollektivet (Noothout, 2016).

En subvention i enlighet med det tredje alternativet innebär att förnybara kraftslag som i större grad är reglerbara, exempelvis biokraft, gynnas relativt dagens elcertifikatsystem. Såttillvida har detta alternativ stora likheter med det första alternativet. Skillnaden är framförallt att detta alternativ är marknadsbaserat genom att priset antas skicka korrekt signal om tillgång och efterfrågan till marknadsaktörerna. En möjlig nackdel med det tredje alternativet är att om målet för förnybart sätts i termer av mängd energi (eller som en andel) på årlig basis finns risk att målet överskrids eller underskrids enstaka år. Ett fjärde alternativ, som även garanterar målpuppfyllelse vad gäller förnybart, vore ett hybridsystem som både är volym- och prisbaserat, exempelvis en kombination av det andra och tredje alternativet.

Dessa alternativa modeller skulle inte fullt ut kunna ersätta en kapacitetsmekanism, men de skulle mildra den målkonflikt som nu finns mellan mängd förnybar el och leveranssäkerhet. Därmed skulle de förmodligen innebära lägre samhällsekonomiska kostnader totalt sett jämfört med dagens system. Dagens elcertifikatsystem har hamnat i fokus mycket på grund av att många menar att leveranssäkerheten hotas till följd av utbyggnaden av icke-planerbar kraft. Detta illustrerar problemet med två mål, men endast ett medel. Frångås principen om ”ett mål, ett medel” är risken stor att det skapas ett behov av kompletterande åtgärder, som i förlängningen leder till ett lapptäcke av regleringar.

ETT MÅL, ETT MEDEL

Det finns inget självändamål med att ha många styrmedel, men en grundregel i utformning av

marknadsmodell och styrmedel är att antal medel måste vara minst lika många som målen. Vilket till exempel illustreras i Konjunkturinstitutets rapport om interaktion mellan de klimat- och energipolitiska målen. (Björnerstedt, 2013) Det betyder exempelvis att om politiken sätter mål både vad gäller produktion av förnybar el och en viss grad av leveranssäkerhet så måste det finnas åtminstone två medel. Elcertifikat, exempelvis, är en del i en marknadsmodell för att säkerställa att målet om förnybart nås. Men det kan inte samtidigt säkerställa ett mål om leveranssäkerhet. För att nå ett sådant mål behövs ytterligare ett medel, någon form av kapacitetsmekanism. I detta exempel är det dessutom så att det föreligger en målkonflikt i så måtto att förnybarhetsmålet försvårar, eller gör det kostsammare, att nå ett leveranssäker-

hetsmål. Styrmedel kan dock utformas så att målkonflikten mildras. Det tredje alternativet i 5.2 är ett exempel på det.

Det omvända gäller naturligtvis också. En marknadsmodell som kompletterar rådande energy only-marknad i kapacitetsdimensionen, kan inte förväntas uppfylla krav i andra dimensioner, exempelvis andel eller mängd förnybar elproduktion. Vid krav på både politisk kontroll av mängd förnybar el och kapacitet måste marknadsmodellen alltså inkludera ett medel för vardera. En kapacitetsmekanism, hur den än utformas, ökar dock systemkostnaden för konsumenten. Så länge energy only-marknaden inte leder till ransonering, så det är inte givet att nyttan av den över tid överstiger dess kostnad.

6. Samhällsekonomiska konsekvenser

För att belysa makroekonomiska effekter av en förändrad produktionsstruktur har arbetsgruppen valt att undersöka vad de övergripande samhällsekonomiska konsekvenserna blir för olika nivåer på förnybar kraftproduktion, med fokus på andelen vindkraft. För att belysa detta har Vägval el låtit Konjunkturinstitutet analysera de makroekonomiska effekterna av olika vägval med hjälp av allmänjämviktsmodellen EMEC. Dessa beräkningar utgår från två jämviktslägen vid olika tidpunkter (2015 och 2030). Hur vägen mellan jämviktslägena ser ut och vilka konsekvenser och anpassningskostnader som är förknippat med detta beräknas inte.

SIMULERINGAR AV ELMARKNADEN

EMEC är en allmänjämviktsmodell över svensk ekonomi. Denna typ av modell beskriver svensk ekonomi på en aggregerad nivå och elproduktionen beskrivs som en produktionsbransch bland flera. Modellen kan dock inte visa hur förändringen i elproduktionsteknik kommer att påverka elpriset. Som underlag har Sweco, med hjälp av elmarknadsmodellen Apollo, därför tagit fram hur elpriset påverkas av olika mängd icke-planerbar kraft i systemet, representerad av vindkraft. I scenariot med högst andel förnyelsebar elproduktion är elpriset cirka nio procent lägre än i referensscenariot. De övergripande effekterna är att prisvolatiliteten ökar och vindkraftens lönsamhet eroderas i takt med att mer vindkraft fasas in i det nordiska energisystemet (Konjunkturinstitutet, 2015).

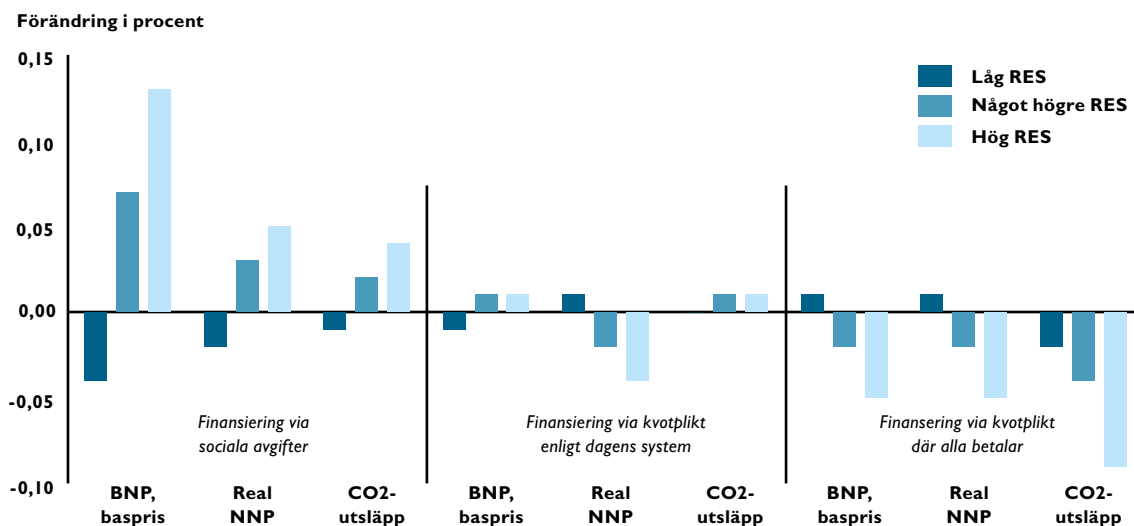
KONJUNKTURINSTITUTETS SAMHÄLLSEKONOMISKA MODELLANALYS

Konjunkturinstitutets analys visar att de samhällsekonomiska effekterna på makronivå av förändrade elpriser till följd av den förändring i produktionsstruktur som antas är mycket små på lång sikt. Figur 5 visar förändringarna i procent jämfört med referensscenariot. I de flesta fallen rör sig förändringarna på klart tiondelar av en procent. Att effekterna blir relativt små beror framförallt på kombinationen av en relativt liten prisförändring med en relativt prisokänslig efterfrågan. Tre varianter av olika finansieringslösningar för ökad andel förnybart utvärderades:

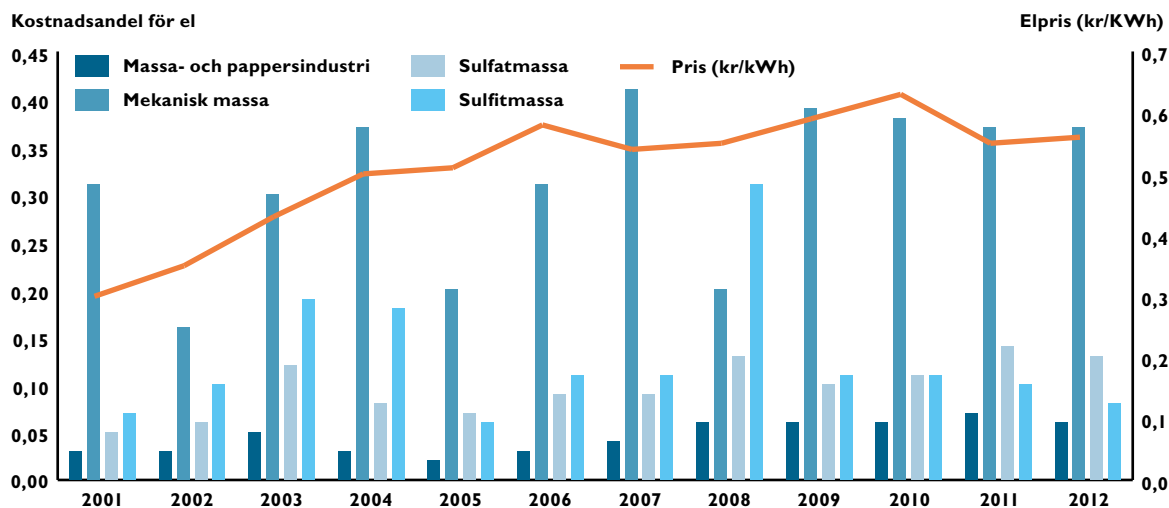
- Statens ökade utgifter på grund av subventioner till elproduktion finansieras via höjd skatt på arbete.
- Subventionen till elproducenterna finansieras via en avgift på el för kvotpliktiga (hushåll, servicebranscher och icke-energiintensiv industri).
- Subventionen till elproducenterna finansieras via en avgift på el för alla elanvändare.

Modellsimuleringarna visar på en något högre nettonationalprodukt (NNP)⁴ jämfört med referensfallet om subventionen av den förnybara elproduktionen sker genom ökade sociala avgifter på arbete. Det förklaras av att alla aktörer då får möta ett lägre elpris medan priset på arbete ökar. Detta gynnar produktionen av varor i jämförelse med produktion av tjänster vilket medför högre produktivitet i näringslivet som helhet som uppväger den negativa effekt som fås på arbetsutbudet.

Figur 5: Makroekonomiska effekter, förändring i procent jämfört med referensscenariot (RES = Renewable Energy Sources).³ Källa: Konjunkturinstitutet, EMEC



Figur 6: Massa- och pappersindustrins kostnadsandelar för el 2001–2012. Källa: SCB



Resultaten i scenarierna med kvotpliktsystem visar att ju mer vindkraft som sätts in i systemet desto lägre nettonationalprodukt. Den negativa effekten på NNP blir störst i fallet med hög mängd vindkraft som finansieras via en kvotplikt där alla aktörer är med och betalar. I detta

scenario blir kostnaden för samhällsekonomin större än vinsten med att subventionera elkraften.

Även effekten på utsläppen blir relativt liten. Utsläppen påverkas som mest i de scenarier då alla aktörer är med och betalar kvotplikten och

mycket vind inkluderas i systemet. I dessa scenarier blir elpriset högre för alla aktörer jämfört med referensscenariot.

Även om effekterna på makronivå är begränsade, är det intressant att finansieringsmodellen för subventioner till förnybar produktion kan ha en större effekt än mängden förnybar produktion.

BRANSCHVISA EFFEKTER

De relativt små (i procent) makroeffekterna beror i huvudsak på två faktorer. För det första är prisförändringen på el liten jämfört med referensscenariot. För det andra är industrins och det övriga näringslivets genomsnittliga kostnadsandelar för el relativt små, vilket betyder att den prisförändring som sker inte får så stora effekter på industrin som helhet. Kombinationen av en relativt liten prisförändring med en relativt prisokänslig efterfrågan innebär att effekten blir liten. Branscher påverkas olika på så vis att de med relativt stor kostnadsandel för el, som exempelvis massaindustrin, påverkas positivt jämfört med branscher som använder mindre el (Hjalmarsson, 2004) (Brännlund & Lundgren, 2011). Men även inom branscher finns en stor variation, vilket exemplifieras i Figur 6.

Figur 6 visar att kostnadsandelen för massa- och pappersindustrin som helhet (blå stapel) gått från cirka tre procent 2001 till cirka sex procent 2012. Övriga staplar visar att det är stora skillnader i kostnadsandelen för el i olika delar av massa- och pappersindustrin. Exempelvis hade sulfatmassa (grön) en kostnadsandel på drygt 12 procent 2012. Samma år var kostnadsandelen för mekanisk massa över 35 procent. Med andra ord är det stora skillnader inom massa och pappersindustrin, vilket sammantaget betyder att en prisförändring får väsentligt olika effekter inom denna bransch. Mer eltillförsel som betalas via någon form av subvention kommer att gynna elintensiva branscher relativt icke elintensiva branscher.

Att olika branscher påverkas olika, och att variationen inom branscher är påtaglig, innebär att regionala och lokala effekter kan vara betydande. Energikostnaden per sysselsatt i industrin kan variera mycket kraftigt mellan olika regioner, och de högsta kostnaderna för energi är i glesbygdsregioner i mellersta och norra Sverige. Dessa regioner karakteriseras även av en relativt smal arbetsmarknad (Kiström, et al., 2003). Förändringar som ändrar förutsättningarna för den elintensiva industrin kan därför ha mycket stor betydelse i ett regionalpolitiskt perspektiv.

7. Bilaga

FOTNOTER

1. Vanligen benämnt Carbon Capture and Storage (CCS).
2. Systempriset är det elpris som skulle gälla för hela den nordiska elmarknaden om det inte fanns några överföringsbegränsningar.
3. BNP till baspris = BNP till marknadspris – Produktskatter + Produktsubventioner i nominella termer. Real NNP är enligt 2014 års prisnivå. RES = Renewable Energy Sources.
4. Bruttonationalprodukten (BNP) med avdrag för kapitalförslitningar.

REFERENSER

ENTSO-E, 2014. *ENTSO-E Overview of transmission tariffs in Europe: Synthesis 2013*, u.o.: ENTSO-E.

ACER, 2013. *Capacity remuneration mechanisms and the internal market for electricity*, u.o.: ACER.

Arango, S., 2006. *Cyclical behaviour in electricity markets: an experimental study. i: Essays on commodity cycles based on expanded Cobweb experiments of electricity markets*. Bergen: University of Bergen.

Arango, S. & Larsen, E., 2011. Cycles in deregulated electricity markets: Empirical evidence from two decades. *Energy Policy*, 39(5), pp. 2457–2466.

Baumol, W. & Oates, W., 1988. *The Theory of Environmental Policy*. 1st red. Cambridge: Cambridge University Press.

Bergman, L., 2016. *Mot en integrerad europeisk marknad för el? En studie om kapacitetsmekanismer*, Stockholm: Under framtagande.

Björnerstedt, J., 2013. *Interaktion mellan de klimat- och energipolitiska målen*, Stockholm: Konjunkturinstitutet.

Brännlund, R., Karimu, A. & Söderholm, P., 2012. *Elmarknaden och elprisets utveckling före och efter avregleringen: ekonometriska analyser*, u.o.: CERE.

Brännlund, R. & Kriström, B., 2012. *Miljöekonomi*. 2 red. Stockholm: Studentlitteratur.

Brännlund, R. & Lundgren, T., 2011. *Effekter för den elintensiva industrin av att dessa branscher i olika grad omfattas av kvotplikt inom elcertifikatsystemet*. Umeå: Centre for Environmental and Resource Economics.

Byman, K., 2016. *Sveriges framtida elproduktion*, Stockholm: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien.

Böhringer, C., Keller, A., Bortolamedi, M. & Rahmeier Seyffarth, A., 2016. Good things do not always come in threes: On the excess cost of overlapping regulation in EU climate policy

(Article in Press). *Energy Policy*, Issue
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.034>.

Edfeldt, E. & Damsgaard, N., 2015. *Skatter och subventioner vid elproduktion – En rapport till Vägval el*, IVA, Stockholm: Sweco.

Energimyndigheten, 2016. *Energiläget i siffror 2016*. [Online] Available at: http://www.energi-myndigheten.se/globalassets/statistik/overgripande-rapporter/energilaget-i-siffror-2016_160218.xlsx [Använd 4 Maj 2016].

European Commission, 2016. *What is state aid? European Commission*. [Online] Available at: http://ec.europa.eu/competition/state_aid/overview/index_en.html [Använd 24 March 2016].

Green, R. & Vasilakos, N., 2010. Market behaviour with large amounts of intermittent generation. *Energy Policy*, 38(7), pp. 3211–3220.

Hirth, L., 2016. *Reasons for the drop of Swedish electricity prices*, Stockholm: Svensk Energi.

Hjalmarsson, L., 2004. *Basindustrin och Kyoto - Effekter på konkurrenskraft av handel med utsläppsrätter*, Stockholm: Institutet för Tillväxtpolitiska Studier.

Ketterer, J. C., 2014. The Impact of Wind Power Generation on the Electricity Price in Germany. *Energy Economics*, Volym 44, pp. 270–280.

Klomp, H., 2016. *Elmarknader – en internationell utblick*, Stockholm: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA).

Konjunkturinstitutet, 2015. *EMEC-körningar till IVA-projektet Vägval el*, Stockholm: Konjunkturinstitutet.

Konjunkturinstitutet, 2015. *Miljö, ekonomi och politik*, Stockholm: Konjunkturinstitutet.

Kriström, B., Brännlund, R., Nordström, J. & Wibe, S., 2003. *Fördelningseffekter av miljöpolitik. Bilaga 11 till LU 2003, SOU 2003:2*. Stockholm: u.n.

Noothout, P., 2016. *The impact of risks in renewable energy investments and the role of smart policies*, <http://www.diacore.eu/images/files2/wp3-Final%20Report/diacore-2016-impact-of-risk-in-res-investments.pdf>: DiaCore.

Sandén, B. & Azar, C., 2005. Near-term technology policies for long-term climate targets – economy wide versus technology specific approaches. *Energy Policy*, Volym 33, pp. 1557–1576.

Sweco, 2016. *Ekonomiska förutsättningar för skilda kraftslag*, Stockholm: Sweco.

Svenska Kraftnät, 2015. *Anpassning av elsystemet med en stor mängd förnybar elproduktion (2015/929)*, u.o.: Svenska Kraftnät.

Svenska Kraftnät, 2015. *Förbrukningsreduktionsresurser i effektreserven upphandlade för vintern 2015/2016*. [Online] Available at: <http://www.svk.se/om-oss/press/forbrukningsreduktionsresurser-i-effektreserven-upphandlade-for-vintern-20152016-1965509/> [Använd 03 May 2016].

World Energy Council, 2015. *2015 Energy Trilemma Index. Benchmarking the sustainability of national energy systems*, United Kingdom: World Energy Council.



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN

i samarbete med

ABB

e-on

 **Energimyndigheten**

 **Fortum**

 **IFMETALL**

 **INDUSTRIRÅDET**

 **PAPPERS**

SIEMENS

SKGS

**SVENSKO
energi**

 **Svensk Fjärrvärme**

 **SVENSKA
KRAFTNÄT**

 **SVENSKT NÄRINGSLIV**

 **Sveriges Ingenjörer**

**swede
gas**

 **Teknikföretagen**

VATTENFALL 

 **FORSK**