



# Allmänna energisystemstudier 2010–2014

En syntes av forskningsprogrammets sista etapp

*ER 2018:10*



Energimyndighetens publikationer kan beställas eller laddas ner via [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se), eller beställas via e-post till [energimyndigheten@arkitektkopia.se](mailto:energimyndigheten@arkitektkopia.se)

© Statens energimyndighet

ER 2018:10

ISSN 1403-1892

April 2018

Upplaga: 70 ex

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Författare: Anna-Lisa Lindén, Staffan Laestadius, Mats Bladh

# Förord

Energimyndighetens forskningsprogram Allmänna Energisystemstudiers (AES) sista etapp pågick från 2010 till 2014. Programmet var ett tvär- och mångvetenskapligt forskningsprogram med syfte att utveckla system- och helhetstänkandet i omställningen av energisystemet. Resultaten från etappen redovisas i föreliggande syntesrapport. Syftet med syntesarbetet är att samla upp och summera kunskap, att identifiera kunskapsluckor som behöver belysas vidare samt att placera och diskutera de sammanvägda forskningsresultaten i ett bredare forskningssammanhang respektive energi- och samhällsperspektiv.

Syntesarbetet har genomförts av två forskare med olika kompetenser som tolkat resultaten och deras betydelse från sina perspektiv. Delområdena individer och energibeslut, energisäkerhet och samt förnybar elproduktion har analyserats av Anna-Lisa Lindén (tidigare LU), och delområdena industri, modellering, naturresurser och styrmedel har analyserats av Staffan Laestadius (tidigare KTH). Mats Bladh, tidigare Energimyndigheten, har varit samordnande och redaktör för syntesen samt har skrivit om AES-programmets historia och om val vid framtagandet av syntesen.

Rapporten bör citeras: Lindén, A-L., Laestadius, S., Bladh, M. 2018. Allmänna Energisystemstudier 2010–2014 – En syntes av forskningsprogrammets sista etapp. ER 2018:10. Energimyndigheten, Eskilstuna.

Rapporten har granskats av Energimyndigheten. Deltagande författare står själva för syntesens analyser och slutsatser. Målgruppen för syntesen är i första hand forskare, myndigheter och branschorganisationer inom energi- och policyområdet.



Rémy Kolessar  
Energimyndigheten

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	1
<b>Sammanfattning</b> .....	4
<b>1 Introduktion</b> .....	5
1.1 AES, en kort historisk tillbakablick.....	5
1.2 Förberedelser för syntesarbetet: Vad tillkommer ett projekt? .....	9
1.3 Presentation av författarna.....	11
<b>2 Aktörer i fokus samt hinder och drivkrafter för energieffektivisering</b> .....	13
2.1 AES-projektens frågeställningar och resultat.....	13
2.1.1 Projektområde: Energisäkerhet .....	13
2.1.2 Projektområde: Förnybar elproduktion .....	19
2.1.3 Projektområde: Individer och energibeslut .....	23
2.2 Viktiga resultat och tänkvärd tvärvetenskaplighet.....	30
2.2.1 Betydelsefulla och relevanta resultat både för forskning och praktik...31	
2.2.2 Intressanta resultat som diskuterar vidgade forskningsperspektiv .....	32
2.2.3 Metodproblem och generaliseringar som är viktiga att fundera vidare över.....	35
2.2.4 Vägar till, och möjligheter med, tvärvetenskaplig forskning.....	36
<b>3 Stor projektvariation i sektorsforskningen</b> .....	40
3.1 Kortfattade projektsammanfattningar.....	40
3.1.1 Projektområde: Industri.....	41
3.1.2 Projektområde: Modellering .....	47
3.1.3 Projektområde: Naturresurser .....	48
3.1.4 Projektområde: Styrmedel.....	49
3.2 En samlad analys av projekten .....	52
3.2.1 Omställningen till fossilfri energi och industri – generella reflektioner ..52	
3.3 Reflektioner kring projektens hantering av omställningsutmaningen .....	60
3.3.1 CCS .....	60
3.3.2 Projektens tvärvetenskapliga karaktär .....	62
3.4 Att kommunicera sina resultat.....	63
3.5 En avslutande syntes.....	63
3.6 Övriga referenser nyttjade i syntesarbetet .....	64

<b>4</b>	<b>Bilagor</b> .....	66
4.1	Utlysningstext april 2010 .....	66
4.2	Lista över projekt.....	72

# Sammanfattning

I introduktionen gör Mats Bladh en distinktion mellan vetenskap och forskning, där vetenskapen är resultatet av en syntes av flera forskningsstudier. Han ger också en bakgrund till AES-programmens historia, samt diskuterar ett problem om vilka publikationer som strikt hör till ett projekt.

Själva syntestexten är uppdelad i två delar. Professor emerita Anna-Lisa Lindén presenterar de projekt från AES-programmet 2010–2014 som hon ansvarat för. Hon tar upp generaliserbarheten hos de enskilda projekten, främst när det gäller metodredovisning. Avslutningsvis för hon en diskussion om energiforskningens tvärvetenskapliga brister och möjligheter.

Professor emeritus Staffan Laestadius presenterar de projekt han ansvarat för i denna syntes. Han sätter in dessa i ljuset av behovet av en omställning till ett hållbart energisystem, och dess teknologiska, ekonomiska, naturliga, juridiska, och analytiska villkor. Han ger också några synpunkter på tvärvetenskapen i ljuset av forskningsresultaten.

I bilagorna återfinns utlysningstexten från 2010 och en projektlista med beviljade belopp.

# 1 Introduktion

## Mats Bladh:

Energimyndigheten anlidade professorerna Anna-Lisa Lindén och Staffan Laestadius hösten 2017 att skriva en syntes på den forskning som finansierades inom ramen för Allmänna energisystemstudier under programperioden 2010–2014. Frågorna vi bad dem besvara var tämligen breda: Vilka är de tydliga och övertygande resultaten? Har resultaten ett mer generellt värde eller passar den mest för svensk verklighet? Hur ser AES-forskningen ut i internationell jämförelse?

Syntesarbete är ett sätt att göra vetenskap av forskning. I forskningen prövas nya idéer, medan vetenskapen står för syntesen med vad tidigare forskning visat. Under arbetets gång har därför en struktur uppkommit som består dels av en induktiv del där varje projekt presenteras och följs av kommentarer, dels en kommenterande del där projekten sätts in i ett större sammanhang. Lindén och Laestadius delade upp projekten mellan sig, men följde denna gemensamma mall. Efter denna introduktion kommer deras bedömningar, följt av en bilagedel med fullständig utlysningstext och lista över beviljade projekt.

### 1.1 AES, en kort historisk tillbakablick

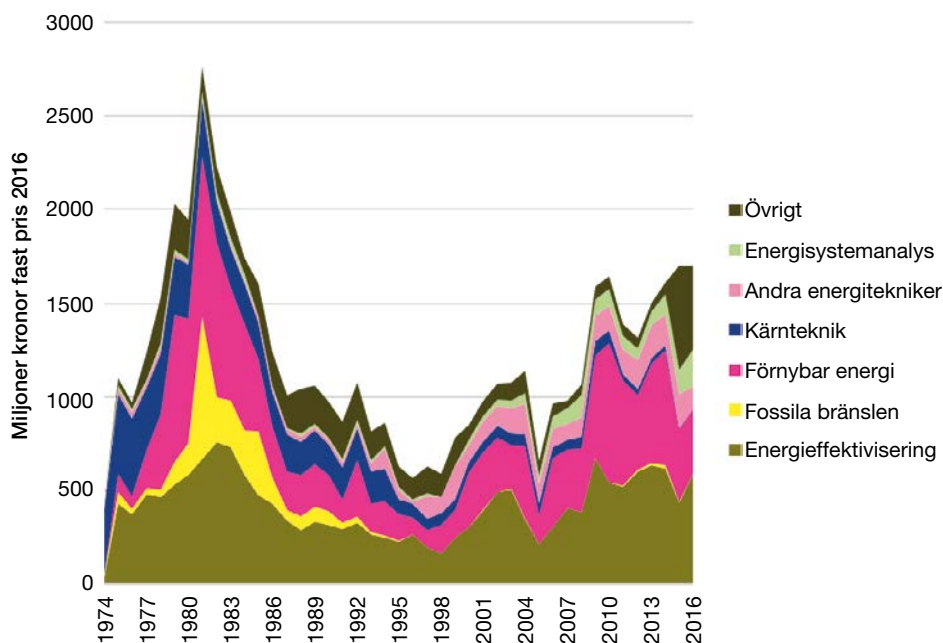
Allmänna energisystemstudier har sin bakgrund i det politiska tumult kring energi-frågor som uppstod i början på 1970-talet. Energi hade inte varit ett eget politikområde även om en informell energipolitik hade funnits åtminstone sedan Kungliga vattenfallsstyrelsen bildades formellt 1909. Under lång tid präglades denna informella energipolitik, företrädesvis hårbärgerad hos industridepartementet, av ett tillförselperspektiv där importberoendet av först kol och sedan olja var något som skulle avhjälpas. Många inhemska ersättningar till utländska energikällor har sökts genom årens lopp, och två sätter sina tydliga spår än idag i svensk energiförsörjning, vattenkraften och kärnkraften. Säker och billig el för den svenska exportindustrins konkurrenskraft kunde bli den positiva sidan av omställningar av energisystemet som föregick miljö- och klimateran.

Det var nämligen den eran som slog igenom nu. Under några få år hände mycket: FN höll sin konferens om miljö och resurshushållning 1972 där Hannes Alfvén talade. Striden om Vindelälven slutade detta år med att de fyra orörda älvarna skulle bevaras. Birgitta Hambraeus lade motion om kärnkraftens risker i januari 1973 och i maj tog riksdagen ett beslut om moratorium för kärnkraftsutbyggnaden. I oktober beslutade kung Faisal om oljebojkott riktad mot USA, oljepriserna steg drastiskt och den svenska regeringen såg sig föranledd att införa ransoneringar. Nu gjorde alltså det svenska oljeberoendet sig gällande med full kraft, samtidigt som de svenska traditionella lösningarna på importberoendet hade fått opinionen mot sig. Energin var inte längre en tråkig teknisk fråga inrymd på industridepartementet, utan en riktigt het potatis.

Det är då inte så konstigt att energin, så att säga, får flytta ut på neutral forskarmark i jakt på nyare lösningar. Initiativet togs redan 1972, då som en socialdemokratisk reaktion på FN-konferensen i form av energiprognosutredningen. Denna, i sin tur,

föreslog mitt under oljekrisen i november 1973, att en parlamentarisk kommitté, energiprogramkommittén, skulle tillsättas, och den kom fram till ett förslag om ett treårigt statligt FoU-program. Idén bearbetades i industridepartementet som föreslog att Delegationen för energiforskning (DFE) skulle bildas. Alla remissinstanser såg positivt på såväl FoU-programmet som DFE. Detta låg bakom regeringens proposition 1975 där energiforskningen etableras.<sup>1</sup>

Figur 1. Medel till energiforskning, utveckling och demonstration i Sverige 1974–2016.



Källa: IEA (2018), RD&D Statistics, <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice/>

Data för Figur 1 är tagen från Internationella energibyråns (IEA) databas på Internet. IEA är självt ett barn av denna tid. Den bildades 1974 som ett samarbete mellan OECD-länder att kollektivt möta problem med oljetillförseln. Sedermera har IEA:s verksamhet utvidgats och är, bland annat, ett organ som samlar statistik som är relevant för arbetet med "reliable, affordable and clean energy". Just den statistik som visas i figuren samlas in genom enkäter till nationella representanter. Den redovisas i två nivåer, alla finansierare respektive statliga finansierare. När det gäller värdet för all EFUD (energiforskning, utveckling och demonstration) sammanfaller värdena från alla finansierare med den statliga till och med 2003, dvs. all EFUD var statlig fram till dess. År 2016 var skillnaden sådan att staten stod för 89 procent av all finansiering. När det gäller värdena för Energisystemanalyser, där AES-medlen återfinns, sammanfaller värdena fram till och med 2014. År 2016 var skillnaden sådan att staten stod för 96 procent av all finansiering.

Figuren visar beloppen rensade från den allmänna prishöjning som blåser upp de löpande värdena. Figuren visar då att tumultet i början på 1970-talet inte var en engångsföreteelse. En andra oljeprischock kom när 1970-talet övergick i 1980-tal, och svenska regeringar hade ombildats flera gånger i kärnkraftsstridernas spår.

<sup>1</sup> IVA (1992), *Energi för kommande generationer: Energiforskning 1975–1992. Statliga satsningar, ambitioner och resultat. Delstudie 1*. Stockholm: Ingenjörsvetenskapsakademien.



Överhuvudtaget visade sig miljöaspekterna ha kommit för att stanna. Men kurvan för svensk EFUD visar faktiskt, grovt sett, en samvariation med oljepriserna, eftersom dessa gick ner på 1980-talet och sen upp igen på 2000-talet. Man kan alltid ifrågasätta skärningen: Med undantag från energieffektivisering är kategorierna inriktade på bränslen och omvandlingstekniker. Man skulle då kunna tro att samhällsvetenskapen är marginaliserad till energisystemanalys (i ”övrigt” ingår ”annan övergripande teknik/forskning” samt ”allokerat”), och det är nog riktigt men samtidigt fel. Det har att göra med ingenjörens och ekonomens roll i samhället.

Inom tekniksociologi, teknikhistoria och innovationsvetenskap finns sedan länge en gemensam grund i kontextualisering, att inte stirra sig blind på en teknik eller energikälla isolerat från sitt samhälleliga sammanhang.<sup>2</sup> Djupt i ingenjörssjälen ligger en världsförbättrambition, att ge tekniska lösningar på viktiga problem. De tekniska lösningarna har stor attraktionskraft i och med att den tas fram med hjälp av djup naturvetenskaplig och teknisk kunskap, till synes bortom alla kontroverser. Men för att genomföra lösningen måste faktiskt ingenjören på något sätt få in den i samhället, med bland annat kontroverser, intressenter, vanor och institutioner. Ingenjören blir tvungen att bli samhällsingenjör. En nära allierad är ofta nationalekonomen som söker komma så nära de vetenskapliga idealen hos naturvetare och tekniker som möjligt. Detta teknoekonomiska paradigm har länge dominerat energiområdet, och gör så fortfarande.

IVA kunde i sin historik peka på fyra drivkrafter bakom EFUD:<sup>3</sup>

- Tron på att det sammanhållna forskningsprogrammet kan lösa definierade samhällsproblem;
- Behovet av ett förbättrat energipolitiskt beslutsunderlag;
- Behovet av förändringar i energisystemet, framförallt förbättrad miljöanpassning och minskat oljeberoende;
- Behovet av energipolitisk medlare och konfliktlösare.

Det var nog så att den bekymmersfria teknikdeterminismen fick sig en törn i samband med tumultet. Kanske behövde man ändå ta ett steg tillbaka för att få distans, som man kan behöva göra när man ser på en målning. Förväntningarna på AES baserades till stor del just på behovet av en helhetssyn. ”System” tycktes erbjuda en överblick, och ansluter ju till det dominerande paradigmet idévärld. Men det var också något annat, en breddning av perspektiven och behovet av flera utgångspunkter. Björn Wittrock och Stefan Lindström påpekade i sin tidiga tillbakablick från 1984 att det ”... utmärkande för AES var inte bara att analysen skulle omfatta hela energisystem. Även perspektivet hade breddats och innehöll nu såväl samhällsvetenskapliga som ekonomiska och beteendevetenskapliga aspekter.” AES-programmet skulle vara tvärvetenskapligt och bröt därmed med mönstret för den energiforskning som tidigare bedrivits. Det fick en särställning som ett slags överforskningsprogram som både breddade och höll samman.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Litteraturen på området är enorm, men låt mig få peka på en teknikhistorisk metastudie som kan tas som en sammanfattande ståndpunkt i ett ganska tidigt skede: John M. Staudenmaier, S.J (1985), *Technology's storytellers. Reweaving the human fabric*. Cambridge: MIT Press.

<sup>3</sup> IVA (1992), s 31–34.

<sup>4</sup> Björn Wittrock & Stefan Lindström (1984), *De stora programmets tid: forskning och energi i svensk politik*. Stockholm: Akademitratur. Sidorna 120–131, citat s 120.

AES har tillhört olika organisationer under årens lopp:<sup>5</sup>

- Delegationen för Energiforskning (från 1975);
- Energiforskningsnämnden (från 1982);
- Statens energiverk (från 1988);
- NUTEK (från 1991);
- Statens Energimyndighet (från 1998).

Man ska då komma ihåg att frågor kring kärnkraften har skötts av Statens kärnkraftsinspektion 1974–2008 och Statens strålskyddsinstitut 1980–2008, sammanförda till Strålsäkerhetsmyndigheten sedan 2008. Staten har också haft ett råd, Kärnavfallsrådet, sedan 1992 som ska bedöma förslag på kärnavfallens förvaring som arbetas fram av Svensk Kärnbränslehantering AB som ägs av kärnkraftsägarna. Den hetaste av alla heta potatisar har fått ett eget spår vid sidan av Energimyndigheten och dess föregångares uppdrag när det gäller forskning.

Enligt Lars Ingelstam, en humanistisk matematiker med stort intresse för framtidsstudier, tvärvetenskap och systemteori och som suttit i AES-rådet under lång tid, spelade samhällsvetenskapliga forskare eller forskningsmiljöer en ganska marginell roll under programmets första 15 år:<sup>6</sup>

Jag tror att samhällsvetenskapens sena intåg i energiforskningen, och än så länge begränsade genomslag i praktiken, har ganska mycket att göra med denna samhällsvetarnas obenägenhet att ge sig i kast med praktiska frågor och normativa frågeställningar.

Men Ingelstam menar samtidigt att:

Detta bör ske på lika villkor: Det duger inte att släppa in samhällsforskarna på slutet för att tala om hur man ska genomföra de tekniskt rationella lösningarna.

Dubbelheten hos Ingelstam fångar nog en del av den kombination av avstånd mellan vetenskapsgrenar och gemensam ambition att överbrygga dessa som präglat en tvärvetenskap byggd av disciplinära forskare. Här behöver vi lägga till en modifiering av Ingelstams synpunkt med tanke på innovationsvetenskapen – denna är ofta mycket mer praktiskt inriktad om vi med det menar hur ny teknik och nya energikällor kan ta plats i eller ersätta det existerande energisystemet. Det är dock en utveckling som till största delen skett efter 2005, men något som Ingelstam skulle ha kunnat ta upp är behovet av energihistoria och kunskapssynteser, som samlar upp forskning till etablerad vetenskap, i läroböcker och kurser.

Forskarskolan Program Energisystem, som startade 1997, låg visserligen utanför AES men de var ju ändå samma andas barn. Jag skulle vilja påstå att de avgrunder som visat sig inom AES återkom än mer intensivt i forskarskolan eftersom det fanns ett krav på samarbete över de två vetenskapskulturerna, teknik och samhälle. Men här skulle det minne av tvärvetande kunna skapas som gör att AES-forskare inte behöver uppfinna hjulet igen varje gång. Vi måste nog dra slutsatsen att tvärvetenskaplig energiforskning måste byggas upp på lång sikt på samma sätt som discipliner har byggts upp.

<sup>5</sup> Lars Ingelstam (2005), *Energisystemforskning: ett trefaldigt uppdrag. Föredrag vid AES-programmet vid Programkonferensen 17 november 2005*. PM.

<sup>6</sup> Ingelstam (2005).

En ögonöppnare kan vara att skilja på vetenskap och forskning, där det förra är ett kumulerat resultat, ett etablerat vetande till dags dato, medan forskning är det nya och prövande, i ingenjörernas termer ”spjutspets” medan samhällsvetaren ofta berömmar sig med att vara ”ifrågasättande”. Den där idén att två hjärnor kan kommunicera med varandra är ett hinder för att se vad det är fråga om. Tvärvetenskapen måste sitta i ett huvud, inte i två som ständigt undervisar varandra disciplinärt.

Ingelstams dubbla synpunkt berör också sektorsforskningens problem (som inte ska blandas samman med tvärvetenskapens problem). Det här är en fråga om inomvetenskaplig betydelse kontra samhällsnytta. Sektorsforskningens idé är att forskarna ska vara behjälpliga med mer eller mindre konkreta problem inom ett område. Slutprodukten borde vara någon slags lösning – en rekommendation, en teknisk tillämpning, ett styrmedel, en strategi med mera – som kan föras ut direkt till aktörer inom energisystemet. Ingelstam skriver att energiforskningen fått ”en smula dåligt rykte i forskarkretsar” sedan 1970-talet. Det är inte så konstigt om vi betänker att akademisk karriär gynnas av akademisk publicering, inte av samhällsnytta. Trender inom universitetsvärlden, minskad andel för fasta anslag samtidigt som antalet forskare ökat (fler doktorander när löntagarfondspengarna överfördes) och en allt tydligare retorik kring konkurrens mellan och rangordning av lärosäten, gör att det ofta blir för dyrt för den enskilde doktoranden eller disputerade forskaren att välja praktiska lösningar på konkreta energiproblem. Ingenjörer och ekonomer har en mycket större beredskap för att passa in i sektorsforskning, medan forskare från andra samhällsvetenskapliga ämnen inte funnit sin praktiskt nyttiga roll på samma upparbetade sätt.

Kanske sker det något ändå, om vi ser det på lite längre sikt. Det kan vara svårt att se vad som händer om man tittar på tillståndet vid en enda tidpunkt. Ingelstam skriver att AES stod för cirka 2 procent av hela EFUD-budgeten. Det var sant att den låg på 1–2 procent 1975–1999, men 2000–2016 har energisystemandelen legat på 3–12 procent! Antagligen har forskarskolan Program Energisystem spelat in här. Det är alltså fråga om en trendmässig ökning för de medel som bokförs som ”energisystemanalys”, men det säger inget om kvalitet och innehåll i denna forskning.

AES-programmet har förändrats under senare år. Rent formellt har det ersatts, först 2014 när *SEF, Strategisk energisystemforskning* iscensattes efter det att medel för internationell klimatpolitik förts över till AES-området, sedan från 2017 programmet *MESAM, Människa, Energisystem och Samhälle*, som är en ”satsning på utmaningsorienterad forskning [...] tänkt att ge nya insikter på energi- och klimatfrågornas komplexa samspel och motsättningar”, som det heter från presentationen. Här finns 160 miljoner för perioden 2017–2022. Formellt sett är det nya program men ändå samma inriktning, även om den senaste har större förhoppningar om att nå forskare från fler samhällsvetenskapliga discipliner. Till yttermera visso har Program Energisystem upphört och ersatts av Forskarskolan Energisystem Etapp 1 om 10 doktorander, som inkluderande ytterligare 10 doktorander med *Forskarskolan Energisystem Etapp 2* från 2017. Omorganiseringen avser att få med fler energiforskande institutioner.

## 1.2 Förberedelser för syntesarbetet: Vad tillkommer ett projekt?

Programperioden av sista etappen av AES-programmet sträckte sig från 1 juli 2010 till 30 juni 2014 och fick en budget på 60 miljoner kronor för hela perioden (en höjning från 50 mkr för 2006–2010), fördelat på 7,5 mkr för start och slutåret, 15 mkr vardera för åren 2011–2013.

Både programbeskrivning för AES och utlysning ger uttryck för kontinuitet till en AES-tradition, om en kärna med ”människa-teknik-samhälle”, även om skrivningarna om ”huvudområden” för perioden ger stort utrymme åt forskning kring avregleringar. Beslut om projektfinansiering togs av Energimyndigheten efter rekommendation från AES-rådet som var ett råd med representanter från universitet, näringsliv, myndigheter och annat land.<sup>7</sup>

Det blev sammanlagt 21 projekt beviljade inom budgeterad ram. Av dessa behandlas 15 av syntesen nedan, motsvarande 47,2 miljoner kronor i beviljade medel. De ”projekt” som inte tagits med är 5 gästprofessorer och ett starkt försenat projekt. Gästprofessorernas verksamhet är inga projekt egentligen och kan inte behandlas som sådana i och med att det till stor del handlar om föredrag, undervisning och seminarier förutom forskning. Ett annat projekt blev starkt försenat och var inte slutfört när syntesuppdraget satte igång.

Beviljade belopp varierade mycket, det var en spännvidd från 0,1 mkr till 9,1 mkr (se bilagan). Ett av projekten skiljer ut sig från de övriga i det att det var fråga om en workshop och utarbetandet av en broschyr om naturresurser och resurseffektivitet. Även de riktiga forskningsprojekten skiljer sig åt ordentligt vad gäller ämne, forskningsledarens disciplinära hemvist, metodval med mera. Det går inte att behandla alla projekten som om de hade ett och samma ämne, utan de fick grupperas. Grupperingen blev den följande:

Tabell 1. Gruppering av projekt inom AES 2010–2014.

Grupp	Projekt	Projektledare
Energisäkerhet	Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten	Bengt Johansson, FOI
Förnybar el	Nya investerare i förnybar elproduktion – motiv, investeringskriterier och policykonsekvenser	Anna Bergek, LiU
	Energiomställning och regional utveckling	Patrik Söderholm, LTU
Individers energibeslut	Ökad konsumentmakt på den nordiska elmarknaden	Björn Karlsson, MDH
	Att hantera och påverka skillnaden mellan observerad och optimal energianvändning	Andrius Kazukauskas, UU
	Att främja miljövänligt beteende genom feedback: Energi-besparing i hushållen	Andreas Nilsson, GU
Industri	Svenska vägar till systemlösningar för industrisektorn	Filip Johnsson, CTH
	Energi- och miljöpolitikens inverkan på hållbar utveckling och konkurrenskraft i svensk industri	Tommy Lundgren, SLU
	Anpassning och konkurrenskraft i basindustrin: Analys av styrmedel och utvecklingsmöjligheter	Lars J Nilsson, LU
Modellering	Energisystemsmodellering och kopplingar mellan olika modelleringsperspektiv	Erik Ahlgren, CTH
	Energisystemanalys av den svenska järn- och stålindustrin med TIMES	Anna Krook-Riekkola, LTU
Naturresurser	Juridiska verktyg för ekologiskt hållbara energisystem	Gabriel Michanek, UU
	Energisystem i en resursknapp framtid	Lars Zetterberg, IVL
Styrmedel	Teknologipolitikens möjligheter: Gränslösa eller begränsade?	Rob Hart, SLU
	Styrmedel för en konkurrenskraftig grön ekonomi och etablering av ny energiteknik	Lena Neij, LU

<sup>7</sup> Energimyndigheten (2010), *Ansök till forskningsprogrammet Allmänna energisystemstudier (AES)*. Utllysning, april 2010; Energimyndigheten (2010), *Programbeskrivning för programmet Allmänna energisystemstudier (AES) 2017-07-01–2014-06-30*. Beslutsdatum 2010-03-25.

Projekten var olika också när det gällde publikationer. En slutrapport till Energi-myndigheten var obligatorisk, men storleken och innehållet kunde ändå variera stort. I något fall var slutrapporten publikationen för projektet, i andra fall var det fråga om en mycket summarisk sammanfattning. För urvalet till syntesen valdes främst de kollegialt granskade texterna i internationella tidskrifter, därefter togs working papers, konferensbidrag och annat med för att få en heltäckande och rättvisande bild av projekten.

Slutrapporterna lämnades in vid eller strax efter projekttidens utgång. Det betydde att alla kvalitetsgranskade artiklar inte hade hunnit att publiceras. Det visade sig vara en grannliga uppgift att söka upp artiklar i efterhand. Forskare sysslar ofta med liknande studieobjekt från projekt till projekt, man kan därför fråga sig när ett projekt börjar och tar slut? Det är svårt för forskaren själv att veta ibland, speciellt om denne är indragen i andra projekt parallellt: Kunskaper från det ena bärs över i nästa, och ska så göras, i själva verket är det ju kompetensen finansören betalar för.

För finansören finns ett intresse av att separera kunskapsursprung för att tillgodogöra sig erkännande för just sitt bidrag till den kollektiva uppbyggnaden, men för forskaren är det snarast tvärtom oviktigt att separera den kompetensuppbyggnad som hänger ihop och som flera finansörer gett understöd åt. Det här har lett till att våra läsande professorer fått ta del av artiklar som publicerats efter det att projektet avslutats, i något fall långt efter. Det är naturligtvis så att forskande, skrivande och reviderande tar tid så att publiceringarna kommer med ett eller två års fördröjning, men det finns också parallella och kumulativa aspekter som gör projekten överlappande.

### 1.3 Presentation av författarna

Professor emerita **Anna-Lisa Lindén** disputerade i sociologi 1972 och har sedan dess varit universitetslektor och professor vid sociologiska institutionen med avbrott för forskning i olika långa perioder vid institutionerna socialt arbete, teknisk vattenresurslära och TEM: teknik-ekonomi-miljö, Lunds universitet. Hon har forskat om migration, segregation och påverkan på ungdomars skolmiljö och skolprestationer, om mark- och vattenkonflikter vattenförsörjning och konsumtion, om bostadsmarknad, bostadspolitik och ungas bostadskarriärer samt klyftor i boendet, om livsstil och miljöbeteende, om hushållens konsumtion, miljöpåverkan och agerande på energimarknader. Många av de projekt hon lett eller deltagit i har kopplingar till politiken kring samhälle, klimat och energi (val av färdmedel och energianvändning, avfallshandling, livsmedelskonsumtion-miljöpåverkan-energiåtgång, och energieffektivisering i hushåll och industri). Hon har även forskat om processer kring och effekter av styrmedel, speciellt planering samt ekonomiska, administrativa och informativa styrmedel med effekter på människors och andra aktörers beteenden. Hon har haft förtroendeuppdrag i expertgrupper och delegationer vid flera departement, samt i forskningsråd som Naturvårdsverket, Byggnadsrådet, Skogs- och jordbrukets forskningsråd, Trafikforskningskommittén, Formas, Vinnova, och senast hos Energi-myndigheten som ledamot i Energiutvecklingsnämnden, en nämnd utsedd av regeringen som beslutar om hur energiforskningsanslaget ska användas. Hon har publicerat sin forskning i ett hundratal publikationer, böcker, kapitel och artiklar på svenska och internationella förlag.

Professor emeritus **Staffan Laestadius** har varit professor i industriell utveckling vid enheten för Hållbarhet och industriell dynamik vid avdelningen för Industriell ekonomi och organisation vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm och har varit verksam där sedan 1990. Han har också varit verksam vid Institutet för framtidsstudier, som gästprofessor vid Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet, samt i statsrådsberedningen. Han är också senior rådgivare till tankesmedjan Global Utmaning. Han har forskat om naturresursbaserade industriers omvandling, speciellt pappers- och massaindustrin, om regionala innovationer och policy i en global ekonomi, och klimatförändringarna och den industriella omvandlingen. Han gav 2013 ut *Klimatet och välfärden. Mot en ny svensk modell* (Boréa bokförlag), och kommer i vår ut med boken *Klimatet och omställningen* (Boréa bokförlag) som också den fokuserar på klimatomställningen. Han har också varit medredaktör i boken Fagerberg, Laestadius & Martin, 2015, *The Triple Challenge for Europe* (Oxford).

Syntesarbetet har organiserats så att Lindén haft huvudansvaret för Energisäkerhet, Förnybar el och Individens energibeslut, medan Laestadius haft Industri, Modellering, Naturresurser och Styrmedel.

## 2 Aktörer i fokus samt hinder och drivkrafter för energieffektivisering

### Anna-Lisa Lindén:

Kännetecknande för denna utlysning är att man mera tydligt och kraftfullt än tidigare betonar en utvidgning av energisystemperspektivet genom tvärvetenskaplighet samt genus- och generationsperspektiv för att nå forskare med nya perspektiv från andra discipliner än ekonomi och teknik.

AES-utlysningen 2010 vände sig således till breda grupper av forskare med olika forskningsinriktning. Efter sedvanlig beredning inom myndigheten beviljade man till slut 15 projekt finansiering. Den 30 juni 2014 var slutdatum för denna etapp av AES-programmet. Projekten har sin ledning och verksamhet fördelade över institutioner vid många av landets universitet och högskolor. I några projekt finns samarbete mellan forskare från olika universitet. Ett fåtal projekt drivs av en forskare. De flesta projektledare och deras institutioner har tidigare haft forskning som finansierats av Energimyndigheten. De sökandes institutioner representerar teknisk forskning, ekonomi, naturvetenskaper med inriktning mot biologi och biokemi, psykologi samt temainstitutioner med inriktning mot teknik/ekonomi/innovationer i olika konstellationer. I flera projekt finns det forskare från dessa discipliner, vilka i energiforskningen under många år utvecklat samarbeten och en nära samsyn i forskningsperspektiv. Man kan däremot konstatera att det såväl inom programmets beviljade projekt, som inom de projekt som beviljats finansiering saknas forskare från andra samhällsvetenskaper, exempelvis historia, sociologi, kommunikationsvetenskap, kulturgeografi, statsvetenskap eller genusvetenskap.

### 2.1 AES-projektens frågeställningar och resultat

#### 2.1.1 *Projektområde: Energisäkerhet*

Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten

Projektledare: Bengt Johansson, FOI. Av övriga forskare i projektet kommer två från institutionen för miljö- och energisystem, Lunds universitet, 2 från Stockholm Environment Institute (SEI) och ytterligare 2 från FOI.

Inom projektet analyseras hur energiomställning kan påverka olika aspekter av energisäkerhet, såsom försörjningstrygghet, energibrist, energiexportörers ekonomi, risker för att energibrist kan leda till konflikter, hot mot människors hälsa, miljö etc. Projektet utgår från en typologi för att reda ut relationen mellan energi och säkerhet när det internationella energisystemet som objekt är utsatt för säkerhetshot, respektive när energisystemet är subjekt. När energisystemet hotas kan försörjningstryggheten och avsättningstryggheten hotas. När energisystemet är subjekt, dvs. som inom sig genererar eller förstärker osäkerhet, kan ekonomiska och politiska risker uppstå, tekniska risker eller miljörisker. I nästa steg identifieras samhällseliga skyddsvärden som hälsa, ekonomisk tillväxt, tillit till det politiska systemet och tillit till energisystemet, samt direkta och indirekta orsaker till hot.

Vanligen används kvantitativa modeller för att studera energiförsörjning i vetenskaper som nationalekonomi, teknik, systemstudier och naturvetenskap. Sådana modeller diskuteras. Man menar att otillräckligheten med kvantitativa metoder är att man missar hot och faktorer som inte låter sig kvantifieras. Därför är det viktigt att man kompletterar med ett analytiskt ramverk med kopplingar mellan energi och konflikter, vilket med kvalitativa metoder öppnar för möjligheter att undersöka hot, osäkerheter och skyddsvärden.

Konfliktramverket tar som utgångspunkt tre grupper av konfliktsamband:

- konflikter där energisystemet utgör ett mål för en konflikt där en part vill förbättra den egna säkerheten (för energi och/eller i allmänhet),
- konflikter i vilka energisystemet används som ett medel där en part vill försämra någon annans försörjningssituation,
- konflikter som kan uppstå utan direkt intention om att någons energiförsörjning ska påverkas, men där energisystemet i sig orsakar och/eller bidrar till instabilitet.

I den första kategorin finns konflikter som inträffar då en eller flera aktörer försöker ta kontroll över eller få tillgång till en energiresurs. Dessa konflikter är nära kopplade till frågor om staters territoriella suveränitet. Global asymmetrisk fördelning av energiresurser är en förutsättning för dessa konflikter samt att stater bedömer energiresurser som strategiskt viktiga.

I den andra kategorin används energisystemet avsiktligt som ett maktmedel för att utöva påtryckningar i frågor som inte är direkt kopplade till energipolitiken. Energisystemet blir ett instrument för att utöva påtryckningar på en part som är sårbar för en störning av energileveranser. Beroende på aktörers motiv kan olika typer av konflikter särskiljas i denna kategori, i) när en exportör eller importör avsiktligt minskar flödet av energi, ii) när tredje part angriper energisystemet med avsikt att skada, iii) konflikter där energisystemet har bidragit till instabilitet som orsakat eller förvärrat en konflikt. Detta innebär inte att en konflikt nödvändigtvis kommer att inträffa men risken ökar, i synnerhet om utsatta samhällen har låg adaptiv kapacitet. Oavsiktliga effekter kan uppstå till följd av exempelvis ekonomiska, fysiska eller politiska faktorer eller genom spridningseffekter från andra system.

För att förstå om och hur energirelaterade konflikter kan uppstå i framtiden är det, utöver energisystemet, även nödvändigt att se till kontextuella förhållanden. Sådana förhållanden kan vara utrikespolitiska relationer mellan stater, vad som anses utgöra legitimt handlande enligt det internationella samfundet och vilken förmåga ett samhälle har till anpassning. Det kan förekomma olika tolkningar om varför konflikter uppstår och vilken logik som bäst beskriver en aktörs agerande. Beträffande energisystemet bör det noteras att hela kedjan, från resurs till användning kan påverka förekomsten av konflikter. För att få en överblick hur konflikter i energisystemet kan interagera är det viktigt att studera det sociotekniska energisystemet, exempelvis resurser, marknader, infrastruktur och användning av energi.

Egenskaper för energiresurser som ökar risken för konflikter är exempelvis geografisk koncentration, dvs. att fördelning av resurser är sådan att det globalt kan råda knapphet, medan det lokalt kan förekomma ett relativt överflöd. Geografisk koncentration av resurser är ofta ojämlik mellan stater, men också mellan regioner inom ett land. Sådana högvärdiga resurser möjliggör för stater att försöka ackumulera och



kontrollera resurser över tid och rum. Denna situation råder främst för icke-förnybara energiresurser, såsom olja och gas. För förnybara resurser är risken för denna typ av konflikter generellt sett låg, eftersom dessa resurser är mindre geografiskt koncentrerade och i många fall är svåra att ackumulera. Lokal brist på förnybara resurser skulle dock, i vissa situationer, kunna bidra till konflikter. Beträffande internationella energimarknader är det strukturen, i form av diversitet (antal exportörer och balans mellan dessa), i kombination med exportvolymen och likviditeten som påverkar incitament för en stat att försöka säkra sin tillgång till energiresurser. Tillgång till en välfungerande internationell marknad minskar incitamenten att använda våldsmedel för att säkra den egna tillförseln och minskar också effektiviteten i energivapnet. Beträffande internationella energimarknader är även prisvolatiliteten av betydelse då prisförändringar kan påverka försörjningstrygghet, livsmedelspriser samt exportländers intäkter. Egenskaper hos infrastruktur som kan öka risken för konflikter är olika former av sårbarheter. Flaskhalsar i fysisk infrastruktur, såsom pipelines och transmissionsnät, har associerats med avsiktliga attacker, medan ett ökat behov av informations- och styrsystem öppnar möjligheten för att virtuella attacker kan leda till skador i framtiden. Om samhällen är sårbara för avbrott och inte har tillräckliga möjligheter att reagera när störningar inträffar kan vissa resurser och energibärare komma att uppfattas som strategiskt viktiga. Detta ökar i sin tur motiven bakom konflikter där energisystemet betraktas som ett mål samt möjliggör konflikter där energisystemet används som ett medel. Människor och samhällens förmåga att anpassa sig till förändring borde därför analyseras i relation till händelser i ett energisystem som kan skapa stressituationer för aktörer.

Energisäkerhet har hög prioritet inom EU. Det finns emellertid parallella processer, exempelvis klimatförändringar, som har betydelse för energiresurser och energisäkerhet, vilket för med sig att politik inom flera sakområden behöver integreras i politiska processer, som hanteras inom olika departement. Det behöver finnas samstämmighet och samarbete mellan politiker inom olika områden kring politiska mål. Länder inom EU formulerar sina energimål och energisäkerhetsstrategier. Man menar att det är viktigt att medlemsländer inom EU harmonierar med EU:s riktlinjer, vilket för med sig färre konflikter än om varje medlemsland förde sin egen unika energisäkerhetspolitik. Detta är särskilt viktigt när energiomställning till förnybar energiproduktion för med sig kraftigt ökande antal energiproducenter som kommer till i energisystemet.

Det finns dock inget som motsäger att framtida energisystem med låga utsläpp av växthusgaser kan vara minst lika säkra som dagens fossilbaserade system, menar man. I många avseenden finns betydande fördelar. Energieffektivisering och förnybar energi är huvudsakligen bra för såväl klimat som energisäkerhet, men löser inte alla problem. Omställningen till förnybar energi kommer att kräva ökad integrering av elmarknader. Under omställningsperioden är det viktigt att ekonomiska resurser och kompetens tillförs expanderande energislag, samtidigt som tillräckliga resurser och kompetens bibehålls för energislag på tillbakagång. Detta för att inte energisäkerheten ska minska. Nya affärsmodeller krävs för att dra full nytta av effektiviserings- och förnybartpotentialen och kunna utvecklas i samspel med, eller ersätta de gamla modellerna. Investeringar och nya regelverk kommer att krävas för att de nya systemen ska kunna leverera en hög energisäkerhetsnivå.

Generella slutsatser kring energisäkerhet som man sammanfattar i följande punkter:

- Det finns många sätt att mäta energisäkerhet – men inga heltäckande.
- Vad man lägger in i begreppet energisäkerhet beror på vems säkerhet det gäller. Importberoende är ett ofta använt men trubbigt mått på energisäkerhet. Hur olika energisäkerhetsaspekter ska prioriteras är huvudsakligen en politisk snarare än en vetenskaplig fråga.
- Energisäkerhet handlar inte bara om olja och gas även om detta dominerar i den internationella diskussionen och litteraturen. Energisäkerhet för el och förnybara energisystem är också viktigt att studera. Den överordnade prioriteringen bör vara att säkra nyttan av energitjänster snarare än tillförseln av en viss mängd kWh.
- Man kan inte enkelt ranka energisäkerheten hos framtida system eftersom olika omvärldsfaktorer är avgörande för hur energisäkerheten påverkas av exempelvis klimatåtgärder. Många energisäkerhetsaspekter kommer dessutom att förändras oberoende av klimatomställningen.
- Det finns brister i hur energisäkerhet integreras med andra energipolitiska mål inom EU.
- Svensk energipolitik utgår från en global liberal marknadsstrategi, men det är viktigt att ta hänsyn till att andra länder och aktörer på energimarknaden har andra utgångspunkter, t.ex. geopolitiska.
- Det finns anledning för Sverige att se över hanteringen av energisäkerhetsfrågorna, bland annat för bättre framförhållning och starkare samordning mellan olika departement, myndigheter och andra aktörer. Man behöver modeller som även inkluderar hot och aktörer såväl utanför som inom energisystemens socio-tekniska omvärld.

*Publikationer:*

Bengt Johansson: *A broadened typology on energy and security*. Energy 53 (2013) 199–205.

Bengt Johansson: *Security aspects of future renewable energy systems – A short overview*. Energy 61 (2013) 598–605.

André Månsson, Bengt Johansson, Lars J Nilsson: *Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies*. Energy 73 (2014) 1–14.

Bengt Johansson, Daniel K Jonsson, André Månsson, Lars J Nilsson, Måns Nilsson: *Klimatpolitik och energisäkerhet: Konflikter och synergier*. 2014, FOI-R-3896—SE.

André Månsson: *Energy conflict and war: Towards a conceptual framework*. Energy Research & Social Science 4 (2014) 106–116.

Daniel K Jonsson, Bengt Johansson, André Månsson, Lars J. Nilsson, Måns Nilsson, Hannes Strandsjö: *Energy security matters in the EU Energy Roadmap*. Energy Strategy Reviews (2015) 48–56.

Claudia Strambo, Måns Nilsson, André Månsson: *Coherent or inconsistent? Assessing energy security and climate policy interaction within the European Union*. Energy & Social Science 8 (2015) 1–12.

André Månsson: A resource curse for renewables? Conflict and cooperation in the renewable energy sector. *Energy Research & Social Science* 10 (2015) 1–9.

Kommentarer

Efter en genomgång av ett antal kvantitativa modeller för att bedöma energisäkerhet menar man att det finns hot som inte låter sig kvantifieras. Det behövs andra strategier och metoder för att identifiera och förstå sådana hot.

När nya förnybara energislag ska integreras i befintliga energisystem kommer många nya små och större elproducenter in i ett befintligt energisystem, vilket kan leda till konflikter som exempelvis vilar på värdegrund, politik eller ekonomi.

Energiomställning i nationella energisystem behöver ställa stora krav på överblick, kontroll och identifiering av särskilt sårbara punkter i systemet. Man behöver följa utvecklingen i energiförsörjning och säkerhet över tid och med perspektiv som tar hänsyn till förmågan hos energisystemet, samhället och dess aktörer till anpassning för att identifiera faktorer och strategier leder till att begränsa energisystemets sårbarhet.

För varje steg i argumentationen över behovet av nya perspektiv på modeller kring energisäkerhet ges empiriska exempel från politik och en socioteknisk omvärld.

Man presenterar ett paradigm i ett nytt och kreativt helhetsperspektiv, vilket ger många tankeväckande insikter att fundera vidare över även när det gäller hot och risker, från vilken aktör och varför.

En viktig fråga att gå vidare med borde vara att knyta hot som kan utvecklas till risker för energiförsörjning eller energisystem till aktörer och deras hypotetiska avsikter med agerandet tillsammans med analyser kring möjliga vägar att avvärja, motverka eller lösa effekterna av hot och negativt agerande. De teoretiska perspektiven kan i sådana fall ta avstamp i riskforskning, policyanalyser eller annan relevant samhällsvetenskap.

De publicerade artiklarna har nått sammanlagt 210 registrerade citeringar (Researchgate.net 28.01.2018).

Delprojekt: Biodrivmedel – en analys av utbudskedjor 2012–2030.

En delstudie inom projektområdet handlar om drivmedelsförsörjning inom transportsektorn. För att minska klimatpåverkan från transportsektorn har det under ett par decennier pågått arbete med att ta fram nya drivmedel (bioetanol, biogas) eller uppgradering av befintliga drivmedel med bioinblandning (diesel, bensin). Under projektets gång (2010–2014) var eldrift inte i implementeringsfas.

Från år 2000 till 2012 har andelen biodrivmedel (bioetanol, biogas och biodiesel) av drivmedelsutbudet ökat från strax under 5 % till drygt 85 %. 2012 producerades i Sverige 93 % biogas för transporter i Sverige, 14 % biodiesel med rapsinblandning, 40 % biodiesel med inblandning av tallolja samt 31 % bioetanol.

För åren 2000–2012 genomför man en tidserieanalys av hur utbudet av biodrivmedel förändrats, etanol har nästan halverats från ca 60 till ca 30 %, biogas ligger tämligen konstant kring 10 %, biodiesel har ökat kraftigt från 2005 ca 8 % till ca 52 % år 2012. Den allra största ökningen biodiesel svarade lastbilstransporter för, men även i viss mån personbilstransporter. Bussar minskade sin dieselanvändning, medan gas ökade. Man presenterar en intressant kvantitativ tidserie över förändringar i användningen av

olika drivmedel på transportmarknaden för tiden 2000–2012. Andelen biodiesel har ökat, etanol har minskat och biogas ligger på en stabil låg nivå kring 10 %. Nedgången i etanol återspeglar en minskad efterfrågan. Biodiesel med kraftigt ökande andelar motsvaras av ökad efterfrågan i synnerhet från bussar, men även från personbilar, menar man. Detta har i båda fallen lett till att efterfrågan på bensin minskat.

Utifrån analysen av drivmedelskompositionen på transportmarknaden gör man en prognos som sträcker sig till 2030. Man menar att de stora tekniska vinsterna i fordons-teknik kommer att ligga på lägre nivåer. Drivmedel däremot kommer sannolikt att förbättras. Diesel kommer att få ökad andel av bioinblandning. Produktionen av biogas kommer att öka med ökad och förbättrad förbränningsteknik. Tillsammans kommer detta att leda till att den nationella andelen av producerade drivmedel kommer att öka. Man menar att slutsatsen blir en prognos där användningen av biodiesel kommer att öka kraftigt. Man beräknar att även andelen bioetanol i viss mån kommer att öka, och även biogas. Slutsatserna diskuteras inte utifrån vad som kan vara hinder och incitament för den utveckling man beräknat. En brasklapp förs dock in i framtidsperspektivet, nämligen att även el för fordonsdrift kan komma att öka något.

#### *Publikation:*

André Månsson, Alessandro Sanches-Pereira, Sebastian Hermann: Biofuels for road transport: Analysing evolving supply chains in Sweden from an energy security perspective. *Applied Energy* 123 (2014) 349–157.

#### Kommentarer

Prognosen för 2030 om drivmedel för vägtransporter i landet bygger på en kvantitativ trendframskrivning, med antaganden om utveckling av fordons-teknik och tillgången av större kvantiteter av biodrivmedel. Tillförlitligheten av prognosen kan mycket väl störas av en rad andra faktorer som man borde kunna identifiera och resonera om.

Som forskare har man ansvar för graden av tillförlighet i de resultat man presenterar, även om kvantitativa beräkningar kan ge intryck av säkerhet. Man bör som forskare diskutera sannolika omvärldsfaktorer som kan påverka den utveckling man beräknat. Vilka hinder och incitament i omvärlden som kan påverka den prognosticerade framtiden. Sådana faktorer går oftast inte att kvantifiera utan bygger på kvalitativa diskussioner grundade i historiska, politiska, sociologiska, psykologiska analyser. Exempelvis: under åren kring 2005–2008 var den politiska debatten koncentrerad kring CO<sub>2</sub> som klimatfaktor. Fossila bränslen, i synnerhet bensin bedömdes då som den viktigaste utsläppskällan. Styrmedel infördes, högre skatt på bensin, lägre på diesel. Resultatet blev att andelen sålda dieseldrivna bilar ökade. Biodiesel för transporter steg brant uppåt, vilket man direkt kan utläsa av de data som presenteras i artikeln. Frågan är kan en sådan situation upprepas? Högst sannolikt! Debatten om hälsofarliga utsläpp i dieselavgaser startade redan före 2012 och är nu högst aktuell för politisk styrning. Bilkunden blir osäker på drivmedelsframtiden och garderar sig med att skjuta upp sitt bilköp eller att välja ett annat drivmedel. Blir det valet bensin eller biogas eller el? Kundens värderingar, attityder och transportbehov styr beteendet, men i vilken riktning? Dessa frågor är exempel på några viktiga argument för att bredare tvärvetenskaplighet i forskningen behövs både för att öka forskningsresultatens trovärdighet, men i synnerhet för deras relevans i praktiken.

Artikeln har 21 citeringar (Researchgate.net 28.1.2018).

### 2.1.2 *Projektområde: Förnybar elproduktion*

Nya investerare i förnybar elproduktion: motiv, investeringskriterier och policykonsekvenser (NyEI)

Projektledare: Anna Bergek, Institutionen för ekonomisk utveckling (IEI), Linköpings universitet. Forskarna Anna Bergek och Ingrid Mignon är båda verksamma vid IEI och har medverkat i samtliga publikationer.

Forskare har hittills utgått från att investerare i ny teknik för elproduktion tillhör en tämligen homogen grupp av investerare som redan tidigare har erfarenhet av elproduktion. När man undersöker frågan närmare visar det sig emellertid att de flesta investerare tillhör andra grupper än väl etablerade elbolag såsom jordbrukare, enskilda individer, föreningar eller företagare i helt andra branscher.

I projektet vill man undersöka frågeställningar kring dessa nya investerare i förnybar elproduktion närmare utifrån följande punkter:

- Att identifiera och kategorisera de aktörer som investerat i förnybar elproduktion i Sverige sedan införandet av elcertifikatsystemet i maj 2003.
  - Vilka olika kategorier av investerare kan identifieras?
  - I vilken utsträckning utgörs investerarna av nya typer av aktörer (dvs. ej elbolag och kommunala energibolag)?
- Att karakterisera identifierade kategorier med avseende på deras motiv att investera i förnybar elproduktion, kriterier de väger in vid investeringsbedömningen (t.ex. avkastningskrav, riskbedömning, alternativinvesteringar, finansieringsalternativ), deras intresse för och förmåga att bidra till teknikutveckling, identifiera skillnader mellan olika kategorier av nya och traditionella investerare med avseende på dessa dimensioner.
- En internationell jämförelse mellan Sverige, Frankrike, Tyskland och Norge.

Forskningsfrågorna är:

- Vilka motiv har olika kategorier av investerare att investera i förnybar elproduktion?
- Vilka faktorer påverkar beslutet att investera i förnybar elproduktion?
- Vad påverkar valet av leverantör/val av teknisk lösning när beslutet att investera väl är fattat?
- Hur finansieras investeringar i förnybar elproduktion?
- Vilka möjligheter har nya investerare att bidra till teknikutveckling och under vilka förutsättningar kan de tänka sig att göra det?

Som underlag för den empiriska analysen använder man sig av offentlig statistik, registerdata samt enkäter och intervjuer som genomförts inom projektets ram. Den komparativa analysen mellan länder bygger på registerdata och intervjuer med nyckelpersoner i respektive Frankrike, Norge och Tyskland.

Projektet är väl planerat och genomfört med stor noggrannhet för att besvara de forskningsfrågor som formulerats. I analysen diskuteras de resultat man får i relation till den relevans de har för olika avnämare (politiker, handläggare, forskare) samtidigt som man även pekar på problemområden som kräver ytterligare forskning.

Resultaten sammanfattas i en slutrapport på svenska och fem artiklar i internationella tidskrifter. Man identifierar olika kategorier av investerare i förnybar elproduktion: *Offentligt och privat ägda företag*, *Offentligt ägda företag inom annan produktion*, *Oberoende kraftproducenter (IPP)*, *Skilda typer av företag inom annan produktion*, *Planerare och utvecklare av elproduktionsprojekt*, *Individuella investerare*, *Föreningar*.

Man visar även att *Offentligt och privat ägda företag*, dvs. kategori 1 och 2, blivit några fler 2012 (drygt 1 000) än 1990 och dessutom varit dominerande i investeringar i biomassa och vattenkraft. Övriga, sinsemellan olika kategorier av investerare, har ökat från cirka 500 till nästan 2 500 med investeringar i vindkraft och solceller.

De som investerar i förnybar elproduktion har olika motiv att investera och de reagerar olika på ekonomiska styrmedel. Man gör mycket på egen hand, eller med stöd av konsulter. Man har olika problem och använder olika strategier för att lösa dem, vilket inte alltid är bra ur ett systemperspektiv. Skillnader i strategier och reaktioner på styrmedel är inte främst kopplade till investerarkategori utan snarare till de motiv man har för investeringen.

Den ekonomiska aspekten av investeringen är inte enbart avgränsad till vinstoptimering utan inkluderar även kostnadsbesparingar och minskat ekonomiskt beroende (oberoende). Teknikintresse och behov av att förstärka sin image eller att skapa legitimitet är minst lika viktiga som de ekonomiska motiven. De olika motiven finns i alla investerarkategorier.

Idén att investera kommer från många olika håll och det finns inte några idékällor som är viktigare än andra. Privatpersoner och teknikintresserade aktörer är mer aktiva i sitt informationssökande än andra investerarkategorier.

Det finns olika strategier för vad man gör med producerad el: säljer allt, använder delar av elen själv eller använder all el själv. Vilket energislag man har investerat i påverkar inte denna strategi nämnvärt, men det finns en viss koppling till vilken investerarkategori man tillhör.

Det finns problem som måste lösas både på system- och individnivå. Fyra typer av problem sticker ut: problem med finansiering, problem med basresurser, problem med tillstånd och problem med teknik. En större andel av de oberoende kraftproducenterna, IPP:erna, har upplevt alla problemtyperna, medan privatpersoner har haft färre problem än andra. Oavsett problemtyp lyckas investerarna hantera dem på olika sätt: genom sina nätverk, genom partnerskap och samarbeten eller genom att köpa tjänster från konsulter, leverantörer och andra aktörer i systemet.

Majoriteten av investerarna är nöjda med sina investeringar, men det finns skillnader mellan investerarkategorierna (avkastningsmaximerande, kostnadsplanerande, teknikutvecklande, legitimitetsskapande, problemlösande kategorier). Priset på elcertifikaten påverkar hur nöjda investerarna är med sina investeringar, men elpriset är ännu viktigare. Hur många problem investerarna har haft under investeringsprocessen har inte någon större inverkan på hur nöjda de är.

Majoriteten av investerarna kommer att fortsätta producera el även om de inte längre får elcertifikat. Däremot finns det en ganska stor osäkerhet kring framtiden, vilket gör att många inte vet om de kommer att investera i ny teknik.

Den internationella jämförelsen mellan Sverige, Frankrike, Norge och Tyskland visar att det finns skillnader med avseende på vilka investerarkategorier som dominerar.

Detta kan delvis förklaras av övergripande institutionella och tekniska förutsättningar i respektive land, men det hänger även ihop med skillnader i investerarnas motiv att investera. Kopplingen till ekonomiska styrmedel är däremot inte tydlig.

*Publikationer:*

Anna Bergek & Ingrid Mignon, *Nya investerare i förnybar elproduktion: motiv, investeringskriterier och policykonsekvenser*. Linköpings universitet, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, 2014.

Anna Bergek, Ingrid Mignon & Gunnel Sundberg: *Who invests in renewable electricity production? Empirical evidence and suggestions for further research*. *Energy Policy* 56 (2013) 568–581.

Ingrid Mignon & Anna Bergek. *Investments in renewable electricity production: The importance of policy revisited*. *Renewable Energy* 88 (2016) 307–316).

Ingrid Mignon & Anna Bergek: *System- and actor-level challenges for diffusion of renewable electricity technologies: an international comparison*. *Journal of Cleaner Production* 128 (2016) 105–115.

Anna Bergek & Ingrid Mignon: *Motives to adopt renewable electricity technologies: Evidence from Sweden*. *Energy Policy* 106 (2017) 547–559.

Ingrid Mignon & Andreas Rudinger. *The impact of systemic factors on the development of cooperative projects within renewable electricity production – An international comparison*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 65 (2016) 478–488.

Kommentarer

Det här är ett mycket intressant projekt som har tydliga frågeställningar, en klar metodplanering och flera olika typer av väl valda empiriska material. Projektet redovisar tydliga slutsatser relaterade till de frågor man ställt sig.

Resultaten visar att investerares motiv för investering i produktion av förnybar el är mycket betydelsefulla både för hur man löser ekonomiska problem, tekniska problem och tillfredsställelsen med slutresultatet. Flera av investerarna ser sitt projekt som utmaningar i värderingar och förmåga, vilket medför att man ständigt söker ny kunskap för att förverkliga elproduktionsprojektet.

Forskarna reflekterar över vad resultaten kan ha för betydelse för politiker, planerare och tjänstemän. Investerare är en heterogen grupp, vilket borde tala för lyhördhet så att samhällets stöd i form av styrmedel och rådgivning utformas i relation till investerarnas identifiering av sina behov.

Den komparativa studien visar att samma investerarkategorier finns i de tre andra länderna, men i olika andelar jämfört med i Sverige. Historia, tradition och politik är viktiga för att förstå länders energisystem, energikällor och elproduktion, vilket för med sig olikheter i utformning av styrmedel och i investerares motiv och intressen. Länder kan i flera avseenden te sig lika, som exempelvis Sverige och Norge, men ändå ha olikheter i synen på och utvecklingen av förnybar elproduktion.

I komparativa studier jämförs ofta förhållanden mellan länder, kommuner, företag etc. Intressant i denna typ av studier vore att utgå från exempelvis implementering av vindkraft eller sol med syfte att analysera styrmedel och implementeringsstrategier, dvs.

att välja policy som utgångspunkt i stället för geografiska eller organisatoriska enheter. Man breddar de komparativa perspektiven.

Forskningsresultaten visar den betydelse ett lands traditioner, historia och kulturella omvärld har, vilket påverkar inte bara utformningen av politik och energisystem utan även enskilda aktörers värderingar, motiv och agerande. Politiker och planerare kan låta sig inspireras, men inte kopiera utan att först undersöka vilka hinder och incitament som påverkar implementering i det egna landet.

Ny kunskap förs fram genom projektresultaten, vilka leder till fördjupade frågeställningar i behov av fortsatt forskning.

Den politiska och praktiska relevansen är svårare att precisera på nationell nivå eftersom tiden sedan projektets slut ännu är kort. Inom projektet har en fyllig och lättläst rapport skrivits på svenska. Den är utgiven i en skriftserie vid Linköpings universitet. För svenska politiker, planerare, investerare i förnybar elproduktion och en bredare allmänhet borde boken som kunskapskälla vara högprioriterad läsning, gärna kompletterad med andra kommunikativa insatser genom exempelvis föredrag, föreläsningar, artiklar i fackpress, korta seminarier för olika målgrupper.

De fem artiklarna har tillsammans 90 citat (Researchgate.net 28.01.2018).

Wind power, regional development and benefit-sharing:  
The case of Northern Sweden

Projektledare: Patrik Söderholm, Institutionen för ekonomi och samhälle (ETS), Luleå tekniska universitet.

Projektets målsättning är att belysa hur investeringar i vindkraft kan främja regional utveckling och sysselsättning i Norrbotten. Man använder sig av en input-output-modell som prövats i internationella sammanhang, men även i svenska sammanhang. Modellen är väl beprövad och ger möjlighet till jämförelse med andra projekt. Målet med detta projekt är att genomföra en undersökning som i kvantitativa termer kan ge en bild av hur region och sysselsättning skulle kunna dra nytta av investeringar i en stegvis utbyggnad av en större vindkraftspark, dvs. konstruktionsfasen och senare under driftsfasen. Resultaten visar att sysselsättningen ökar under byggnationen av vindkraftsparken, genom rekrytering av lokal såväl som utifrån kommande arbetskraft. Det är resultat som ligger helt i linje med vad andra studier visar. Däremot visar det sig att tillkomsten av vindkraftsparken får marginell betydelse för sysselsättningen inom service och underhåll under driftstiden. Detta utesluter dock inte att vindkraftsparken kan ha andra positiva effekter på utvecklingen i längre perspektiv men i andra avseenden, vilket kräver uppföljning och utvärderingar längre fram i tiden.

*Publikation:*

Thomas Ejdemo & Patrik Söderholm: *Wind power, regional development and benefit-sharing: The case of Northern Sweden*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 47 (2015) 476–485.

Kommentarer

I projektet använder man en känd input-output modell. Jämförelsen med tidigare studier visar att den ökade sysselsättningen under konstruktionsfasen följer samma mönster som i andra undersökta projekt.



Däremot får den glest befolkade regionen, Norrbotten, mindre sysselsättningsökning när vindkraftverket kommer i drift jämfört med andra studier. Detta utesluter dock inte att man på längre sikt kan notera andra viktiga effekter av vindkraftsprojektet, menar man. Detta diskuteras dock inte vidare. Som forskare bör man diskutera resultatens giltighet i skilda sammanhang genom att peka på händelser som kan ändra förutsättningarna för en utveckling, exempelvis genom nya styrmedel.

Ur vetenskaplig synpunkt diskuteras däremot den använda modellen i relation till att man här analyserar en vindkraftspark. Sannolikt finns parametrar som tydligare kan definieras, utvecklas och anpassas för just en sådan studie, menar man. Studiens resultat som jämförelsematerial till studier av andra typer av objekt är därför av metodologiskt intresse. Detta är en studie som huvudsakligen är till nytta som beslutsunderlag för politiker och planerare i Norrbotten och den har därmed mera formen av en konsultrapport.

Artikeln har citerats av 13 forskare (Researchgate.net 28.01.2018).

### **2.1.3 Projektområde: Individer och energibeslut**

Ökad konsumentmakt på den nordiska elmarknaden.

Projektledare: Björn Karlsson, Akademin för ekonomi, samhälle och teknik, MDH–Mälardalens Högskola. Samtliga forskare i projektet kommer från denna institution.

Inom projektet har man granskat elmarknaden och dess funktion genom tre olika aktiviteter: i) att studera och genomföra aktiviteter mot slutkund med hjälp av ett s.k. ”energy intervention framework”; ii) att utveckla en struktur för modellering och simulering; och slutligen att iii) att genomföra en intressentanalys av olika aktörer på elmarknaden. Till syftesarbetet, utöver en kortfattad slutrapport, har 3 artiklar bifogats, dvs. en inom varje kategori.

- Daniel Torstensson, Fredrik Wallin. *Potential and barriers for demand response at household customers*. Energy Procedia 75(2015) 1189–1196.

Syftet är att beskriva potentialen för efterfrågestyrning av energi bland hushåll. Studien genomfördes genom att enkäter sändes till samtliga kunder vid det lokala energibolaget på fyra orter, Smedjebacken, Eskilstuna, Sala och Västerås. Sammanlagt 7760 enkäter sändes till elkunder och man fick tillbaka 1486 besvarade enkäter, 19,2 %. Svarsprocenten varierade mellan orterna inom intervallet 12,7–25,9 %. Någon grundlig bortfallsanalys med hänsyn tagen till ålder, kön, inkomst, hushållssammansättning, boendeform, upplåtelseform eller annan diskussion kring representativitet genomfördes inte. 73–91 % av de svarande var bosatta i småhus, vilket på de flesta orterna var en kraftig överrepresentation.

Redovisningen i ovanstående artikel bygger på de enkätsvar man erhöll i Eskilstuna. Enkäten sändes till 1095 hushåll, varav 147 hushåll (13,4 %) svarade. Villakunder bedömde ekonomiska motiv som viktigast medan lägenhetskunder betonade miljöhänsyn. Man ställde frågor kring barriärer för kunders engagemang såsom kunskap om sin energikonsumtion, intresse för energifrågor, samt erfarenhet av att byta elleverantör. Analysen genomfördes i kategorierna lägenhetskunder (18) och villakunder (126). Resultaten redovisas kvantitativt med procentberäkningar inom respektive kategori. Det innebär att 1,8 kunder motsvarar 10 % lägenhetskunder (anm. statistiskt sett undviker man regelmässigt att beräkna procent på fördelningar med under 100 svarande!). Resultaten redovisas i 4 tabeller och ett histogram. Man menar att resultaten visar att

kunder är intresserade av efterfrågestyrd energimedverkan. De är intresserade av att spara på utgifterna för energi, i synnerhet bland de som bor i villor. Kunder bedömer information och feedback på sin konsumtion som viktig. Barriärer är framför allt att man som kund har en svag marknadsposition.

#### Kommentarer

Det är långtgående slutsatser man drar med ett svarsunderlag på 18 lägenhetskunder och 126 villakunder. Varken svarsanalys eller bortfallsanalys genomförs och inget om hur de svarande kan sägas representera befolkningen i Eskilstuna i något avseende. Trots detta diskuteras resultaten som representerande villakunder och lägenhetskunder i allmänhet i en stad med cirka 65 000 invånare. Det sätt man hanterar representativitet och generalisering av resultat är inte trovärdigt och därmed måste man ifrågasätta resultatens praktiska relevans.

Antalet citat som registrerats är 3 (Researchgate.net 28.01.2018).

- Iana Vassileva and Javier Campillo. *Consumers' Perspective on Full-Scale Adoption of Smart Meters: A Case Study in Västerås, Sweden*. Resources 2016.5.3.

Viktig information för elkunder är en adekvat och regelbunden feedback på sin elkonsumtion. I studien redovisas politiken och tekniken kring smarta mätare samt litteratur kring information och feedback. I Västerås har man genomfört installation av smarta elmätare hos elkunder. Samtidigt fick kunderna möjlighet att välja mellan fast respektive rörligt elavtal. Via en webbaserad enkät fick kunderna besvara frågor kring sina attityder till de införda mätarna och avtalstyperna. 164 kunder besvarade enkäten (56,3 %). Man redovisar att det bland de svarande finns en överrepresentation av kvinnor (59 %). Medelåldern var 44 år bland de svarande, vilka hade en genomsnittlig boendeyta på 180 m<sup>2</sup>. Detta överstiger kraftigt genomsnittet på bostadsmarknaden i Sverige som är 68 m<sup>2</sup> för lägenheter i flerbostadshus respektive 122 m<sup>2</sup> för småhuslägenheter. 63,4 procent av hushållen i studien bor i villor och resten i lägenheter i flerbostadshus. Man menar att de svarande, 164 kunder, kan anses representera befolkningen i Västerås (142 131 invånare), vilket är en generalisering som kraftigt skiljer sig från nationell statistik.

Resultaten visar att majoriteten av de svarande hade fasta priser på sitt elavtal, i synnerhet medelålders och äldre hushåll. Mer än 50 procent av de svarande önskade sig förbrukningsinformation per vitvara, jämförelser med tidigare perioder och spartips på sin elräkning. Gärna via e-post. Mycket kan därför göras för att förbättra informationen till kunder även om det finns trögheter bland kunder att ändra beteende.

#### Kommentarer

Detta är en beskrivande studie utan jämförelser med annan, även svensk, forskning. Man saknar utblickar till annan empirisk, inte minst skandinavisk, forskning på området (exempelvis Ellegård, Gram Hansen, Löfström, Hallin, Lindén, etc.), vilket borde leda till en kritisk reflektion av de egna resultaten. Jag saknar även en värdering av det empiriska materialets stora svagheter samt vad det betyder för resultaten när det gäller representativitet och generaliseringar.

Artikeln har 4 citat registrerade (Researchgate.net 28.01.2018).

- Javier Campillo, Erik Dahlquist, Fredrik Wallin, Iana Vassileva. *Is real-time electricity pricing suitable for residential user without demand-side management*. Energy 109 (2016) 310–325.

Syftet är att undersöka ekonomiska faktorerens betydelse för att stimulera kunden (400 hushåll) att byta till rörliga elavtal. 200 hushåll hade fjärrvärme och 200 jordvärmepump. Studien bygger på ett stort antal konsumenters elkostnader under en 7-årsperiod. I tidsperiodens början låg elpriserna högt och har sedan sjunkit betydligt och med mindre variationsvidd. Man utvecklar en metod för att genomföra tidsserieanalyser och kommentera klimatförutsättningar under hela perioden. Analyser över skillnaden mellan kalkylerade fasta avtal respektive rörliga avtal genomförs. Denna information till kunder skulle kunna vara till hjälp i besluten om fasta respektive rörliga avtal.

Under hela perioden har emellertid andelen hushåll med fasta avtal minskat kraftigt nationellt, vilket inte kan hänföras till den information hushåll i denna studie fått. Omvärldsfaktorer har förändrats och elpriserna har sjunkit i hela landet, dvs. oftast oförutsägbara händelser som är svåra att hantera i modeller.

#### Kommentarer

Detta är en intressant metod som borde kunna tillämpas även i andra sammanhang. Studien hade definitivt stärkts av en utförlig diskussion om problem och svårigheter med interventioner som sträcker sig över långa tidsperioder när dessutom andra omvärldsfaktorer ändras.

Artikeln har 8 registrerade citat (Researchgate.net 28.01.2018).

Slutkommentar gällande frågeställningarna för hela projektet ”Ökad konsumentmakt på den nordiska elmarknaden”

I slutrapporten borde man anknyta till de övergripande frågeställningar man formulerat och noggrant diskuterat och preciserat sig på exempelvis följande punkter:

*Ökad konsumentmakt:* Här finns ingen begreppsdefinition och ingen problematisering av påverkan uppifrån-nerifrån. Den teoretiska förankringen av begrepp som används är viktig för tolkning av resultaten.

*Interventioner som metod att påverka kunder på elmarknaden:* Med enkätstudier på fyra orter och låg svarsfrekvens finns det mycket att diskutera kring val av metod i relation till förväntningar om svarsfrekvens med utgångspunkt i metodlitteratur och erfarenheter från andra studier.

*Utveckla struktur för modellering och simulering:* Här behövs en diskussion av de fördelar och nackdelar med metoden som använts i den longitudinella studien, metodens applicerbarhet, samt för vem är metoden till nytta, elföretag, kunder eller eventuella andra.

I detta projekt har man inte lyckats genomföra sina högt ställda ambitioner, vilket beror på att man inte preciserat de teoretiska utgångspunkterna bakom problemformuleringen och svagheter i metodologi, dvs. uppläggnings av delstudierna, vilket leder till svårtolkade resultat som blir svåra att överföra till praktisk tillämpning.

Att hantera och påverka skillnaden mellan observerad och optimal energianvändning – vilken roll har icke-ekonomiska styrmedel?

Projektledare: Andrius Kazukauskas, Centrum för miljö och resursekonomi, Umeå universitet. Samtliga medverkande i projektet kommer från denna institution.

I projektet analyseras avvikelser i observerat beteende från beräkningar utifrån teoretiska modeller om vad som borde vara rationella val, det så kallade energieffektiviseringsgapet. I ett första steg granskas teoretisk och empirisk litteratur.

- Thomas Broberg och Andrius Kazukauskas: *Inefficiencies in residential use of energy – A critical overview of literature and energy efficiency policies in EU and Sweden*. CER Working Paper 2014:7.

I den första fasen av projektet genomförs en gedigen genomgång av internationell forskning kring energieffektivisering i hushåll där man redovisar empiriska forskningsresultat kring teoretiskt rationella val av energibeteende och empiriska resultat. I dessa studier redovisas ett betydande gap mellan hur hushåll skulle kunna effektivisera sin energianvändning och vad de faktiskt gör. Energieffektiviseringsgapet är en teoretisk konstruktion, vilket gör att man missar att ta hänsyn till en rad andra viktiga faktorer i individers beslut kring sitt beteende. En målsättning borde vara att finna en optimal mix av styrmedel som leder till att energieffektiviseringsgapet blir mindre. Tillkommande styrmedel är sannolikt av annat slag än ekonomiska, menar man.

Den *information och kunskap* energikunden har är viktig att granska närmare. Man redovisar att kunden ofta är okunnig om priser på el, men även ointresserad av annan kunskap kring sin elanvändning. Många apparater köps för att de är snygga eller höjer mys- och statusfaktorer. Elförbrukning ingår inte ens i beslutet man fattar. För många hushåll är elkostnaden inkluderad i månadshyran, vilket gör att hushållet aldrig ser hur hög den är eller hur den varierar mellan hushåll.

El är en viktig, men *osynlig produkt*, som man måste använda för sin bekvämlighet. Samtidigt utgör den en kostnad bland andra kostnader för livsuppehållet (livsmedel, kläder, transporter etc.).

*Energianvändningens samhälls- och miljökonsekvenser* är kunskap som ligger långt ifrån många konsumenters perspektiv och agerande i vardagslivet. De politiska styrmedlen däremot bygger på överväganden i samhällsperspektiv där hushåll antas vara en grupp aktiva och kunniga kunder.

*Beteendekonomen* menar att individer tillfredsställer sina behov snarare än optimerar alla viktiga aspekter i sitt val av beteende. Därför uppkommer *beteendeanomalier* som man kan notera i forskningen kring energieffektiviseringsgapet. Fyra typer av aspekter pekar man ut som viktiga att uppmärksamma, kunder behöver 1) ges möjlighet att jämföra sin elkonsumention med andra, 2) göras uppmärksamma på innebörden av rationella val, 3) få kunskap om de begränsningar som egenintresse för med sig (moral, sociala normer, status, vanor etc.), 4) uppmärksammas på beroendeförhållanden mellan serier av beslut och beteendeförändringar som sker över tid.

Slutsatsen blir att dessa faktorer kan bidra till att öka förståelsen för individers val av energieffektiviseringsbeteende, men inte täppa till hela gapet.

## Kommentarer

I studien förs ett mycket intressant resonemang. Ekonomer som reflekterar över sin egen forskning och söker nya infallsvinklar tillför viktiga perspektiv som borde få större spridning än i ett Working Paper. De teoretiska perspektiv man för fram som nya viktiga komplement kring sina frågeställningar ligger emellertid ekonomi nära, nämligen beteendekonometri. Nästa steg i utvecklingen av forskningen borde vara att ifrågasätta modellens teoretiska begränsningar, ex. homo economicus, för att pröva teoretiska perspektiv från andra vetenskaper.

Människor är i sin vardag subjektivt rationella i beteendet, dvs. givet de förutsättningar som finns i individens omvärld försöker hen finna det bästa valet/beteendet ur sin egen synpunkt. I en omvärldsanalys av kundkategorier kan man hämta teoretisk och metodologisk inspiration från en bredare grupp samhällsvetenskaper utifrån kundperspektivet för att genomföra en ”underifrån” analys. Finns det grupper av elkunder med likartade omvärldsvillkor som styr energieffektiviseringsbeteendet? Småbarnsfamiljer, pensionärer, arbetstider, inkomst, bostadens upplåtelseform, värderingar, moral etc. Bostadens upplåtelseform blir viktig, dvs. det är enbart i ägda bostäder som hushåll har möjlighet till total kontroll på kostnaden för el.

En övergripande fråga att ställa sig är inom vilka kategorier av elkunder med olika relationer till elmarknaden som det finns utrymme för energieffektivisering. Exempelvis: Hushåll boende i elvärmda småhus använder ca 30 000 kWh/år, medan hushåll i flerbostadshusens lägenheter använder ca 8 000 kWh/år. Att få mer och djupare kunskap om de stora respektive små konsumenterna skulle kunna få större relevans för politiker i arbetet med att utforma mera träffsäkra och kategorianpassade styrmedel.

- Thomas Broberg, Runar Brännlund, Andrius, Kazkauskas, Lars Persson, Matthias Vesterberg: *En elmarknad i förändring – Är kundernas flexibilitet till salu eller ens verklig?* Handelshögskolan Umeå Universitet, 2014. Och version på engelska *An electricity market in transition – demand flexibility and preference heterogeneity*.

Huvudsyftet är att kvalitativt och kvantitativt belysa och analysera hur flexibla elkonsumenter är och vad som krävs för att enskilda konsumenter ska förändra sina konsumtionsmönster. Den metod som används i den kvantitativa analysen är ett ”valexperiment”. Utgångspunkt är att människor väljer det mest tilltalande alternativet då man ställs inför hypotetiska alternativ relaterade till sin energianvändning. Med offentlig statistik som underlag beskrivs över en tioårsperiod hushållens val av elavtalstyp och kostnaden för den el man förbrukar samt hur stor kostnadsminskning man skulle kunna få genom att förlägga hushållsaktiviteter till olika tider över dygnet. Den ekonomiska vinsten över en dag skulle bli förhållandevis liten, vilket ger liten drivkraft/knuff att ändra beteende. I en översiktstabell presenteras både monetära och icke monetära styrmedel kring energianvändning och konsumtionsmönster. Kundens information och kunskap bedöms som särskilt betydelsefull i sammanhanget. I en enkät får kunden skriva ned vad man tror att priset är på 1 kWh. Man kan konstatera att det finns en mycket stor variationsvidd i svaren.

5 900 personer fick via en internetbaserad enkätinbjudan att delta i valexperiment. 918 (15,6 %) svarade. De utsattes för ett experiment där leverantören erbjöd olika typer

av fjärrstyrning av eltillförseln (värme under dagtid via fjärrstyrning, eltillförsel olika veckodagar/tider på dygnet etc.) med tillhörande beräkning av årlig ekonomisk kompensation. Hushållen var inte särskilt positiva, men mera positiva när den ekonomiska kompensationen var hög. Slutsatsen var att det finns utrymme för en viss efterfrågeflexibilitet, särskilt om den ekonomiska kompensationen är stor.

#### Kommentarer

Detta är en intressant och väl genomförd studie, men svarsprocenten skulle kunna diskuteras. Studien hade stärkts av att blicka längre utanför det ekonomiska tänkandet än till beteendekonometri (se ovan!). Här finns en engelsk version. Den är väl värd en vidare internationell spridning i forskarvärlden än vad den kan få i en rapportserie från Energimarknadsinspektionen. Det är av särskilt stort intresse när professionella ekonomer resonerar om brister och möjligheter i teorier om rationalitet när man finner i sina resultat att individers val av beteende är långt från optimalt rationella kring ekonomi och energianvändning. Man formulerar frågeställningar kring bättre information som redovisar den ekonomiska vinst man kan göra genom att ändra energibeteende. Man ger även information med argument som förklarar miljö- och klimatkonsekvenser av ökad energikonsumtion. Ingendera täpper till det beräknade energieffektiviseringsgapet nämnvärt.

Hur kan man söka sig vidare? Här kommer några alternativ och förslag från en sociolog: Människors beteenden är subjektivt rationella, dvs. givet de förutsättningar som finns i individens omvärld försöker hen finna det bästa valet ur sin egen synpunkt. Utifrån det perspektivet går det att ställa många frågor som exempelvis hur ser individens position och omvärld i energisystemet ut? Finns det grupper av elkunder som lever med likartade omvärldsvillkor som styr deras energikonsumtion och deras energieffektiviseringsbeteende? Småbarnsfamiljer, pensionärer, arbetstider, inkomst, bostadens upplåtelseform, värderingar, moral etc.

Det finns mycket forskning kring frågeställningar av detta slag i samhällsvetenskaplig forskning i Sverige, Danmark, Finland, Norge, Nederländerna, England och ett flertal andra länder spridda över kontinenter. Forskarna finns i ämnen som statsvetenskap, sociologi, kulturgeografi, historia, psykologi etc. Svenska forskare inom området har stora internationella nätverk, publikationer i internationella tidskrifter, artiklar och böcker på svenska, och är ofta lästa och citerade enligt internationella forskningsdatabaser, men nästan aldrig citerade av svenska forskare med bakgrund i teknik och ekonomi. Här finns resultat kring attityder, kunskap, värderingar, beteende, påverkan av information och styrmedel, energieffektivisering etc. Tvärvetenskap bör sträcka sig längre bort i teoretiska perspektiv än enbart till nära släktingar.

Dessutom finns numera stora databaser kring attityder, beteende och konsumtion i relation till miljö och klimat som ovärderligt forskningsunderlag publicerade i Sverige, EU och andra länder, vilket kan vara till nytta i komparativa studier (Exempelvis EURO-STAT, Naturvårdsverket: Miljöbarometern, Klimatbarometern, SOM-institutet etc.).

Promoting environmental behaviour via feed-back: Energy conservation in households.

Projektledare: Andreas Nilsson, Psykologiska institutionen, Göteborgs universitet.  
Samtliga forskare utom två kommer från psykologiska institutionen, Thuvander från Arkitektur och Andersson från Fysisk resursteori, Chalmers.

I projektet undersöks psykologiska variabler såsom värden och normers roll för beteende och motivation när det gäller energibesparing. Inom projektet har fem studier genomförts. Två undersöker effekten av feedback via internet, två undersöker effekten av displayer i hushåll, och en studie undersöker energibesparing i kontorsmiljö.

- i) Liane Thuvander, Pär Meiling, Kristin Andersson, Andreas Nilsson: Energivisualisering via display. Förändras beteendet när hyresgästerna har möjlighet att följa sin elförbrukning? Rapport: Chalmers, Institutionen för arkitektur, 2012.
- ii) Andreas Nilsson, Cecilia Jakobsson Bergstad, Liane Thuvander, David Andersson, Kristin Andersson, Pär Meiling: *Effects of continuous feedback on Households' electricity consumption: Potential and barriers*. Applied Energy 122 (2014).

Syftet med projektet är att pröva hur visualisering via display kan påverka hyresgästers förbrukning av hushållsel. Följande frågeställningar har tagits fram i samarbete mellan forskare och bostadsföretag: Kan pilotprojektet resultera i rekommendationer som Gårdstensbostäder kan använda för utveckling av feedback-metoder? Hur påverkas hyresgästers beteende av displayanvändning? Vilka barriärer och motivationsfaktorer kan identifieras?

Experimenthuset utgörs av Syréngården 49–52 i Gårdsten och i detta hus användes Eliq energidisplay, experimentgruppen. Kontrollgruppen utgörs av Syréngården 53–56, där man inte använde Eliq. Lägenheterna består av tre rum och kök på 80 m<sup>2</sup> och fyra rum och kök på 96 m<sup>2</sup>. Metoder som använts är enkäter, avläsning av elmätare, workshop med information i Gårdstensstudien.

Resultaten visar att displayen inte har haft någon effekt på hyresgästernas elanvändning. Användningen av bara display som feedback leder inte nödvändigtvis till lägre hushållselförbrukning. Det behövs skraddarsydd feedback och dessutom bör olika typer av information kombineras. De upplevda barriärerna är svårigheter att förstå displayen och att displayanvändningen inte väcker tillräckligt intresse för att ha påverkan på beteendet. Andra upplevda barriärer är att det saknas en medvetenhet om att det finns ett samband mellan beteende och energianvändning. Positiva motivationsfaktorer är nyfikenhet, kostnadsaspekter och miljöengagemang. Det visade sig även att de flesta deltagarna i studien hade svenska som andraspråk.

#### Kommentarer

Projektets uppläggning har svagheter som ger upphov till flera frågor. Det hade varit intressant att få veta mera om hushållen i experimentgrupp och kontrollgrupp kring frågor som boendetid och förankring i sitt bostadsområde samt språkförståelse i svenska. Vilka likheter och olikheter finns i hushållssammansättning mellan experiment- och kontrollgrupp. Har forskarna haft inflytande över valet av område? Eller är bostadsområdena helt och hållet Gårdstensbostädernas urval?

Val av ett område där få har svenska som modersmål ger problem med att förstå information och därmed motiveras till varför energieffektivisering är viktig. Detta borde man som forskare kunna förutsäga, tänka över och förändra valet av hushåll. Vilket område man bor i är mindre intressant, det är ju människors förståelse, upplevelse och energihantering man vill undersöka. Detta visar på de problem som kan uppstå med att

låta valet av grupper i studien styras av andra än de som ska genomföra forskningsprojektet. Samverkan är viktig men när det gäller val av metoder och urval av försökspersoner/medverkande måste de grunda sig på faktorer som garanterar att man får svar på sina frågor och tillräcklig svarprocent. Detta är den vetenskapliga grunden för att få resultat som ger generell kunskap och blir till praktisk nytta.

I den publicerade artikeln finns mera utförliga och intressanta kvalitativa resonemang kring resultaten från intervjuundersökningen.

Artikeln har hittills fått 27 citat (Researchgate.net 28.01.2018).

- Andreas Nilsson, Kristin Andersson, Cecilia Jakobsson Bergstad: *Energy behaviour at the office: an intervention study on the use of equipment*. Applied Energy 146 (2015).

Studien är ett fältexperiment på tre avdelningar, belägna på olika våningar i en kontorsfirma. Avdelningarna hade ungefär lika många anställda. Avdelningarna utgjorde en kontrollgrupp samt programgrupp 1, och programgrupp 2. Avsikten var att mäta elkonsumtion och papperskonsumtion före och efter interventionen samt att jämföra gruppernas resultat. Antalet medlemmar i grupperna var 25, 35 och 33 individer. Interventionerna sträckte sig över fyra veckor exklusive för och eftermätningar. Metoder som användes var mätdata, observationer och enkäter.

Resultaten visade att det inte fanns några skillnader mellan grupperna i beteende vad avser elkonsumtion och papperskonsumtion. Kontrollgruppen var den som stärkte sin gruppidentitet. Redan vid den första mätningen hade den gruppen större förtroende och tillit till sin arbetsplats. I de båda experimentgrupperna var skillnaderna i gruppidentitet före och efter experimentet obetydliga. Det är viktigt att observera gruppidentitet innan man startar sin studie. Interventioner som syftar till beteendeförändringar tar tid och behöver troligen upprepas flera gånger. Antalet deltagare varierade under försöksveckorna pga. sjukdom etc.

Kommentarer

Studien har en välgrundad design, teoretiskt sett, men det finns brister i analysen av gruppdeltagarnas sammansättning före experimentstarten. Gruppklimatet i arbetsgrupperna borde betraktas som en bakgrundsvariabel med före/eftermätning. Även sjuktal kan vara en viktig faktor att ta hänsyn till som bakgrundsvariabel. Gruppklimat och sjukskrivningar kan vara tecken på svårigheter inom arbetsgruppen som kan försvåra implementering av nya rutiner.

Artikeln har citerats av 37 forskare (Researchgate.net 28.01.2018).

## 2.2 Viktiga resultat och tänkvärd tvärvetenskaplighet

Min genomgång av forskningsresultaten från AES-programmet omfattar projekt som handlar om förnybar elproduktion, energisäkerhet samt individer och energibeslut, vilka tillsammans innehåller cirka 25 publikationer och utgör ungefär 50 procent av projekten inom programperioden 2010–2014. I bedömningen av forskningsresultaten kan man konstatera att här finns de som a) är betydelsefulla och relevanta både för forskning och praktik, b) är intressanta och diskuterar vidgade forskningsperspektiv, c) som inte lyckats presentera resultat med tillräcklig trovärdighet, men har metodfrågor och generaliseringar som är viktiga att fundera över.



### 2.2.1 *Betydelsefulla och relevanta resultat både för forskning och praktik*

Inom projektet *Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten* (B Johansson et.al) analyseras hur energiomställning kan påverkas av energisäkerhet, försörjningstrygghet, energibrist, energiexportörers ekonomi, konflikter, hot mot hälsa, miljö, etc. Man gör en genomgång av kvantitativa modeller och finner att man med dem missar hot och andra faktorer som inte går att kvantifiera. I stället behöver man utarbeta en modell som utgår från kvalitativa parametrar, vilka ökar möjligheten att identifiera hot och situationer som antingen leder till konflikter eller påverkar säkerheten i energisystemet. Ett paradigm formuleras med utgångspunkt i tre grupper av konfliktsamband:

- Konflikter där energisystemet utgör mål för en konflikt där en part vill förbättra egen säkerhet.
- Konflikter där energisystemet används som medel när en vill försämra någon annans försörjningssituation.
- Konflikter som kan uppstå utan direkt intention om att någon ska påverkas, men där energisystemet i sig orsakar och/eller bidrar till instabilitet.

Man menar att det är nödvändigt att se till kontextuella förhållanden. Sådana förhållanden kan vara utrikespolitiska relationer mellan stater, vad som anses utgöra legitimt handlande enligt det internationella samfundet och vilken förmåga ett samhälle har till anpassning. Det kan förekomma olika tolkningar om varför konflikter uppstår och vilken logik som bäst beskriver en aktörs agerande. Beträffande energisystemet bör det noteras att i hela kedjan, från resurs till användning kan det förekomma konflikter. För att få en överblick av vilka konflikter energisystemet kan påverkas av är det viktigt att studera det sociotekniska energisystemet, exempelvis resurser, marknader, politik, infrastruktur och energianvändning.

Ett paradigm med utgångspunkt i kvalitativa faktorer och påverkan på energisystemet är ett nytt perspektiv som öppnar för stora möjligheter att identifiera konflikter och svagheter som finns både utanför och inom systemet. Här presenteras ett helhets-tänkande kring energisäkerhet som öppnar möjligheter för att identifiera relationer mellan myndigheter, organisationer och politik kring energisäkerhet, vilket är av relevans för utformningen av politiken.

Bakom varje hot och konflikt finns en aktör, alltifrån en enskild individ, stat/regering, region, kommun eller grupp. Alla dessa aktörer består av individer. Genom kompletterande tvärvetenskapliga perspektiv på hot och konflikter som knyts till aktörer är det möjligt att formulera deras hypotetiska avsikter och händelser som påverkar energisystemet samt identifiera svagheter som kan förutses och åtgärdas. Energisäkerhet beskrivs på så sätt i ett dynamiskt perspektiv som är under ständig utveckling snarare än de kvantitativa modellernas mer statiska beskrivning av resurstillgång och energileveranser, ekonomi och konkurrens.

Inom projektet *Nya investerare i förnybar elproduktion: motiv, investeringskriterier och policykonsekvenser (NyEl)*, (A Bergek et al.) presenterar man tydliga och intressanta resultat kring investerarkategorier i förnybar elproduktion, deras motiv, kunskap, problemlösning kring teknik och ekonomisk förmåga. Få stora investerare med

mycket kunskap och stor ekonomisk kapacitet satsar på utveckling av biomassa som energikälla. De flesta nya investeringarna, flera tusen under fyraårsperioden, är enskilda individer, små företag, föreningar eller kooperativ som investerar sol- och vindkraft. De drivs av teknikintresse eller av att komplettera sin verksamhet med egen el eller att bli oberoende av stora elleverantörer genom att producera egen el. Dessa grupper är sårbara i olika avseenden, exempelvis i ekonomisk styrka eller brist på kunskap för att kunna lösa olika typer av teknikproblem. Man ser sin situation huvudsakligen utifrån sitt eget intresse. Samtidigt menar politiker på nationell nivå att vind och sol kommer att behövas för elproduktion och som bidrag för att möta framtidens behov av fossilfri energiproduktion samt för att uppnå nationella miljömål. Energisystemet kommer att utvecklas från att nu ha ett fåtal stora aktörer till att få ett tillskott av många aktörer, varav de allra flesta är små och sårbara i olika avseenden. Det blir en helt ny struktur kring elproduktion som borde vara av högprioriterat intresse för svenska politiker i frågor som rör hur man genom styrmedel kan stödja små producenter i frågor kring ekonomi och teknik för att säkra hållbar elproduktion och minska sårbarhet.

I projektets komparativa del gör man jämförelser mellan Frankrike, Norge, Tyskland och de resultat man fått om nya investeringar i den svenska studien. Man finner att samma investerarkategorier finns även i de andra länderna, men att proportionerna skiljer sig från Sverige. Förklaringar kan man finna i energimarknadens struktur, antal producenter, energislag och styrmedel, dvs. kulturella skillnader och historisk utveckling är viktiga aspekter att ta hänsyn till i jämförande studier. Såväl den sverigebaserade analysen av investerarkategorier som den jämförande studien är i allra högsta grad relevant för både svensk politik men också för andra länders politiker.

Nya forskningsresultat leder även till nya frågor och fortsatt forskning. I detta fall kan man framför allt peka på forskningsbehov kring hållbar elproduktion och säkerhetsfrågor på en marknad med många producenter som är olika i ekonomisk styrka och teknisk kompetens både i korta tidsperspektiv och i framtidsperspektiv. Mera komparativ forskning är av stort värde. Vanligen gör man jämförande studier mellan enheter som länder, regioner, kommuner, branscher etc. Varför inte göra komparativa studier mellan sol, vind och den politik med de styrmedelstrategier som använts i skilda länder i implementering av förnybar produktion? Jämförande analyser kan ge nya infallsvinklar och idéer om lösningar som går att utveckla i en annan politisk kontext.

### **2.2.2 *Intressanta resultat som diskuterar vidgade forskningsperspektiv***

I delstudien *Wind power, regional development and benefit-sharing: The case of Northern Sweden* (P Söderholm) används en väl beprövad input/output modell som ger möjlighet till jämförelse med resultat från andra projekt. Målsättningen är att i kvantitativa termer ge en bild av hur region och sysselsättning skulle kunna dra nytta av investeringar i en stegvis utbyggnad av en större vindkraftspark i Norrbotten under konstruktionsfasen och senare under driftsfasen. Liksom i andra undersökningar med samma modell påverkas sysselsättningen positivt under konstruktionsfasen genom utifrån kommande arbetskraft. Däremot får vindkraftsparken marginell betydelse för sysselsättningen under driftstiden. Man menar dock att vindkraftsparken kan ha positiva effekter på utvecklingen i längre perspektiv, vilket kräver uppföljning och utvärderingar längre fram i tiden. Man resonerar i förbigående om att resultaten angående driftstiden kan bero på att modellen man använt inte är anpassad till den typ av projekt som gäller vindkraftverk. Resultaten är emellertid värdefulla för region Norrbotten. Ur

forskningssynpunkt hade det dock varit av intresse med en diskussion kring utveckling av modellen samt vilka eventuella effekter för utveckling i regionen det kan röra sig om och hur detta skulle kunna följas upp.

I delprojektet *Biodrivmedel – en analys av utbudskedjor 2012–2030* (A Månsson et al.) genomförs en tidserieanalys av hur utbudet av biodrivmedel förändrats. Etanol har nästan halverats från ca 60 % till ca 30 %, biogas ligger tämligen konstant kring 10 %, biodiesel har ökat kraftigt från 2005 ca 8 % till ca 52 % år 2012. Den allra största ökningen av biodiesel svarade lastbilstransporter för, men även i personbilstransporter har användningen av biodiesel ökat. Bussar minskade sin dieselanvändning, medan gas ökade. Viktiga faktorer för utvecklingen på drivmedelssidan diskuteras, exempelvis utbyggnad av försäljningsställen.

Utifrån analysen av drivmedelskompositionen på transportmarknaden gör man en prognos som sträcker sig till 2030. Man menar att de stora tekniska vinsterna i fordons-teknik kommer att ligga på lägre nivåer. Drivmedlen däremot kommer att förbättras. Diesel kommer att få ökad andel bioinblandning. Produktionen av biogas kommer att öka med bättre förbränningsteknik. Tillsammans leder dessa antaganden till att den nationella andelen producerade drivmedel kommer att öka.

Slutsatsen blir en prognos där användningen av biodiesel kommer att öka kraftigt. Även andelen bioetanol kommer att öka något och även biogas. En brasklapp förs dock in i framtidsperspektivet, nämligen att även el för fordonsdrift kan komma att öka.

Tidsserieanalyser som bygger på kvantitativa data ger en överblick över utveckling som är i sig är intressant och relevant för aktörer i praktiken. Faran är att man utvecklar en övertro till den kvantitativa metodiken när man gör prognoser. Det finns många händelser av icke kvantitativ karaktär som kan inträffa och leda utvecklingen, även på kort sikt, i en helt annan riktning. Som forskare har man stort ansvar för hur resultaten kan tolkas. Man bör diskutera sannolika omvärldsfaktorer som kan påverka den utveckling man beräknat, exempelvis införandet av utökade restriktioner för diesel-drivna fordon eller kunders argument för sina bilinköp. Man behöver även analysera rimligheten i sina slutsatser utifrån andra vetenskapliga perspektiv än de man använt i sina egna beräkningar, vilket är ett viktigt argument för att bredare tvärvetenskaplighet i forskningen behövs för att öka forskningsresultatens trovärdighet, men i synnerhet deras relevans.

I projektet *Att hantera och påverka skillnaden mellan observerad och optimal energi-användning – vilken roll har icke-ekonomiska styrmedel?* (A Kazukauskas et al.) diskuteras utifrån internationell forskning kring gapet mellan rationella val och verkligt energibeteende. Energieffektiviseringsgapet är en teoretisk konstruktion, vilket gör att man missar att ta hänsyn till en rad andra viktiga faktorer i individers beslut kring sitt beteende, menar man. En målsättning borde vara att finna en optimal mix av styrmedel som leder till att energieffektiviseringsgapet blir mindre. Man redovisar resultat som visar att energikunder är okunniga om både kostnader och konsekvenser av sin elkonsumention. Varken elkostnad eller konsekvenser ingår i val av produkter. Mera av känslor, stil och mode ingår i valsituationen.

I en annan delstudie undersöker man individers byte av elleverantör över tid. En förhållandevis liten andel elkunder byter leverantör eller typ av elavtal, trots att man i många fall skulle spara in utgifter genom ett byte. Elkunder är inte särskilt flexibla trots att möjlighet finns. Man frågar sig om kundernas flexibilitet på elmarknaden är till salu eller ens verklig.

El är en osynlig produkt, där det sannolikt krävs andra typer av styrmedel än ekonomiska för att kunden ska göra energieffektiva och rationella val. Det är särskilt intressant att ekonomer utifrån oväntade resultat från sin forskning reflekterar över andra perspektiv som kan leda fram till andra icke-ekonomiska typer av styrmedel behövas. Inom kommunikationsvetenskaper har forskningsresultat visat att den bästa förutsättningen för att en aktör ska ta upp ny kunskap är att man reflekterar över nya perspektiv i relation till de kunskaper och värderingar man redan har, vilket borde kunna föra med sig ett bredare tvärvetenskapligt tänkande kring styrmedel och individers beteendeförändring, exempelvis när det gäller energieffektivisering.

Inom projektet söker man sig till internationell forskning i beteendekonometri, dvs. i huvudsak inom sin egen forskningstradition, i sina resonemang och kommer fram till fyra typer av nya styrmedel som intressanta att testa för att minska gapet mellan rationella val jämfört med observerade val. Problemet med detta synsätt är att man bibehåller ett uppifrån-och-ner perspektiv där konsumenten eller kunden befinner sig där nere och inte betar sig rationellt. De behöver förses med kunskap och styras i rationell riktning för att beteendeanomalier ska minska.

Bredare tvärvetenskapliga perspektiv går att finna inom den forskning kring konsumtion-beteende-energi, nationellt och internationellt, som bedrivs i socialpsykologi, sociologi, kulturgeografi eller kommunikationsvetenskap med flera. Utgångspunkten där är att individer fattar subjektivt rationella beslut utifrån sin kunskap och sin omvärldssituation, exempelvis man behöver bättre belysning för att läsa texter bättre i sitt hem. Man väljer bra ljus, som passar alla familjemedlemmarna, och snygg design så att lampan även pryder hemmet, dvs. man försöker maximera komfort och trivsel, utan att fästa vikt vid att man samtidigt får en utgift under många år för el. Konsumenten är en självständig individ som kalkylerar sina inköp med andra än ekonomiska faktorer för att tillfredsställa sina behov på bästa sätt. Forskningen behöver ställa frågor där man försöker förstå hur individer tänker i valsituationer före en beteendeförändring eller ett inköp.

Individer betar sig på olika sätt sinsemellan i samma beslutssituationer. Det finns ur kundperspektivet *inte ett rationellt val utan många subjektivt rationella val*. Individer bor, arbetar och lever sina liv i skilda sociala världar. Exempelvis, individer som bor i hyreslägenheter har få möjligheter att styra sin vardagliga elkonsumtion. Val av vitvaror gör fastighetsägaren, tvätten hanteras i gemensam tvättstuga, entré-, vinds- och trappbelysningar sköts av fastighetsägaren. För hyresgästen återstår att bestämma över hur man ska använda befintliga vitvaror och den privata utrustning man anser sig behöva när det gäller belysning, datorer, TV, hushållsapparater. Den andel av elförbrukningen man själv beslutar över är mycket liten jämfört den halva av landets befolkning som bor i privatägda småhus där man är ansvarig för alla beslut som rör både installationer, underhåll, apparatinköp och energibeteende. Hushållens omvärld i småhusboende är vitt skild från den omvärld ett hushåll i flerbostadshus har när det gäller energikonsumtion och kostnaden för den. Kunskap och information kring energi blir mer betydelsefulla för hushåll i småhus, eftersom energikostnaden är en stor andel av boendekostnaden jämfört med hushåll i hyresrättsboende lägenheter. Aktören småhusägare i egenskap av fastighetsägare blir viktig att fokusera på med styrmedel riktade till hushåll, medan fastighetsägaren/bostadsbolaget, som är ansvarig för all elförbrukning utanför lägenheterna samt inköp av vitvaror, kan vara mer betydelsefull att nå med styrmedel än hyresgästen.

Breddning av den tvärvetenskapliga forskningen med nya perspektiv på konsumenten och hans/hennes omvärld skulle kunna ge ny och djupare kunskap och bidra till att öka den politiska relevansen för utveckling av olika typer av styrmedel. Ekonomerna i detta projekt har i intressanta rapporter startat en diskussion som kan utvecklas vidare. Deras rapporter, publicerade i rapportserier, är värda en vidare nationell och internationell spridning.

### **2.2.3 Metodproblem och generaliseringar som är viktiga att fundera vidare över**

Inom projektet *Promoting environmental behaviour via feed-back: Energy conservation in households* (A Nilsson et al.) är syftet att pröva hur visualisering via display kan påverka hyresgästers förbrukning av hushållsel. Resultaten visar att displayen inte har haft någon effekt på hyresgästernas elanvändning. Barriärer är svårighet att förstå displayen och att den inte väcker intresse för att påverka beteendet. Det saknas medvetenhet om sambandet mellan beteende och energianvändning.

Detta är en studie med svag metoddesign som ger upphov till flera frågor. En bedömning jag gör är att detta hänger samman med att forskarna tillsammans med bostadsföretaget formulerat frågeställningarna för att utvärdera installationen av Eliq energidisplayer, vilka installerats i delar av bostadsbeståndet med hyreslägenheter. Företaget har valt ut två delar av samma bostadsområde, varav det ena har energidisplayer, experimentgrupp, och det andra saknar sådana, kontrollgrupp. Sammanlagt ingick 48 hushåll från de båda områdena i studien. Energimyndigheten uppmanar ofta sökande att skaffa medfinansiering till sina projekt. När det gäller exempelvis teknisk forskning kan det vara en styrka att samverka med företag, vilket kan ge möjlighet att använda utrustning inom företaget som annars skulle var svår eller dyr att skaffa inom projektekonomin. Inom samhällsvetenskaplig forskning handlar det oftare om att få tillgång till försökspersoner, adresser till dem etc. Risken är att företagen ser sin möjlighet att få svar på egna frågor ur sitt perspektiv. De får en dominans över forskarperspektiven. Forskaren måste förbehållas möjligheten att styra undersökningsdesign efter vetenskapliga krav. I denna undersökning borde man haft tillgång till uppgifter om hushållens storlek, ålder och kunna ställa frågor om språkkunskaper. Samtliga dessa faktorer är viktiga att ta hänsyn till när man lägger upp studien och avgörande för att senare tolka de resultat man får. I denna studie fick man i efterhand veta att de flesta som deltog i studien hade svenska som andraspråk, vilket påverkat förståelsen av både tryckt och muntlig information.

I delstudien *Energibeteende på kontoret – en interventionsstudie i användning av utrustning och material* (A Nilsson et al.) genomför man ett fältexperiment på tre avdelningar, belägna på olika våningar i en kontorsfirma. Avdelningarna hade ungefär lika många anställda. Avdelningarna utgjordes av en kontrollgrupp samt programgrupp 1, och programgrupp 2. Man mätte elkonsumtion och papperskonsumtion före och efter interventionen samt jämförde gruppernas resultat.

Resultaten visade inga skillnader i beteende mellan grupperna i vad som avser elkonsumtion och papperskonsumtion. Kontrollgruppen var den som stärkte sin gruppidentitet. Redan vid den första mätningen hade den gruppen större förtroende och tillit till sin arbetsplats. I experimentgrupperna var skillnaderna i gruppidentitet före och efter experimentet obetydliga.

Studien har en bra metoddesign teoretiskt sett, men i efterhand kan man notera att man hade behövt skaffa mätdata på både styrkan i gruppidentitet och kontroll över sjuktal. Detta visar att man inte alltid kan förutse vilka typer av bakgrundsfaktorer som påverkar resultaten. Att inleda ett forskningsprojekt med en pilotstudie kan vara ett sätt att skaffa sig en bild över vilka betydelsefulla faktorer som påverkar resultaten innan man genomför huvudstudien. En sådan uppläggnings fanns sannolikt ingen ekonomi för inom det här projektets ram.

Inom projektet *Ökad konsumentmakt på den nordiska elmarknaden* (B Karlsson et al.) har man för avsikt att studera elmarknaden och dess funktion genom tre olika aktiviteter: i) genom att studera och genomföra aktiviteter mot slutkund med hjälp av ett s.k. ”energy intervention framework”; ii) genom att utveckla en struktur för modellering och simulering; och slutligen att iii) genom att genomföra en intressentanalys av olika aktörer på elmarknaden.

En gemensam nämnare för studierna under i) och ii) ovan är att analyserna grundar sig på enkäter som besvarats av elkunder. I båda studierna är svarsprocenten mycket låg, svaren från olika kundgrupper dessutom skevt fördelade i relation till hela populationen. Någon bortfallsanalys med hänsyn tagen till ålder, kön, inkomst, boendeform, upplåtelseform har inte genomförts, vilken inte heller följs upp med resonemang över vilka krav man bör ställa på representativitet leder till att resultaten har låg trovärdighet.

I en tredje studie var syftet är att undersöka ekonomiska faktorerens betydelse för att stimulera kunden (400 hushåll) att byta till rörliga elavtal. 200 hushåll hade fjärrvärme och 200 jordvärmepump. Studien bygger på ett stort antal konsumenters elkostnader under en 7-årsperiod. I tidsperiodens början låg elpriserna högt och har sedan sjunkit betydligt och med mindre variationsvidd. Man utvecklar en metod för att kunna genomföra en tidsserieanalys över tid. Analyser över skillnader mellan kalkylerade fasta avtal respektive rörliga avtal genomförs även. Information till kunder skulle kunna vara till hjälp vid beslut om fasta respektive rörliga avtal. Detta är därför intressant att utveckla en metod. Den här typen av studier kan stärkas av att man diskuterar metodproblem samt de svårigheter interventioner och oförutsägbara omvärldsfaktorer kan betyda när man studerar långa tidsperioder.

#### **2.2.4 Vägar till, och möjligheter med, tvärvetenskaplig forskning**

I utlysningen av AES-programmet betonas att projekt inom programmet ska genomföras av ett energisystemperspektiv helst med en blandning av vetenskapliga discipliner i en tvärvetenskaplig anda (Ur Utlysningstexten 2010–04–01). Tvärvetenskaplighet i forskningsprojekt är en definitionsfråga. De projekt jag granskat präglas av en begränsad tvärvetenskaplighet på så sätt att forskare med teknisk, beteendekonomisk eller i viss mån med naturvetenskaplig bakgrund samarbetar. Tvärvetenskaplighet har i energiforskning utvecklats på det sättet under något decennium och ökat inom energiforskningen i landet, men även i internationell forskning har detta varit en tydlig trend. Man samarbetar med forskare från ämnen där man byggt upp en vetenskaplig samsyn på teoretiska perspektiv och forskningsmetoder. Tvärvetenskaplig forskning i bredare mening kan aldrig vara ett mål i sig. Argument för bredare tvärvetenskap inom energiforskning måste, enligt min mening, bygga på att man kan bredda och fördjupa den kunskap forskningsresultaten ger för fortsatt forskning och för praktisk tillämpning.

Mina reflektioner kring den forskning och de resultat som presenterats gör mig övertygad om att det finns både teoretiska perspektiv och forskningsmetoder som skulle berika och väsentligt bidra till bredare kunskap med praktisk relevans inom energisystemforskning. Min utgångspunkt är att det i varje energisystem finns aktörer, dvs. enskilda individer, eller individer med positioner i styrelser, företag, politik, föreningar etc. som fattar beslut om att använda ny teknik, nya apparater eller att ändra i sin organisation eller sitt energibeteende. Under mina år som forskare har jag ofta fått frågan hur man ska få individer att skaffa bästa teknik och använda den energieffektivt. Det underliggande synsättet i en sådan fråga, vilket också kommit fram i de forskningsprojekt jag här granskat, är att ge individer mera kunskap genom information eller demonstration, dvs. styra individer uppifrån till att fatta och genomföra rationella beslut. Människor betraktas som okunniga och orationella och behöver förses med fakta.

Här behövs bredare tvärvetenskapligt samarbete för att komma vidare tillsammans med forskare som har sin bakgrund i exempelvis socialpsykologi, sociologi, statsvetenskap, kulturgeografi, historia eller psykologi. Det nya perspektivet, menar jag, är att *individer i alla sina aktörpositioner i ett energisystem är aktiva och subjektivt rationella i sitt agerande inom den omvärld hen befinner sig*. Information kan ge mera underlag till beslutssituationen. Ekonomiska styrmedel såsom subventioner/rabatter/skattereduktion kan göra att ett beslut kan bli mera attraktivt att genomföra, förutsatt att det passar i tid eller i den omvärldssituation individen befinner sig i. Det finns många forskare med samhällsvetenskaplig bakgrund, välkända i sin nationella och internationella omvärld som forskar kring individens värderingar, kunskap och beteende kring frågeställningar i olika delar av energisystemet. Denna forskning bedrivs i Sverige, våra nordiska grannländer, Europa, USA och vid många universitet i andra delar av världen. I de artiklar och forskningsrapporter jag läst från AES-programmet finns ytterligt få referenser till denna forskning, vilket tyder på att teknik, beteendekonomi och biovetenskap är ett väl sammansvetsat, men smalt tvärvetenskapligt fält.

Min läsning av publikationerna från AES-programmet och reflektionerna över de metoder man använder i forskningen leder mig till mitt andra argument för ett bredare tvärvetenskapligt samarbete. *Användning av flera olika typer av metoder för att besvara en forskningsfråga kan fördjupa och validera den kunskap forskningen leder fram till*. De forskningsrapporter jag läst visar att olika typer av kvantitativa metoder oftast används. Databasen kan utgöras av befintlig officiell statistik, mätdata, intervju- eller enkätsvar. I några av forskningsprojekten har flera ekonomer ställt sig frågor kring behov av andra variabler som inte går att kvantifiera och behov av metoder för att kunna belysa och hantera frågeställningar med kvalitativt innehåll. För forskare i samhällsvetenskaper och humaniora finns det många olika typer av kvalitativa metoder att samla in, analysera och redovisa resultat där databasen utgörs av observationer, gruppdynamik, texter, berättelser, bilder, livshistorik, mimik/gester, dokument, historiska data i olika kombinationer. I den forskning jag läst från AES-programmet kan jag notera att vid kvantitativa data i form av tidsserier skulle resultatanalysen vinna på att kompletteras med kvalitativa, historiska och andra former av analyser av de trendbrott som skett och vilka händelser som då förevarit. Även i komparativ forskning har man ofta tolkningsproblem som inte enbart kan grundas på kvantitativt siffermaterial. Utvidgat tvärvetenskapligt samarbete kan bidra med teoretiska perspektiv och metodologiska verktyg samtidigt som kunskap om kvantitativt orienterade metoder kan förmedlas till dem som har mindre erfarenhet på det området. Alla tvärvetenskapliga samarbeten innehåller stora mått av förmedling av kunskap i kombination med nytt lärande.

En annan viktig iakttagelse som hänger samman med min läsning av forskningsprojek- tens resultat handlar om forskarens ansvar för sina resultat när det gäller tillförlitlighet, generaliseringar, relevans och stabilitet inför oförutsägbara eller hypotetiska händelser i framtiden. Det är viktigt att redovisa förutsättningarna för de resultat man presenterar, exempelvis, undersökningspopulationens storlek och egenskaper, bortfall, kategorise- ring och skevhet i fördelningar etc. och på vilket sätt det påverkar säkerheten i resul- taten. Man måste alltid redovisa sitt material så att läsaren inte missleds i sin förståelse av resultaten, exempelvis genom procentredovisning av mycket små material. Vidare bör man diskutera resultatens räckvidd utöver det material och de omständigheter som gäller för den aktuella studien. Alla generaliseringar måste föregås av ett resonemang kring de variabler som kännetecknar det problem man analyserat och hur lika dessa är till innehåll och fördelning med den situation man generaliserar resultaten till. Ansvaret för forskningens resultat i dessa avseenden gäller för alla forskare i alla discipliner. Tyvärr så hanteras slutresultaten ofta inte verbalt alls eller ibland slarvigt på dessa punkter.

En sista reflektion handlar om tvärvetenskapens roll i forskningsprogram och forsk- ningsprojekt. I flera fall leder min läsning av de olika forskningsprojekten till att en breddning av forskningsperspektiven kan föra med sig nya teoretiska perspektiv och metoder som leder till ny kunskap, vilket kan öka resultatens relevans för politik och praktik. Tvärvetenskap kan emellertid vara av olika slag och organiseras på olika sätt.<sup>8</sup>

- a) *Forskningsfinansiären har ansvar för sina målsättningar genom att bredda finansieringen inom ett utlyst programområde till forskare och forskning som inte tidigare varit prioriterad och samtidigt verka för att forskare med adekvat kompetens sysslar med forskningsproblem inom sin sfär. Man kan i allmänhet vara säker på att forskare inom beteendevetenskaper är skickligare att forska kring värderingar, attityder och incitament kring sin elkonsument än tekniker, vilka normalt har sin kompetenstyrka på andra områden. Välkommandet av tvärvetenskap innebär i så fall att man välkomnar forskningsprojekt kring energifrågor där projektledare och forskare har sin hemvist på institutioner inom samhällsvetenskaper, beteendevetenskaper, humaniora, politik och organisationsvetenskaper.*
- b) *Forskningsfinansiären välkomnar forskningsprojekt där ett forskningsproblem belyses utifrån olika vetenskapliga perspektiv. Exempelvis in en studie av tids- serier på energiområdet skulle teknikern/ekonomen behöva samarbeta med historiker/statsvetare för att belysa politiska och organisatoriska hinder och incitament för olika typer av framtida utveckling. Inom samma projekt deltar forskare från flera forskningsfält och olika institutions-/universitetstillhörighet kring bredare definierade problemområden.*

---

<sup>8</sup> Texten kring tvärvetenskap bygger på en rapport från Expertgruppen för tvärvetenskap. Uno Svedin, Anna-Lisa Lindén, David Magnusson, Olle Stendahl, Gunnar Tibell, Denny Vågerö och Gunnar Öqvist: *TVÄRVETENSKAP – Hur, av vem och varför*: FRN, Stockholm, 1999. Gruppens arbete ingår i ett av Regeringen utfärdad förordning (SFS 1996:579) om samverkan mellan de statliga forskningsråden kring forskningsstödande verksamhet när det gäller tvärvetenskaplig forskning, ett ökat medvetande om genusperspektiv i forskningen och ökade insatser för jämställdhet. Författarna ovan representerar i nämnd ordning följande forskningsråd: Forskningsrådsnämnden (FRN), Skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR), Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet (HSFR), Medicinska forskningsrådet (MFR), Rymdstyrelsen, Socialvetenskapliga forskningsrådet (SFR) och Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR).



Att prioritera tvärvetenskap är inte ett mål i sig. Det kommer alltid att finnas problem inom alla forskningsfält som bara kan beforskas av forskare med djup specialistkompetens i enskilda ämnen. Behov av nya och flera forskningsperspektiv uppstår först när de problem som ska beforskas förändras och breddas. Just så är det med energisystemforskningen för närvarande. Produktionsteknik, större nätverk av producenter, nya energislag, omställning, förnyelse och effektivisering av distributionsnäten möter sina gamla aktörer i samma beslutsfattare och konsumenter i ändrade relationer med krav på användning av ny teknik och av förnybar energi. Konsumenter, kunder och beslutsfattare är omgivna av olika slags trögheter, hinder i kunskap, ekonomi, värderingar och attityder i sina implementeringsprocesser och beteendeförändringar för att nå fossilfria samhällsmål, vilket gör att förnyelseprocesser i verkligheten går mycket mera långsamt än i de teoretiska beräkningarna. Energiomställning i samhället ställer krav på ny typ av forskning och kunskap som tidigare sällan prioriterats i energiforskningen.

## 3 Stor projektvariation i sektorsforskningen

### Staffan Laestadius:

En första genomläsning av materialet visar på en mycket stor variation i projektinriktning, forskningsansatser och publikationsformer. Man kan bl.a. notera att en del av projektens publikationer i praktiken inte ägnar sig åt energisystemet eller forskningsfrågor direkt relaterade till detta. I något fall handlar det om miljö utan att kopplingen till energi utreds. I något fall handlar publikationen varken om miljö eller energi. Oberoende av kvaliteten i sådana publikationer (och projekt) aktualiserar detta hur relationen mellan anslagsgivare och anslagsmottagare ska utformas i den typ av sektorsforskning som AES-programmet utgör.

Ytterst är det energipolitiken, eller föreställningen om vilket kunskapsunderlag som energipolitiken behöver, som motiverar och villkorar AES-programmet som är det sannolikt mest långlivade sektorsforskningsprogrammet i Sverige (Wittrock & Lindström, 1984). Dess vida formuleringar till trots är programmet att betrakta som offentligt beställt och finansierad sektorsforskning. I grunden avviker inte detta från de ca två tredjedelar av Sveriges FOUD som bedrivs inom näringslivet. Det fria sanningsökandet, forskarens fria val av problem och metod, det vi vanligen benämner forskningens frihet, får sökas inom övriga finansierings- och organisationsformer, t. ex den forskning som kan bedrivas med rådsanslag och fakultetsmedel. Detta hindrar inte att gråzoner kan förekomma, dvs lägen när forskarens primära intresse mer eller mindre sammanfaller med ett sektorsintresse, som det t.ex. formuleras i en AES-utlysning. Till detta kommer att enskilda forskningsprojekt mycket väl kan svara upp mot formulerade sektorskrav och ändå, inom ramen för detta, leva upp också till andra ambitioner, till exempel forskarens krav på meritering.

Distinktionen mellan sektorsforskning och annan forskning har inget nödvändigt samband med huruvida forskningen är av hög kvalitet eller ej. Samma kvalitetskrav kan och bör resas i båda fallen. Detta hindrar inte att till exempel forskningsansatser, problemval och publiceringsformer kan se annorlunda ut i sektorsforskning jämfört med den ”fria” forskningen.

### 3.1 Kortfattade projektsammanfattningar

Nedan följer en huvudsakligen deskriptiv genomgång av de projekt jag gått igenom. Här redovisas forskarnas egna tolkningar, dvs. utan att problematiseras. Redovisningen följer den preliminära temasortering som gjorts på Energimyndigheten.

Totalt har jag gått igenom över 50 texter och projektsammanfattningar med koppling till programomgången. I det fall avhandlingar ingått förekommer viss dubbelräkning. Granskade texter kursiveras vid omnämmanden i genomgången nedan.

För forskare är forskningsanslag ofta ett resurstillskott och riktningsgivare i en huvudsakligen pågående kunskapsbildningsprocess. Det kan i sådana fall – inte minst om man dessutom har andra forskningsanslag – vara svårt att exakt ange vilka publikationer som direkt kommer ur ett specifikt anslag. Sådana oklarheter förekommer också i urvalet av texter nedan

### 3.1.1 *Projektområde: Industri*

Swedish pathways to systems solutions for the industry sector

Projektledare: Filip Johnsson, Projektmedarbetare: Daniella Johansson, Chalmers; Johan Rootzén, Chalmers; Gabriela Schaad, Handelshögskolan i Göteborg.

I *projektsammanfattningen* redovisas tre avhandlingar (varav en licentiat) kopplade till projektet samt två vetenskapliga publikationer vilka för övrigt på olika sätt ingår i de avhandlingarna som är sammanläggningsavhandlingar. I dessa finns ytterligare fem texter av uppsatskaraktär.

Projektet är en uppföljning av ett tidigare AES-projekt och fokuserar på att minska industrisektorns klimatpåverkan samt uppskatta potentialen för åtgärder som kan bidra till detta. Det är oklart huruvida denna uppföljningskaraktär förklarar att några av avhandlingarnas uppsatser inte formellt inräknas i detta projekt.

Resultaten visar att EU:s klimatmål på kort sikt kan mötas av industrin med i dag befintliga tekniker och åtgärder. Problem uppkommer dock på lång sikt om inte introduktion av nya tekniker, produktionsprocesser och systemlösningar introduceras och/eller möjliggörs. Två av doktorsavhandlingarna i projektet har haft ett fokus på just sådan omställning. Samtliga texter summeras nedan:

*Rootzen, Kjærstad & Johnsson, 2011*, granskar förutsättningarna för CO<sub>2</sub>-fångst i den europeiska industrin. Texten visar att ca 270 anläggningar inom tre branscher (oljeraffinaderier, stålindustri och cementindustri) svarar för ca 8 % av EU:s samlade växthusgasutsläpp och att i storleksordningen 50–60 % av dessa utsläpp maximalt kan undvikas med hjälp av CCS-teknik.

*Johansson, m.fl. 2012* (ingår i två avhandlingar), granskar förutsättningarna för att reducera CO<sub>2</sub>-utsläppen från den europeiska oljeraffinaderierna. Dessas processutsläpp står för ca 8 % av petroleumbränslenas samlade utsläpp såväl som ca 8 % av den europeiska industrins CO<sub>2</sub>-utsläpp. Raffinaderiutsläppen har ökat under senare tid till följd av vad som kan benämnas *petroleumparadoxen*: efterfrågan på ”renare” fossila bränslen (exempelvis diesel) i slutanvändandet medför ökade processutsläpp i framställningsledet. Studien – som hävdar att en stor del av EU:s 114 oljeraffinaderier under överskådlig tid kommer att finnas kvar – visar att i storleksordningen 5–26 % av deras utsläpp kan reduceras på kort sikt. På längre sikt, hävdar man, är CCS den mest lovande lösningen.

*Johansson, Frank & Berntsson, 2012*, studerar hur biomassebaserad vätgasproduktion i oljeraffinaderierna kan bidra till att reducera vätebristen i deras raffineringprocesser och därmed också reducera raffinaderiernas CO<sub>2</sub>-utsläpp. Med realistiska antaganden om biomassans alternativ användning uppvägs emellertid utsläppsminskningarna i raffineringprocessen av de utsläppsökningar som följer av den produktionsökning av fossila bränslen som vätgasen möjliggör.

*Johansson, Frank & Berntsson, 2013*, studerar möjligheterna att kraftigt sänka kostnaderna för CCS (med *post combustion* teknik) i oljeraffinaderier genom att utnyttja den överskottsvärme som raffineringsprocesserna genererar. Studien visade på avskiljningskostnader i raffinaderiledet i intervallet 40–260€/ton reducerad CO<sub>2</sub>.

*Rootzen & Johnsson, 2013*, studerar förutsättningarna att med tillgängliga reduktionsmetoder signifikant minska CO<sub>2</sub>-utsläppen från stationära europeiska utsläppskällor före 2050. Studien omfattar kraftverk, oljeraffinaderier, stålverk och cementfabriker. Den visar att man kan uppnå EU-målen på 21 % reduktion fram till 2020 jämfört med 2005. För att nå EU-målen för 2050 krävs – om CCS inte finns tillgängligt – ett upphörande av fossilbaserade kraftverksinvesteringar i kombination med uppbyggnad av förnybar elproduktionskapacitet på ca 2000 TWh/år fram till 2050. Deras sammanfattning av läget (utan CCS) är hård: ”our results indicate that the power and industrial sectors will fail to comply to more stringent reduction targets both in the medium term (2030) and long term (2050)”.

Doktorsavhandlingen av *Johansson, 2013*, innehåller – förutom de uppsatser hon deltagit i av de ovan nämnda – ytterligare två uppsatser som handlar om förutsättningarna att integrera biogasproduktion och Fischer-Tropf-syntes med oljeraffinaderiernas produktion för att sammantaget reducera CO<sub>2</sub>-utsläppen vid bränsleproduktion. Avhandlingens samlade resultat är, hårt sammanfattat, a) att det endast under mycket restriktiva (osannolika) villkor är en fördel ur utsläppssynvinkel att föda oljeraffinaderierna med biomassa jämfört med att använda biomassan på annat sätt, t.ex. att elda upp den i kraft- och/eller värmekraftverk; b) att kostnaderna för CO<sub>2</sub>-avskiljning vid oljeraffinaderierna typiskt blir 70–150 €/ton; samt c) att endast en begränsad del av de europeiska oljeraffinaderierna är av en sådan karaktär och har ett sådant läge att CCS av tekniska och/eller ekonomiska skäl kan komma ifråga.

*Schaad, 2013*, är en avhandlingsmonografi som studerar kommunala energiföretags strategier för att ställa om till uthålliga eller förnybara energisystem. Studien – som görs ur ett kapacitets- och resursperspektiv – utförs på tre nivåer: dels utformningen av själva företagsstrategierna, dels hur dessa implementeras i organisationerna och slutligen hur detta strategiarbete kan bidra till utvecklingen av uthålliga energiföretag och i förlängningen ett uthålligt samhälle. Till skillnad från övriga publikationer i projektet har denna publicerats på Handelshögskolan i Göteborg.

#### *Publikationer*

Johansson, D., 2013, *System studies of different CO<sub>2</sub> mitigation options in the oil refining industry: Post combustion CO<sub>2</sub>-capture and biomass gasification*, doktorsavhandling, Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Johansson, D., Franck, P-Å & Berntsson, 2012, “Hydrogen production from biomass gasification in the oil-refining industry – A system analysis”, *Energy*, 38 (1), ss. 212–227.

Johansson, D., Rootzen, J., Berntsson, T. & Johnsson, F., 2012, “Assessment of strategies for CO<sub>2</sub> abatement in the European petroleum refining industry”, *Energy*, 42, ss. 374–386.

Rootzen, J., 2012, *Reducing Carbon Dioxide Emissions from the EU Power and Industry Sectors – An assessment of key technologies and measures*, licentiatavhandling, Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Rootzen, J. & Johnsson, F., 2013, "Exploring the limits for CO<sub>2</sub> abatement in the European power and industry sectors – Awaiting a breakthrough", *Energy Policy*, 59, ss. 443–458.

Rootzen, J., Kjærstad, J. & Johnsson, F., 2011, "Prospects for CO<sub>2</sub> Capture in European Industry", *Management of Environmental Quality*, Vol. 22, No. 1, ss. 18–32.

Schaad, G., 2012, *Strategies for Environmental Sustainability of Municipal Energy Companies. Pathways of Sustainable Development between Business and Society*, doktorsavhandling, Göteborg: Handelshögskolan vid Göteborgs universitet.

Anpassning och konkurrenskraft för basindustrin: analys av styrmedel och utvecklingsmöjligheter

Projektledare: Lars J. Nilsson, LTH. Projektmedarbetare: Patrik Söderholm, LTU; Christian Stenqvist, LTH; Robert Lundmark, LTU

Syftet med projektet (som är en fortsättning på ett tidigare projekt) har, enligt *projekt-sammanfattningen*, varit att på ett mångvetenskapligt sätt utveckla ny kunskap om förutsättningarna för den energiintensiva industrin att med bibehållen konkurrenskraft anpassa sig till energi- och klimatpolitiska styrmedel samt att i anslutning till detta granska vilka strukturförändringar som kan komma att förstärkas.

Resultaten visar i sammanfattning på en ganska stor anpassningsförmåga till relativpriser och styrmedel. Samtidigt visar studien att den studerade basindustrin varit tämligen skyddad från dessa styrmedel. Om de ska tillåtas inverka på industrin medför det att man politiskt måste ta sig an politiskt obekväma frågor kring gränsskattejusteringar och riktad industripolitik.

*Bergquist m. fl.*, 2013, studerar hur explicita reduktionskrav – snarare än teknikkraV – påverkat utsläppsbanorna inom pappers- och massa- respektive smältverksindustrin under perioden 1970–1990. Studien visar att politiken gav upphov till kreativa och innovativa lösningar för att kunna leva upp till kraven/målen.

*Blomberg, Henriksson & Lundmark*, 2012, analyserar – i anslutning till det svenska energieffektiviseringsprogrammet – potentialen för energieffektivisering i svensk pappers- och massa-industri. Studien visar att energiåtgången inom industrin i många fall är hårt knuten till företagets existerande kapitalstruktur. Men den visar även att existerande skatter är motsägelsefulla och komplexa. Vill man nå effekter vad gäller energieffektivisering bör man fokusera på policy som främjar teknisk utveckling.

*Gulbrandsen, L. H. & Stenqvist, C.*, 2012, studerar i vilken utsträckning EU:s ETS påverkat klimatstrategierna hos två nordiska P&P-koncerner: svenska SCA och norska Norske Skog; båda med verksamhet på flera ställen i Europa. Båda företagen brukar anses ledande inom klimatarbetet och uttrycker sig positivt om ETS om än de skulle föredragit ett globalt system, inte minst för att förebygga läckageeffekter. Även om båda företagen värderar utsläppsrätterna i sina strategier så är CO<sub>2</sub>-priserna betydligt mindre betydelsefulla än elpriserna. Tillgången till el är central för P&P-industrin och den eventuella indirekta effekten av ETS på eltillförsel och elpriser är viktigare än eventuella direkta effekter på företagets fossilanvändning.

*Henriksson & Lundmark*, 2013, studerar, med utgångspunkt i svensk pappers- och massa-industri, strukturförändringarna i dess elanvändning. I korthet visar studien att

även om industrin på kort sikt är tämligen okänslig för förändringar i relativpriser på inputsidan så kan man se sådana effekter på längre sikt. Studien omfattar perioden 1974–2005.

*Henriksson, Söderholm & Wårell, 2013a*, analyserar elefterfrågan och energieffektivitet inom gruvindustrin. De visar att industrin på lång sikt är känslig för elpriser och reagerar med ökad energieffektivitet inför ökade energikostnader.

*Henriksson, Söderholm & Wårell, 2013b*, granskar – i anslutning till det svenska energieffektiviseringsprogrammet – elefterfrågan, energieffektivitet och privat FoU inom massa- och pappersindustrin. Resultaten visar på en sådan policyeffekt men antyder att en tredjedel av energieffektiviseringarna är en *baseline*-effekt, dvs. skulle uppträtt ändå.

*Söderholm, 2012*, studerar svårigheterna med att på ett rättvisande sätt modellera klimatpolitikens ekonomiska kostnader. Han identifierar fem huvudfaktorer som påverkar modellresultatens kostnadsuppskattningar: valet av *baseline*-scenario, modellstrukturen, hanteringen av teknisk förändring, den antagna klimatpolitikens karaktär och hur man värderar icke-ekonomiska förhållanden.

*Nilsson m.fl., 2011*, granskar i studien ”Counting beans or moving mountains...” huruvida man formulerar relevanta mål och räknar på rätt processer inom energi- och klimatpolitiken. Inte minst noterar studien det starka fokus som finns – och länge funnits – på energieffektivisering om än med olika motiv. Är energieffektivisering ett mål i sig eller ett medel för något annat? Den konventionella visdomen att energieffektivisering är ett (kostnads)effektivt medel i klimatarbetet är långt ifrån självklar.

*Stenqvist, 2013*, analyserar i avhandlingen *Industrial energy efficiency improvements – the role of policy and evaluation*, baserad på sex uppsatser, det svenska energieffektiviseringsprogrammets effekter mot bakgrund av ETS-programmet m.m. Studien finner i huvudsak att programmet varit lyckat vad gäller energieffektivisering. Även om CO<sub>2</sub>-utsläppen sjunkit i den studerade industrin under perioden är EU-ETS bidrag till detta sannolikt marginell (och delvis indirekt via de europeiska elpriserna) vilket också framgår i den av Stenqvists uppsatser som publicerats i *Energy Policy (Gulbrandsen & Stenqvist, 2012)*. Den studien granskar hur ETS påverkar två nordiska skogskoncerner, SCA och Norske Skog, båda med verksamhet på flera ställen i Europa.

*Åhman & Nilsson, 2015*, granskar, i en översiktlig studie, den europeiska industrins fossilavveckling. De framhåller att det är i högsta grad osäkert huruvida de uppsatta målen för 2050 kommer att kunna uppnås utan fundamentala genombrott i politik, teknik och industri.

*Åhman, Nikoleris och Nilsson, 2012*, är en 60-sidig rapport om förutsättningarna för den svenska industrins fullständiga fossilavveckling. Att fullständigt avveckla industrisektorns växthusgasutsläpp till 2050 är mycket utmanande. Att förlita sig på *end-of-pipe*-lösningar räcker inte. Vill man upprätthålla nuvarande produktionsvolymer krävs omfattande nytänkande framhåller man i rapporten som också levererar ett antal initierade inspel i diskussionen om vilka tekniska plattformar som kan/bör utvecklas i avvecklingen av fossilberoendet.

*Åhman, Nikoleris & Wyns, 2013*, är en kortfattad text som sammanfattar behovet av policy såväl som finansiering för att hantera de stora förändringar som den industriella kolavvecklingen implicerar.

### Publikationer

- Bergquist, A.-K., m. fl., 2013, "Command-and-control revisited: Environmental compliance and technological change in Swedish industry 1970–1990", *Ecological Economics*, 85, ss. 6–19.
- Blomberg, J., Henriksson, E. & Lundmark, R., 2012, "Energy efficiency and policy in Swedish pulp and paper mills: a data envelopment analysis approach", *Energy Policy*, 43, ss. 569–579.
- Gulbrandsen, L. H. & Stenqvist, C., 2012, "The limited effect of EU-emissions trading on corporate climate strategies: Comparison of a Swedish and a Norwegian pulp and paper company", *Energy Policy*, 56, ss. 516–525.
- Henriksson, E. & Lundmark, R., 2013, "Structural changes in industrial electricity use: the case of the pulp and paper industry in Sweden", *Energy Efficiency*, 56, ss.305–314.
- Henriksson, E., Söderholm, P. & Wårell, L., 2013a, "Industrial electricity demand and energy efficiency policy: the case of the Swedish mining industry", *Energy Efficiency*, 13 Nov., DOI 10.1007/s12053-013-9233-7.
- Henriksson, E., Söderholm, P. & Wårell, L., 2013b, "Industrial electricity demand and energy efficiency policy: the role of price changes and private R&D in the Swedish pulp and paper industry", *Energy Policy*, 47, ss. 437–446.
- Nilsson, L. J., m.fl., 2011, "Counting beans or moving mountains – the predicament of energy efficiency policy", i *Energy Efficiency First – the Foundation of a Low Carbon Society*, ECEE 2011 Summer study, ss. 1725–1732.
- Stenqvist, C., 2013, *Industrial Energy Efficiency Improvement – the role of policy and evaluation*, doktorsavhandling, Lund: Lunds universitet.
- Söderholm, P., 2012, "Modeling the Economic Costs of Climate Policy: An Overview", *American Journal of Climate Change*, 2012, 1, ss. 14–32.
- Åhman, M., Nikoleris, A. & Nilsson, L. J., 2012, *Decarbonising industry in Sweden*, IMES/EES Report 77, Lund: Lunds universitet.
- Åhman, M., Nikoleris, A. & Wyns, T., 2013, "Decarbonising industry: emerging road-maps point to major need for financing radical innovation", *Carbon Management*, Vol 4, No 1, ss. 5–7.
- Åhman, M. & Nilsson, L. J., 2015, "Decarbonising industry in the EU – climate, trade and industrial policy strategies", in Oberthur & Dupont, red., 2015, *Decarbonisation in the European Union: internal policies and external strategies*, ss. 92–114, Palgrave Macmillan.

Energi- och miljöpolitikens inverkan på hållbar utveckling och konkurrenskraft i svensk industri

Projektledare: Tommy Lundgren. Projektmedlemmar: P-O Marklund, UmU; Zhou Wenchao, UmU; Rolf Färe, Oregon State Univ., Shawna Grosskopf, Oregon State Univ.

Projektet har, enligt *projektsammanfattningen*, studerat energi- och miljöpolitikens inverkan på hållbar utveckling och konkurrenskraft i svensk industri. Man har speciellt undersökt klimatpolitikens inverkan på företagens beteende i termer av lönsamhet och utsläpp. Bl.a. finner man att CO<sub>2</sub>-skatten huvudsakligen fungerar som det var tänkt, att den s.k. Portereffekten – dvs att ökade lokala krav på en industri kan ge dynamiska effekter vilka på sikt ökar denna industris konkurrensförmåga – inte är uppenbar eller tydlig, att CSR (corporate social responsibility) kan vara bra för lönsamheten och att det sätt man modellerar den utsläppsgenererande teknologin påverkar resultaten av studierna.

*Brännlund, Lundgren & Marklund, 2014*, analyserar kolintensiteten i produktionen och effekterna av klimatpolitiken för den svenska industrin. De finner en tendens inom industrin till *decoupling*, relativ såväl som absolut, från fossilbränsleanvändning till följd av såväl CO<sub>2</sub>-skatter som fossilbränslepriser.

*Färe, m. fl., 2014*, studerar potentialen att reducera utsläpp inom främst P&P-industrin. Med hjälp av en modellansats som kan liknas vid en kvalificerad *bench-marking* analys jämför de på företagsnivå samtliga utsläpp hos såväl goda som fula företag och visar på potentialen för utsläppsreduktioner inom alla företag och av alla former av utsläpp.

*Jaraite, Kazukauskas & Lundgren, 2014*, granskar effekterna av klimatpolitiken på industrins miljörelaterade kostnader och investeringar. Studien fann att varken svenska CO<sub>2</sub>-skatter eller EU:s ETS-system påverkade företagens klimatinvesteringar.

*Lundgren & Marklund, 2014*, studerar klimatpolitik, miljöprestationer och lönsamhet för svensk industri 1990–2004. Resultaten visar att miljöprestationerna i allmänhet är bra för lönsamheten så länge dessa prestationer inte tvingas fram med policy, t.ex. klimatskatter (!).

*Lundgren, m. fl., 2015*, studerar klimatpolitikens inverkan på pappers- och massa-industrin för perioden 1999–2008 men finner ingen signifikant sådan. En anledning kan vara att CO<sub>2</sub>-priserna eller -skatterna helt enkelt är för låga.

#### *Publikationer*

Brännlund, R., Lundgren, T. & Marklund, P.-O., 2014, “Carbon intensity in production and the effects of climate policy – Evidence from Swedish industry”, *Energy Policy*, 67, ss. 844–857.

Färe, R., m. fl., 2014, “Pollution-generating technologies and environmental efficiency”, *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, Vol. 12, No. 3, ss. 233–251.

Jaraite, J., Kazukauskas, A. & Lundgren, T., 2014, “The effects of climate policy on environmental expenditure and investment: evidence from Sweden”, *Journal of Environmental Economics and Policy*, Vol. 3, No. 2, ss.148–166.

Lundgren, T. & Marklund, P.-O., 2014, Climate policy, environmental performance and profits, *Journal of Productivity Analysis*, 12 juni -17 DOI 10.1007/s1123-014-0396-9.

Lundgren, T., m. fl., 2015, “Carbon prices and incentives for technological development”, *Journal of Environmental Management*, 150, ss. 393–403.



### 3.1.2 Projektområde: Modellering

Energisystemmodellering och kopplingar mellan olika modelleringsperspektiv  
EMEC – TIMES

Projektledare: Erik Ahlgren, Chalmers. Projektmedlemmar: Charlotte Berg,  
Konjunkturinstitutet; Anna Krook-Riekkola, LTU; Patrik Söderholm, LTU.

Projektets slutrapport på 63 sidor – *Ahlgren, m. fl., 2012* – är också den enda (för mig tillgängliga) redovisade publiceringen av projektets arbete med att modellmässigt försöka sammanjämka de så kallade EMEC- och TIMES-modellerna vilka båda används för energisystemanalyser i den svenska ekonomin. Ambitionen är att genom denna modellsamverkan förbättra det kvantitativa såväl som kvalitativa beslutsunderlaget för (energirelaterad) policy. EMEC-modellen, som används av Konjunkturinstitutet, är en allmän makroekonomisk jämviktsmodell av top-down-karaktär som huvudsakligen baseras på ekonomiska aggregat och data. TIMES-Sweden är en bottom-up-modell med såväl teknik- som flödesrelaterade variabler. Alla tekniker är explicit definierade och modellen arbetar såväl med kronor som ton och kWh. En viktig skillnad mellan modellerna är t.ex. att TIMES inkluderar hela energiomvandlingskedjan från primär energitillförsel till slutledets ”energikonsumtion”. EMEC hanterar – i god makroekonomisk anda – endast den slutliga energiefterfrågan.

#### Publikationer

*Ahlgren, E., m. fl., 2012, Energisystemmodellering och kopplingar mellan olika modelleringsperspektiv EMEC – TIMES, Slutrapport*

#### Svenska järn- och stålindustrin I TIMES

Projektledare: Anna Krook-Riekkola, LTU. Projektmedarbetare: E. Ubieto, LTU.

Detta lilla projekt analyserar hur stålindustrins avbildning kan ändras i TIMES-Sweden för att bättre kunna hantera eventuella teknikförändringar som CCS. Projektreporteringen består av en masteruppsats (*Ubieto, 2012*) samt en kort rapport från uppsatshandledaren (*Krook-Riekkola, 2013*). *Ubietos (2012)* ambition är att mäta energi och materialflöden i den svenska stålindustrin och jämföra dessa med *best available technologies* (BAT). I det arbetet gör han en mycket detaljerad granskning av hur det svenska stålindustriella systemet ser ut i alla sina material- och energiflöden. Med det som bakgrund analyserar han sedan industrins energieffektivitet och CO<sub>2</sub>-utsläpp. Han finner, å ena sidan att svensk stålindustri är 17 % mindre energieffektiv än den BAT-referens han använder (en teoretisk anläggning, Ecotech). Å andra sidan förklaras detta av att svensk stålindustri arbetar med högre stålqualiteter och därmed mindre andel förorenat skrot.

*Krook-Riekkolas (2013)* text rapporterar kortfattat hur Ubietos detaljerade analyser implementerats i och förfinat TIMES-Sweden modellen som nu bättre avspeglar existerande energi- och materialflöden och hur dessa också samverkar med andra sektorer (t.ex. fjärrvärme). Hon diskuterar också svårigheterna/möjligheterna att modellmässigt hantera nya stålteknologier som ännu inte existerar i industriell skala, typ CCS.

#### Publikationer

*Krook-Riekkola, A., 2013. Svenska järn- och stålindustrin i TIMES, jan. 2013, Luleå: Luleå Tekniska Universitet.*

*Ubiето, E., 2012, Energy System Analysis in the Swedish Iron and Steel Industry, masteruppsats, Luleå: Luleå Tekniska Universitet.*

### 3.1.3 Projektområde: Naturresurser

Rättsliga verktyg för ekologiskt hållbara energisystem

Projektledare: Gabriel Michanek, UU. Projektmedarbetare: Melina Malafry, UU.

Projektet har studerat hur svensk lagstiftning och EU-lagstiftning hanterar förhållandet mellan intressena att främja förnybar energi och att skydda biologisk mångfald, särskilt i samband med prövning och kontroll av vind- och vattenkraftsverksamhet.

*Projektsammanfattningen* baseras väsentligen på en avhandling (*Malafry, 2016*). Därutöver återopas fyra uppsatser av Michanek för perioden 2014–2016).

*Malafry (2016)* visar i sin monografiavhandling att den lagstiftning som reglerar utbyggnad och tillståndsgivning för förnybar energi och den som omfattar naturskydd och biodiversitet är fragmenterad och motsägelsefull vilket medför att varken rimliga önskemål om kraftutbyggnad eller biodiversitet tillgodoses. Avhandlingen innehåller – förutom övergripande analyser av hur de motsägelsefulla lagrummen på EU-nivå och svensk nivå fungerar – en omfattande granskning av hur den lagstiftande förarbetsdiskussionen och juridiska prövningen varit i anslutning till vindkraftsutbyggnad och (främst) småskalig gammal och ny vattenkraft. Avhandlingen analyserar också den bristande samordningen mellan (den miljömässiga) hanteringen av utbyggnad av produktionskapacitet å ena sidan och utbyggnad av överföringskapacitet å den andra.

#### Publikationer

Malafry, M., 2016, *Biodiversity Protection in an Aspiring Carbon-Neutral Society. A Legal Study on the Relationship Between Renewable Energy and Biodiversity in a European Union Context*, doktorsavhandling, Uppsala: Uppsala universitet.

Energisystem i en resursknapp framtid

Projektledare: L. Zetterberg, IVL. Projektmedarbetare: Jenny Gode, m.fl., IVL

Projektet som endast rapporterats i form av en förstudie (*Gode, m. fl., 2013*) och en workshopsammanfattning (*Gode, m. fl., 2014*) ägnade sig åt att reda ut begreppet resurseffektivitet mot bakgrund av Energimyndighetens fokus på energieffektivitet. Dels konstaterar man att akademin väsentligen saknar ett resursbegrepp, dels att energi i sig inte kan betraktas som en knapp resurs.

#### Publikationer

Gode, J., Zetterberg, L., m. fl., 2013, *Energisystem i en resursknapp framtid, underlag för en workshop den 16 januari 2014*, Stockholm: IVL, Svenska Miljöinstitutet.

Gode, J., Zetterberg, L., m. fl., 2014, *Energisystem i en resursknapp framtid, sammanfattning av workshop kring resurseffektivitet*, Stockholm: IVL, Svenska Miljöinstitutet.

### 3.1.4 Projektområde: Styrmedel

Skillnaden mellan de projekt som hänförs till denna kategori jämfört med ett par av de som klassats under 3.1.1 ovan är inte helt uppenbar. Projekten under 3.1.1 har i huvudsak dock ett starkare industrifokus.

Teknikpolitikens möjligheter: gränslösa eller begränsade?

Projektledare: Robert Hart, SLU Projektmedarbetare: Robert Hart, SLU.

Projektet avsåg (enligt den kortfattade *projektsammanfattningen*) att "...injicera realism i debatten om energiefterfrågan, teknologipolitik och klimatförändringar". Det arbetet har rapporterats i form av tre tekniskt avancerade och komplicerade uppsatser, varav två publicerade.

*Hart, 2013*, granskar hur produktionsfaktorernas kunskapskapital utvecklas i relation till varandra och beroende på pris- och marknadsförändringar.

*Hart, 2016a*, studerar icke förnybara resurser på lång sikt. Studien visar att det är möjligt att konstruera en modell för optimal resursuttömning i jämvikt. Studien påstås också visa att nuvarande petroleumpriiser beror mer på marknadsmakt än knapphet på olja.

*Hart, 2016b*, innehåller en modellteoretisk studie av "the knowledge production function".

*Publikationer:*

Hart, R., 2013, "Directed technological change and factor shares", *Economic Letters*, 119, ss. 77–80.

Hart, R., 2016a, "Non-renewable resources in the long run", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 71, ss. 1–20.

Hart, R., 2016b, "The knowledge production function", Working Paper RH16:1 (unpublished).

Styrmedel för en konkurrenskraftig grön ekonomi och etablering av ny energiteknik

Projektledare: Lena Neij, LU; Projektmedarbetare: Luis Mundaca, LU; Brian Cloughley, LU; Jessica Luth Richter, LU; Alvar Palm, LU; Jonas Sonnenschein, LU och Lars Stripeit. LU.

Projektet, som var omgångens största, redovisar 37 publikationer i sin *projektsammanfattning*, varav 14 var publicerade vid tidpunkten för projektets avrapportering. Tolv texter summeras här. I sammanfattning visar resultaten av detta projekt att de flesta nya styrmedel (globalt) som lanserats under 2000-talet fokuserar på energitillförsel och introduktion av ny teknik för förnybar energi. Färre insatser har gjorts för att stimulera effektivare och minskad energianvändning. Rapporten konstaterar att policy domineras av ekonomiska styrmedel vilket "visar på behovet av marknadsbaserade och kostnads-effektiva incitament".

Projektsammanfattningen framhåller också att omställningen till en grön energi-ekonomi (GEE) kräver betydligt mer kraftfulla policyåtgärder än de som nu dominerar och att dessa måste gå utöver frågan om energieffektivitet. Flera av projektets studier visar också att ekonomisk tillväxt, ökande per-capitainkomst och i någon mån befolkningstillväxt mer än kompenserar för (policy)åtgärder som avser stimulera energieffektivitet och reduktion av CO<sub>2</sub>-utsläpp.

*Luth, Richter & Mundaca, 2013*, analyserar företagens marknadsbeteende i det nya-zeeländska ETS, det första utanför EU. Systemet har en unik konstruktion som bl.a. medför att ett absolut utsläppstak saknas, att skogssektorn (med dess möjligheter till negativa utsläpp genom *afforestation*) inkluderats och att deltagande företag har nästan full tillgång till Kyotoprotokollets utsläppsenheter. Uppsatsen visar, i sammanfattning, att företagen anpassar sig till styrmedlen (inte minst Kyoto-priserna) men att klimat-effekterna uteblir; därtill är systemet för kraftlöst.

*Luth, Richter & Mundaca, 2014*, granskar, från ett något annorlunda perspektiv, samma problem som det ovan nämnda. I denna uppsats visar man att det är möjligt att hos relevanta aktörer erhålla acceptans och legitimitet för ett regleringssystem som det nyazeeländska ETS, men att detta skett på bekostnad av dess effektivitet. De finner en *trade off* mellan att hålla kostnaderna nere (och legitimiteten uppe) på kort sikt och att uppnå långsiktiga utsläppseffekter.

*Mundaca, 2013*, visar i denna fallstudie över Chile att förändringarna i Chiles CO<sub>2</sub>-utsläpp huvudsakligen förklaras av per capita-inkomstens förändringar (kopplat till utvecklingen av BNP/capita) och endast i liten utsträckning av energi(effektiviserings) politiken.

*Mundaca & Luth Richter, 2013*, återkommer också i denna publikation till sitt tidigare nämnda nyazeeländska tema. Uppsatsen analyserar de utmaningar som möter den nyazeeländska kolmarknaden med dess unika handelssystem utan tak till följd av de förändringar som införts under Kyotoprotokollets andra period 2013–2020. Inte ens de femprocentiga utsläppsreduktioner som regeringen aviserat för perioden 1990–2020 är obligatoriska. Priserna på utsläppsrätter har sjunkit mot noll (2013) och ger inga ekonomiska incitament att reducera utsläppen eller ens att plantera ny skog där man avverkat.

*Mundaca & Luth Richter, 2015*, granskar effekterna av de stimulanser för förnybar energi som infördes av Obamaadministrationen som en del i *the American Recovery and Reinvestment Act* (ARRA) efter krisen 2008–09. Uppsatsen visar på en kraftig ökning av installerad kapacitet för förnybar energi, en kraftig ökning av antalet relaterade patent och en kraftig ökning av sysselsatta i den förnybara sektorn. Till detta kommer en kraftig reduktion av CO<sub>2</sub>-utsläpp till följd av förnybar energianvändning. I texten diskuteras svårigheterna att exakt hänföra alla dessa effekter till ARRA i ett läge där landet återhämtar sig från ekonomisk kris och även andra policyåtgärder förekommer.

*Mundaca & Markandya, 2016*, analyserar i denna globalt fokuserade uppsats regionala skillnader i att uppnå en omställning till en *Green Energy Economy* (GEE). Studien visar att förnybara energiteknologier har nått en stor spridning över hela världen men att effekterna av policyåtgärder (totalt 1600 har analyserats) för att främja ökad användning av dessa är försumbara jämfört med socioekonomiska förhållanden (som BNP/capita) när det gäller att påverka energianvändning och

CO<sub>2</sub>-utsläpp. Studien styrker inte antagandena om existensen av någon Kuznetseffekt, dvs. att CO<sub>2</sub>-utsläppen skulle tendera att avta med ökad per-capitainkomst. Studien visar också på den omfattande *rebound*-effekt, eller rekyleffekt, i form av utsläppsökningar som ackompanjerat återhämtningen efter den globala finanskrisen 2008/9.

*Mundaca m. fl., 2013a*, är en variation på samma tema. Man visar att fram till slutet av 2010 kan man i flertalet studerade regioner inte skönja någon absolut reduktion av CO<sub>2</sub>-utsläppen. Bakom denna övergripande globala tendens ligger skilda lokala sådana kopplade till ekonomisk tillväxt och ökad energianvändning och även ökad energiintensitet. Textens övergripande slutsats är att det är en illusion att tala om *decoupling* och att existerande reduktionsprogram är helt otillräckliga.

*Mundaca m. fl., 2013*, introducerar transaktionskostnadsanalyser (TCA) i studiet av introduktionen av förnybara energikällor. Studien indikerar att transaktionskostnaderna vid den övergången är långt ifrån försumbara men att TCA-metoderna behöver utvecklas för att bli användbara i policyanalyser relaterade till förnybar energi.

*Mundaca m. fl., 2016*, är en redaktörstext för ett specialnummer av *Applied Energy* om den gröna energiekonomin (GEE). Texten introducerar och sammanfattar övriga texter i specialnumret som också redigerats av gruppen. Specialnumret syftar till att på tvärvetenskaplig grund skapa kunskap om de mekanismer som sammanhänger med de strategier och den politik som syftar till GEE. Redaktörernas slutsats är att omställningen till en GEE måste accelereras radikalt. Även om man kan skönja framgångar i omställningen till förnybarhet är resultaten helt otillräckliga och inkapabla att balansera utsläppseffekterna av ökad ekonomisk aktivitet: ”Att uppnå en GEE som är förenlig med klimatet såväl som sociala och ekonomiska mål är en enorm utmaning för samhället och nödvändiga åtgärder ligger långt utanför de rent tekniska”.

*Mundaca, Roman & Cansino, 2015*, är en makroekonomisk klimatutvärdering av Sveriges CO<sub>2</sub>-utsläpp. Studien framhåller att Sveriges utsläpp i hög grad avspeglar landets låga fossilandel i den fasta energiproduktionen för el och husuppvärmning. Studien visar att den sjunkande energiintensiteten är en stark förklaringsfaktor i den svenska utsläppsreduktionen under millenniets första del. Efter krisen 2008–09 planade utsläppskurvan ut. Studien visar också att ”utsläppsbytesbalansen” – dvs balansen mellan de utsläpp vi ”exporterar” och de vi ”importerar” – är starkt negativ, om än med stora skillnader mellan de länder och regioner vi handlar med. Sverige har således endast blivit en grön energiekonomi från ett produktionsperspektiv.

*Sonnenschein & Mundaca, 2016*, studerar fossilavveckling i sydkoreansk grön tillväxtstrategi. Studien visar att den gröna tillväxtpolitiken var otillräcklig och snarast förvärrade utsläppsläget eftersom den inte följdes av någon kraftfull prispolitik. BNP per capita och energiintensitet framstår som de bästa förklaringsfaktorerna för utsläppsutvecklingen. Studien visar på svårigheten att kombinera ekonomiskt tillväxt med utsläppsreduktioner, dvs uppnå ”grön tillväxt”.

*Strupelt & Palm, 2016*, analyserar affärsmodeller för att komma över det introduktionsmotstånd, den *chasm*, som uppträder i diffusionen av förnybar energi, i detta fall solceller. Studien visar på betydelsen av att kraftigt reducera de barriärer av många olika slag som finns för kunderna och användarna att köpa, installera och nyttiggöra solcellsteknik.

## Publikationer

- Luth Richter, J., & Mundaca, L., 2013, "Market behavior under the New Zealand ETS", *Carbon Management*, Vol. 4. No. 4, ss, 423–438.
- Luth Richter, J., & Mundaca, L., 2014, "Achieving and maintaining institutional feasibility in emissions trading: the case of New Zealand", *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 14 mars, DOI 10 1007/s11027-014-9557-4.
- Mundaca, L., 2013, "Climate change and energy policy in Chile: Up in smoke?", *Energy Policy*, 52, ss. 235–248.
- Mundaca, L. & Luth Richter, J., 2013, "Challenges for New Zealand's carbon market", *Nature Climate Change*, Vol. 3, ss. 1006–1008.
- Mundaca, L. & Luth Richter, J., 2015, "Assessing 'green energy economy' stimulus packages: Evidence from the US programs targeting renewable energy", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, ss. 1174–1186.
- Mundaca, L. & Markandya, A., 2016, "Assessing regional progress towards a 'Green Energy Economy'", *Applied Energy*, 179, ss. 1372–1394.
- Mundaca, L., Markandya, A. & Nørgaard, J., 2013, "Walking away from a low carbon economy? Recent and historical trends using a regional decomposition analysis", *Energy Policy*, 61, ss. 1471–1480.
- Mundaca, L., m. fl., 2013, "Transaction cost analysis of low-carbon technologies", *Climate Policy*, Vol. 13, No. 4, ss. 490–513.
- Mundaca m. fl., 2016, "Towards a Green Energy Economy? Assessing Policy choices, strategies and transitional pathways", editorial, *Applied Energy*, 179, ss. 1283–1292.
- Mundaca, L., Roman, R. & Cansino, J., 2015, "Towards a Green Energy Economy? A macro-economic climate evaluation of Sweden's CO<sub>2</sub> emissions", *Applied Energy*, 148, ss. 196–209.
- Sonnenschein, J. & Mundaca, L., 2016, "Decarbonization under green growth strategies? The case of South Korea", *Journal of Cleaner Production*, 123, ss. 180–193.
- Strupeit, L. & Palm, A., 2016, "Overcoming barriers to renewable energy diffusion: business models for customer-sited solar photovoltaics in Japan, Germany and the United States", *Journal of Cleaner Production*, 123, ss. 124–136.

## 3.2 En samlad analys av projekten

### 3.2.1 Omställningen till fossilfri energi och industri – generella reflektioner

Flera projekt ägnar sig åt skilda aspekter av den industriella delen av energisystemets omställning. I synnerhet finns i många projekt ett fokus på den energiintensiva industrin i Sverige såväl som i EU som helhet. Ur svenskt perspektiv är detta naturligt. Industrin står för en jämförelsevis stor del av Sveriges energianvändning och CO<sub>2</sub>-utsläpp (varav en inte ringa del också är processrelaterad). Detta förklaras bl.a. av att industrin är förhållandevis råvarutung (med energiintensiva teknologier) och att det svenska energisystemet blivit förhållandevis fossilfritt.

Projektet har haft såväl europeiska som svenska perspektiv. En del projekt anlägger långsiktiga analysperioder som inleds 1970 medan andra fokuserar på mer närliggande (1995–2005) eller rent av det svenska energieffektiviseringsprogrammets första period 2005–2009.

De nio projekt jag granskat föranleder följande inledande reflektioner av mer generell karaktär:

Samtliga studier rör sig inom en längre eller kortare period som inleds omkring 1972–73 (oljekris och FN:s miljökonferens) och som sedan sent 1990-tal präglats av klimatsamtal. Det skapar problem med vad som bör utgöra ett *base line* scenario (något som diskuteras av bl. a. *Söderholm, 2012*). Under den sista fjärdedelen av förra seklet sker mycket stora förändringar i det svenska energisystemet såväl som det svenska ”utsläppssystemet”. Det kan inte uteslutas att denna underliggande miljö- och energiförsörjningstrend – och mekanismerna bakom denna – är viktigare för de kraftigt reducerade utsläppen än mixen av regleringar och skatter/priser under periodens senare del. I huvudsak uppmärksammas inte möjligheten av detta *miljömässiga momentum* i de studier jag tagit del av. Till detta återkommer jag i avsnittet om ekonomiska villkor.

De industrier som huvudsakligen stått i fokus för flera av projektens analyser, den tunga och energiintensiva industrin, kännetecknas av storskaliga tekniska systemlösningar. På kort sikt ”är ett stålverk och ett pappersbruk vad det är”. Och kort sikt kan vara tio år, ibland mer. Redan för ett halvsekel sedan visade Salter (1966) med sitt begrepp *vintage capital* att den tunga industrins produktionsfunktion i stort sett bestäms av den teknologiska regim som råder vid investeringstillfället. Med tilltagande ålder blir en stor maskin som t.ex. ett valsverk eller en pappersmaskin dessutom en *sunk cost* som helt avskriven kan främja inkrementella förändringar i den gamla anläggningen längs den gamla teknikbanan men som länge kan försena storskaliga investeringar i nya teknologier. Men detta försenar också nya investeringar och teknologier – kanske klimatvänliga – i helt nya anläggningar vars totala kostnader ska konkurrera med de gamla anläggningarnas huvudsakligen rörliga kostnader. Konsekvenserna av detta för styrmedelspolitiken återkommer jag till i avsnittet om ekonomiska villkor nedan.

Ur ett analytiskt perspektiv – viktigt för policy såväl som forskningen – är det viktigt att hålla klara distinktioner mellan elanvändning och energianvändning; mellan energianvändning och CO<sub>2</sub>-utsläpp liksom mellan CO<sub>2</sub>-utsläpp och andra miljöskadliga utsläpp. Några studier rör sig fritt mellan dessa kategorier utan att explicit problematisera huruvida detta har några konsekvenser. Andra, som *Nilsson m.fl. (2011)*, visar att energieffektivisering i sig långt ifrån är en självklar eller oproblematiserad målvariabel för policy: Den kan öka totala kostnaderna såväl som reducera dem, den kan bidra till positiva såväl som negativa externa effekter och klimateffekterna av ökad energieffektivitet är inte uppenbara eller ens entydiga. Till detta återkommer jag i avsnittet om naturresursvillkoren nedan.

En aspekt på det ovan skrivna är att de omfattande krav på snabba reduktioner av CO<sub>2</sub>-utsläppen med åtföljande konsekvenser på bl.a. energisystemet som vi nu möter inte självklart kan baseras på modeller baserade på historiska erfarenheter. Djupt rotade vanor och föreställningar som visar sig i form av t.ex. historiska priselasticiteter är inte självklart relevanta i analyser av en framtida omställning till följd av klimatförändringarna (jfr. *Söderholm, 2012*). Detta har konsekvenser på hur vi använder och modifierar

de dominerande policymodellerna på energiområdet, dvs EMEC och TIMES (jfr. Ahlgren m. fl., 2012 & Krook-Riekkola, 2013). Till detta återkommer jag i avsnittet om de analytiska verktygen nedan.

I det följande sorterar jag de texter jag gått igenom i fem huvudproblemområden. I princip kan en text och ett projekt dyka upp i fler än ett huvudområde:

- De *teknologiska villkoren* för en genomgripande omvandling är huvudsakligen i fokus för projekt Johnsson m.fl. och Nilsson m.fl.;
- *Ekonomiska mekanismer och styrmedel* studeras av Nilsson m.fl. & Lundgren m.fl. men också i Harts såväl som Neijs projekt;
- De *naturresursbaserade villkoren* står i fokus för ett projekt av Zetterberg m.fl. och i någon mån i en av Harts texter;
- De *juridiska villkoren* för en systemomvandling granskas av Michanek och Malafry;
- *Hur skapa konsistens i de analytiska verktygen* är temat för Ahlgrens m.fl. projekt samt för Krook-Riekkolas.

De teknologiska villkoren för omställning

På detta område levererar Johnssons och Nilssons projekt flera tunga texter såväl när det gäller omställningen av energisektorn som den tunga industrin. För energisektorn gäller det i huvudsak att utveckla CO<sub>2</sub>-utsläppen, för den tunga och energiintensiva industrin är uppgiften i huvudsak att underlätta den processen genom omfattande energieffektiviseringar och strukturomvandling.

Gemensamt för flera texter (bl.a. Rootzen & Johnsson, 2013 och Åhman & Nilsson, 2015) är den mycket stora tveksamhet de andas när det gäller möjligheterna för den europeiska industrin att ställa om och för den europeiska energiindustrin att hantera CO<sub>2</sub>-utvecklingen i den takt som krävs. Men utmaningen är också stor för den svenska industrin (Åhman, Nikoleris & Nilsson, 2012). Bland utmaningarna för den europeiska och svenska industrin kan man i linje med de ovan nämnda texterna notera följande:

- Industrisidans utmaningar återfinns främst på den tunga sidan. Inom den lätta industrin balanseras nödvändigheterna att ställa om och lägga ned sannolikt av möjligheterna för nya företag och tekniker.
- Inom den tunga, energiintensiva och naturresursbaserade industrin är energieffektiviseringspotentialen kanske 25 %. Energieffektiviseringar på 50 % eller mer kräver i allt väsentligt genomgripande teknologiska (eller andra) genombrott.
- Stora delar av den tunga industrins produkter kommer att behövas också i det postfossila samhället. Järnvägar och vindkraftverk är exempel på det.
- Omställningens hastighet är en annan utmaning. Industrins omställning förefaller klara uppställda reduktionsmål fram till 2020. Att uppnå substantiella resultat före 2030 kräver mycket stora åtgärder, blir starkt kostnadsdrivande och förefaller inte uppnåeligt med nuvarande åtgärder. Året 2050 förekommer i flera analyser för fossilfrihet på 80–90 %-nivån. Även om också det framhålls som svåruppnåeligt är den reduktionshastigheten dessutom ur klimatsynvinkel sannolikt otillräcklig (jfr. Figueres, Rockström, m. fl., 2017).



- Snabba och kostnadskrävande omställningsåtgärder skapar i sin tur stora utmaningar för den europeiska tunga industrins konkurrensförmåga.
- Dessa omfattande teknologiska utmaningar (otillräckligheter) kan sägas ge en kognitiv grund för den tyngd som Johnssons projekt lägger vid hanteringen av CO<sub>2</sub>-utsläppen. Projektets texter följer i huvudsak två spår: dels möjligheten att reducera CO<sub>2</sub>-utsläppen i oljeraffinaderierna specifikt, dels potentialen för CCS inom hela den CO<sub>2</sub>-emitterande energi- och industrisektorn. Det arbetet har i stor utsträckning utförts i anslutning till två av doktorandprojekten (Johansson och Rootzén). Båda spåren och båda forskarna har ett starkt fokus på CCS, något jag återkommer till nedan.

Oljeraffinaderierna står för 8–10 % av den samlade europeiska oljeanvändningens utsläpp och ca 15 % av de samlade industriutsläppen. Projektets analyser av förutsättningarna att reducera CO<sub>2</sub>-utsläppen från dessa aktiviteter är således viktiga. De visar också på de utmaningar och begränsade möjligheter som finns inom sektorn. Analysen inkluderar även möjligheten att använda biomassa (för vätgasproduktion) som en kompletterande insatsvara för att på så sätt reducera utsläppen i raffinaderiledet.

Man kan hävda att de i många fall initierade analyserna av de *teknologiska villkoren* för växthusgasreduktion inte alltid följs upp på den *industriella nivån*. Kort sagt: om potentialen för utsläppsreduktioner i t.ex. oljeraffinaderierna är låg ökar kraven på en snabb strukturomvandling som minskar efterfrågan på deras produkter. De riktigt stora utmaningarna uppträder i fall där det är svårt att reducera utsläppen inom industrier vars produkter är svåra att ersätta.

De ekonomiska villkoren och styrmedelsanvändningen

Lite beroende på hur man klassificerar enskilda texter återfinner man ca 20–30 bidrag inom detta område. Ett genomgående tema i de industriklassade projekten ovan (avsnitt 3.1.1 Projektområde Industri) är analysen av hur och i vilken grad tunga energiintensiva industrisektorer (bl.a. massa och papper, stålindustrin, gruvindustrin och metallindustrin) på kort och lång sikt ändrat sin energianvändning och sina utsläpp till följd av politiska styrmedel (se bl.a. *Bergquist m. fl., 2013; Blomberg m. fl., 2012; Henriksson & Lundmark, 2013; Henriksson m. fl., 2011; Henriksson m. fl., 2012; Stenqvist, 2013; Brännlund m. fl., 2014; Jaraite m. fl. 2014; Lundgren & Marklund, 2014; Lundgren m. fl., 2015*).

Att kort sammanfatta resultaten i dessa studier, som ävenledes har stor analytisk spridning, samt värdera dem, är en utmaning i sig. Nedan följer några observationer och reflektioner i anslutning till dessa texter:

Som påtalas i slutrapporten från projekt Lundgren m.fl. finns det en ”som man modellerar får man svar”-tendens i resultaten. Möjligen är den slutsatsen relevant för uppsatsen av *Lundgren & Marklund, 2014*, som i viss utsträckning kan sägas avvika i sina resultat vad gäller effekterna av klimat- och miljöpolitik. Alternativt kan också deras uppsats sägas visa att de senaste årens miljöpolitik endast är en rännil i en betydligt större strömfåra av det slag jag diskuterar nedan.

Medan några studier fokuserar på långsiktiga förändringar (*Henriksson, m.fl., 2011 – 20 år; Henriksson, m.fl., 2013 – 30 år; Henriksson, m.fl., 2012 – 20 år*) så har flera av de övriga industrianalyserna ett tidsperspektiv på ca 15 år. Det är långt ifrån självklart att teknikskiften, t.ex. genererade av pris- och skatteförändringar, hinner slå igenom tyd-

ligt inom tung industri under så kort period. Man kan hävda att existensen av vintage-relaterade stelheter (se diskussionen i avd. 3.1 ovan) närmast definitionsmässigt medför att policyeffekterna på enskilda företag inom massa- och pappersindustrin t.ex. blir små och åtgärderna framstår som ineffektiva. Som påpekas i *Blomberg m.fl. (2012)* motiverar det både att policyprogrammen är långsiktiga och att man – om inte miljö- och klimatkrav motiverar det – bör undvika överilade skrotningar av existerande teknik.

Valet av kort analysperiod runt millennieskiftet kan också skapa problem i tolkningen av hur industrin svarar på policyåtgärder inom miljöområdet eftersom de i särklass största utsläppsreduktionerna i svensk industri ägde rum redan under 70- och 80-talen (se *Bergquist m. fl., 2013*). Detta kan t.ex. ha påverkat hur skogsindustrin svarade på senare policyåtgärder liksom hur man tolkar dess beteende (jfr. *Lundgren & Marklund, 2014*). Denna frågeställning framkommer också i *Stenqvist (2013)* och *Gulbrandsen & Stenqvist (2012)*. För intervjuade skogsföretag ligger policyåtgärderna (i detta fall CO<sub>2</sub>-priserna) i linje med vad de ändå ägnar sig åt också av andra skäl.

Flera texter ger stöd för att den svenska policymixen med en blandning av prestandakrav utan att specificera enskilda tekniska lösningar men i kombination med ekonomiska incitament (skattereduktioner) i huvudsak fungerat i rätt riktning men varit för svag. En syntes finns troligen i det följande:

*The strongest case for a performance standard may however exist in situations where deep emission reductions are deemed necessary, and in which therefore technological change and policy legitimacy are central concerns. ....*

*In the case where innovation is important and there is genuine uncertainty about future abatement costs, significant selections of the literature suggest that performance standards can be more efficient than market based policies.....*

*The notion that performance standards could imply a greater spur to technology adoption and innovation than market-based instruments is highlighted also in several case studies on single companies or industries.... (Bergquist m.fl. 2013)*

Man kan i detta sammanhang notera att ingen av de av mig granskade texterna gör någon djupare analys av karaktären på de stelheter man observerar. Att de är inbyggda i tekniken har jag nämnt. Att de påverkar lönsamhetskalkylen är uppenbart. Men den existerande tekniken – och existerande tekniska system – har också kognitiva och sociokulturella dimensioner som ger den ett *momentum* eller rent av *inlåsning* som man inte ändrar så lätt med ekonomiska styrmedel på bara några år (jfr. Hughes, 1983; Kemp, 1997; Unruh, 2000).

Den omfattande produktionen i Neijs projekt kan, starkt sammanfattat, sägas ägna sig åt en likartad *problematik* om än på en mer aggregerad nivå och med en blick som sträcker sig utanför EU. De styrmedelsrelaterade studierna i det projektet visar en annan, men i allt väsentligt kompletterande, bild av den gröna energiekonomin (GEE).

Politiska satsningar (med olika former av styrmedel) på förnybar energiproduktion och på grön tillväxt har, framgår det, effekt men är otillräckliga (se bl.a. *Luth Richter & Mundaca, 2013; Mundaca, 2013; Mundaca & Markandya, 2016; Mundaca, m.fl., 2013a; Sonnenschein & Mundaca, 2016*). Introduktionen av förnybar energi är dock inte oproblematiserad då det förekommer trösklar som måste övervinnas. I projektet identifieras de som transaktionskostnader (Mundaca, m. fl., 2013b) men – lite beroende på vad man

inkluderar i begreppet – medför den begrepps användningen sannolikt att man negligerar motståndsfickor av mer djupgående *paradigmatisk* och *regimrelaterad* karaktär (jfr. Kemp, 1997 & Unruh, 2000).

Främjandet av förnybar energiomvandling för att uppnå ”den gröna energiekonomi” eller grön tillväxt har inte – om man bortser från rörelser i samband med den ekonomiska krisen 2008–2009 – i något fall resulterat i varaktigt sjunkande CO<sub>2</sub>-utsläpp. Underliggande socioekonomiska variabler som BNP/capita kompenserar, motverkar och överväger i samtliga studerade fall de policyåtgärder som vidtas för att skapa en grön energiekonomi.

De naturresursrelaterade villkoren

I den preliminära indelningen klassificerades två projekt som naturresursrelaterade: Michaneks och Zetterbergs. I detta syntesavsnitt väljer jag att analysera det förra projektet knutet till en separat diskussion i avsnitt 3.5 nedan om de juridiska villkoren för energi- och klimatomställning. Här granskas kortfattat resultaten från projektet *Energisystem i en resursknapp framtid* (Gode & Zetterberg m.fl.) tillsammans med en uppsats av Hart (2016) samt ett par uppsatser från Nilsson & Lundgrens projekt (Nilsson & Söderholm, 2013, samt Blomberg, Henriksson & Lundmark, 2012).

Fokus för Zetterbergs arbete är *begreppet resurseffektivitet* som anknyter till ett EU-dokument från 2011. Projektet har uppenbarligen varit begränsat till sin omfattning och det är därför inte rimligt att här dra alltför stora växlar på vad man ägnat sig åt. Dock förtjänar följande att påpekas: Begreppet resurs har i så gott som all naturresurslitteratur en *antropogen* konnotation. Konkret innebär det att ”resurser” är sådant vi väljer att definiera som det ”planeten tillhandahåller” och som vi bedömer som potentiellt möjligt att på ett ekonomiskt rimligt sätt nyttiggöra. Resurs är således en ”social konstruktion”. Ytterst innebär det även att vår bedömning av vad som är resurser också är en funktion av vår natursyn och hur vi bedömer de planetära gränserna (Rockström m.fl., 2009). Vad som är en effektiv resursanvändning måste rimligen baseras på hur man definierat resursbegreppet i relation till hur planeten kan och bör (ut)nyttjas. Vad jag kan se måste ett omfattande forskningsprogram om resurseffektivitet i den omställningsperiod vi nu står inför ta sin början där. Jag bedömer att sådan forskning kan vara väsentlig och komplettera den verksamhet som t.ex. bedrivs vid Stockholm Resilience Center.

Detta återkopplar också till den viktiga diskussion om energieffektivitet som förs i uppsatsen av Nilsson m. fl., 2013. Ur ett mänskligt perspektiv måste rimligen solen betraktas som en (i det närmaste) uteslutande energikälla. Med sjunkande priser för sol- och vindkraft är det följaktligen inte självklart angeläget att lägga stor möda på att reducera sådan energianvändning. Man kan t.o.m. föreställa sig att en i sig energislösande – ”ineffektiv” – vindkraftsbaserad vätgasframställning kan ge omfattande bidrag till reduktionen av CO<sub>2</sub>-utsläpp (jfr. Laestadius, 2018).

I förlängningen har detta måhända konsekvenser också för den typ av studier som Blomberg, Henriksson & Lundmark, 2012 utfört. I tillägg till detta modellmässigt och empiriskt välgjorda arbete kan man föreställa sig en forskningsfråga hur den komparativa energieffektiviteten ska bedömas om den termomekaniska pappersmassan framställs med vindkraftsbaserad el och lutarna från den kemiska massaframställningen har en alternativ användning som flygbränsle.

Också *Hart (2016)* ägnar sig, om än på ett annat sätt, åt naturresursproblematiken. Väsentligen ligger hans analys i förlängningen av den tradition som introducerades av Hotelling (1931) med *The Economics of Exhaustible Resources*. Hans slutsatser ligger väl i linje med vad som redan Barnett & Morse konstaterade 1963, dvs att produktivitetsökningarna (i praktiken ofta baserade på ökad insats av fossila bränslen) inom extraktionsindustrin under lång tid mycket väl kan kompensera för tilltagande knapphet. Jordens uppskattade resurser kan då (temporärt) öka. Måhända tillför Harts arbete viss formell elegans i denna analystradition men knappast något i grunden nytt eller ens användbart för policy. I synnerhet gäller detta om man, som Hart, har ambitionen att uttala sig om petroleummarknaden med en modell som inte inkluderar maktpolitiska fundamenta (en brist han dock identifierar), men inte heller de spelteoretiska utfall som uppstår mellan olika aktörer om man inte tillåts pumpa upp alla de reserver som finns. I sammanfattning måste man – om klimatmålen ska uppnås – lämna två tredjedelar av kända fossila reserver kvar *down there* (jfr. Figueres & Rockström m.fl., 2017.). I en värld som ställer om till fossilfritt påverkar det prisbildningen.

De juridiska villkoren

Ett projekt ägnar sig explicit åt omställningsjuridikens komplexitet även om kortfattade hänvisningar till gällande regelsystem inom EU förekommer i ytterligare några texter.

Melina Malafrys doktorsavhandling *Biodiversity Protection in an Aspiring Carbon-Neutral Society* (2016) fokuserar på det konkreta problemet att den juridiska regleringen inom EU (och Sverige) av förnybar energi inte är konsistent med regleringarna för biodiversitet och EU:s vattendirektiv. Hennes avhandling har sitt empiriska fokus på vindkraft och vattenkraft och aktualiserar ett antal konkreta och i högsta grad Sverigeaktuella problem, såväl som några mer generella:

Till följd av sin geografi är Sverige sannolikt det land i Europa som har flest vattenkraftverk; ca 2000 stycken varav mer än 80 % är att betrakta som småskaliga. Dessa, inte sällan sekelgamla kraftverk, klarar i många fall inte kraven i EU:s vattendirektiv med dess höga krav på att säkra den biologiska mångfalden. Det kommer också, med traditionella juridiska processer, att ta århundraden att ompröva deras rättigheter.

EU-parlamentet har nyligen (17 januari 2018) efter en mycket långvarig process röstat för att tallolja (som är ett svensk-finskt intresseområde) ska godkännas som förnybart bränsle. Också i detta fall har argumenten mot tallolja – huvudsakligen resta av kontinentala aktörer på stort avstånd från de nordiska skogarna – varit att dess användning/framställning direkt och/eller indirekt hotar livsmedelsförsörjning såväl som biodiversitet.

De två fallen illustrerar – om än på lite olika sätt – ett generellt problem i förlängningen av Malafrys avhandling: Hur inkluderar man en solid grund för bedömning av kraven på biodiversitet i lagstiftningen? I litteraturen förekommer t.ex. bedömningar om att 12 % (Brundtland, 1987); 25 % (Soule & Sanjayan, 1998) eller rent av 50 % (Wilson, 2017) av den globala (land)ytan måste avsättas – vilket i sig inte medför att varje enskild älvfåra eller vindpinad kulle måste inkluderas eller att ytor måste lämnas helt orörda för att säkra biodiversiteten (Bengtsson m. fl., 2003). I förlängningen tillkommer de fenomen som påtalas i forskningen om *Planetary Boundaries* (Rockström, m. fl., 2009; Steffen, m. fl., 2015) och de som återfinns i FN:s 2030-mål.

Även om Malafry i sin avhandling noggrant diskuterar hur juridiken och planeringsprocessen ska/kan ändras för att hantera dessa motsättningar och oklarheter i lagstiftningen kan man hävda att hennes arbete i förlängningen lämnar en fundamental forskningsfråga obesvarad: står vi här inför ett illustrativt exempel på *politikens juridifiering*? Eller än mer konkret: är det möjligt/önskvärt att skapa ett exklusivt juridiskt ramverk för att slutgiltigt lösa/hantera dessa och liknande målkonflikter där inte ens vetenskapen exakt kan fastslå hur stor del av jorden som måste säkras för biodiversiteten (och var den säkringen bör ske). Också detta problem bör vara forskningsbart i en tvärvetenskaplig miljö.

Hur skapa konsistens i de analytiska villkoren?

Två projekt har ägnat sig åt den svenska energisystemmodelleringen. Dels ägnar sig *Krook-Riekkola (2013)* åt hur stålindustrins energiomvandling kan analyseras med energisystemmodellen TIMES. Dels arbetar *Ahlgren m.fl. (2012)* med att integrera TIMES-modellen (som bl.a. används av Energimyndigheten) med den s.k. EMEC-modellen, som används av Konjunkturinstitutet. Det uttalade syftet med det senare projektet är att utveckla en metod för att få de två modellerna – som är uppbyggda på helt olika sätt – att samverka för att bidra till att förbättra energipolitiska underlag.

Ambitionen med det första projektet är att bättre modellmässigt avbilda den svenska järn- och stålindustrin i TIMES och att göra detta i linje med vad som är fallet i övriga EU (*Krook-Riekkola, 2013 & Ubieto-Undina, 2012*). Stålindustrin är en av de absolut största energiomvandlarna i Sverige vilket gör det väsentligt att få tydliga systemgränser så man kan studera energibalanserna och uppskatta energikostnader. Modellen ska också avbilda nuvarande tekniker och kunna hantera energikonsekvenserna av framtida sådana. I arbetet har man även skattat hur ett framtida CCS-system kan gestalta sig för stålindustrin.

Det andra projektet redovisas i en omfattande teknisk rapport på 60 sidor. Huruvida denna modelltekniska anpassning ska betecknas som ett forskningsprojekt eller ej kan diskuteras. Inte desto mindre är detta sannolikt i princip ett viktigt modelltekniskt arbete som potentiellt (och givet de restriktioner som framförs nedan) kan få stor betydelse för policyanalys inom energiområdet.

I korthet går arbetet ut på att mjukanpassa den huvudsakligen fysiska (i energitermer) uppbyggda TIMES-modellen med dess bottom-up-ansats (BU) med den huvudsakligen i pristermer uppbyggda EMEC-modellen som har en top-down-karaktär (TD). Mjuk-anpassningen innebär att man i båda modellerna lättar på de strikta interna modell-sambanden för att kunna skapa bryggor mellan modellerna. Det gäller t.ex. att skapa kongruens mellan antaganden om ekonomisk tillväxt, aggregerat och i olika sektorer, och energiefterfrågan/produktion av olika energislag. Ambitionen är att den samman-slagna modellen ska ge en konsistent bild av energisystemet och ekonomin.

Projektgruppen har uppenbarligen lagt ned ett omfattande arbete på denna anpassning. Inte desto mindre lider denna mjukanpassade modell – åtminstone i delar av sin potentiella användning – av den generella modellsjuka som brukar benämnas *garbage in–garbage out*. Detta kan illustreras av avsnitt 9.7 i modellrapporten där man redovisar kalkylen för persontransportefterfrågan och dess beroende av inkomst- och bränslepri-selasticiteter. Detta är rimligen kortfristigt relevant men saknar intresse i en omfattande och genomgripande strukturomvandling där fossilbränslena ska avvecklas (jfr. *Söderholm, 2012*). Liknande synpunkter kan anföras i relation till de räkneexempel man ger

på hur modellen fungerar i kapitel 10. Även om modellresultaten inte ska ses som prognoser utan som principiella räkneexempel är det tydligt att modellsambanden inte ger några tydliga villkor för hur en eventuell storskalig omvandling av energisystemet kan gestalta sig. Exempelvis ökar flygtransportarbetet under perioden fram till 2035 mer än järnvägstransporterna i såväl den olänkade som mjuklänkade modellen. Detta gäller också i det klimatscenario man kör i kapitel 11. I detta klimatscenario ökar också verkstadsindustrin snabbare än tjänstebranscherna. I sammanfattning (figur 13 i rapporten) landar samtliga klimatrelaterade scenarier med eller utan länkning på en utsläppsnivå år 2035 för CO<sub>2</sub> i storleksordningen 51 Miljoner ton/år (+/- ca 5 Mt/år), dvs. i samma härad som de svenska utsläppen år 2016 som var 52,9 Mt exklusive växthusgasutsläpp till följd av markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk samt utrikes transporter.<sup>9</sup>

Med tanke på de utsläppsmål Sverige har, och även hade uppställt vid tiden för modellarbetet, måste man ifrågasätta värdet med ett modellarbete som i sina resultat landar så långt från vad som måste uppnås. Även om det nya mjuklänkade modellparet kan betraktas som en illustration till hur anpassningen kan gestalta sig om man inte ändrar på fundamenta i energisystemet eller ekonomin så lämnar modellerna i länkad såväl som olänkad form policymakarna utan hjälp i sin analys av hur villkoren för en CO<sub>2</sub>-reducerande politik kan genomföras. Hur måste (kan?) olika sektorer utvecklas/omvandlas om randvillkoret är att växthusgasutsläppen reduceras med 5 %, 6 % eller 7 % årligen fram till 2035? Procenttalen är inte tagna ur luften: lite beroende på hur man räknar ligger de nära de klimatmål som miljömålsberedningen föreslog för något år sedan. Här finns således stort utrymme för modellmässig kreativitet om modellen ska utvecklas från enbart det eleganta till att också inkludera det relevanta. Sådant innovativt modellarbete bör vara intressant för kommande utlysningar som riktar sig till forskningsområdet.

### 3.3 Reflektioner kring projektens hantering av omställningsutmaningen

#### 3.3.1 CCS

Flera uppsatser i flera projekt inkorporerar mer eller mindre explicit CCS i sina analyser. I ett syntesarbete som det föreliggande föranleder det en djupare diskussion. Inledningsvis kan man konstatera att en av projektgrupperna – Johnsson m.fl. – har omfattande (sannolikt Sverigeledande) kompetens på CCS-området, något som också framskymtar i huvuddelen av den gruppens publikationer inom ramen för AES-programmet. I några uppsatser från andra projekt, t.ex. *Krook-Riekkola (2013)* är CCS något som man utan närmare reflektion räknar med som nödvändigt/sannolikt och inkorporerar i modellen. När *Åhman, Nikoleris & Wyns, 2013* samt *Åhman & Nilsson, 2015* nämner CCS är det med betydligt större reservationer. I praktiken räknar man inte CCS som ett betydelsefullt bidrag till den omställning vi står inför. Den detaljerade genomgången av potentialen för CCS i *Åhman, Nikoleris och Nilsson, 2012* antyder att författarna anser att den på sikt är oundviklig eller nödvändig för att klara omställningen. Någon djupare prövning av realismen i detta görs emellertid inte.

<sup>9</sup> <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/>

De stora förhoppningar på CCS som flera – inte alla – energisystemforskare uppvisar är epistemologiskt och kunskapssociologiskt intressanta och värt fortsatt forskning i sig självt, t.ex. inom nya forskningssatsningar. Dessa förhoppningar återfinns också i IEA:s publikationer (se t.ex. IEA, 2017a & 2017b) och i flera av EU:s färdplanstexter. Inte sällan är CCS-planerna formulerade indirekt i termer av negativa utsläpp, vilket då också i praktiken inkluderar hantering av biomassa. Några reflektioner med anledning av detta:

Är detta önsketänkande ett ropande efter den *Deus ex Machina* som i det grekiska dramat kom ned på jorden och löste det olösbare? Allt fler forskare – inte minst i denna programomgång – redogör för en omställningsutmaning för energi- och industrisystemen vars policyåtgärder hittills visat sig helt otillräckliga och som utan drastiska ingrepp i den industriella metabolismen framstår som i det närmaste olöslig. Då börjar man leta efter och ställa sitt hopp till det nästan omöjliga.

Är detta ett *ingenjörsmässigt kunskapsintresse*? Bland de som uppmärksammar den gigantiska omställningsutmaningen finns stora grupper med kvalificerad teknisk kompetens och för vilka det ligger nära till hands att söka efter storskaliga tekniska lösningar på CO<sub>2</sub>-utsläppen. Ingenjörsvetenskapen är inriktad på att konstruera lösningar i den artificiella världen. Och CCS är något som fungerar teoretiskt, i labbskala och i uppskalad version på 17 ställen i världen. Med undantag för åternedpumpning av CO<sub>2</sub> utvunnen ur naturgas finns dock ännu inga kommersiella system i drift (2017). Den kanske mest omhuldade demonstrationen, Kemper i Mississippi, lades i malpåse i juni 2017.

I förlängningen kan man också fråga sig om det stora intresset för CCS är *en paradigmatisksk inlåsning* av det slag Unruh (2000) skriver om. Många av industrisamhällets framsteg har varit förknippade med att vi – åtminstone temporärt – besegrat naturen. CCS skulle i så fall bara bli ytterligare ett steg i den processen. Därmed vidgar vi perspektivet till att omfatta också tankevärldar utanför ingenjörsvetenskapen. Existensen av pågående CCS-utveckling lättar på det obehag som de alltför långsamma anpassningsprocesserna nu skapar.

Problemet med CCS är emellertid att man efter fyrtio år av teknikutveckling varken skapat övertygande och än mindre lönsamma systemlösningar på kort eller lång sikt. På detta område finns en omfattande och i flera avseenden deprimerande litteratur (för referenser se Laestadius, 2018). Flera av texterna i Johnssons och Nilssons projekt visar också på de utmaningar som CCS-satsningarna möter (*Johansson, 2013; Åhman, Nikoleris & Nilsson, 2012*). De konfirmerar den bild jag som syntesförfattare har att CCS på sikt möjligen kan bli en nischlösning i enskilda fall (delar av cementindustrin?) men inte kommer att erbjuda ett storskaligt bidrag till klimatarbetet i allmänhet eller mer specifikt inom energiomvandlingen. Än mindre kan CCS byggas ut i en takt eller till kostnader som det politiska systemet inom överskådlig tid kan hantera.

Möjligen vore det på plats att inom ramen för nya forskningssatsningar inbjuda till ett storskaligt och genuint tvär- och mångvetenskapligt forskningsprogram – inkluderande företrädare för såväl humaniora, samhällsvetenskap, teknikanalys och ingenjörsvetenskap – för ett djupare studium av CCS i tanke och verklighet och den roll denna teknologi spelar – och kan spela – i den energiomställning vi står inför.

### 3.3.2 Projektens tvärvetenskapliga karaktär

AES-programmets utlysningar har sedan begynnelsen haft en starkt tvärvetenskaplig framtoning (se avsnitt 1.1 i denna rapport). Det gäller också den utlysning vars forskningsresultat som behandlas i den här syntesen (se bilaga 4.1). Till detta kan man lägga att sektorsforskning – som AES-programmet – vanligen implicerar att flera vetenskapliga discipliner har relevans för ett heltäckande arbete; akademiska disciplingränser följer inte automatiskt vårt sätt att identifiera samhällssektorer eller industrier.

Vad som ska avses med tvärvetenskap är dock inte uppenbart och kräver mer textutrymme än vad som är rimligt i denna rapport (trots att båda vi syntesförfattare – på lite olika sätt – närmat oss frågan). I akademien förekommer inte bara discipliner med starka inomvetenskapliga koder, krav och forskningstraditioner; inte sällan med en självuppfattning av att vara grunddiscipliner (jfr. Lenoir, 1997). Där finns bl.a. också vetenskapsområden med stark koppling till den konstruerade världen (*sciences of the artificial*, jfr. Simon, 1996) där disciplinarkaraktern är mer ”eklektisk”, har andra kunskapsideal och inte sällan är inspirerad av andra kunskapsområden. Hit hör många ingenjörsvetenskapliga traditioner, men även ”discipliner” som t.ex. företagsekonomi och industriell ekonomi. Jag menar att också forskningsmiljöer som ägnar sig åt t.ex. energisystemanalys och miljösystemanalys i sig ofta kännetecknas av tvär- eller mångvetenskapliga ansatser och traditioner.

Hur ska då det tvärvetenskapliga arbetet bedrivas? Och vad innebär det? Att Energimyndigheten ger anslag till projekt med skilda disciplintillhörigheter ger ingen tvärvetenskap om det inte antas att man inom myndigheten bedriver ett eget syntes- eller analysarbete baserat på de disciplinriktade projektresultat man erhåller.

Att ett program har tvärvetenskapliga ambitioner innebär inte heller att varje anslagsmottagande projekt måste ha det. Också här är det upp till anslagsgivaren att bedöma. Inte heller måste varje enskild publikation vara disciplinöverskridande inom ramen för ett i övrigt tvärvetenskapligt projekt. Man kan mycket väl tänka sig att ett projekt utmynnar i en rapport som lyfter fram de disciplinöverskridande konsekvenserna av ett i övrigt huvudsakligen bedrivet inomdisciplinärt arbete. Därtill har vi så den typ av publikationer som kommer från de forskningsmiljöer vi i positiv mening kan benämna eklektiska, dvs där man av tradition har en bred disciplinansats.

Mot denna bakgrund gör jag följande reflektioner över hur de nio projekt jag gått igenom levt upp till kraven/önskemålen på tvärvetenskaplighet.

*Johnssons* projekt kan sägas böttna i en bred ingenjörsvetenskaplig ansats. Även om man kan hävda att en projektdeltagare med djupare samhällsvetenskaplig skolning skulle kunna bidra till andra och kreativa infallsvinklar på de analyser som gruppen levererat är detta inte min huvudkritik mot projektets tvärvetenskaplighet. I projektet ingår faktiskt – enligt projektsammanfattningen – en person från handelshögskolan i Göteborg (*Gabriella Schaad, 2012*). Av referenslistor och citeringar i projektmedlemmarnas texter att döma – liksom i min läsning av dem – finns emellertid inget väsentligt idéutbyte mellan Schaad och de övriga. Detta framstår – om ingen för mig dold förklaring finns – mer som ett exempel på opportunistisk projektuppläggning än tvärvetenskap. Sådant är onödigt.



Måhända är *Robert Harts* projekt det mest inomdisciplinära, i detta fall ekonomisk teori. Utifrån min tolkning har projektet en lösare koppling till AES-utlysningens innehåll genom att texterna inte bidrar med att ”injicera realism” i policyanalysen på det sätt som förespeglar i projektsammanfattningen.

### 3.4 Att kommunicera sina resultat

Vetenskap får sin relevans först när resultaten kommuniceras till någon form av sammanhang där kunskapen kan valideras, ge insikter eller nyttiggöras. Kommunikationen skiljer sig åt beroende på om man kommunicerar inomdisciplinärt med kollegor i samma forskningsfält eller med personer utanför den egna professionen. För sektorsforskning gäller att resultaten ska kunna hanteras av andra kvalificerade personer än de rena kollegorna – t.ex. sådana som är verksamma inom policy i vid mening.

Oberoende av hur komplexa verktyg man använder i analysen måste man således som sektorsforskare transformera sina resultat så de blir rimligt hanterbara utanför den egna forskargruppen. Detta gäller f.ö. inte enbart sektorsforskning: för att undvika slutna tankesystem måste varje akademisk diskurs skapa acceptans för sina rön också utanför det egna labbet.

Enligt min mening har de granskade projekten, med två undantag, fungerat väl ur kommunikativ synvinkel. Även om flera av projekten arbetat med komplexa modeller har man i huvudsak landat i för utomstående hanterbara resultat.

Det ena undantaget är *Harts projekt* som inte lyckas kommunicera vilken form av realism projektet ger och till vilken policydiskussion projektet bidrar till.

Det andra undantaget är *Ahlgrens modelleringsprojekt*. Helt oberoende av den kritik jag anfört ovan mot projektets ”garbage in – garbage out problem” menar jag också att rapporteringen inte tar seriösa läsare (inklusive syntesförfattare) på allvar. Den är helt enkelt för svårgenomtränglig för att tjäna som underlag för fortsatt kunskaps- och policyutveckling. Man kan säga att rapporten – även om mycket modelltekniskt arbete ligger bakom – inte lever upp till kraven på reliabilitet och validitet eftersom det är svårt att se hur arbetet genomförts.

### 3.5 En avslutande syntes

Den programomgång, vars forskningsresultat jag gått igenom delar av, var inte självklart avsedd att resultera i en sammanhängande väv av resultat. Så är inte heller fallet med den stora variation av texter jag gått igenom. Inte desto mindre vill jag lyfta fram fyra huvudtendenser i resultaten som väsentligen pekar i samma riktning och som kan sägas förena många av de projekttexter jag granskat.

Fokus glider *bort från försörjningsperspektivet*. Det försörjningsperspektiv som fanns i AES-programmets begynnelse – där avvecklingen av oljeberoendet var starkt försörjningsrelaterat – är ingen stor fråga bland AES-programmets anslagsmottagare. Det är inte bristen på fossila bränslen som uppfattas som problemet utan hur vi ska klara *omställningsutmaningen*.

*Energieffektivisering är* – även om sådan vanligen är eftersträvansvärd – *inte en tillräcklig, självklar eller ens oproblematisk målvariabel*. I synnerhet gäller detta när fokus i samhället glider från försörjning till omställning och till förnybarhet.

Två av de projekt vi klassificerat som industrirelaterade redovisar tunga studier som visar att *den europeiska industrin – som det nu ser ut – inte klarar den snabba fossilreduktion som måste till om vi ska klara klimatmålen*. I deras texter analyseras ett flertal tekniska lösningar. Som granskare av materialet kan man också dra slutsatsen att lösningarna måste sökas på en annan nivå än den rent teknisk/industriella.

Flera av industristudierna visar också att *effekten på industrins omställning av miljö- och energipolitiken historiskt varit begränsad* även om den i huvudsak pekat i rätt riktning. Vill man uppnå en snabbare och mer långtgående omställning krävs en mer kraftfull politik; inte nödvändigtvis fokuserad på energieffektivisering.

Den omfattande textproduktionen i Lena Neijs projekt visar samstämmigt att *den energi(effektiviserings)politik som lanserats under 2000-talet i en stor del av världen inte leder mot en grön energiekonomi (GEE)*. I den mån åtgärderna har effekt (ofta är de för kraftlösa) motverkas denna med råge av exempelvis ekonomisk tillväxt (per capita) och befolkningsökning. Detta gäller också Sverige. Även om förutsättningarna för omställning till fossilfrihet skiljer sig kraftigt mellan olika delar av världen pekar detta mot ett behov av större variation på styrmedlen och med större inriktning på effektiva incitament för aktörer på alla nivåer att ställa om till nya lösningar.

Ingen av de texter jag behandlat i samband med detta uppdrag, och som ägnar sig åt just denna fråga, kommer fram till att omställningen till fossilfrihet sker i en omfattning och takt som är tillräcklig för att hantera klimatmålen.

Avslutningsvis är det min uppfattning – efter att ha gått igenom ett femtiotal texter inom de områden som tilldelats mig från denna AES-omgång (2010–2014) – att programmet uppvisat många goda forskningsresultat. Sådant bör man slå vakt om. Det är också menar jag – i dessa tider när den rent disciplinära forskningen fått allt starkare roll inom akademien – angeläget att i framtiden säkra en omfattande tvärvetenskaplig kunskapsuppbyggnad (och kompetensförsörjning) inom energisektorn i vid mening. Inte minst gäller detta inför den stora energiomställning som stundar.

### 3.6 Övriga referenser nyttjade i syntesarbetet

Barnett, H. & Morse, C., 1963, *Scarcity and growth – the economics of natural resource availability*, Baltimore: John Hopkins U. P.

Bengtsson, J., m. fl., 2003, ”Reserves, Resilience and Dynamic Landscapes”, *Ambio*, Vol. 32, No. 6, 389–396

Brundtland, G. H., 1987, *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Nairobi: UNEP.

Figueres, C., Rockström, J., fl., 2017, “Three years to safeguard our climate”, *Nature*, Vol. 546, 29 juni, 593–595.

Hotelling, H., 1931, “The Economics of Exhaustible Resources”, *The Journal of Political Economy*, Vol. 39, No. 2, April.

Hughes, T. P., 1983, *Networks of Power – electrification in Western society, 1880–1930*, Baltimore: John Hopkins UP

IEA, 2017a, *Energy Technology Perspectives 2017*, Paris: OECD/IEA.

- IEA, 2017b, World Energy Outlook, Paris: OECD/IEA.
- Kemp, R., 1997, Environmental Policy and Technical Change – A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments, Cheltenham: Edward Elgar.
- Laestadius, S., 2018, Klimatet och omställningen, Stockholm: Borea bokförlag., under utg.
- Lenoir, T., 1997, Instituting Science – The Cultural Production of Scientific Disciplines, Stanford: Stanford UP
- Rockström, J. m. fl., 2009, ”Planetary Boundaries: exploring the safe operating space for humanity”, Ecology and Society, Sept.
- Salter, W. E., 1966, Productivity and Technical Change, Cambridge: Cambridge U. P.
- Simon, H., 1996, The Sciences of the Artificial, (3<sup>rd</sup> ed.), Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Soule, M. & Sanjayan, M., 1998, Conservation Targets: Do They Help? Science 279, s 2080
- Steffen, W., m. fl., 2015, ”Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet”, Scienceexpress, Jan. 15., 10.1126/Science, 1259855.
- Unruh, G.C., 2000, ” Understanding carbon lock-in”, Energy Policy, Vol. 28, No. 12, 817–830.
- Wilson, E., 2017, Half-Earth – Our Planet’s Fight for Life, New York/London: Liveright Publ. Corp.
- Wittrock, B. & Lindström, S., 1984, De stora programmens tid – forskning och energi i svensk politik, Stockholm: Förlaget Akademilitteratur.

## 4 Bilagor

### 4.1 Utlysningstext april 2010

Analysavdelningen  
Klaus Hammes / Paul Westin  
016-544 21 14 / 016-5442058  
klaus.hammes@energimyndigheten.se  
paul.westin@energimyndigheten.se

#### **Ansök till forskningsprogrammet Allmänna energisystemstudier (AES)**

Energiutvecklingsnämnden har beslutat att avsätta 60 miljoner kronor till den nya perioden av programmet Allmänna energisystemstudier (AES). Programperioden sträcker sig från 1 juli 2010 till 30 juni 2014. Programmet stödjer i första hand forskningsprojekt vid svenska universitet, högskolor och institut.

Projekt inom programmet förväntas kunna starta 1 oktober 2010.

Stödet kan utgöra maximalt 100 % av kostnaderna för forskningsprojektet, men Energimyndigheten ser gärna att projekten samfinansieras med andra aktörer såsom näringslivet och andra organisationer och forskningsfinansiärer för en stärkt avnämbarrelevans.

#### **AES – bakgrund**

AES-programmet har funnits i olika skepnader och under olika huvudmän sedan 1975. Efter 30 års verksamhet har programmet signifikant bidragit till att utveckla energisystemkunskandet i Sverige, men även bidragit internationellt, särskilt genom utveckling av energisystemmodeller.

De första programmen initierades alltså redan under mitten av 70-talet och drevs av Delegationen för energiforskning vars verksamhetsuppdrag redan då var att bevaka långsiktiga forskningsfrågor för att underlätta omställningen av energisystemet.

Sedan dess har ett AES-program genomförts med ungefär tre års mellanrum.

AES-programmen har haft samspelet mellan teknik och samhälle som utgångspunkt, med en betoning på samhällsliga styrningsproblem. Men även energisystemfrågorna har påverkats av förändrade omvärldsförutsättningar.

Den senaste programperioden löper under 2006–2010 med en budget på 12,5 mkr per helår. Forskningsresultat har delvis publicerats på Energimyndighetens hemsida. Resultat från fler projekt, som ännu inte avslutats, kommer att läggas ut när innevarande programperiod avslutas 2010–06–30.

Programmet har även utvärderats av SISTER.  
(Utvärderingen kan laddas hem från [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se))

#### ***Programmet***

Energimyndighetens syfte med programmet Allmänna energisystemstudier är att utveckla system- och helhetstänkandet i omställningen av energisystemet.

Syftet med programmet är också men inte enbart att förvalta och vidareutveckla energisystemforskningen som programmet byggt upp.

Mål för programmet Allmänna Energisystemstudier är att:

- Ta fram vetenskapligt underlag för en ändamålsenlig energipolitik som bättre integrerar energifrågorna i samhällsutvecklingen och tar hänsyn till att energipolitiken sedan länge inte längre bara är nationell angelägenhet.
- Utveckla redan aktiva energisystemforskmiljöer samt i ökad utsträckning bidra till utveckling av nya starka forskarmiljöer för forskning om energisystemet.
- Bidra till att utveckla de svenska energisystemforskarnas internationella kontaktnät i syfte att förstärka Sveriges roll inom den europeiska och nordiska energipolitiken men också att förstärka samarbetet inom Sverige över institutionsgränser och mellan universiteten.
- Utveckla metoder och modeller för såväl energisystemanalys som teknikvärdering av energi- och miljöteknik.
- Syntetisera och kommunicera svensk och internationell energisystemforskning.

Se vidare Programbeskrivningen som bifogas och även kan laddas ned från [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se).

### ***Projektens inriktning***

Programmet Allmänna energisystemstudier inriktas på två huvudområden:

1. Forskning om energipolitik och energipolitiska styrmedel, speciellt styrmedels kostnadseffektivitet och ändamålsenlighet. Genom avregleringen av energimarknaderna och införandet av marknadsbaserade styrmedel har behovet av forskning och kunskapsutveckling om energipolitiska styrmedel ökat. Det gäller särskilt att belysa behov och konsekvenser av styrmedel exempelvis för industrins konkurrenskraft och att skapa kunskap om enskilda styrmedels effekter, hur styrmedel samverkar och deras förmåga att bidra till att nå uppställda mål och långsiktig teknikutveckling. Bakgrunden är att avreglerade marknader i allmänhet kräver en indirekt styrning, men också en mer direkt tillsyn från statens sida. Därigenom ökar, snarare än minskar, behovet av en allsidig genomlysning av marknadernas utveckling och möjligheten att styra mot samhällets beslutade mål.
2. Forskning om energimarknaderna och energimarknadernas aktörer, samt teknikskiften. Genom internationaliseringen av energimarknaderna och strävan efter en inre marknad för energi inom EU ökar behovet av kunskap om energiföretagens agerande på energimarknaderna. Samtidigt behövs en ökad förståelse hur enskilda konsumenter agerar exempelvis i valet av energileverantörer. Genom ett ökat fokus på energieffektivisering inom alla användarsektorer uppstår behov av uppdaterad och förnyad kunskap om industrins och de enskilda konsumenternas attityder till och förmåga att ta till sig kunskap om energieffektiviseringsåtgärder. Ny (energi- och annan) teknik och teknikskiften, på både utbuds- och efterfrågesidan, kan också vara utgångspunkter för studier om energisystemet. Processer och konsekvenser (organisatoriska, sociala, mm.) av teknikskiften och innovationer är viktiga att belysa.

Inom ramen för dessa huvudområden är olika angreppssätt tänkbara, såsom utveckling av metoder som förbättrar förståelsen av energisystemet och framtidsbilder, framtagande av indikatorer för uppföljning av statens satsningar på energiforskning, utveckling och demonstration, studier om systemkritisk<sup>10</sup> forskning, vilket också innebär en inbjudan till olika perspektiv och olika vetenskapsområden/ämnen att intressera sig för inom energiområdet. Mot bakgrund av internationaliseringen och det allt större inflytandet av EU och andra internationella överenskommelser är det viktigt att svensk energipolitik och det svenska energisystemet belyses genom komparativa studier, både mellan länder, men också mellan sektorer. Genus- och generationsperspektiv är en självklar beståndsdel av analysmetodikerna.

Projekt inom programmet ska genomsyras av ett energisystemperspektiv helst med en blandning av vetenskapliga discipliner i en tvärvetenskaplig anda.

Mer information

För mer utförlig information om programmet, dess mål och inriktning, avgränsningar, hur bedömning av ansökningar går till och kontaktperson hänvisas till programbeskrivningen. Programbeskrivningen bifogas denna utlysning och kan laddas ned från [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

*Låter det intressant?*

Sista ansökningsdatum för denna omgång är 16 juni 2010.

Utformning av ansökan

*Övergripande*

Energimyndigheten prioriterar forskning som genomförs av internationellt konkurrenskraftiga forskargrupper och kommer att prioritera större projekt<sup>11</sup>. En mindre del av medlen kommer att avsättas för mindre projekt/planeringsbidrag som kan komma in med en större ansökan senare under programperioden om programmedel finns att tillgå.

Energimyndigheten kräver att ansökningar tydligt redogör för angränsande svensk och internationell forskning. Energimyndigheten ser positivt på samfinansiering med andra aktörer, särskilt näringslivet och andra organisationer, för en starkt avnämarrrelevans.

Energimyndigheten kräver en kommunikationsplan som redogör för varje projekts tilltänkta dialog med intressenter och resultatspridning, inte bara efter avslutat genomförande, utan under projektets gång. Resultatspridning avser i detta sammanhang inte bara publikation i vetenskapliga tidskrifter och inom ramen för vetenskapliga konferenser men också populärvetenskapliga föredrag och publikationer.

Energimyndigheten ser mycket positivt på samarbeten med andra svenska och internationellt ledande utländska forskargrupper. Energimyndigheten eftersträvar en ökad jämställdhet. Styrgrupper och programstyrelser bör så långt möjligt tillsättas med jämn könsfördelning.

---

<sup>10</sup> Systemkritisk forskning är sådan forskning som ifrågasätter hävdvunna uppfattningar om energisystemet

<sup>11</sup> Med större projektet avses projekt som avser **motsvarande** minst två seniora forskare och två doktorander

Energimyndigheten förutsätter att sökande också undersökt om det finns andra program (Energimyndighetens eller andra finansiärers) som bättre ligger i linje med den sökandes inriktning.

*Hur ska ansökan skrivas?*

Ansökan ska komma in genom e-kanalen på [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

Texten ska vara på svenska och skriven så att den som inte är insatt i ämnet har möjlighet att förstå vad projektet handlar om.

Den ifyllda ansökan bör kompletteras med bilagor med en mer utförlig beskrivning av projektet samt övrig relevant information, t.ex. projektledares CV.

Projektansökan ska innehålla följande information som underlag för beslut:

**Projekttitel:** kort ”projektbeskrivning”, max 10 ord, både på svenska och engelska.

**Uppgifter om sökande:** organisation, adress, telefon, fax, e-post, kontaktperson/ projektledare, organisationsnummer, post-/bankgironummer.

**Sammanfattning:** ska skrivas så att den i ämnet oinvidde förstår projektets innehåll och syfte, både på svenska och engelska

**Motivering:** Motivera projektet med utgångspunkt i nedanstående punkter och ange i förekommande fall kopplingen till resultat från tidigare genomförda projekt/förstudier.

- Projektets nyhetsvärde
- Hur bidrar projektet till att uppfylla programmets mål?
- Energirelevans
- Näringslivsrelevans
- Resultatnytta
- Förankring, hur är projektet förankrat i deltagande organisation/er
- Forskargruppens kvalitet, förmåga att genomföra projektet
- Miljörelevans, koppling till Sveriges miljö kvalitetsmål ([www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu))

*Bakgrund:*

- Beskrivning av vad som gjorts tidigare inom området både i Sverige och internationellt
- Är det ett nytt projekt eller fortsättning på ett tidigare?
- Vilka är resultaten av tidigare projekt/forskning?
- Beskrivning av de problem och möjligheter som finns inom området

**Mål och syfte med projektet:** Målformuleringen ska avse hela projektperioden och vara så utformad att graden av måluppfyllelse tydligt kan framgå i slutrapporten. Mål ska vara formulerade på sådant vis att de kan uppfyllas under projektets löptid.

- Projektets övergripande syfte.
- Tydliga och helst mätbara mål och delmål.

- Vilka frågor ska besvaras?
- Vilka resultat förväntas projektet leda till?

*Genomförande:*

- Beskrivning och motivering av angreppssätt, metoder och praktiskt upplägg. Metodiken för genomförande av projektet ska beskrivas koncist.
- Vilka samarbeten med andra aktörer planeras och hur ska samarbetet med dessa ske? Vad tillför samarbetet för mervärde till projektet?
- Kommer en referensgrupp att kopplas till projektet?
- När bedöms de olika delmålen i projektet kunna uppnås? När uppnås slutmålet i projektet?
- Hur förväntas projektet att bidra till uppbyggnad av energisystemkompetens?
- Projektets genomförbarhet – vilka risker och hinder kan förutses?

*Kostnads- och personalplan:*

- Samtliga kostnader specificeras och bryts ned på kalenderår.
- För projektet redovisas aktuella kostnadsposter (t ex personmånader, utrustning som krävs och övriga kostnader).
- För värdering av naturinsatser från företag gäller Energimyndighetens riktlinjer. Se blankett (3) Riktlinjer naturbidrag företag, som kan laddas hem från [www.stem.se](http://www.stem.se)
- Kostnaderna ska anges **exklusive moms**.

**Finansiering/samfinansiering:** Både den egna organisationens eventuella bidrag i projektet och övriga finansierings bidrag ska redovisas.

- Det ska tydligt framgå hur mycket medel som söks från Energimyndigheten.

**Tidplan:** start- och slutdatum för projektet. Projektet ska avslutas inom programperioden (dvs. senast 2014-06-30). Ta till god marginal, eftersom Energimyndighetens erfarenhet är att många projekt blir försenade pga. oförutsedda händelser, ledigheter hos doktorander, o dyl.

**Resultatspridning:** En kommunikationsplan för resultatspridning innehållande både planerade aktiviteter och ungefärliga tidpunkter, dvs. hur och i vilket skede kommer projektets resultat att spridas? Se även programbeskrivningen för en utförligare beskrivning av resultatspridningsaktiviteter.

*Underskrift:*

Underskrift ska ske av både behörig firmatecknare och projektledare. Behörig firmatecknare på högskola och universitet är vanligen prefekt.

**Ansökningsförfarande**

Ansökan ska vara Energimyndigheten tillhanda senast 18 juni 2010 genom e-kanalen på [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se) .



Hantering av ansökningar

Inkomna ansökningar lottas på ansvarig handläggare vid Energimyndigheten och granskas därefter av AES-rådet och av relevanta enheter inom Energimyndigheten.

Den ansvarige handläggaren bereder ärendet för beslut.

AES-rådets uppgift är att granska ansökningar utifrån programmets mål samt utifrån övriga kriterier från programbeskrivningen.

AES-rådet kan även lämna andra synpunkter på ansökningarna.

AES-rådet eftersträvar enighet i sina rekommendationer till Energimyndigheten.

Utöver ansökningars överensstämmelse med programmets mål och inriktning bedöms även:

- Tydlighet i forskningsfrågan
- Vetenskaplig kvalitet och relevans för energisektorn
- Forskargruppens ”track record” och övriga meritering, samt dess internationella kontaktnät
- Forskargruppens positionering och redogörelse för angränsande forskning i Sverige och internationellt
- Ansökans kommunikations- och resultatspridningsplan
- Balans mellan seniorforskarinsatser och doktorandinsatser

Kriterierna vägs samman i en helhetsbedömning som resulterar i ett förslag till beslut från ansvarig handläggare. Energimyndigheten fattar beslut om bifall eller avslag, som ej kan överklagas.

Energimyndigheten svarar för administration av program och projekt. Varje beviljat projekt får en ansvarig handläggare, men ibland också andra referenspersoner vid, eller utanför, Energimyndigheten.

Energimyndigheten eftersträvar en aktiv dialog med projektutförarna.

För ytterligare information, kontakta

Stf avdelningshetschef Paul Westin.

Telefon: 016-544 20 58

E-post: paul.westin@energimyndigheten.se

Handläggare Klaus Hammes

Telefon: 016-544 21 14

E-post: klaus.hammes@energimyndigheten.se

Administratör Lena Barrögård

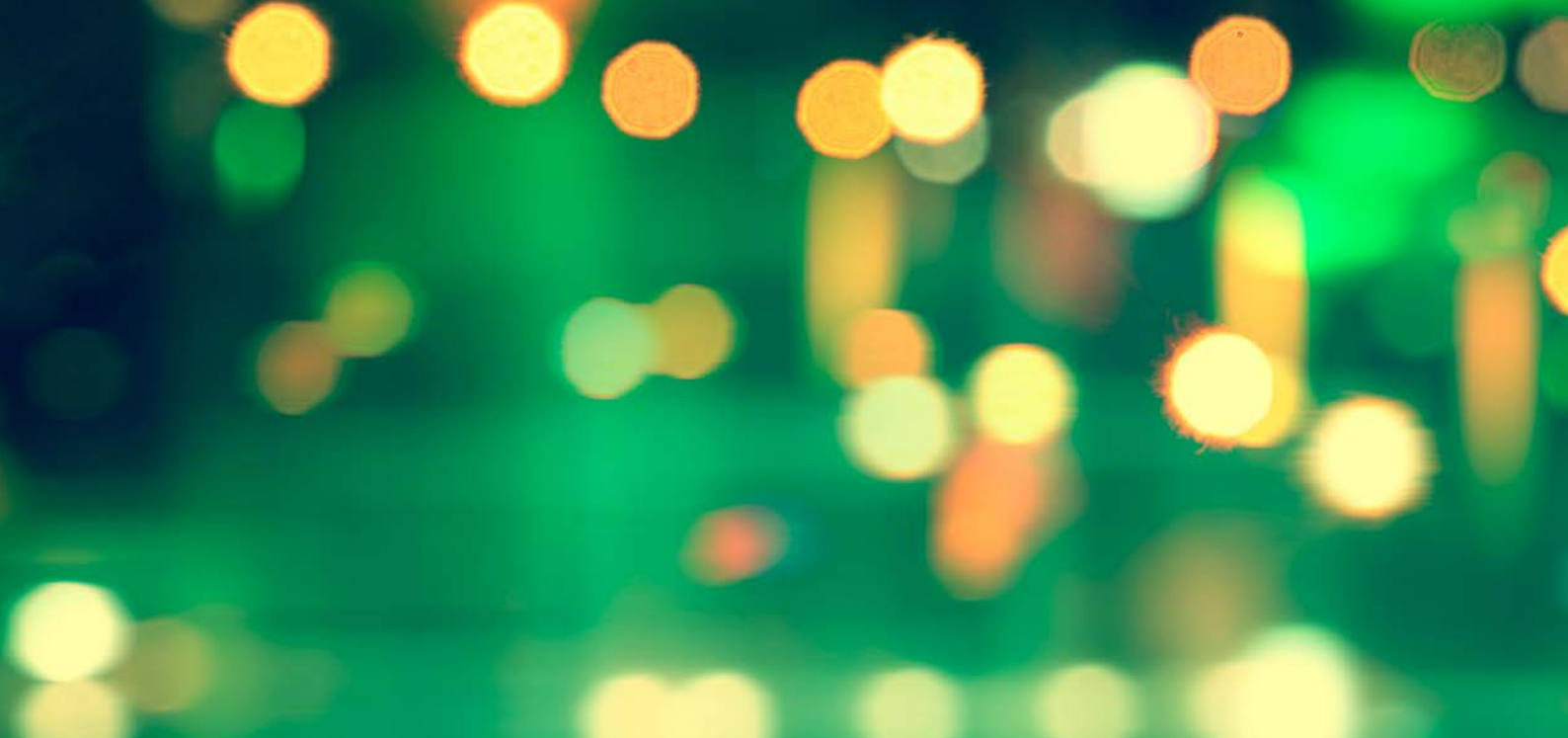
Telefon: 016-544 20 74

E-post: Lena.Barrögård@energimyndigheten.se

## 4.2 Lista över projekt

Med projektnummer är det möjligt att söka mer information på Energimyndighetens sajt under ”projekt-databas”.

Projekt-nummer	Projekttitel och projektledare	Belopp, kronor
33646-1	<i>Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten</i> Bengt Johansson, Försvarets forskningsinstitut	6 465 500
33685-1	<i>Nya investerare i förnybar elproduktion – motiv, investeringskriterier och policykonsekvenser</i> Anna Bergek, Linköpings universitet, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling	6 408 136
38254-1	<i>Energiomställning och regional utveckling</i> Patrik Söderholm, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknik, samhälle och ekonomi	398 000
33707-1	<i>Ökad konsumentmakt på den nordiska elmarknaden</i> Björn Karlsson, Mälardalens högskola, Akademin för hållbar samhälls- och teknikutveckling	5 504 195
37571-1	<i>Att hantera och påverka skillnaden mellan observerad och optimal energianvändning</i> Andrius Kazukauskas, Umeå universitet, Institutionen för nationalekonomi	1 302 900
32320-2	<i>Att främja miljövänligt beteende genom feedback: Energibesparing i hushållen</i> Andreas Nilsson, Göteborgs universitet, Psykologiska institutionen	2 282 596
35870-1	<i>Svenska vägar till systemlösningar för industrisektorn</i> Filip Johnsson, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för energi och miljö	558 000
33681-1	<i>Energi- och miljöpolitikens inverkan på hållbar utveckling och konkurrenskraft i svensk industri</i> Tommy Lundgren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi	6 318 117
30386-3	<i>Anpassning och konkurrenskraft i basindustrin: Analys av styrmedel och utvecklingsmöjligheter</i> Lars J Nilsson, Lunds universitet, Institutionen för teknik och samhälle	2 205 900
33706-1	<i>Energisystemsmodellering och kopplingar mellan olika modelleringsperspektiv</i> Erik Ahlgren, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för energi och miljö	2 000 000
35494-1	<i>Energisystemanalys av den svenska järn- och stålindustrin med TIMES</i> Anna Krook-Riekkola, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknik, samhälle och ekonomi	110 000
33691-1	<i>Juridiska verktyg för ekologiskt hållbara energisystem</i> Gabriel Michanek, Uppsala universitet, Juridiska institutionen	3 421 000
38062-1	<i>Energisystem i en resursknapp framtid</i> Lars Zetterberg, IVL Svenska miljöinstitutet AB, Business, development and market	400 000
37758-1	<i>Teknologipolitikens möjligheter: Gränslösa eller begränsade?</i> Rob Hart, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi	720 000
33684-1	<i>Styrmedel för en konkurrenskraftig grön ekonomi och etablering av ny energiteknik</i> Lena Neij, Lunds universitet, Internationella miljöinstitutet	9 070 448



## **Ett hållbart energisystem gynnar samhället**

Energimyndigheten har helhetsbilden över tillförsel och användning av energi i samhället. Vi arbetar för ett hållbart energisystem som är tryggt, konkurrenskraftigt och har låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat.

Det innebär att vi:

- tar fram och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter,
- ger utvecklingsstöd till förnybara energikällor, smarta elnät och framtidens fordon och bränslen,
- ger möjligheter till tillväxt för svenskt näringsliv genom att stödja förverkligandet av innovationer och nya affärsidéer,
- deltar i internationella samarbeten, bland annat för att nå klimatmålen,
- hanterar styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter,
- tar fram nationella analyser och prognoser, samt ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)