

VÄLFÄRDSEFFEKTER AV OLIKA KRAFTPRODUKTIONSSYSTEM

RAPPORT 2016:277



ELMARKNADENS FUNKTION
OCH ROLL I SAMHÄLLET



Välfärdseffekter av olika kraftproduktionssystem

En förstudie inom EFORIS

BENGT KRISTRÖM, RUNAR BRÄNNLUND

ISBN 978-91-7673-277-9 | © 2016 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Elmarknadens funktion och roll i samhället, EFORIS är ett forskningsprogram som har initierats av Energiforsk. I satsningen deltar ett tiotal mycket välrenommerade svenska och internationella forskare.

EFORIS har som mål att fördjupa kunskapen om:

- De grundläggande förutsättningarna vad gäller elmarknadens framtida funktion.
- Kostnadseffektiva vägval och nödvändiga åtgärder som måste till för att nå uppsatta mål.
- De samhällsekonomiska effekterna och konsekvenserna för aktörerna på elmarknaden av olika vägval vad gäller utformningen av regelverken för elmarknaden.
- Design av centrala institutioner och regelverket på elmarknaden för att på ett kostnadseffektivt sätt nå uppsatta mål.

Studien har genomförts av professorer Bengt Kriström, CERE, SLU och professor Runar Brännlund, CERE, Umeå Universitet på uppdrag av EFORIS.

Sammanfattning

Studien syftar till att ge förslag till forskning och analys av de samhällsekonomiska effekterna av olika vägval i energipolitiken, med fokus på elmarknaden. Den sönderfaller i två delar, en beskrivning av utvecklingen på elmarknaden, samt en analys av var vi anser det finns relevanta kunskapsluckor. Utvecklingen på elmarknaden, väsentligen sedan avreglering i mitten på 1990-talet, ger en kompakt, och företrädesvis, deskriptiv bild av hur centrala delar av marknaden utvecklats. Tillsammans med bakgrundsbeskrivningen och en genomgång av vetenskaplig (företrädesvis) ekonomisk litteratur på området, leder vår analys fram till ett antal prioriterade områden där mer kunskap behövs för att bättre förstå samhällsekonomiska effekter av olika vägval i energipolitiken:

1. Security of supply
2. Efterfrågeflexibilitet
3. Samhällsekonomiska konsekvenser av strömavbrott.
4. Elbeskattnings samt subventionernas konsekvenser på kort- och lång sikt
5. Fördelningseffekter. Vem vinner och förlorar på olika vägval?
6. Marknadsintegration. Hur påverkas konkurrenskraften av en alltmer europeisk elmarknad?
7. Regleringsflexibilitet. Konsekvenser av en mer flexibel lagstiftning inom vattenkraften

Dessa områden har identifierats sålunda identifierats via litteraturstudier, men också via diskussioner med aktörer som på ett eller annat sätt är intresserade av elmarknaden och dess samspel med övriga delar av samhällsekonomin. Analysen av de olika frågeställningarna stöds av ett teoretiskt ramverk. Ett sätt att betrakta ramverket är att se det som en form av dynamisk allmän jämviktsanalys, där vi tar hänsyn till väsentliga interaktioner mellan det ekonomiska och det ekologiska systemet; det krävs en helhetssyn för att effektivt kunna belysa de energipolitiska utmaningar Sverige står inför. Ramverket inkluderar således såväl de ekonomiska som de ekologiska systemen, dess samspel, och dynamik. De områden vi har identifierat kan belysas med de verktyg som ramverket innehåller.

I det följande diskuterar vi kortfattat de sju områden som vi anser behöver belysas i mer detalj. Även om "security of supply" inte ges någon entydig definition i litteraturen, kan det tolkas som leveransrygghet i vid bemärkelse. Vi diskuterar tolkningarna: (i) Energi vs effekt, (ii) självförsörjningsgrad, (iii) "Säker försörjning till konkurrenskraftigt pris" samt (iv) systemsårbarhet. Av dessa är det den förstnämnda som mest naturligt kopplas till område 2, efterfrågeflexibilitet. Kunskapen kring i vilken utsträckning hushållen kan hjälpa till i reglerarbetet är i dagsläget knapphändig. I första hand anser vi att det saknas kunskap om efterfrågeflexibilitet på hushållssidan. Vi föreslår en serie empiriska studier för att öka kunskapen kring möjligheterna. Såväl leveransrygghet som efterfrågeflexibilitet är kopplade till det tredje området, där vår genomgång av litteraturen visar att det i stor utsträckning saknas kunskap om de samhällsekonomiska konsekvenserna av strömavbrott. Vi menar också att diskussionerna kring dessa tre problemområden ytterst sällan utgår ifrån en tydlig målformulering, vilket i sin tur gör att policyrekommendationerna inte kan bli särskilt effektiva. Ramverket utgår ifrån att välfärd, i vid bemärkelse skall maximeras, vilket innebär att man måste väga samman samhällsekonomiska intäkter och kostnader.

Elbeskattningen och subventionerna till förnybar el är dagsaktuella frågor som diskuteras intensivt. Vi föreslår två typer av konsekvensanalyser, en avseende kort/lång sikt, en avseende fördelningseffekterna. Det finns också ett intresse av att se hur detta system påverkar skattebaserna. En viktig lärdom från litteraturen är att inskränkningar av exempelvis den svenska vattenkraftsproduktionen kan ge väsentliga effekter på skattebaserna. Förklaringen till detta är helt enkelt att el är högt beskattat i Sverige.

Vi föreslår vidare att särskild uppmärksamhet ges åt fördelningseffekterna av olika vägval. Vi går igenom relevant litteratur kring energipolitikens fördelningseffekter och föreslår att fördelningseffekter studeras i ett helhetsperspektiv, vilket sällan görs. Fördelen med detta är att man tar hänsyn till indirekta effekter av olika politikval.

Marknadsintegration gäller här i första hand studier kring konsekvenser av en internationellt alltmer sammankopplad elmarknad. Vi föreslår att man med en allmänjämviktsmodell inriktar sig på utvecklingen efter 2020, där slutsatserna även appliceras på Nordisk och Baltisk nivå. Resultaten analyseras med avseende på betydelsen för en gemensam nordisk och baltisk elmarknad och på vilket sätt ett samarbete runt Östersjön kan stärka de olika industriernas konkurrenskraft.

Avslutningsvis uppmärksammar vi ett område av något annorlunda karaktär än de ovan nämnda. Vi menar att det finns ett värde att närmare penetrera förekomsten av s.k. regleringsmisslyckanden, där vi i ett tidigare projekt visat, i en fallstudie, hur såväl elproduktion som miljövärden kan öka genom att tillåta mer flexibilitet i vattenlagstiftningen. Denna typ av studie har bäring på det arbete som nu pågår kring implementeringen av Vattendirektivet.

Summary

The purpose of this study is to provide a number of suggestions regarding potentially fruitful research directions in the welfare economic analysis of energy-policy strategies, with a focus on the economics of electricity markets. The study consists of two parts, a descriptive analysis of the electricity market and a delineation of a number of issues that we think should be researched in more detail. The descriptive analysis provides a concise review of how the electricity market have developed since Sweden re-regulated its energy markets in the middle of the 1990s. Based on the descriptive analysis, a scrutiny of the extant scientific literature and discussions with stakeholders, we identify the following areas of interest to improve understanding of how different policy choices affect welfare:

1. Security of supply
2. Demand flexibility
3. Cost-benefit analysis of lost load (Value of lost load, VOLL)
4. Short and long-run consequences of electricity taxation, including subsidies to renewables.
5. Distributional effects, winners and losers from different policy choices.
6. Market integration. Effects on competitiveness of an electricity market that is increasingly European
7. Regulatory flexibility. The consequences of allowing more flexibility in the regulation of hydropower.

Our analysis is supported by a detailed framework, rooted in modern welfare economics. The framework builds upon a dynamic general equilibrium model, expanded to include ecological repercussions and highlights the importance of viewing the issues in a "holistic" perspective. Importantly, the framework provides tools needed to study the suggested areas of interest.

Turning now to the issues in more detail, our literature survey reveals that there seems to be no accepted definition of "security of supply". We present four different interpretations (i) Energy vs power, (ii) degree of self-sufficiency, (iii) "supply security at competitive prices" and (iv) system vulnerability. Of these, "effect vs power" is most naturally linked to our second area, demand flexibility. We argue that there is insufficient knowledge about the extent to which households can play a more active role in balancing the energy system. To that end, we propose a series of empirical studies. Both "security of supply" and demand flexibility are closely linked to our third area, VOLL. Our literature search indicates that very little is known about VOLL in Sweden and more knowledge about the possibilities is needed.

These three areas are often discussed without making the underlying goal clear. The proposed framework finesses this problem by explicitly stating an overarching goal. This goal implies, for example, that the benefits and costs of having an energy system with "100% security" may in total be negative. Little progress can be made on these issues without stating the objective.

The taxation of electricity, including the subsidies of renewable energy, are yet other topical areas for discussion today. Our analysis leads to suggestion on two types of empirical analyses, based on computable general equilibrium modelling. One set of studies would focus focusing efficiency, the other distribution. A particularly

underappreciated point in the extant literature is that taxbases may be affected by measures targeting e.g. hydropower. Because electricity is heavily taxed in Sweden, constraints on hydropower have substantial implications for tax revenues. Assuming a given size of the public sector, these revenue losses must be catered for. Furthermore, after detailing the salient points in the literature on the distributional effects of energy policy more generally, we suggest additional distributional studies, again based on a general equilibrium perspective.

Market integration pertains here to the increasingly European electricity markets. The effects on competitiveness of this transformation is not known. Using a general equilibrium approach, we propose a long-run study, targeting development post 2020, focusing the Nordic and Baltic market areas, in particular.

Finally, we turn to a rather different theme, arguing that enhanced regulatory flexibility in the hydropower sector may reap significant rewards (as also suggested in the literature). The basic idea would be to scrutinize the current inflexible regulatory framework and search for win-win situations.

Innehåll

1	Elmarknaden, en beskrivning	11
1.1	Elanvändningen	13
1.2	Eltillförseln	16
1.3	Elprisets utveckling på lång sikt	17
1.4	Prisbildningen	19
2	Ramverket	24
2.1	Enhet: välfärd	25
2.2	Holistisk grundsyn	26
2.3	Nivellerad analys	27
2.4	Dynamik	27
2.5	Heterogenitet	28
2.6	Fysiken kring elektricitet och ekonomiska modeller	28
2.7	Effektivitet och fördelning	29
3	Frågeställningarna	30
3.1	Security of supply	30
3.2	Efterfrågefleksibilitet	31
3.3	Kostnader för strömavbrott	33
3.4	Marknadsintegration	34
3.5	Elbeskattning	35
3.6	Fördelningseffekter. Vem vinner och förlorar på olika vägval?	39
3.7	Regleringsfleksibilitet	40
4	Referenser	42

1 Elmarknaden, en beskrivning

Elektrifieringen av vårt samhälle är nog en av de saker, tillsammans med ångmaskinen, som bidragit mest till utvecklingen och vår välfärd de senaste 100 åren. Det första användningsområdet för el i Sverige för runt 150 år sedan var som energikälla för ljus. Fram till början av 1900-talet var i stort sett all elanvändning kopplat till ljus. Nämnas kan att år 1876 lystes Näs sågverk i Dalarna och Marma sågverk i Hälsingland upp utomhus av elektriskt ljus med bågglampor. Det var första gången i Sverige som elektriskt ljus togs i praktiskt bruk. Elektriciteten genererades dock av en ångmaskin. Nästa stora användningsområde för den elektriska energin blev för motordrift. Först i Sverige med att installera en elmotor var Arboga Mekaniska Verkstad som år 1887 bytte ut ångmaskinen mot en elmotor för drift av verktygsmaskiner.¹ På 1890-talet började industriföretag bygga egna kraftverk i större skala i syfte att övergå till eldrift. Det var framförallt järnverk i Bergslagen, massafabriker och pappersbruk. Det statliga kraftverksbyggandet startade i början av 1900-talet. I och med ASEA's utveckling av trefas växelström blev det möjligt att överföra el över längre avstånd. Senare utvecklades överföring av högspänd likström, vilket banade vägen för utbyggnaden av vattenkraften i Sverige. Utbyggnaden av vattenkraften inleddes i södra och mellersta Sverige, men det var i övre Norrland arbetet med att bygga större kraftstationer inleddes 1910 (Porjus, Lule älv). Efter det kom Indalsälven på 1920-talet, och utvecklingen fortsatte sedan i snabb takt. Vattenkraften var mer eller mindre fullt utbyggd på 1960-talet. I samband med detta började kärnkraftseran där det första kärnkraftverket i Ågesta stod klart 1963. Från mitten av 1970-talet till mitten av 1980-talet byggdes tolv större reaktorer, och idag svarar kärnkraften för nära hälften av elproduktionen (se vidare nedan).

Ett elsystem består primärt av tre fysiska element; generatorer som omvandlar primär energi till elektricitet, en distributionsapparat i form av kablar som transporterar el till dit där den förbrukas, och slutligen apparater som omvandlar elektriciteten till olika varor och tjänster (ljus, värme, motorer, m.m.). Vad som karakteriserat elsystemet historiskt är en mycket decentraliserad förbrukning som tillhandahållits av ett nätverk av sammankopplade centraliserade generatorer, eller elproducenter. Intressant att notera är att distinktionen mellan producent och konsument till viss del håller på att suddas ut i det att alltfler "konsumenter" nu också blir "producenter". Detta är en följd av det håller på att ske en viss decentralisering i elproduktionen, vilket ger följdverkningar för hela elsystemet, inte minst då det ställer nya krav på distributionssystemet.

Vid en första anblick kan man tycka att elmarknaden inte skiljer sig fundamentalt från de flesta andra marknader, dvs. varor produceras, transporteras och konsumeras. Dock finns det antal faktorer som gör att elmarknaden skiljer sig från andra marknader. Den mest uppenbara är att till skillnad från de flesta andra marknader så måste elproduktion och förbrukning balansera i varje ögonblick. Det huvudsakliga skälet till detta är att el inte kan lagras, i alla fall i stor skala till en rimlig kostnad, eller överföras begränsningslöst från en generator till en förbrukare.² Att vi inte kan lagra el (i större mängder), eller överföra el begränsningslöst, betyder således att i varje enskild

¹ Hult, J., och Rydberg, S. (1989). *Svensk Teknikhistoria*. Gidlunds förlag.

² Indirekt kan man dock säga att el kan lagras genom att reglera vattenmagasinen som tillför vatten till vattenkraftverken

tidpunkt begränsas konsumtionen av den totala produktionskapaciteten och/eller överföringskapaciteten. Fortfarande kan man tycka att detta faktum inte utgör någon fundamental skillnad från många andra marknader, inte minst marknader för jordbruksprodukter. På en vanlig marknad innebär ett minskat utbud, exempelvis på grund av en sämre skörd, att priset går upp till dess att marknaden klarerar, utbud är lika med efterfrågan. Ifall efterfrågan är mycket prisokänslig (vertikal efterfrågekurva) så innebär det att priset kan rusa upp mycket, alternativt att det inte finns något marknadsklärerande pris, vilket betyder att någon form av ransonering måste till. Samma situation på elmarknaden kan dock leda till strömavbrott, vilket betyder att hela, eller segment av, marknaden bryter ihop. Den samhällsekonomiska konsekvensen blir då inte bara att det är den sista kunden som förlorar nyttan av den el denne inte kan använda, utan även att alla andra som är en del av nätet förlorar sin konsumtion. Man skulle kunna säga att ett strömavbrott är en kollektiv onyttia, drabbas en drabbas många (i värsta fall alla konsumenter).

Extrema pristoppar, alternativt strömavbrott, till följd en chock i efterfrågan (extremt kall dag) eller utbud (exempelvis en plötslig stängning av kärnkraftverk) skulle inte uppstå om efterfrågan och utbud vore tillräckligt elastiskt med avseende på priset. D.v.s. om det är så att konsumenterna och/eller producenterna reagerar tillräckligt kraftigt och snabbt på en prisförändring så kommer marknaden alltid att klarera. Anta exempelvis att befintlig produktionskapacitet nyttjas fullt ut och att något plötsligt händer som minskar kapaciteten (fel i ett kärnkraftverk). Vad som kommer att hända ifall efterfrågan är prisokänslig är att förbrukningen minskar till dess att marknaden klarerar. Är efterfrågan inte prisokänslig kommer vi istället att se att priset rusar, och i värsta fall får vi ett strömavbrott. Karaktären av strömavbrott som en kollektiv vara innebär att det kan krävas någon form av reglering som säkerställer att det finns kapacitet även vid extraordinära tillfällen. Det är i skenet av detta man skall se den diskussion som nu förs i Sverige och övriga Europa kring frågan om kapacitetsmekanismer.

Att den situation som beskrivs ovan kan uppstå beror till del på hur marknaden är organiserad, och till del på de förändringar vi ser i produktionssystemet. Den övervägande delen av dagens elkonsumenter betalar inte den timvisa marginalkostnaden för el, utan för ett genomsnittspris över en längre period beroende på att man har kontrakt med fast pris för en viss period, vanligtvis ett år eller mer. Det betyder att konsumenterna inte har några som helst incitament att reagera på knapphetssignaler på spotmarknaden. D.v.s. även om elproduktionen minskar kraftigt från en timme (eller ett dygn) till ett annat så finns inga incitament för konsumenterna minska sin konsumtion. Däremot om knappheten är mer bestående så att det långsiktiga priset går upp så kommer konsumenten att ha incitament att minska sin elkonsumtion. Således kan man säga att marknaden är tudelad i tid. I det korta perspektivet är efterfrågan mer eller mindre okänslig för knapphetssignaler, medan man kan förvänta sig efterfrågan är betydligt mer känslig för detta på längre sikt. Det betyder att i det korta perspektivet, på tim- och dygnsnivå kan situationer med knapphet och risk för prisspikar, och i värsta fall strömavbrott, uppstå. Givet detta så innebär ett produktionssystem med större andel icke planerbar, eller intermittent, kraftproduktion att risken för prisspikar och strömavbrott ökar. Det är delvis i skenet av detta man skall se diskussionerna kring efterfrågefleksibilitet och kapacitetsmarknader, samt regleringar i form av pristak och annat.

I en ideal värld där marknaden tillåts fungera fullt ut skulle den marknadsform som nu råder, dvs. där energimängder prissätts och handlas, lösa både det kortsiktiga

kapacitetsproblemet och generera en investeringsnivå i kraftproduktion som är långsiktigt effektiv. Skälet till detta är helt enkelt att förväntningar om mycket höga priser under vissa (korta) perioder gör det lönsamt att investera i kraftproduktion, även om den endast nyttjas ett fåtal timmar. Detta bygger dock på att priset tillåts stiga till mycket höga nivåer under vissa perioder, och att marknadsaktörerna verkligen tror på att så är fallet. Ifall marknadsaktörerna inte är övertygade om detta, dvs. att priset tillåts stiga till mycket höga nivåer, så kommer det dock inte att fungera eftersom man då inte vågar investera i den omfattning som är nödvändig, vilket leder till ett såväl kortsiktigt som långsiktigt problem med elförsörjningen. Samma problem uppstår om aktörerna tror att bristsituationer med tillhörande höga priser kommer att mötas med att man på ett eller annat sätt införskaffar någon form av "reservkraft".

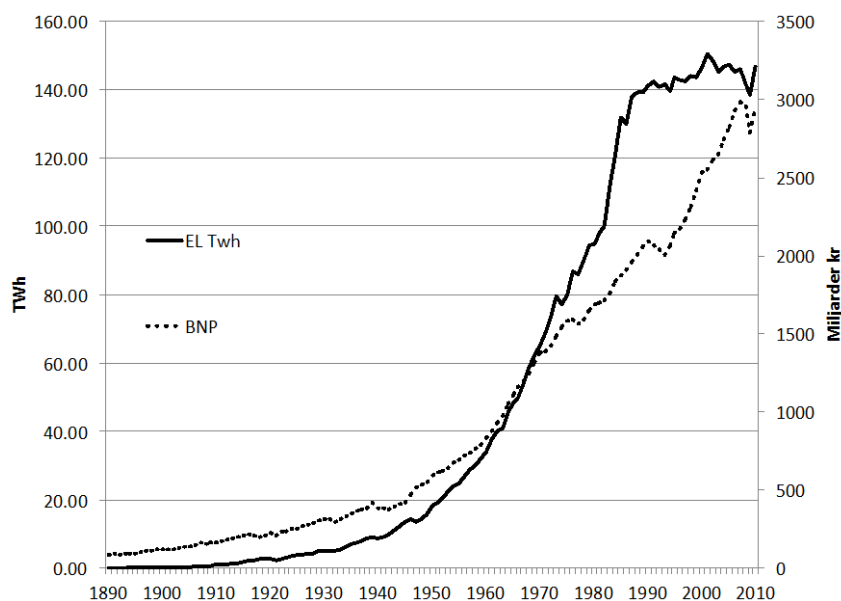
Från resonemanget ovan följer att den relativt stora infasningen av icke planerbar elproduktion, läs vindkraft, som vi sett, i kombination med exempelvis nedläggning av kärnkraft, naturligen kommer att öka variabiliteten i elproduktionen, vilket i sin tur kommer, beroende på prisökänslig efterfrågan, att leda till ökad prisvariabilitet. Detta är dock inget fundamentalt "marknadsproblem". Tillåts priset variera fritt, och att producenter och konsumenter verkligen tror på detta, så kommer marknaden att se till el finns tillgängligt på såväl kort som lång sikt. En mycket prisökänslig efterfrågan kommer att innebära mycket stora prisfluktuationer, och vice versa. Men på sikt kommer troligen priskänsligheten (efterfrågefleksibiliteten) att öka då det finns relativt stora besparingar att göra. Finns inte förtroendet så uppstår naturligtvis ett försörjningsproblem på kort och lång sikt.

Sammantaget kan man säga att elmarknaden ur många aspekter inte skiljer sig fundamentalt mot andra marknader, men gör så i vissa specifika. Den kanske viktigaste egenheten hos elmarknaden är att det i varje ögonblick måste råda balans mellan generering och uttag, samt att det inte finns några enkla lösningar att lagra el på systemnivå eller i stor skala. Det betyder i praktiken att elproduktionen i ett givet ögonblick måste användas i samma ögonblick, eller om man så vill det omvända. Det betyder vidare att det i praktiken finns en elmarknad för varje tidsskala och för varje timme.

Nedan ger vi en beskrivning och enkel översiktlig analys av elmarknaden utifrån beskrivningen ovan, samt ett försök att belysa ett antal framtida utmaningar. Beskrivningen tar sin utgångspunkt i såväl det kortsiktiga som långsiktiga perspektivet, vilket betyder att vi försöker beskriva både långsiktiga utmaningar kopplade till energitillgång och kortsiktiga kopplade till effektknapphet.

1.1 ELANVÄNDNINGEN

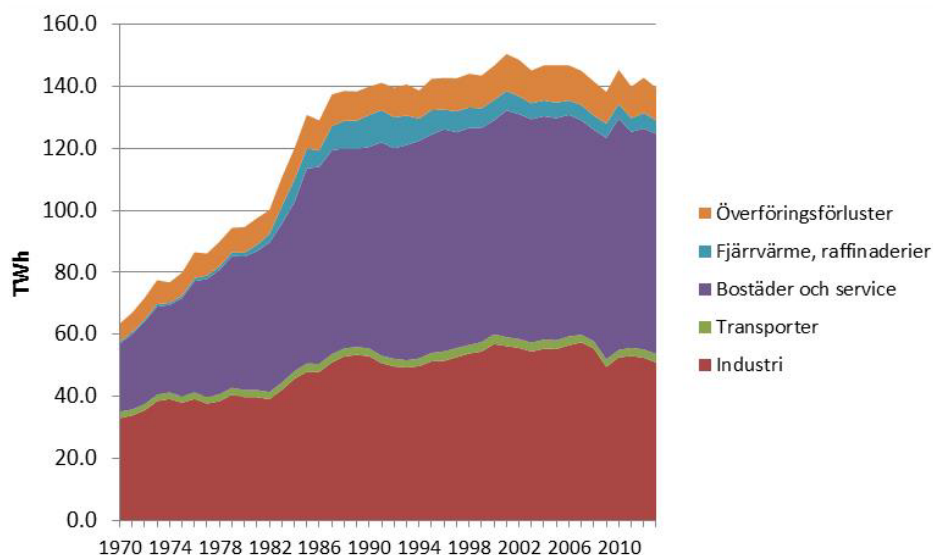
Utvecklingen av elanvändning (och produktion) sammanfattas i figur 1 över ett längre tidsperspektiv. Som framgår ökade elkonsumtionen (och produktionen) exponentiellt fram till slutet av 1980-talet. Den tekniska utvecklingen i kombination med naturliga förutsättningar för elproduktion (vattenkraft) är en förklaring till utvecklingen, som också i stora drag kan förklara industrialiseringen av Sverige och den ekonomiska utvecklingen de senaste 100 åren. Sedan mitten av 1960-talet och fram till slutet av 1980-talet växte elanvändningen snabbare än BNP, men under de senaste två decennierna uppvisar i stället BNP en betydligt högre tillväxttakt än elanvändningen.



Figur 1: Elkonsumtionen och BNP i Sverige 1890-2010.

Källa: Kander, A., och Lindmark, M. (2004). "Energy Consumption, Pollutant Emissions and Growth in the Long Run – Sweden during 200 years," *European Review of Economic History*, Vol. 8, s. 297-335.

Utvecklingen av elanvändningen de senaste 40 åren, och hur den fördelas på olika sektorer redovisas i figur 2. Figuren visar bland annat att stagnationen i elanvändningen sedan 1980-talet kan förklaras av måttliga ökningar i de flesta sektorer.



Figur 2: Elanvändningens fördelning på sektorer, 1970 – 2013.

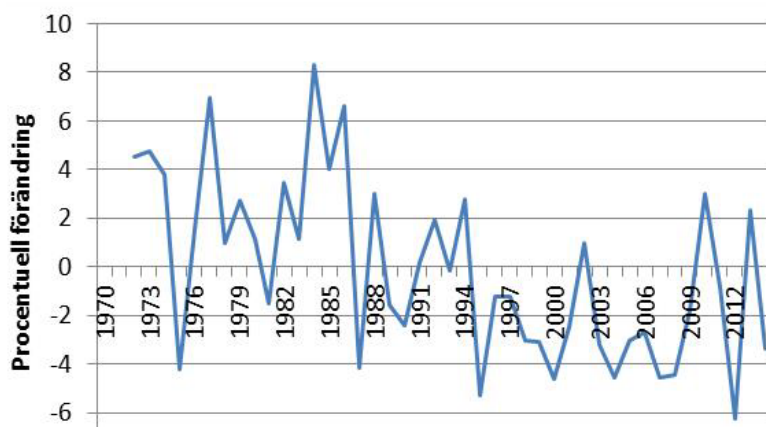
Källa: *Energiläget i siffror*, Energimyndigheten)

År 1970 var industrins andel av elkonsumtionen cirka 52 %. Av resterande 48 % svarade bostäder och service för cirka 35 %. 40 år senare är fördelningen den omvända, industrins andel är då 37 %, medan bostäder och service svarar för 48 %. Det bör även

noteras att det skedde ett trendbrott i bostads och servicesektorns elanvändning i början på 1980-talet, i meningen att ökningstakten i elanvändningen minskat signifikant. Till stor del kan detta förklaras av uppvärmningen av hus och bostäder som konverterats från el till fjärrvärme, biobränslen och olika slag av värmepumpar.

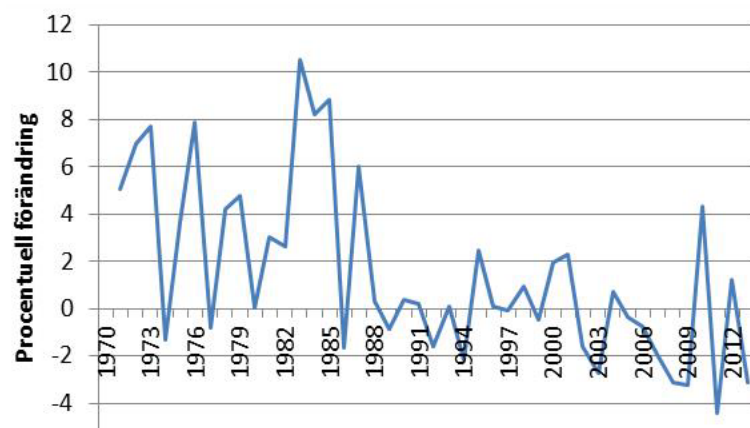
Sammantaget betyder detta att den specifika elanvändningen, mätt som elförbrukning per BNP-enhet, minskat kraftigt de senaste 30 åren. Detta gäller för de flesta sektorer. Detta kan tyckas motsägelsefullt med tanke på att många nog menar att elberoendet ökat över tid. Att utvecklingen ser ut som den gör beror dock till största delen på en kraftig eleffektivisering, vi får helt enkelt ut mer varor och tjänster för en given insats av el.

I figur 3 och 4 illustreras den specifika elanvändningen per miljon kr och år i svensk ekonomi, samt elanvändningen per person och år. Som figurerna visar så är det en klar nedåtgående trend i tillväxten av elförbrukning, både mätt som elförbrukning per BNP-enhet och som elförbrukning per person.



Figur 3. Årlig procentuell förändring av elanvändning per BNP-enhet, 1970-2013.

Källa: *Energiläget i siffror*, Energimyndigheten.



Figur 4. Årlig procentuell förändring av elanvändning per person, 1970-2013.

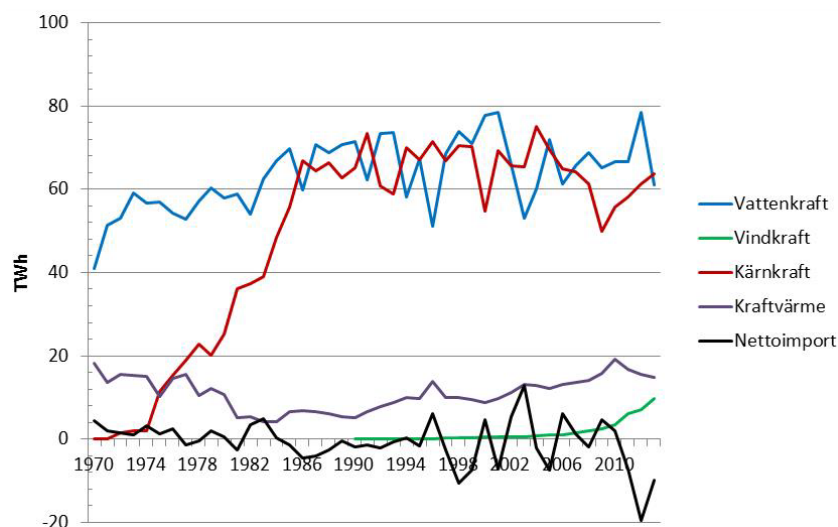
Källa: *Energiläget i siffror*, Energimyndigheten).

På 70- och 80-talet var tillväxten i elanvändning i runda tal kring 4 % i genomsnitt, både per BNP-enhet och per capita. I mitten av 80-talet skedde ett klart trendbrott och nu ligger tillväxten på runt minus 3 %.

En anledning till denna utveckling är dels utvecklingen för uppvärmning av lokaler, men även eleffektiviseringen som skett i alla samhällssektorer beroende på teknikutveckling. Det finns egentligen ingen anledning att tro att den utveckling vi sett inte ska fortsätta, vilket betyder att vi kan förutse en fortsatt effektivisering. Det betyder dock inte nödvändigtvis att elanvändningen kommer att minska, utan det kommer att beror på såväl den ekonomiska som demografiska utvecklingen.

1.2 ELTILLFÖRSELN

Fram till 1970-talet dominerades eltillförseln fullständigt av vattenkraften. Vid den tiden fanns en hel del oljeeldade kraftverk som dock till stor del fasades ut i samband med oljekriserna under 1970-talet. Kärnkraftsutbyggnaden startade på allvar i mitten av 1970-talet, och idag svarar kärnkraften för nära hälften av eltillförseln (se figur 5). Vindkraftsutbyggnaden, som tagit fart på allvar under de senaste 7-8 åren, svarade 2014 för cirka 12 TWh, vilket utgör cirka 8 % av den totala tillförseln av el i Sverige.³ En viktig förklaring till vindkraftens utbyggnad är introduktionen av elcertifikatsystemet 2003, och inte minst den reformering av certifikatsystemet som genomfördes 2006.



Figur 5: tillförsel av el i Sverige, 1970-2013.

Källa: *Energiläget i siffror*, Energimyndigheten.

Värt att notera är de stora variationerna mellan åren i tillförseln från vattenkraft. Huvudförklaringen är att vattenkraften reglerar variationer från andra kraftkällor, framförallt kärnkraften. Men även variationer i det hydrologiska systemet bidrar till viss variation. Variationerna i kärnkraftsproduktion under 1990- och 2000-talet brukar vanligtvis förklaras med att kärnkraftverken är gamla och slitna och det av detta skäl är många och långa driftsstopp. En annan förklaring som förts fram är att

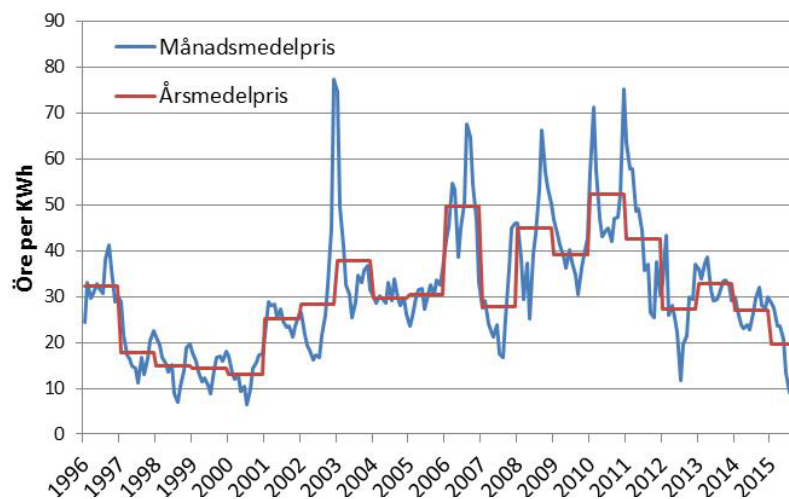
³ Energimyndigheten (2011). Vindkraftsstatistik 2011, ES 2012:02, Eskilstuna.

kärnkraftsstoppen används i strategiskt syfte från ägarna av kärnkraften, dvs. till att pressa upp priset på el.

1.3 ELPRISETS UTVECKLING PÅ LÅNG SIKT

Efter avregleringen 1996 bestäms priset på el i princip på samma sätt som på andra marknadsprissatta varor, dvs. av samspelet mellan utbud och efterfrågan. Liksom för många andra marknader kan man säga att elmarknaden är komplex i så måtto att den, i alla fall ur ett elkonsumentperspektiv består av flera delar, eller delmarknader, vars samverkan sammantaget bestämmer det pris elkonsumenten slutligen får betala för sin elanvändning. Den första delmarknaden är själva kraftmarknaden medan den andra delmarknaden är elleveransmarknaden, eller återförsäljarmarknaden. Den tredje delmarknaden som är av betydelse är marknaden för elcertifikat, som har en direkt påverkan på det pris som elkonsumenten slutligen får betala. Vi skulle även kunna lägga till utsläppsrättighetsmarknaden (EU-ETS), som indirekt påverkar elmarknaden genom att den påverkar priset på fossila bränslen som till viss del används till att producera el, inte minst på näraliggande marknader som är kopplade till den nordiska elmarknaden. När man pratar elpris, eller hushållens elkostnad, brukar man också lägga till kostnaden för distributionen av el som bestäms av nätavgiften. Marknaden för eldistribution är en reglerad marknad som kan sägas bestå av två delar; dels stomnätet som ägs av staten via Svenska Kraftnät, dels det regionala och lokala näten som ägs och drivs av privata bolag.

I figur 6 visas "grossistpriset" på el på den nordiska elbörsen Nordpool för perioden 1996 till 2015 (till första november 2015). Den blå linjen är genomsnittspriset per månad, och den röda genomsnittet för varje år.⁴



Figur 6: Genomsnittligt månads och årligt pris på Nordpool, januari 1996 till och med oktober 2015. Reala priser, 2014 års prisnivå.

Källa: Energiläget i siffror och Nordpool.

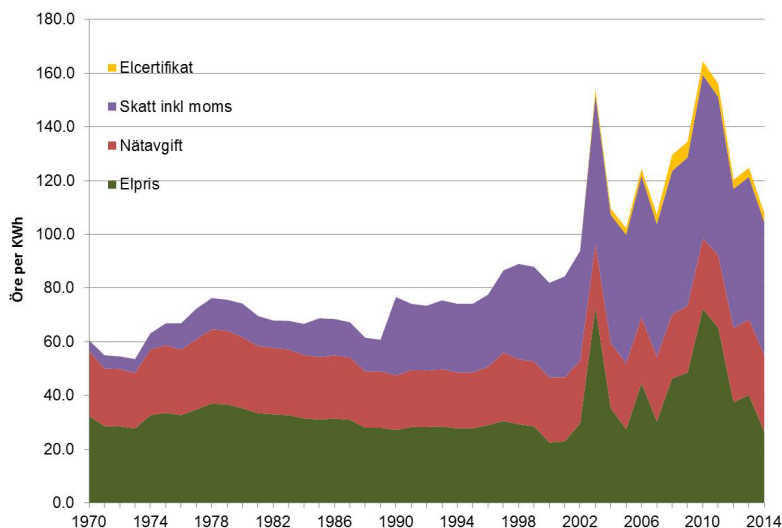
Som framgår av figur 6 finns ingen långsiktig trend i systempriset. Vidare kan det konstateras att variationen i systempriset är påtaglig mellan månader. Intressant att

⁴ Månadspriset är genomsnittet för det timvisa spotpriset på el.

notera att det tycks finnas en assymetri såtillvida att variationen är större under de perioder då genomsnittsnivån är högre än genomsnittspriset.

Utvecklingen av konsumentpriset för el från 1970 redovisas i figur 7. I

”konsumentpris” har vi här inkluderat skatter, certifikatskostnad och nätavgift. Det pris som redovisas är för en villakund med rörligt prisavtal. Efter skattereformen 1989/1990 är industrin undantagen skatt på el, vilket betyder att det pris industrin betalar i stora drag följer priset exklusive skatter, vilket också framgår i figur 7.



Figur 7: Konsumentpriset på el och eldistribution för hushållskund, inklusive skatter och elcertifikatsavgift, 1970-2014 uppdelat på elpris och nätavgift. Öre per KWh (2010 års priser).

Källa: Svensk Energi.

Figur 7 visar att en hushållskunds kostnad för el (el plus nät) har stigit från knappt 60 öre/kWh 1970 till en topp på cirka 160 öre år 2010. Efter 2010 har konsumentpriset fallit som en konsekvens av ett fallande pris på själva elkraften. Den trendmässiga ökningen i konsumentpris kan till den största delen tillskrivas högre elskatt. Nätavgiften har varit i stort sett konstant i reala priser. Vidare kan det konstateras att prisvariationen mellan åren ökat under 2000-talet. Vi kan konstatera att stora variationer i klimat mellan åren och driftsproblem i kärnkraften förmodligen är bidragande orsaker till utvecklingen under 2000-talet.⁵ Det kan t.ex. nämnas att pristoppen under vintern 2002/2003 till stora delar förklaras av betydande underskott i vattenmagasinen i kombination med hög efterfrågan; under hösten och vintern 2002 var det sammanlagda tillflödet i det nordiska elsystemet ungefär hälften av det normala.⁶ Detta är unikt lågt i ett historiskt perspektiv. De höga priserna under 2010 beror till viss del på problem i kärnkraften

⁵ Övergången från en reglerad marknad till en marknad där utbud och efterfrågan helt får styra produktion och pris har förmodligen också bidragit till ökad volatilitet, se Lundgren (2009) och Dempster (2012).

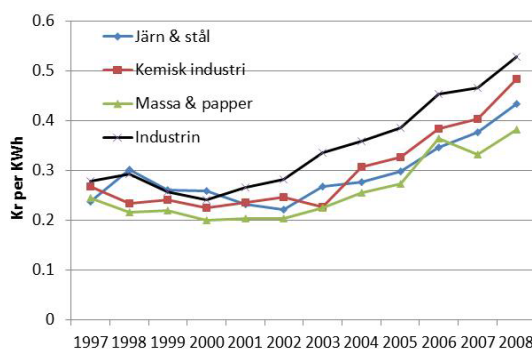
⁶ Damsgaard, N., och R. Green (2005). *Den nya elmarknaden. Framgång eller misslyckande?* SNS förlag, Stockholm.

med flera och utdragna stopp; under året uppgick kärnkraftsproduktionen till endast drygt 55 TWh, vilket t.ex. kan jämföras med 2004 års nivå på ca 75 TWh.

År 2003 infördes kvotplikten på förnyelsebar el och tillhörande elcertifikatmarknad, vilket gav en direkt positiv effekt på konsumentpriset. Kvotplikten i certifikatsystemet innebär samtidigt att en viss andel nyproduktion tillförs systemet, vilket därmed kan ha en dämpande effekt på marknadspriset på el. Nettoeffekten av dessa två motverkande effekter på konsumentpriset är osäker. År 2005 startade dessutom den europeiska utsläppsmarknaden för koldioxid (EU-ETS), vilket kan ha bidragit till utvecklingen av högre elpriser under senare år. Förklaringen är att elpriset i Norden till stora delar bestäms av kostnaden för gas- och kolkondens, vilken stiger då koldioxiden uppbär ett positivt pris.

Sammantaget kan konstateras att vi sedan 1970 haft ett trendmässigt stigande realt konsumentpris för hushållskunder på el, och att den största uppgången skedde i början av 2000-talet. Ser man till det rena råkraftpriset på marknaden så visar det en något annorlunda bild med reall fallande pris fram till början av 2000-talet för att sedan stiga relativt kraftigt för att sedan återigen falla relativt kraftigt. Det stigande konsumentpriset fram till början av 2000-talet kan framförallt förklaras av ökade skatter.

För industrins del ser därmed utvecklingen annorlunda ut med fallande pris till slutet av 1990-talet, för att därefter öka under 2000-talet. En illustration av prisutvecklingen för industrin mellan 1997 och 2008 ges i figur 8. De priser som redovisas i figur 8 är industrins kostnader för elkraft dividerat med inköpt kvantitet, dvs. det pris man faktiskt betalat. Som framgår av figuren föll priset på el för industrin fram till början av 2000-talet för att sedan öka. Tydligt från figur 8 är att priset för industrin följer samma trend som priset för hushållskunder, men att variationen mellan enskilda år är mindre påtaglig för industrin.



Figur 8: Priset på el för svensk tillverkningsindustri 1997-2008, kronor per kWh (kostnad för el dividerat med inköpt kvantitet).⁷ Källa SCB.

1.4 PRISBILDNINGEN

Prisbildningen på el före avregleringen 1996 kan beskrivas utifrån situationen på de två delmarknaderna; kraftmarknaden respektive elleveransmarknaden (alternativt högspännings- samt lågspänningsmarknaderna). På kraftmarknaden bestämdes priset av statens avkastningskrav på Vattenfall eftersom Vattenfall var prisledande på

⁷ Det mikrodatabasmaterial som utvecklingen i figur 8 baseras på sträcker sig i nuläget endast till 2008.

marknaden. Detta satte **väsentligen** ett tak på kraftpriserna, men det samarbete som förekom mellan kraftbolagen innebar också att tillträdet till marknaden kunde begränsas och bidra till att hålla uppe priset.

Tidigare studier visar att prissättningen på kraftmarknaden var förhållandevis effektiv. En effektiv prissättning innebär att fasta avgifter endast används för att uppfylla budget-eller avkastningskrav medan de rörliga avgifterna ska reflektera de kortsiktiga marginal-kostnaderna. Denna princip anammades framgångsrikt på den reglerade marknaden. Simuleringar visar t.ex. att elprisnivån endast var något högre än jämviktspriset vid fullständig konkurrens (då priset är lika med marginalkostnaden), men samtidigt var priserna betydligt lägre än vad de skulle ha varit om kraftföretagen hade utnyttjat sin marknadsmakt full ut.⁸

På elleveransmarknaden fanns också viss konkurrens (s.k. yardstick competition) men här var inslaget av genomsnittskostnadsprissättning tydligare, inte minst genom juridiska krav i ellagen om "skälig prissättning" samt den s.k. självkostnadsprincipen i kommunallagen.

Av- eller omregleringen av elmarknaden 1996 syftade i huvudsak till att öka effektiviteten i produktions- och försäljningsledet genom att skapa konkurrens i båda dessa led, bl.a. genom att ge elkonsumenterna frihet vad gäller val av elleverantör.⁹ De regler som infördes den 1 januari 1996 innebar att konkurrens infördes i såväl elhandel och elproduktion. Syftet var som sagt att bl.a. införa valfrihet för elkonsumenterna och skapa förutsättningar för en ökad pris- och kostnadspress inom elförsörjningen. Regleringar som hindrade handel med el avskaffades, medan eldistributionen även fortsättningsvis skulle regleras och övervakas. Skälet till det senare var (och är) att eldistributionen karakteriseras av fallande marginalkostnader, och därmed kan betraktas som ett naturligt monopol. Det betyder att marginalkostnadsprissättning inte är möjligt eftersom en sådan prissättning innebär att kostnaderna inte kommer att täckas fullt ut. En av grundbultarna i den reformerade elmarknaden var åtskillnaden mellan å ena sidan produktion och försäljning av el och å andra sidan nätverksamhet, distributionen. En juridisk person som producerar och säljer el får helt enkelt inte bedriva nätverksamhet. Visserligen kan nätföretag bedriva annan verksamhet än elproduktion och handel, men då är kravet att nätverksamheten skall särredovisas. Det grundläggande syftet med dessa bestämmelser är att undvika att nätverksamheten belastas med kostnader för annan verksamhet (s.k. korssubventionering). Sådan korssubventionering förekom under den reglerade perioden, t.ex. genom att vinster från eldistribution fick täcka kostnader i förlustbringande verksamheter inom kommunal kraftvärme- och värme.

I och med av- eller omregleringen 1996 blev den svenska elproduktionen integrerad med den norska när man gick med i Nordpool som är en gemensam marknadsplats för el. Finland gick med 1998 och år 2000 hade hela Danmark anslutit sig. Avregleringen 1996 och den gemensamma nordiska marknadsplatsen innebär därmed de facto att priset på el timme för timme bestäms av utbud och efterfrågan på el. Priset på el, som sätts under auktionsliknande former, bestäms således av utbud och efterfrågan. Om tillgänglig överföringskapacitet i nätet begränsar överföringar mellan olika delar av

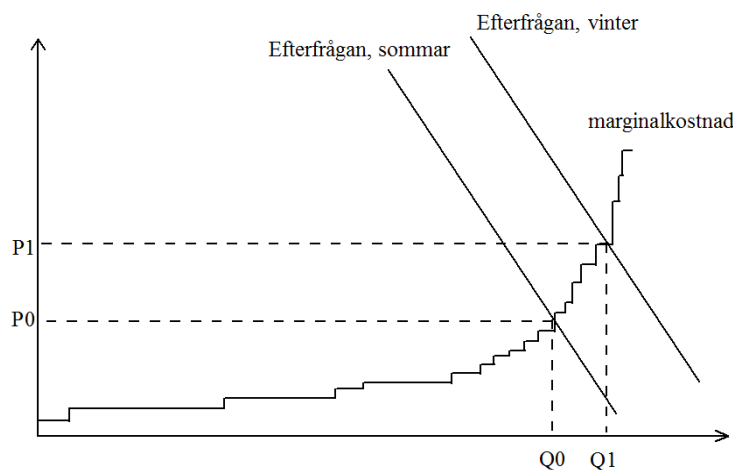
⁸ Se Bergman, L., T. Hartman, L. Hjalmarsson, och S. Lundgren (1994). *Den nya elmarknaden*, SNS förlag, Stockholm.

⁹ Omregleringen startade redan 1992 då Statens Vattenfallsverk ombildades till Vattenfall AB, samtidigt som nyinrättade Affärsverket Svenska Kraftnät övertog ansvaret för stamnätet (se SOU 2002:7).

Nord Pool-området måste marknaden delas. Då sätts ett pris för varje delområde, samt ett systempris som skulle gälla om inga begränsningar fanns i överföringskapacitet. Systempriset används ofta som referens för prisnivån på elbörsen, samt som underliggande pris för de flesta finansiella kontrakt. Fram till november 2011 var Sverige som helhet ett delområde. Från och med november 2011 har dock Sverige delats in i fyra "prisområden" (SE1-SE4).

Prisbildningen på Nordpool kan enklast förklaras med en principiell skiss av elmarknaden. I figur 11 illustreras marknads utbud av el i en given tidpunkt (timme) av den positivt lutande trappstegskurvan (marginalkostnadskurvan). Trappsteget längst ned till vänster representerar den elproduktion som har lägst marginalkostnad, medan den längst upp till höger representerar den elproduktion där kostnaden är högst. Trappstegsfunktionen kan därmed ses som en rangordning av produktionskapacitet, från den med lägst kostnad till den med högst. Den negativt lutande linjen i diagrammet är en hypotetisk efterfrågekurva som visar efterfrågan på el vid olika prisnivåer. Den kan också sägas representera den marginella betalningsviljan för el vid varje given kvantitetsnivå. I diagrammet har vi lagt in två hypotetiska efterfrågekurvor, en som vi kallar "efterfrågan sommar" och en "efterfrågan vinter". Eftersom sommaren är (relativt) varm och ljus är efterfrågan en given timme (relativt) låg. Alternativt kan man säga den marginella betalningsviljan för el ökar när vintern och mörkret kommer.

Givet "efterfrågan sommar" kommer elproduktionsanläggningar med en marginalkostnad lägre än P_0 att producera el. Produktionsanläggningar med högre marginalkostnad kommer inte att tas i bruk eftersom inte betalningsviljan finns. Det betyder att det pris som kommer att etableras på sommaren är lika med P_0 . Tittar vi lite extra länge på diagrammet står klart att vid det priset maximeras summan av konsument- och producentöverskott, eller om man så vill kan man säga att produktions (och konsumtions) volymen Q_0 är den samhällsekonomiskt effektiva volymen. Vi ser också att det betyder att de kraftslag med lägst kortsiktiga marginalkostnader (t.ex. vindel, vatten-krafts- och kärnkraftsel) kommer att få ett relativt stort överskott för att täcka fasta kostnader och ge eventuellt stora vinster. Den anläggning som ligger på marginalen kommer dock inte att tjäna några pengar av betydelse ens på kort sikt. Ett av huvud-syftena med avregleringen var att få till stånd en allokering av elproduktionen på ett sätt som i princip överensstämmer med illustrationen i figur 11.



Figur 9: En principskiss av elmarknaden.

På sommaren är efterfrågan såsom påpekas ovan relativt låg, vilket innebär att produktionsanläggningar med höga kostnader inte kommer att tas i drift och priset på el kommer därmed att bli relativt lågt. Till vintern ökar dock efterfrågan, efterfrågekurvan skiftar utåt, vilket betyder att konsumenterna är villiga att betala mer för att få ytterligare el. Det betyder i sin tur att det blir lönsamt att producera i anläggningar med högre marginalkostnad, vilket då betyder att jämviktspriset stiger till P1. Hur mycket priset kommer att förändras mellan exempelvis sommar och vinter beror till stor del på hur "brant" trappstegscurvan är. Är den väldigt brant, dvs. vi är nära det totala kapacitetstaket i elproduktionen kommer prisförändringen att bli stor, dvs. priset över året kommer att variera relativt kraftigt. Det omvända gäller givetvis om funktionen är "flack", vilket betyder att vi kan öka produktionen utan att kostnaderna ökar särskilt mycket. En viktig "säsongsfaktor" i det nordiska elsystemet är produktionskapaciteten i vattenkraftssystemet. Har sommar och höst varit torra innebär det låg fyllnadsgrad i vattenmagasinen, vilket innebär låg produktionskapacitet under vintern. Sammantaget kan vi konstatera att om marknaden fungerar såsom beskrivs i figur 11 så kan vi på grund av fluktuationer i efterfrågan över dygnet, veckan och året och fluktuationer i produktionskapacitet komma att observera relativt prisvariationer över de olika tidskalorna. Det bör noteras att illustrationen ovan framförallt illustrerar prisbildningen på spotmarknaden, d.v.s. på "grossistmarknaden". De flesta slutkunder betalar inte spotpriset utan har elkontrakt med mer eller mindre bundna priser. Det betyder att en kund med ett ettårskontrakt exempelvis inte kommer att betala det timvisa priserna, utan någon form av genomsnitt över året.

Om marknaden fungerar på det sätt som illustreras i figur 9 kommer generellt sett den elproduktion som efterfrågas att produceras till minsta möjliga kostnad. En central fråga är därmed om vi kan tro att den fungerar på det sätt som beskrivs, eller om det finns starka skäl till att tro att den inte gör det? Ett första enkelt test är att helt enkelt titta efter om priset varierar mycket eller litet över året. Vi vet att under vinterhalvåret utnyttjas den så kallade baskraften fullt ut (om inte kärnkraftverken av olika skäl ställts av). Det betyder att om marknaden fungerar någorlunda på det sätt som beskrivits borde elpriset fluktuera relativt kraftigt eftersom en efterfrågeökning (p.g.a. av några extra kalla dagar exempelvis) innebär att produktionsanläggningar med höga kostnader måste tas i bruk. Detta borde då leda till att priset stiger kraftigt. Som diskuterats inledningsvis kan vi förvänta oss, om marknaden fungerar, att priset på tim- eller dagsnivå varierar betydligt mer än på årsnivå eftersom de flesta elkunder har bundet elpris och därmed kan förväntas vara mycket prisokänsliga för prisförändringar av tim- dags- och månadspris.

Från figur 6 ovan såg vi att priset på el föll mellan 1996 och 2001. Efter 2001 steg priset och fram till 2010 finns en positiv trend i priset, för att sedan falla till närmas rekordlåga nivåer de senaste åren. En annan observation är att variansen, eller fluktuationerna, i priset tycks ha ökat kraftigt under 2000-talet. Pristopparna under 2000-talet infaller under vintermånaderna. I februari 2010, exempelpris, var genomsnittspriset 93 öre per KWh, vilket ska jämföras med juni samma år då priset var 40 öre per KWh. Vintrarna efter 2010 har varit relativt milda, vilket också återspeglas i fallande priser.

Sammantaget visar prisutvecklingen inte på något entydig långsiktig pristrend under perioden efter avregleringen 1996. Däremot tycks det vara så att variationen i priset ökat under 2000-talet. Som vi redan diskuterat indikerar det att de grundläggande funktionerna på marknaden fungerar på ett förväntat sätt, dvs. när tillgången och/eller

efterfrågan ökar, då stiger priset och vice versa. I marknadsbeskrivningen ovan har vi antagit att marknaden fungerar som en perfekt konkurrensmarknad. En fråga som diskuterats och debatterats flitigt sedan avregleringen är om detta är en korrekt beskrivning av marknaden, eller om det snarare är så att vissa elproducenter har en dominerande ställning och därmed via sina produktionsbeslut kan påverka priset. Ofullständig konkurrens i form av marknadsmakt innebär såväl kortsiktiga som långsiktiga effekter. De kortsiktiga effekterna kommer sig av att vinsten av att öka produktionen i befintlig kapacitet motverkas av att det påverkar marknadspriset negativt. Den långsiktiga effekten blir en följd av att lönsamheten för nyinvesteringar i ökad produktionskapacitet minskar eftersom sådana investeringar pressar ned priset. Sammantaget innebär det att priset på el, på kort och lång sikt, på en ej fullständig konkurrensmarknad kommer att vara högre än vad det skulle vara på en konkurrensmarknad, vilket i sin tur innebär att elproduktionen blir lägre än vad som är samhällsekonomiskt effektivt. Ifall avregleringen 1996 innebar en marknadskoncentration skulle vi förvänta oss en nivåhöjning på priset, givet allt annat oförändrat. Prisutvecklingen som redovisas i figur 6 ger knappast stöd för ett sådant "prisskift".

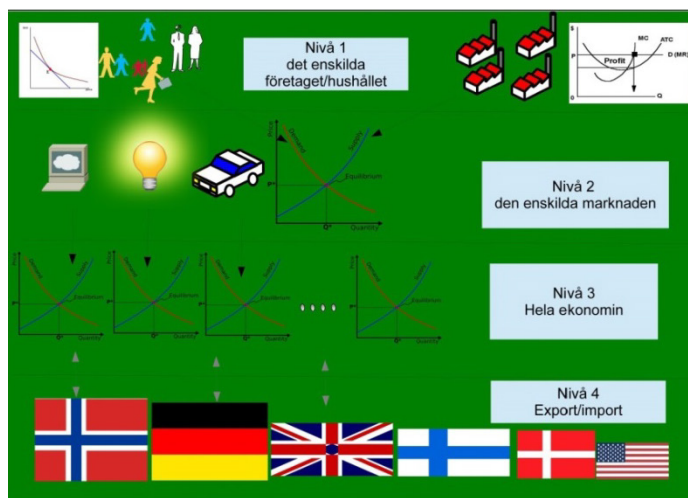
2 Ramverket

Som ett stöd för de empiriska studierna presenteras ett ramverk baserat på grundläggande välfärdsteori. Vi börjar med att sammanfatta ramverket i punktform och diskuterar sedan varje punkt för sig:

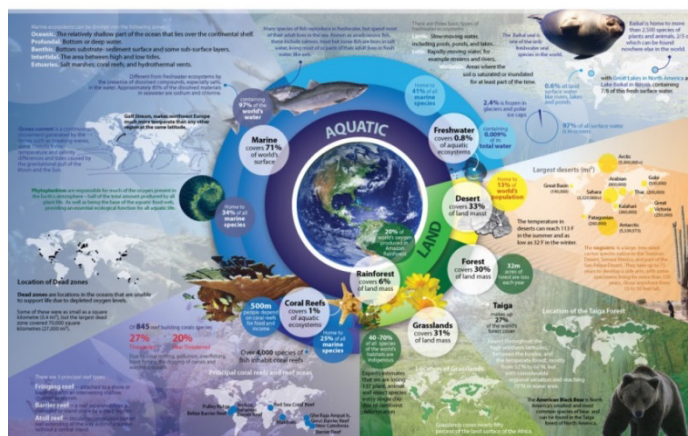
1. Enhet: välfärd
2. Holistisk grundsyn, men skall tillåta detaljerade studier
3. Nivellerad analys:
 - Nivå 1: Hushåll/företag:
 - Nivå 2: Enskild marknad
 - Nivå 3: Enskild sektor
 - Nivå 4: Hela ekonomin
 - Nivå 5 Internationell dimension
4. Tillåter dynamisk analys (här i princip konsekvenser för investeringar)
5. Inkluderar samspel mellan de ekonomiska och ekologiska systemen
6. Inbegriper heterogenitet (dvs. ger perspektiv bortom enkla medelvärden)
7. Inkorporerar den grundläggande fysiken kring elektricitet i de ekonomiska modellerna
8. Analyserar såväl effektivitet som fördelning

Ett sätt att betrakta ramverket är att se det som en form av dynamisk allmän jämviktsanalys, där vi tar hänsyn till väsentliga interaktioner mellan det ekonomiska och det ekologiska systemet. Se Johansson & Kriström (2015) för en detaljerad beskrivning av samhällsekonomisk analys i allmän jämvikt, samt Heal & Kriström (2002) för ytterligare detaljer kring dynamisk välfärdsanalys i allmän jämvikt i eko-eko system. En förenklad principskiss av ramverket ges i figur 10.

Den övre delen av figuren beskriver hur ekonomins olika delar interagerar, skiktad i olika nivåer, där nivå 1 beskriver den enskilde beslutsfattarens beslutsproblem. En viss delmängd av beslutsfattare på nivå 1 interagerar på en given marknad, dvs. på nivå 2. En annan delmängd av marknaderna på nivå 2 bildar en sektor, men den nivån utelämnas i figuren för överskådlighetens skull. En allmän jämvikt beskrivs på nivå 3, där marknadernas inbördes beroende explicit hanteras. För tydlighetens skull, inte minst därför att det är en viktig utgångspunkt för analysen, lägger vi till en explicit internationell dimension på nivå 4. Se vidare avsnitt 2.3. Bakom allt detta ligger en föreställning om vad som är den grundläggande enheten, eller "valutan". I vår analys är det "välfärd" och vi fortsätter med att motivera detta.



Interaktion mellan ekonomi och ekosystem



Figur 10. Principskiss över ramverk

2.1 ENHET: VÄLFÄRD

Den grundläggande enheten är välfärd, ett vitt begrepp som har en precis definition i ekonomisk teori (i andra vetenskaper och i andra sammanhang har begreppet en delvis annorlunda innebörd). I många sammanhang används "nytta" istället för "välfärd", de är helt synonyma begrepp i denna framställning (se Johansson, 1991 för en introduktion till välfärdsteorin). Beroende på den samhällsekonomiska problemställningens karaktär, kan enheten "välfärd" vara "vinst", "kostnad" eller andra storheter som mäts i monetära termer; under vissa antagande kan t.ex. förändringen av nationalprodukten fungera som ett välfärdsåtgång, då den är proportionell mot den underliggande och icke direkt mätbara välfärdsförändringen. En ökning av nationalprodukten är då liktydig med en ökad välfärd när vi har en perfekt marknadsekonomi. I praktiken finns det många varor och tjänster som inte har ett pris, men som likväl anses bidra till vårt välbefinnande, eller välfärd. Det vi i grund och botten vill mäta i våra empiriska studier är om välfärden i vid bemärkelse har ökat, sålunda kommer även icke-marknadsprissatta varor och tjänster med, åtminstone tillåter ramverket detta.

Sammanfattningsvis är det väsentligt att i ett ramverk fastslå vad vi vill mäta. I vårt fall är det sålunda välfärdsförändringar, vilket löst uttryckt kan tolkas som att vi

undersöker om policyförändringar gör att vi "får det bättre/sämare". Dessa välfärdsförändringar kommer allt som oftast att vara liktydiga med vinstförändringar eller mått på kostnader. Ramverket ger också en metodik för att fastslå om det vi mäter verkligen kan vara (åtminstone proportionellt mot) en underliggande välfärdsförändring.

Några exempel från dagsaktuella diskussionspunkter kring elmarknaden kan måhända klargöra varför vi anser det viktigt att använda "valutan" välfärd i detta projekt.

Efterfrågeflexibilitet

I grunden är tankarna kring den samhällsekonomiska analysen av efterfrågeflexibilitet nära kopplade till välfärd/"nytta". Om konsumenterna skall kunna bidra till regleringsarbetet via anpassning av efterfrågemönstren kan det krävas att hushållen gör förändringar av dagliga rutiner, en välfärdsförlust som skall jämföras med inbesparade utgifter för el. Mer om detta i avsnitt 3.

Värdet/kostnader av strömavbrott

Samma principiella resonemang kan föras när det gäller välfärdskonsekvenserna av ett strömavbrott. En möjlighet är att anta att det konsumenten sparade på strömavbrottet i termer av utgifter för el precis motsvarar förlusten av de tjänster som gick förlorade; all empirisk erfarenhet talar för att detta antagande är alltför starkt. Vi återkommer till detta i avsnitt 3.

Icke-marknadsprissatta varor och tjänster

I de fall det blir relevant att utsträcka vår analys empiriskt till att studera värdet av miljö kvalitetsförändringar, utgår vi återigen från samma principiella utgångspunkt; det vi vill mäta är välfärdsförändringar. Det finns ett stort antal empiriska ansatser för att "sätta prislappar på miljön", se Johansson & Kriström (2015b) för en färsk översikt av dessa metoder.

2.2 HOLISTISK GRUNDSYN

Det finns ett värde i att utveckla ett ramverk som explicit grundas på ett systemtänkande, eller en "helhetssyn". På sätt och vis är just systemsynen en nödvändig utgångspunkt för varje samhällsekonomisk analys, eftersom man annars lätt kan dubbelräkna och göra andra fel. Energikommisionen anger för övrigt (citerad i Kågeson, 2015) "*Kommissionen ska med ett brett systemperspektiv belysa samverkan mellan olika energislag och energibärare, liksom olika typer av intressekonflikter.*"

Kågeson (2015) pekar på risken för suboptimering i klimat- och energipolitiken om systemsynen inte får vara en ledstjärna i arbetet. Han ger fem olika exempel, varav subventioner av solceller är mest intressant i vårt sammanhang. Dagens kraftfulla subvention bidrar till att vi på sikt får en "kannibaliseringseffekt" där de förnybara energislagen "äter upp varandra". På sommaren går elpriset på sikt mot noll och gör vind- och solkraft olönsam. Detta bidrar, åtminstone på dagens elmarknad, till att vi får ett "missing money" problem (Cramton & Ockenfels, 2012), dvs. för lite balanskraft. Kågeson (2015) pekar också på kopplingen till andra subventioner, t.ex. ROT-avdrag och andra lättnader som gör att kanske halva kostnaden för installation av solpaneler får bäras av andra. Vidare finns en "intertemporal flexibilitet" som kan utnyttjas av den som äger solpaneler; inlevererad el kan när som helst kvittas mot mottagen el. Med andra ord skickar solpanelerna in el till systemet på sommaren när konsumenterna

värderar den som lägst och kan kvitta den mot högt värderad el i januari. Detta är om inte annat en substantiell förmögenhetsöverföring, som enkelt kan åtgärdas genom att använda marknadspriset som måttstock; ersättning för inlevererad el sker till marknadspris, liksom extraktion av el från nätet.

2.3 NIVELLERAD ANALYS

En systemansats fungerar bättre om den i sin tur har en logisk struktur, som dessutom tillåter att detaljerna inte går förlorade. Många gånger används begreppet "systemsyn" och motsvarande termer utan att de logiska byggstenarna i ansatsen redovisas. Den mikroekonomiska teorin erbjuder en sådan struktur, vilken vi här väljer att kalla "nivellerad analys".

Som noterats ovan beskriver den första nivån det enskilda hushållet/företaget, nivå 2 marknaden (t.ex. elmarknaden) där jämviktspriset bestäms av utbuds- och efterfrågeförhållanden. I allt väsentligt kommer projektet att hålla sig till antagandet att marknaderna klarerar. Elmarknaden torde här vara något av ett skolboksexempel på den grundläggande marknadsmodellen med klarerande marknader. På nivå 3 samspelar en given uppsättning marknader och bildar en sektor (skogsägare, sågverk och massa/papper är en enkel beskrivning av skogssektorn). En jämvikt uppstår då utbud är lika med efterfrågan på alla marknader i sektorn. Detta upplägg kan ge värdefulla insikter när det gäller att i mer detalj förstå hur olika marknader inom en någorlunda avgränsad sektor påverkar varandra. På den fjärde nivån samspelar alla sektorernas marknader med varandra. I en allmän jämvikt är utbud och efterfrågan lika på alla marknader. Den nivån operationaliseras i detta projekt med en allmän jämviktsmodell kallad CERE-CGE, som skräddarsys för att specialstudera elmarknaden i ett systemperspektiv. Den modellen tillåter även analys av den sista nivån, där vi tar med samspelet mellan olika länder, t.ex. den nordiska-baltiska elmarknaden (flaggorna i figur 10 är sorterade efter våra viktigaste handelspartners i termer av handelsvolym).

2.4 DYNAMIK

Så här långt har vi inte explicit nämnt dynamik, eller förändringar över tiden. Ramverket måste vara tillräckligt generellt och inkludera en konsistent analys av investeringar. En kärnfråga som ofta ställs vid diskussioner kring elmarknaden i framtiden gäller just investeringar; som vi varit inne på (främst via "missing money" problemet) är investeringar i planerbar elproduktion knappast lönsamma idag (se t.ex. Green & Yeatche, 2012 samt Hirth, 2013 för diskussioner kring subventioner av förnybar el i ett nationalekonomiskt perspektiv).

Kommer en förändring av elmarknaden, t.ex. med avseende på dess "marknadsdesign", att påverka investeringsbeteendet? I princip kan vi med vårt ramverk studera (teoretiskt) om en perfekt fungerande elmarknad löser "missing money" problemet, genom att den inte sätter någon övre gräns på elpriset. På ett plan är svaret närmast självklart, i meningen att en perfekt marknad alltid driver fram investeringar i den takt som är samhällsekonomiskt optimal. Elmarknaden är inget undantag därvidlag, om vi antar att den fungerar approximativt som en perfekt marknad (se dock diskussionen i avsnitt 1).

2.5 HETEROGENITET

En tydlig trend inom ekonomisk teori, och tillämpningarna av den på senare år, har varit ett fokus på att beskriva utfall på ett mer genomgripande sätt än vad de traditionellt använda medelvärdena ger. Heterogenitet, här skillnader mellan olika hushåll/företag, är av signifikant betydelse både av teoretiska, men framför allt av empiriska skäl. Låt oss ge ett kort exempel på detta här och återkomma i del 3.

Massa- och pappersindustrin är den industri som förbrukar i särklass mest el i elintensiv industri för svenskt vidkommande (ungefär 20 TWh). Om vi nöjer oss med att beräkna den genomsnittliga kostnadsandelen, kan den i detta fall vara i storleksordningen 8 % (se Brännlund och Lundgren (2011)). Om kostnadsandelen är så låg följer det nästan omedelbart att priselasticiteten inte är särskilt hög. Detta är också vad Brännlund och Lundgren (2011) finner i sin analys, även om massa- och pappersindustrin är mest priskänslig av de studerade sektorerna.

En närmare analys av data ger dock vid handen att heterogeniteten är betydande. Vi kan t.ex. dela upp datamaterialet i mekanisk och kemisk massaproduktion, där den förra är exceptionellt elintensiv, medan den senare inte är lika elintensiv, dessutom bidrar kemisk massaindustri med betydande mängder el (storleksordningen 6 TWh). Det betyder i sin tur att priselasticiteten bör skilja sig på ett markant sätt. I parentes kan nämnas att elproduktion från biomassa är certifikatberättigad, vilket i ett bredare perspektiv reser frågor om snedvridning av konkurrens mellan olika typer av massaproduktion. Den frågan kommer endast indirekt att beröras i projektet.

Även den statistiska metodiken har utvecklats på senare år och det finns nu metoder för att analysera heterogenitet med kraftfulla metoder som t.ex. kvantilregression. Vidare har den statistiska metodiken också utvecklats i riktning mot metoder som inte längre är lika beroende av antagandet om normalfördelning. Denna metodutveckling är inte av intresse per se för detta projekt, däremot avser vi att utnyttja modern statistisk metodik för att kunna belysa betydelsen av heterogenitet i olika dimensioner.

2.6 FYSIKEN KRING ELEKTRICITET OCH EKONOMISKA MODELLER

Från konsumentens perspektiv är el den perfekt homogena varan, i meningen att vi inte kan skilja på elektroner levererade från A eller B. Ur ett mer allmänt perspektiv är dock el inte en homogen vara om vi betraktar den från produktionssidan. Elsystemet måste till att börja med respektera lagar som ges av grundläggande fysik. Det innebär ett antal systemrestriktioner; konsumtion och produktion måste överensstämma i varje ögonblick, frekvensen måste hållas inom ett givet område, kapacitetsrestriktioner inom nätet måste respekteras, osv. Detta brukar sammanfattas som att el är heterogen, se Hirth et al (2016) för detaljer. Vi kan tillämpa detta på ett resonemang om vad kostnaden för att introducera mer icke-planerbar el i ett elsystem.

För att jämföra lönsamheten i en investering i ett vindkraftverk med en investering i en gasturbin används ofta "levelized cost" per enhet, vilken definieras som ett konstant pris per enhet som gör att nuvärdet av intäkterna är lika med kostnaderna. Joskow (2011) jämför "levelized cost" för ett vindkraftverk och en gasturbin och menar att gasturbinen inte behöver vara ett sämre alternativ, då den med säkerhet är tillgänglig när priset på el är högt. En mer detaljerad jämförelse, där vi tar hänsyn till restriktioner som följer av fysikens lagar, behöver vi till vindkraftens kostnad lägga olika kostnader som uppstår när den skall leverera in i nätet. Lokaliseringen av kraftverket har betydelse, liksom de kostnader som uppstår på grund av att det är svårt att prediktera

vindstyrkor, osv. Se Weissbach et al (2013) för ett annorlunda angreppssätt att jämföra energislag, som utgår ifrån energieffektivitet.

2.7 EFFEKTIVITET OCH FÖRDELNING

Ett policyinstrument som gör att ett mål nås till lägsta möjliga kostnad är kostnadseffektivt och innebär annorlunda uttryckt att inga resurser binds "i onödan" till att uppnå målet. Om ett givet mål kan nås till en lägre kostnad blir det resurser "över" som kan användas till andra ändamål. En politik som inte är kostnadseffektiv sågs därför i vissa politiska läger tidigt som "en stöld från de fattiga", och den devisen innehåller fortfarande ett korn av sanning. Ekonomer har länge hävdats att ekonomiska styrmedel, i form av miljöavgifter, utsläppsrättighetsmarknader och andra s.k. incitamentsbaserade styrmedel, ger kostnadseffektiva lösningar. På det hela taget har dock fördelningsfrågor levt en relativt sett undanskymd tillvaro, åtminstone bland miljöekonomer, dock i mindre utsträckning i offentliga utredningar kring svensk miljöpolitik. Vi anser det väsentligt att fördelningsfrågorna ges en ordentlig belysning. Vi återkommer till ett förslag hur det kan göras inom detta projekt i avsnitt 3.

3 Frågeställningarna

Vi skall i denna del diskutera de frågeställningar som vi anser bör belysas i mer detalj för svensk del. Även om flera av frågor belysts på flera andra håll, finns det fortfarande substantiella luckor i kunskapen kring elmarknadens funktionssätt, och hur de utmaningar vi ser framför oss bäst kan bemötas ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. I det följande diskuteras några aktuella frågor som vi anser viktiga att studera.

3.1 SECURITY OF SUPPLY

Hur begreppet "Security of supply", (närmast kanske "leveranssäkerhet") skall definieras råder ingen enighet om (se bl.a. Ocana & Hariton, 2002 och Eurelectric, 2014). Europeiska kommissionen gav följande definition 2005: "*ability of an electric system to supply customers with electricity*" (citerad i Dyer & Trombetta (2013), som ger en bred överblick av ämnet, dock med fokus på andra energikällor). Den definitionen är förvisso enkel, men behöver preciseras närmare. Följande tolkningar har bland annat förekommit:

1. **Energi vs effekt.** När icke-planerbar produktion ökar och planerbar produktion tas ur drift, förbättras energibalansen, samtidigt som effekthalansen försämras.
2. **Självförsörjningsgrad.** Den utsträckning till vilken Sverige kan klara elförsörjningen på egen hand.
3. **"Säker försörjning till konkurrenskraftigt pris"**. Denna tolkning inkluderar sålunda också priset på el, inte endast den fysiska tillgängligheten.
4. **Systemårbarhet.** Ett paraplybegrepp som kan ges olika tolkningar, måhända främst i termer av kostnader för att systemet blir mer störningskänsligt i takt med att den planerbara produktionen minskar och den icke-planerbara ökar.

Vad som ofta saknas i diskussionen kring "security of supply" är den övergripande målformuleringen, dvs. vilket är det yttersta målet? I termer av det ramverk som vi presenterade i avsnitt 2 formuleras målet så att välfärden maximeras givet ett antal restriktioner. I ett första steg är det naturligt att bortse från fördelningsproblemet och maximera välfärden för ett "representativt" hushåll, dvs. fokusera på effektivitetsfrågorna. Lösningen på detta problem inkluderar exempelvis värdet av att ha tillgång till el inom ett givet tidsintervall, både med avseende på avbrott och leveransskvalitet. En tänkbar utgångspunkt för att skraddarsy ramverket med avseende på frågorna rörande "security of supply" är att utgå från modellen som presenteras i Johansson & Kriström (2011, 2012). Den fokuserar i och för sig på värdet av att göra en förändring av vattenkraftskapaciteten i ett samhällsekonomiskt perspektiv, men innehåller detaljer om hur elmarknaden fungerar i Sverige. Modellen kan därför utgöra en startpunkt för att precisera tolkningarna av "security of supply" - begreppet. I princip ger analysen ett svar på vad det kostar och vad det är värt att förändra "security of supply". Fördelen med angreppssättet är att det explicit utgår från ett systemperspektiv, eller cost-benefit-regler i allmän jämvikt (Johansson & Kriström, 2015).

Flera av de empiriska studierna har beröringspunkter med denna diskussion, t.ex. arbeten kring kostnader, eller värde, av strömavbrott ("Value of lost load", VoLL), efterfrågefleksibilitet, konsekvenserna för konkurrenskraften för olika scenarier beträffande import/exportpriser, men även de studier vi avser att göra kring kostnader av att avveckla kärnkraften "i förtid".

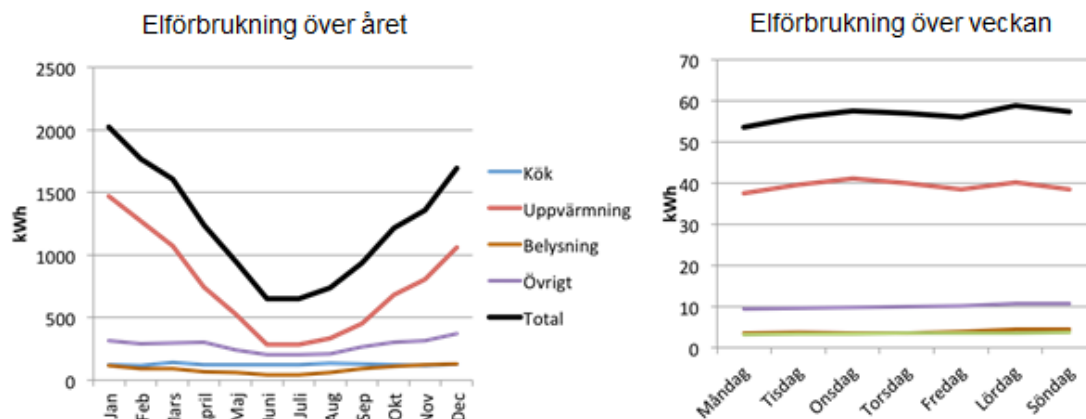
3.2 EFTERFRÅGEFLEXIBILITET

Efterfrågeflexibilitet har getts ett flertal olika definitioner och kan gälla såväl företag som hushåll (egentligen alla som efterfrågar el), se t.ex. Kirschen et al (2000), Halvorsen & Larsen (2001), Albadi & El-Saadany (2007) samt Boyle (2012) för olika perspektiv. Ett enkelt sätt att tolka efterfrågeflexibilitet är att helt enkelt definiera den som att priselasticiteten inte är noll, dvs. att en prisförändring påverkar efterfrågan. Det är väl känt från litteraturen att priselasticiteten för el är relativt låg, åtminstone på kort sikt. En viktig förklaring till detta är att elefterfrågan är en härledd efterfrågan, till skillnad från t.ex. efterfrågan på mjölk. Vi konsumerar inte el per se, utan använder apparater och tjänster som är beroende av el, t.ex. ett kylskåp. Det är en förklaring till att den kortsiktiga priselasticiteten är låg, då det tar tid att byta ut den relevanta kapitalstocken.

För en kompakt översikt av litteraturen på området vad gäller priselasticiteten, se Kriström (2014). I kort sammanfattning ger den empiriska litteraturen (med fokus på hushåll, men flera av slutsatserna är giltiga även för företag) följande insikter:

- Den kortsiktiga priselasticiteten är i storleksordningen 0.3, på lång sikt i storleksordningen 0.7. Dahl (1993), Borenstein (2007), Fell et al (2011), Kriström (2014).
- Inkomstelasticiteten är svårare att precisera, men den bästa gissning torde vara att den är ungefär 1 på längre sikt, och lägre på kort sikt. Dahl (1993), Espey & Espey (2004).
- Skattningar av såväl pris- och inkomstelasticitet varierar väsentligt med avseende på data (tvärsnitt/tidsserie) och metodval. Kriström (2008, 2014).
- Inkomst inkorporerar många av de faktorer som påverkar elefterfrågan, t.ex. allehanda hushållsapparater. En apparat ökar visserligen efterfrågan per se, men köptes på grund av ökad inkomst. Andersson & Damsgaard (1999).
- Elefterfrågan bestäms av ett stort antal exogena faktorer, tydligast av temperatur. Helney & Peirson (1998), Miller et al (2008). Attityder till t.ex. energisparande korrelerar med elefterfrågan. Resultaten från studier i psykologi varierar dock högst väsentligt; i vissa studier varierar attityder med efterfrågan, i andra inte (Lutzenheiser, 1993, Abrahamse et.al. 2005 samt Allcott & Mullaihanan, 2010).
- Enligt en omfattande litteratur i främst psykologi fungerar informationskampanjer av typen "släck ljuset för att spara el" sämre än riktade kampanjer (Dulleck & Kaufmann (2004)).
- I den mån det är möjligt att skilja demografiska faktorer från inkomst, finner man i litteraturen att elkonsumtion varierar över livscykeln, mellan etniska grupper och kulturer.

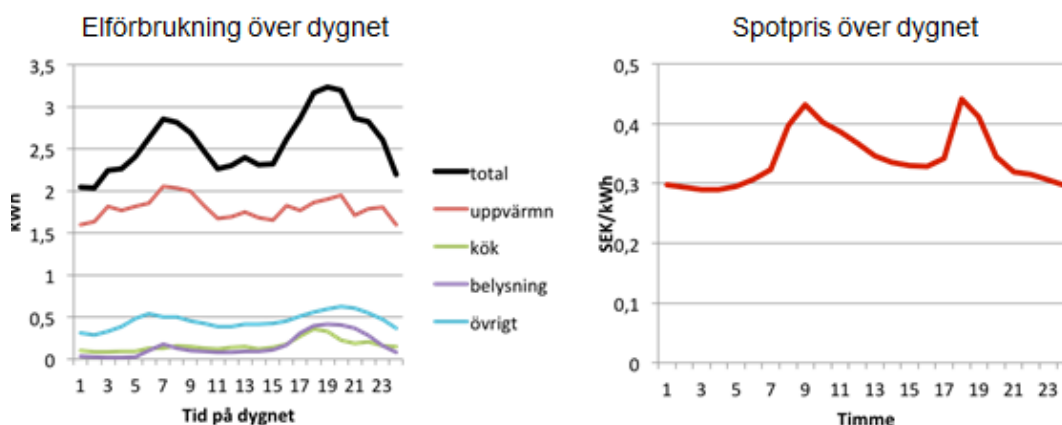
I det följande koncentrerar vi oss på hushållens elförbrukning i mer detalj, som en bakgrund till ytterligare studier kring efterfrågeflexibilitet. Hushållens elanvändning varierar på ett markant sätt över säsongen, då förbrukningen är låg på sommaren, men ökar på vintern, i allt väsentligt drivet av uppvärmning. Inom veckan är förbrukningen relativt konstant, vilket illustreras i figur 11.



Figur 11. Hushållens elanvändning över år och vecka. Källa Broberg m.fl. (2014)

Frågorna kring efterfrågefleksibilitet kokar egentligen ned till hur vi kan få hushållen att anpassa sin efterfrågan till när elen finns tillgänglig. En tanke är att genom timprissättning kunna göra efterfrågan mer följsam. Huvudfrågan är då om hushållen verkligen är villiga att göra detta, givet att det inte går att spara särskilt mycket pengar på en förändring. Ett annat alternativ är "demand side management", vilken kan innebära olika typer av handel med bland annat effektreduceringar/begränsningar.

Data över elförbrukning över dygnet ger en klar antydan om att hushållens elförbrukning i mångt och mycket följer våra inrutade levnadsvanor. Dessa vanor innebär helt enkelt att efterfrågan skiftar över dygnet med en tydlig topp morgon och kväll, vilket illustreras i figur 12. Figur 12 ger även en tydlig bild av hur efterfrågan och elpris (spotpris) hänger ihop.



Figur 12. Hushållens användning av el över dygnet, samt spotpriserna på el över ett dygn.

Förbrukningens mönster avbildas närmast exakt i priserna, då topparna infaller på morgon och sen eftermiddag. Det är också rätt tydligt från figuren att besparingarna för enskilda konsumenten av att ändra konsumtionsmönster inte kan bli särskilt stora.

Besparingsmöjligheterna genom tidsförskjutning av elanvändningen redovisas i tabell 1 (Broberg m.fl., 2014). Ur tabell 1 kan man utläsa att exempelvis 7 timmars förskjutning av konsumtionsmönstret ger en besparing på 1 kr per dag (den efterfrågeförskjutningen kommer dessutom att utjämna priserna, så besparingen blir i praktiken mindre). Att anpassa sig "kostar" dock på olika sätt, och det finns helt enkelt ingen större ekonomisk potential i väsentliga förändringar av rutiner och vanor. Man kan vända på frågeställningen och studera hur stor kompensation hushållen, som ett absolut minimum, vill ha för att ändra levnadsvanor och därmed indirekt hjälpa till i regleringsarbetet. Data i figuren ovan antyder att den kompensationen måste vara substantiell, vilket är precis vad Broberg m.fl. (2014) finner i hypotetiska valexperiment. Se vidare Broberg och Persson (2015).

Tabell 1. Möjlig kostnadsbesparing av efterfrågefleksibilitet. Procent av elkostnaden. Källa: Broberg m.fl. (2014).

Timmar framåt	Medianförbrukare	Storförbrukare	Småförbrukare
1	0,00	-0,15	0,42
3	0,77	0,77	2,29
5	1,58	1,82	3,96
7	2,15	2,44	4,80

Vi avser att gå vidare med denna typ av studier och undersöka nya typer av kontrakt. Så långt det går att se i befintliga studier av hushållens efterfrågefleksibilitet går det inte att jämföra anpassning av efterfrågan med t.ex. sopsortering. Det finns ingen direkt monetär vinst av sopsortering, trots detta är det många som sopsorterar. Är det möjligt att den sociala normen ändras på sikt så att efterfrågefleksibilitet blir en mer naturlig del av vardagen?

3.3 KOSTNADER FÖR STRÖMAVBROTT

Samhällets värdering av ett strömavbrott (VoLL) speglar den totala betalningsviljan för att slippa densamma och utgör ett mått på hur mycket samhället (hushåll, företag och offentlig sektor) bör investera i en säkrare elförsörjning. En säkrare elförsörjning kan exempelvis handla om nya elnät, vädersäkring av befintliga elnät, tillhandahållande av reservkapacitet och/eller ökad efterfrågefleksibilitet. Det finns redan idag ett flertal empiriska uppskattningar av VoLL för olika sektorer och länder. Dessa skattningar (normaliserade med t.ex. kWh) uppvisar en stor variation - även när man studerar skattningarna sektorsvis. Givet betydelsen av VoLL i samband med myndighetsarbete etc., förefaller det absolut nödvändigt att kartlägga vad den stora variationen beror på och hur känsliga enskilda resultat är för små förändringar i sättet de skattas på. När det gäller Sverige har skattningar av VoLL gjorts vid två tillfällen i modern tid, 1994 och 2004. Dessa skattningar vittnar om att det kan ske betydande förändringar av VoLL under relativt kort tid. Med tanke på den teknikutveckling, inte minst inom IT-området, som skett i samhället under 2000-talet råder genuin osäkerhet om hur VoLL ser ut idag. I allmänhet är det viktigt att få en ökad kunskap om underliggande faktorer till VoLL för att därigenom kunna utveckla metoder för att prediktera dess framtida utveckling utan att behöva göra nya omfattande studier. Exempel på relevanta faktorer är inkomst, produktivitet, konsumtions- och aktivitetsmönster, och teknikutveckling.

I detta delprojekt avser vi att komplettera enkätstudier med en produktionsteoretisk ansats baserat på mikroekonomiska data för enskilda företags förädlingsvärden och elanvändning. Eftersom förädlingsvärden inte mäts för offentlig sektor utgår vi i det fallet från en lönekostnadsanalys som indirekt mäter arbetskraftens produktivitet eller alternativkostnad. Att studera mikrodata tillför en dimension till den makroekonomiska metod som analyserar aggregerade förädlingsvärden och är vanligt förekommande i litteraturen (se exempelvis De Nooij m.fl. 2009, och Leahy och Tol, 2011). Genom att utnyttja ett redan befintligt och unikt datamaterial som täcker ekonomiska data (t.ex. förädlingsvärde) och elanvändning för tusentals företag i Sverige kan vi exempelvis bidra genom att studera spridningen i VoLL, inte bara mellan sektorer, utan även mellan olika företag inom samma sektor. En annan fördel med mikrodata är att sektorsindelningen blir flexibel och industrisektorn kan exempelvis brytas ner på delsektorer baserat på SNI-koder, antal anställda, var i landet man huvudsakligen opererar eller storleken på företags elförbrukning. Med dessa data kan vi även mäta förändringar över tid.

3.4 MARKNADSITEGRATION

En central del av hela projektet är utvecklingen av en CGE-modell för svensk ekonomi med fokus på energi. Vi har redan idag kommit en bit på vägen och har utvecklat en version 0.9 av CGE-CERE, en jämviktsmodell baserad på GTAP (57 sektorer, representativt hushåll, detaljerad modul kring fossila bränslen och CO₂, global modell med nationalräkenskaper inkluderade för närmare 200 länder).

Utgångspunkterna för detta modelleringsarbete är följande:

1. Särskilt fokus läggs på valet och omfattningen av styrmedel efter 2020.
2. Slutsatserna ska även tentativt kunna appliceras på Nordisk och Baltisk nivå.
3. Resultaten analyseras med avseende på betydelsen för en gemensam nordisk och baltisk elmarknad och på vilket sätt ett samarbete runt Östersjön kan stärka de olika industriella marknadernas konkurrenskraft.

Här ingår också att analysera import/export/transmissionsbegränsningar, samt även Energiwendes konsekvenser för svensk del. Det finns en del empiriska resultat kring hur subventionerna av förnybar energi kan komma att påverka hela den europeiska elmarknaden, dock veterligen inga som studerar detta inom ramen för en detaljerad modell över svensk ekonomi. Europeiska kommissionen har nyligen lanserat en studie som tar ett brett grepp över subventionerna, med särskilt fokus på kapacitetsmekanismer, eftersom de måste harmoniera med statödsreglerna.

Eftersom Sverige har komparativa fördelar i elproduktion är det naturligt att fråga sig vad som händer i ekonomin om dessa fördelar "konkurreras ut" via subventioner i andra länder. Denna typ av studie är relativt enkel att göra då data innehåller nationalräkenskaper för alla länder av intresse, så att vi kan studera frågan på Nordisk/Baltisk/EU/global nivå.

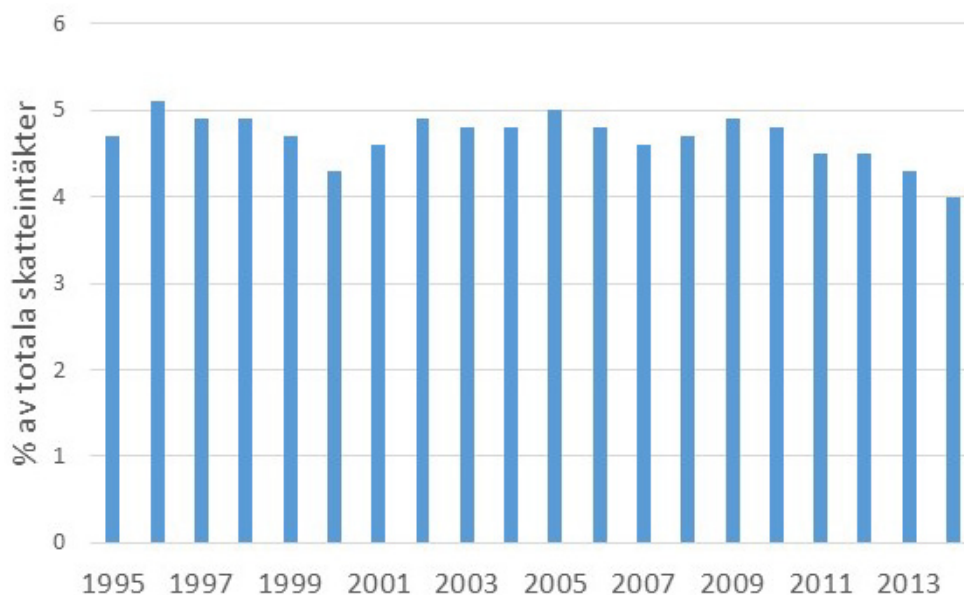
Modellen kommer att utvecklas i två varianter, en standard s.k. top-down-ansats, men också en bottom-up ansats, där fokus ligger på att beskriva produktionsteknologierna i detalj. För att göra detta behöver vi bland annat lägga till:

- a) Transmissionsbegränsningar.
- b) Undersöka integriteten i befintliga data för elmarknadens del.

- c) Energiskattesystemet måste beskrivas mer detaljerat. Vi kommer här att utnyttja ett samarbete med finansdepartementet och Adj Prof (SLU) Martin Hill för att komplettera energibeskattningen i modellen. I Hills CGE-modell finns källdata för energiskatter från olika sektorer.
- d) Fördelningsfrågor. Vi behöver lägga till data så att fördelningsfrågor kan studeras på hushållssidan. En möjlighet är att utnyttja den variant som Harrison & Kriström (1997) använde i sin CGE-modell för Sverige.

3.5 ELBESKATTNING

Den svenska energibeskattningen har varit föremål för en lång rad utredningar, varav den senaste är SOU 2015:87 kring elbeskattnings utformning. Som visas i figur 13 så är energibeskattnings andel av de totala skatteintäkterna runt 4-5% av de totala skatteintäkterna, en siffra som varit relativt konstant över tid.



Figur 13. Energibeskattnings andel (%) av de totala skatteintäkterna 1995-2014.

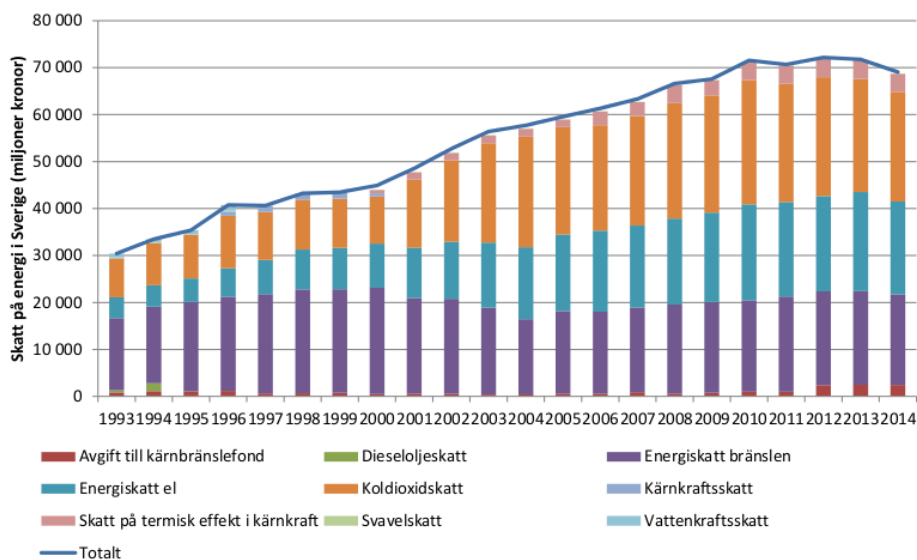
Källa: ekonomifakta.se (ESV/SCB)

För 2014 uppgick de totala skatteintäkterna relaterade till energi och miljö till närmare 67 mdr och fördelades enligt tabell 2. Som framgår så är intäkterna från den renodlade elskatten nära 20 miljarder kronor 2014, och tillsammans med effektskatten på kärnkraft (3,8 miljarder), så är elskatternas andel av de totala energiskatteintäkterna 35 % av de totala energiskatteintäkterna.

Tabell 2. Intäkter från energi och miljörelaterade skatter 2014, miljarder kronor. Källa: Ekonomifakta.se (Ekonomistyrningsverket)

	Miljarder kr	Procent av total
Skatt på elkraft	19,7	29,5
Energiskatt bensin	10,7	15,9
Energiskatt oljeprodukter	8,3	12,4
Energiskatt övrigt	0,3	0,5
Summa energiskatt	39,0	58,3
Koldioxidskatt bensin	8,5	12,7
Koldioxidskatt oljeprodukter	14,3	21,3
Koldioxidskatt övrigt	0,6	0,9
Summa koldioxidskatt	23,3	34,9
Effektskatt kärnkraft	3,8	5,7
Övriga energi/miljöskatter	5,2	7,7
Summa energirelaterade skatter	66,8	100,0

En mer detaljerad bild av hur skatter och avgifter på energi utvecklats över tiden ges i figur 14. I figur 14 ingår även avgiften till kärnavfallsfonden, vilken är avsedd att täcka kostnaderna för avveckling av kärnkraften. Det är således inte en skatt.



Figur 14. Intäkter från olika skatter och avgifter på energi 1993-2014 i fasta priser. Källa: Sweco (2015).

Skatten på el ger en skillnad mellan producent- och konsumentpris. Den skillnaden kan vara mycket stor, inte minst under sommaren 2015, då producenten kunde få några ören per KWh, medan hushållet betalade 50-100 öre beroende på avtal. I allmänhet utgår elskatten per enhet, men den kan också vara oberoende av produktionsvolymen, som fallet är med effektskatt och fastighetsskatt på produktionssidan. Vidare utgår

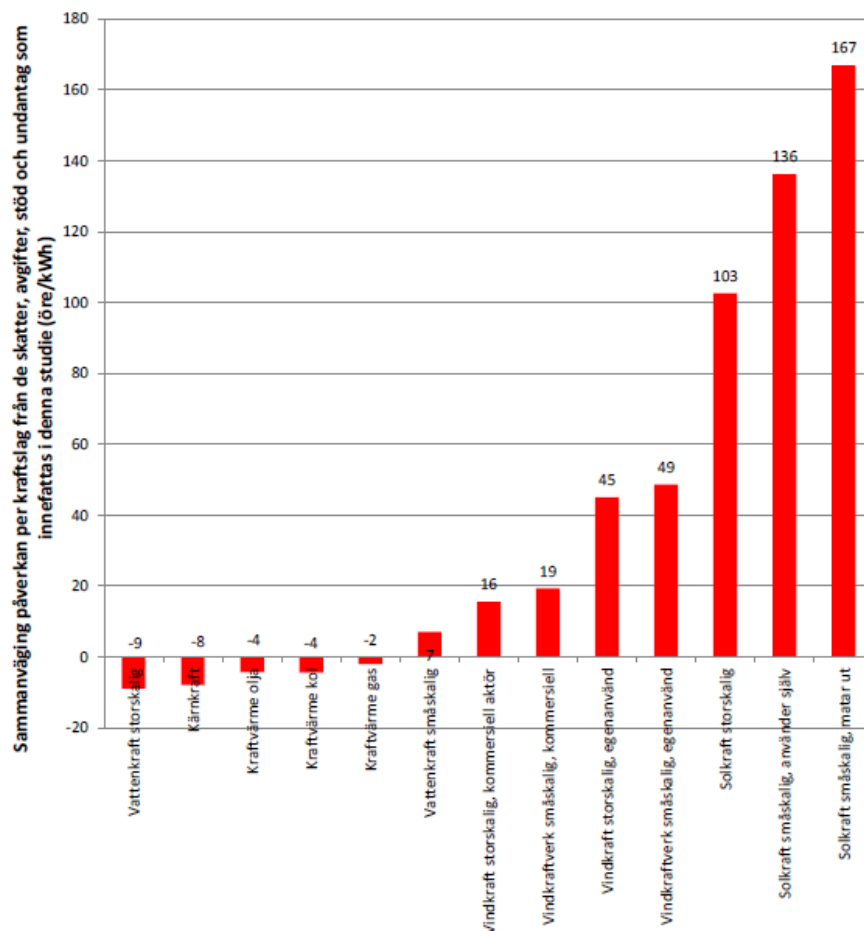
olika subventioner till förnybar produktion. I andra länder har man valt s.k. feed-in-tariffer som en direkt subvention, medan vi har valt elcertifikat. Konstruktionen av elcertifikaten innebär att subventionen hålls utanför skattesystemet, men eftersom momsen läggs på det totala priset på el, påverkar elcertifikaten de totala skatteintäkterna.

Sweco (2015) har nyligen visat hur skatter och subventioner påverkar kostnads- och intäktsstrukturen för olika kraftslag. I deras definition av skatter och avgifter ingår

- Fastighetsskatt för elproduktionsanläggningar
- Effektskatten på kärnkraft
- Utsläppsrätter
- Skatter och avgifter på bränslen och utsläpp
- Investeringsstöd
- Elcertifikat
- Undantag från konsumtionsskatt (exempelvis för egenproduktion)
- Reducerad inmatningsavgift för småskaliga elproducenter

För detaljer kring hur t.ex. fastighetsskatter beräknas för vattenkraft hänvisar vi till Sweco (2015), eftersom den beräkningen är relativt komplex; vattenkraften beräknas stå för ca 6 mdr av den totala fastighetsskatten på elproducenter 2015 (övriga långt mindre, max 5 % av denna siffra). Effektskatten på kärnkraft är sedan augusti 2015 14 770 kr per MW och månad, vilket beräknas ge ungefär 4,5 mdr i intäkter 2015 (att jämföra med ungefär 4 mdr 2013 och 2014).

Totalt sett bedömer Sweco att den sammanlagda "nettoskatten" eller "nettosubventionen" olika kraftslag är den som ges i figur 15.



Figur 15. Den sammanlagda effekten av olika skatter och subventioner för olika kraftslag. Hämtad från Sweco (2015).

Även om figuren innehåller en blandning av påverkan på fasta och rörliga kostnader/intäkter, ger den en rätt tydlig bild av hur den nuvarande politiken styr. Det finns en mycket tydlig uppsida, d.v.s. nettosubvention, för icke planerbar kraft som vind- och solkraft, och en tydlig nedsida, d.v.s. nettoskatt, för planerbar kraftproduktion.

Vi föreslår två typer av konsekvensanalyser, en med avseende på kort/lång sikt, en annan på fördelningseffekterna. Det finns också ett intresse av att se hur detta system påverkar skattebaserna. En viktig lärdom från analysen i Johansson & Kriström (2011, 2012) av inskränkningar i vattenkraftsproduktionen är att effekterna på skattebaserna kan bli väsentliga. Förklaringen till detta är helt enkelt att el är högt beskattat. Dessa överväganden förekommer idag inte i någon större utsträckning i diskussioner kring hur exempelvis EUs vattendirektiv skall implementeras, men ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är de viktiga att ha med. Det finns inte utrymme i denna studie för att reda ut hur finansieringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet påverkas av ev. nedläggningar "i förtid". Det är dock uppenbart att finansieringssystemet kommer att utsättas för väsentliga påfrestningar.

Vi kommer att så långt data medger använda allmän jämviktsmodellen för att analysera de långsiktiga effekterna. Detta behöver kompletteras med en ekonometrisk ansats, där vi utnyttjar en detaljerad databas över industrins energianvändning. Den nuvarande databasen som vi har tillgång till sträcker sig till 2008, men här är tanken att nya data ska köpas in för att täcka perioden efter 2008. Exempel på hur dessa data tillämpas för att studera hur elintensiv industri påverkas av förändrade elpriser återfinns i Brännlund & Lundgren (2011, 2012). Vi kommer att fokusera elintensiv industri, i synnerhet massa- och pappersindustrin, enligt vad som diskuterades i del 2.

3.6 FÖRDELNINGSEFFEKTER. VEM VINNAR OCH FÖRLORAR PÅ OLIKA VÄGVAL¹⁰?

Fördelningsfrågor har på senare tid fått ett uppsving i makroekonomisk teori, efter att ha levt en relativt sömnig tillvaro på 1970-80 talen. Ett antal studier visar att inkomstfördelningen kan ha betydelse för den ekonomiska tillväxten. Den traditionella neoklassiska tillväxtmodellen betonar realkapitalets betydelse för långsiktig tillväxt (Solow, 1956). På senare år har man uppmärksammat humankapitalets betydelse (Lucas, 1988). En individ kan investera i utbildning och på sätt öka sitt humankapital. Enligt den nyare tillväxtteori behöver tillväxten inte avklinga på lång sikt; även om kapitalets marginalproduktivitet faller motverkas detta av kontinuerliga investeringar i humankapital.

Gemensamt för många teoretiska studier kring ekonomisk tillväxt är att man utgår från en (representativ) individ. Dessa modeller kan därmed inte sprida något ljus över frågan om inkomstfördelningen per se har någon betydelse i sammanhanget. Om man inför fler individer i modellen, och antar att de kan investera i humankapital, kan tillväxten påverkas av inkomstfördelningen om det t.ex. finns kapitalmarknadsimperfektioner. Sådana imperfektioner innebär att man inte kan låna "fullt ut", på sina framtida inkomster. Därmed kan tillväxten, såväl på lång och kort sikt, komma att bero på den initiala inkomstfördelningen. Enligt vissa modeller kan en jämnare inkomstfördelning i "utgångsläget" ge högre inkomst på lång sikt. Nära kopplat till detta resultat är studier kring inkomstfördelning, demokrati och tillväxt, se t.ex. Persson & Tabellini (1994). Perotti (1996) sammanfattar flera av dessa studier, som ger visst stöd för hypotesen att en jämnare inkomstfördelning kan påverka tillväxten positivt på längre sikt. Andra studier ger dock motsatta resultat. Någon konsensus kring detta tycks inte finnas.

Vidare är konsumtionsmönstren i allmänhet inte oberoende av hur inkomsterna fördelas i samhället. Det är ett allmänt resultat från ekonomisk teori, där man endast under speciella förutsättningar kan anta aggregerad efterfrågan bestäms av summa inkomst och inte hur den är fördelad.¹¹ Även om utgiftsandelen på el är relativt låg är det inte ointressant att t.ex. Energiwende har tydliga fördelningseffekter, vilka sålunda skulle kunna påverka aggregerad efterfrågan, även om effekten i dagsläget torde vara ganska liten. Det finns en relativt omfattande diskussion i vissa europeiska länder

¹⁰ En del av diskussion i detta avsnitt följer den LU-bilaga vi skrev till Långtidsutredningen 2003 kring fördelningseffekter av miljöpolitik.

¹¹ Se exempelvis Brännlund & Ghalwash (2008) där det studeras hur effekten på konsumtionsmönster av ekonomisk tillväxt påverkas av inkomstfördelningen i samhället.

kring "energy poverty", närmast "energifattigdom", vilket visar att det finns ett växande intresse för fördelningsfrågor, även när det gäller energimarknader.

Allmänt sett kan olika vägval i energipolitiken påverka det enskilda hushållet på flera olika sätt.

- Priset på en "direkt kopplad" vara stiger direkt. Exempelvis påverkar en koldioxid skatt direkt kostnaden för fossila bränslen. El, transporter och uppvärmning är exempel på varor som blir dyrare. Konsumtionen av el, transporttjänster och uppvärmningsbehov varierar över landet.
- Priset på andra varor förändras. Hushållet påverkas även av att andra varor och tjänster blir relativt sett billigare eller dyrare, till följd av olika marknadsanpassningar. Arbetsinkomster kan påverkas. Om ändrade elpriser innebär företagsnedläggningar kan inkomstbortfallen, åtminstone på kort sikt, bli betydande.
- Andra inkomster kan också beröras. Eftersom hushållen äger företagen, påverkar företagens vinster också hushållens inkomster. Vinsterna bestäms i sin tur av priser på det företagen säljer och kostnader för insatsvaror, räntor osv.
- Det finns olika möjligheter att kompensera hushållen för ökade kostnader, beroende på vilket styrmedel som används. Hushållens nettointkomster är en funktion av skattesystemets struktur. En kvantitativ reglering ger inga skatteintäkter, och ger därför ingen kompensationsmöjlighet. Intäkterna från en skatt kan användas för att på olika sätt kompensera hushållen för ökade kostnader. Intäkterna kan fördelas tillbaka som en klumpsomma, inkomstskatten kan sänkas liksom momsens.¹² Det svenska skattesystemet medger en mängd tänkbara konstruktioner.
- Miljövinster. Dessa värderas av olika hushåll på olika sätt, beroende på preferenser, inkomster, samt priser på olika varor och tjänster.

I grova drag är frågan: vilka vinner och vilka förlorar på olika vägval inom energipolitiken? Vi kommer att i första hand förlita oss på den allmänna jämviktsmodellen för analysen av fördelningsfrågorna. Här krävs exceptionellt mycket detaljer och vi kan komma att använda oss av andra data som vi redan har för att belysa dessa frågor (dessa data inkluderar mycket detaljerade data över hushållens elanvändning, se t.ex. Vesterberg et al., 2014 för en tillämpning).

3.7 REGLERINGSFLEXIBILITET

De stora vattenkraftverkens epok avslutades (som det nu ser ut) 1967 i och med drifttagandet av Sietevare (Blaikälven). Samhällets växande krav på energi innebar redan under tidigt 1900-tal betydande avvägningsproblem. I dagsläget är måhända den i sammanhanget mest brännande frågan EU:s ramdirektiv för vatten vilket direkt påverkar nyttjandet av våra vattenresurser. I det nyligen startade forskningsprogrammet KLIV (Kraft och Liv i Vatten, samordnat av Energiforsk) avser man ta fram: (i) samhällsekonomisk kostnadsnyttoanalys av vattenkraftrelaterade miljöåtgärder, med fokus på tillämpbarhet (ii) en arbetsgång för att identifiera och prioritera vattenkraftrelaterade miljöåtgärder för att underlätta en fortsatt implementering av vattendirektivet (iii) fördjupade kunskaper om miljöåtgärder

¹² Huruvida man skall kompensera förlorarna är en separat fråga, se diskussionen i Baumol & Oates (1988).

avseende habitatförändringar, lokal miljöanpassning av flöden samt kontinuitet. Programmet är sålunda indelat i 3 områden:

- Samhällsekonomisk kostnadsnyttoanalys av vattenkraftrelaterade miljöåtgärder.
- Arbetsgång för prioritering av vattenkraftrelaterade miljöåtgärder.
- Effekter av genomförda miljöåtgärder relaterade till vattenkraft.

Vår utgångspunkt är dock något annorlunda då vi avser att fortsätta ett arbete kring regleringsflexibilitet, och inte direkt fokusera på avvägningar mellan olika nyttjanden av vattenresurserna. Tankarna kring detta utvecklas i detalj i Johansson & Kriström (2011, 2012). Grundtanken är att undersöka om vattenlagstiftningen kan gå samma väg som miljölagstiftningen gått vad gäller utsläppen till luft, där utvecklingen inneburit en ökande grad av flexibilitet. Det mest extrema exemplet på detta är EUs utsläppshandel, som tillåter att en utsläppsökning i land A, neutraliseras av en lika stor utsläppsminskning i land B, under förutsättning att båda länderna är med i handelssystemet. Om vi tillämpar samma tanke på vattenkraft skulle flexibiliteten t.ex. kunna innebära att man kompenserar kraftförluster till följd av miljöåtgärder i vattendrag A, med en ökning av produktion i vattendrag B. Johansson & Kriström (2011, 2012) visade hur detta kunde gå till om man håller sig till ett och samma vattendrag (exemplet Ljusnan).

Vi föreslår att detta angreppssätt vidareutvecklas, i första hand genom att undersöka vad vi kan lära av de Nordiska länder som har vattenkraft. En komparativ studie av regelverken kring vattenkraften i de nordiska länderna skulle kunna ge nyttiga uppslag för att gå vidare med empiriska tillämpningar.

4 Referenser

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., och T. Rothengatter (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 273–291
- Albadi, M.H. och E.F. El-Saadany (2008). A summary of demand response in electricity markets, *Electric Power Systems Research*, 78, 11, 1989 – 1996.
- Allcott, H., och S. Mullainathan (2010). *Behavior and Energy Policy Science*, 327 (5970): 1204.
- Andersson, B., och N. Damsgaard, N. (1999). Residential Electricity Use-Demand Estimations Using Swedish Micro Data. *22nd IAEE annual international conference, Rome* (pp. 9–12).
- Baumol, W. och Oates. (1988). *The theory of Environmental Policy*. Cambridge University Press.
- Bergman, L., T. Hartman, L. Hjalmarsson, och S. Lundgren (1994). *Den nya elmarknaden*, SNS förlag, Stockholm.
- Borenstein, S. (2007). Customer Risk from Real-Time Retail Electricity Pricing: Bill Volatility and Hedgability. *The Energy Journal* 28 (2): pp. 111-30.
- Borenstein, S. (2012). The Redistributive Impact of Nonlinear Electricity Pricing. *Economic Policy*, 4 (3): pp. 56-90.
- Boyle, G. (2012). *Renewable Electricity and the Grid: The Challenge of Variability*. Earthscan.
- Broberg, T., Brännlund, R., Kazukauskas, A., Persson L. och Vesterberg, M. (2014). En elmarknad i förändring - Är kundernas flexibilitet till salu eller ens verklig? CERE WP #2014-16.
- Broberg, T., och L. Persson (2015). Is our everyday comfort for sale? Preferences for demand management on the electricity market. CERE working paper No. 2015-6.
- Brännlund, R. and Ghalwash, T. (2008). The income-pollution relationship and the role of income distribution. An analysis of Swedish household data. *Resource and Energy Economics*, 30, 369-387.
- Brännlund, R och Lundgren, T. (2011). Effekter för den elintensiva industrin av att dessa branscher i olika grad omfattas av kvotplikt inom elcertifikatsystemet. CERE WP#7/2011.
- Cramton, P., och A. Ockenfels. (2012). Economics and Design of Capacity Markets for the Power Sector. *Zeitschrift Für Energiewirtschaft* 36 (2): 113–34.
- Dahl, C. A. (1993). A Survey of Energy Demand Elasticities in Support of the Development of the NEMS, U.S: Department of Energy.
- Damsgaard, N., och R. Green (2005). *Den nya elmarknaden. Framgång eller misslyckande?* SNS förlag, Stockholm.
- Dempster, G. M. (2014). Price Discovery in Electricity Markets, *Encyclopedia of Energy, Natural Resource and Environmental Economics*. Elsevier.

DeFronzo, J. och S.Warkov (1979). Are Female-Headed Households Energy Efficient: A Test of Klausner's Hypothesis among Anglo Spanish-Speaking, and Black Texas Households. *Human Ecology*, 7 (2): pp. 191-97.

De Nooij, M., Lieshout, R. och C. Koopmans, (2009). Optimal blackouts: Empirical results on reducing the social cost of electricity outages through efficient regional rationing. *Energy Economics*, 31(3), 342-347.

Dulleck, U. och S. Kaufmann, (2004). Do customer information programs reduce household electricity demand? - the Irish program. *Energy Policy*, 32(8), 1025-1032.

Dyer, H. C. och Trombetta, M. J.. (2013). *International handbook energy security*. Cheltenham, UK ; Northampton, MA, USA: Edward Elgar.

Ederer, N. (2015). The Market Value and Impact of Offshore Wind on the Electricity Spot Market: Evidence from Germany. *Applied Energy*, 154: 80

Energimyndigheten (2011). *Vindkraftsstatistik 2011*, ES 2012:02, Eskilstuna.

Espey, J. A. och M. Espey, (2004). Turning on the Lights: A Meta-Analysis of Residential Electricity Demand Elasticities, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Southern Agricultural Economics Association, vol. 36(01), April.

Eurelectric. (2014). Renewable energy and security of supply: finding market solutions

Fell, H., Li, S., och Paul, A. (2010). A new look at residential electricity demand using household expenditure data. *Resources For the Future*, DP, 10-57.

Fridolfsson, S-O, och T. P. Tangerås (2009). Fungerar konkurrensen på elmarknaden? *Ekonomisk Debatt*, Vol. 37, Nr. 8, s. 21-37.

Fridolfsson, S-O., och T. P. Tangerås (2011). *Investeringar på elmarknaden – fyra förslag för förbättrad funktion*, Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2011:5, Finansdepartementet, Stockholm.

Hult, J., och Rydberg, S. (1989). *Svensk Teknikhistoria*. Gidlunds förlag.

Gillingham, K., R. G. Newell, och K. Palmer. (2009). Energy Efficiency Economics and Policy. *Annual Review of Resource Economics*, 1: pp. 597-619.

Green, R., och V. A. Yatchew. (2012). Support Schemes for Renewable Energy: An Economic Analysis. *Economics of Energy & Environmental Policy* 1 (2)

Halvorsen, B., och B.M. Larsen, (2001). The flexibility of household electricity demand over time. *Resource and Energy Economics*, 23(1), 1-18.

Henley, A., och J. Peirson (1998). Residential Energy Demand and the Interaction of Price and Temperature: British Experimental Evidence. *Energy Economics*, 20(2), 157-171.

Green, R., och N. Vasilakos (2011). *The Long-Term Impact of Wind Power on Electricity Prices and Generating Capacity*, Department of Economics Discussion Paper 11-09, University of Birmingham.

Harrison, G. W. och B. Kriström. Carbon taxes in Sweden. Rapport till Skatteväxlingskommittén, SOU 1997:117

Herbert, J.H. (1988). Weather, the Estimation of Residential Energy Demand Relationships and the Reporting of Data. *Energy Economics*, 10 (4): 324-25.

- Hirth, L. (2013). The Market Value of Variable Renewables. *Energy Economics* 38 (July): 218-36.
- Hirth, L, F. Ueckerdt, och O. Edenhofer. (2016). "Why Wind Is Not Coal: On the Economics of Electricity Generation." *Energy Economics*, kommande.
- Holmberg, P. (2007). Supply Function Equilibrium with Asymmetric Capacities and Constant Marginal Costs. *The Energy Journal*, 28 (2): pp. 55-82.
- Holttinen, H., et al (2004). The Impact of Large Scale Wind Power Production on the Nordic Electricity System. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Hutton, R. B., och C. D. Anderson. (1980). Energy Information for Consumer Decisions: Public Policy and Life Cycle Costing. *Journal of Consumer Policy*, 4 (1): 17-29.
doi:10.1007/BF00380659
- Jensen, S. G, och K. Skytte. (2002). Interactions between the Power and Green Certificate Markets. *Energy Policy*, 30 (5): 425-35.
- Jensen, S. G. och K. Skytte. (2003). Simultaneous Attainment of Energy Goals by Means of Green Certificates and Emission Permits. *Energy Policy*, 31 (1): 63-71.
- Johansson, P.-O. (1991). *Introduction to Modern Welfare Economics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Johansson, P.-O och B. Kriström (2012). -2, +1 Eller Omreglering Så att (nästan) Alla Blir Vinnare. Exemplet Vattenkraft. *Ekonomisk Debatt*.
- Johansson, P.-O., och B. Kriström (2011). A Blueprint for a Cost-Benefit Analysis of a Water Use Conflict. Hydroelectricity Versus Other Uses. I *Modern CBA and Hydropower*, red. P.-O Johansson och B. Kriström. Edward Elgar.
- Johansson, P.-O., och B. Kriström (2013)". *Evaluating Water Projects: Cost-Benefit Analysis Versus Win-Win Approach*. Springer Verlag.
- Johansson, P.-O., och B. Kriström (2015a) *Cost-Benefit Analysis for Project Appraisal*. Cambridge University Press.
- Johansson, P.-O., och B. Kriström (2015b) Hydropower Management. Electricity Versus Other Values. I Handbook of Water Economics, red. A. Dinar och K. Schwabe. Edward Elgar.
- Joskow, P. L. (2006). "Markets for Power in the United States: An Interim Assessment," *The Energy Journal*, Vol. 27, No. 1, pp. 1-36.
- Joskow, P. L.. (2011). Comparing the Costs of Intermittent and Dispatchable Electricity Generating Technologies. *The American Economic Review*, 101(3), 238–241.
- Joskow, P.L. (2012). Creating a Smarter U.S. Electricity Grid. *The Journal of Economic Perspectives*, 26 (1): pp. 29-48..
- Joskow, P.L., och C. D. Wolfram. (2012). Dynamic Pricing of Electricity. *The American Economic Review*, 102 (3): pp. 381-85
- Kander, A., och M. Lindmark (2004). Energy Consumption, Pollutant Emissions and Growth in the Long Run – Sweden during 200 years, *European Review of Economic History*, Vol. 8, s. 297-335.

- Kirschen, D.S. Strbac, G. Cumperayot, och D. P. de Paiva Mendes, (2000) "Factoring the elasticity of demand in electricity prices," *IEEE Transactions on Power Systems*, 15, 2, 612-617,
- Kwoka, J. (2008). "Restructuring the U.S. Electric Power Sector: A Review of Recent Studies," *Review of Industrial Organization*, Vol. 32, pp. 165-196.
- Kågesson, P. (2015). Om konsten att minimera risken för suboptimering i den svenska energi- och klimatpolitiken, Rapport till Eneff-Forum.
- Kriström, B. (2012). Residential Energy Demand. I *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*, red. J. Shogren. Elsevier.
- Kriström, B. (2008). Residential Energy Demand. *OECD Journal: General Papers*, OECD Publishing, (2): 95-115.
- Leahy, E., och Tol, R. S. (2011). An estimate of the value of lost load for Ireland. *Energy Policy*, 39(3), 1514-1520.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- Lundgren, J. (2009). "Consumer Welfare in the Deregulated Swedish Electricity Market," *Frontiers in Finance and Economics*, Vol. 2, s. 96-114.
- Lutzenheiser, L. (1993). Social and Behavioral Aspects of Energy Use. *Annual Review of Energy and the Environment*, 18: 247-89.
- Mauritzen, J. (2010). *What Happens when it's Windy in Denmark? An Empirical Analysis of Wind Power on Price Volatility in the Nordic Electricity Market*, Discussion Paper, Norwegian School of Economics and Business Administration.
- Marechal, K. (2010). Not Irrational but Habitual: The Importance of Behavioural Lock-in in Energy Consumption. *Ecological Economics*, 69 (5): 1104-14.
- Miller, N. L., Hayhoe, K., Jin, J. och M. Auffhammer (2008). Climate, extreme heat, and electricity demand in California. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(6), 1834-1844.
- Ocaña, C. Och A. Hariton, (2002). *Security of supply in electricity markets: evidence and policy issues*. OECD/IEA.
- Perotti, R. (1996). Growth, income distribution, and democracy: what the data say. *Journal of Economic growth*, 1(2), 149-187.
- Persson, T., och G. Tabellini, (1994). Does centralization increase the size of government?. *European Economic Review*, 38(3), 765-773.
- Puller, S.L. och J. West (2013). Efficient Retail Pricing in Electricity and Natural Gas Markets. *The American Economic Review*, 103 (3): pp. 3505.
- Pettersson, M., och P. Söderholm (2011). "Reforming Wind Power Planning and Policy: Experiences from the Nordic Countries," *CESifo DICE Report: Journal for Institutional Comparisons*, Nr. 4, s. 54-60.
- Skytte, K.. (2006). Interplay between Environmental Regulation and Power Markets. EUI-RSCAS Working Papers 4. European University Institute (EUI), Robert Schuman

Centre of Advanced Studies

(RSCAS).<http://EconPapers.repec.org/RePEc:erp:euirsc:p0169>.

Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of economics*, 65-94.

SOU.(2015). *Energiskatt på el En översyn av det nuvarande systemet* (SOU 2015:87. Finansdepartementet.)

Stern, P. (1992). What Psychology Knows about Energy Conservation. *American Psychologist* 47 (10): 1224-1232.

SWECO. (2015). *Skatter och subventioner vid elproduktion* (En rapport till Vägval El, IVA Projekt No. 5471303000).

Taber, J., D. Chapman, och T. Mount (2006). *Examining the Effects of Deregulation on Retail Electricity Prices*, Working Paper WP 2005-14, Department of Applied Economics and Management, Cornell University, USA.

Thoenes, S. (2014). Understanding the Determinants of Electricity Prices and the Impact of the German Nuclear Moratorium in 2011. *Energy Journal*, 35 (4): 61-78.

Unger, T., och Erik O. Ahlgren. (2005). Impacts of a Common Green Certificate Market on Electricity and CO₂-Emission Markets in the Nordic Countries. *Energy Policy*, 33 (16): 2152-63.

Vesterberg, A., Krishnamurty, C., and Bayrak, O. (2014). Residential End use electricity demand and the implications for real time pricing in Sweden, CERE Working paper 2014-16.

Wilson, Robert. (2002). Architecture of Power Markets. *Econometrica*, 70 (4): pp. 1299-1340.

Wurzburg, K, X. Labandeira, och P. (2013). Renewable Generation and Electricity Prices: Taking Stock and New Evidence for Germany and Austria. *Energy Economics*, 40 (December): S159-71.

Yamasaki, E., och N. Tominaga. (1997). Evolution of an Aging Society and Effect on Residential Energy Demand. *Energy Policy*, 25 (11): 903-12.

VÄLFÄRDSEFFEKTER AV OLIKA KRAFTPRODUKTIONSSYSTEM

Den här är en förstudie som ger förslag till forskning och analys av de samhällsekonomiska effekterna av olika vägval i energipolitiken. Fokus är elmarknaden med en beskrivning av utvecklingen och en analys av var de relevanta kunskapsluckorna finns.

I rapporten görs också en genomgång av vetenskaplig ekonomisk litteratur vilket i en analys leder fram till ett antal prioriterade områden där mer kunskap behövs för att bättre förstå samhällsekonomiska effekter av olika vägval i energipolitiken.

Rapporten behandlar följande övergripande frågeställningar:

- Vad är prislappen för olika grupper och sektorer i samhället och för samhället som helhet av olika vägval?
- Vad blir de kort- respektive långsiktiga konsekvenserna av olika vägval i ett samhällsekonomiskt perspektiv?
- Vilka styrmedel är kostnadseffektiva givet ett visst vägval?

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk