

Forskarskolan Program Energisystem

Kunskapsutveckling genom samverkan
mellan teknik- och samhällsvetenskap



Slutrapport



Forskarskolan Program Energisystem

Kunskapsutveckling genom samverkan
mellan teknik- och samhällsvetenskap



Slutrapport 2016

**Forskningssyntes för konsortiet
Lokala och regionala energisystem**



Arbetsnotat nr 55
ISSN 1403-8307

Sammanfattning

Forskarskolan Program Energisystem har med sina fem deltagande forskningsavdelningar från Chalmers tekniska högskola, Linköpings universitet, KTH och Uppsala universitet varit banbrytande inom tvärvetenskaplig energisystemforskning och dess tre konsortier har spelat en viktig roll för forskarskolans utveckling. Konsortierna är inriktade på byggnader i energisystem, industriella energisystem samt lokala och regionala energisystem. I varje konsortium har doktorander och seniorer från minst två av de deltagande avdelningarna bedrivit tvärvetenskaplig forskning.

I det lokala och regionala konsortiet har forskningsfrågorna kretsat kring aktörer och processer av betydelse för energisystemen i svenska kommuner, län och regioner. Inom konsortiet har frågeställningar om miljömässigt, socialt och ekonomiskt hållbara lokala och regionala energisystem bland annat studerats genom att analysera aktörers agerande och politiska processer inom de tekniska, ekonomiska och institutionella villkor som utgör begränsningar och möjligheter för energisystemen. En tydlig trend inom konsortiets forskning under forskarskolans arton år är att inriktningen gått i riktning från lokal till regional och från stationära till mobila energisystem. Den förskjutningen följer också den ökande betydelse som regioner i form av länsstyrelser har fått för samordningen av energi- och klimatplaneringen i Sverige under det senaste decenniet. Kommunerna har fortfarande en dominerande position genom den energirelaterade infrastruktur som de förfogar över men en förskjutning mot ett mer regionalt inflytande är tydlig.

Totalt har 26 doktors- och en licentiatexamen avlagts av konsortiets doktorander och dessa alumner är nu verksamma inom energirelaterade verksamheter i Sverige. Den främsta representationen finns inom myndigheter och akademier.

Förord

Det tar tid att utveckla och skapa effektiva former för tvärvetenskaplig forskning. Det krävs många möten, diskussioner, konflikter och misslyckanden för att lyckas utveckla förståelse för varandras metoder och perspektiv. Inom Program Energisystem har vi antagit den utmaningen och ser att detta är en mognadsprocess som främjar tvärvetenskaplig kunskapsbildning och leder till många nya frågeställningar och lösningar som är hållbara ur både tekniskt och samhälleligt perspektiv.

Detta är huvudrapporten i slutrapporteringen från Program Energisystem som består av fem delar:

- Huvudrapport
- Forskningssynes för konsortiet Byggnader i energisystem
- Forskningssynes för konsortiet Industriella energisystem
- Forskningssynes för konsortiet Lokala och regionala energisystem
- Publikationer från Program Energisystem

Till slutrapporteringen ska också läggas alla avhandlingar och artiklar, konferensbidrag, arbetsnotat mm som producerats under Program Energisystems 20-åriga liv.

I rapporterna beskriver vi det tvärvetenskapliga samarbetet i forskning och forskarutbildning, både om metoder och resultat. Det främsta resultatet av Program Energisystem är 81 examinerade doktorer och licentiater med unika energisystemkompetenser, men också den goda publiceringen och de nätverk som byggts.

Program Energisystem finansierades vid starten 1997 av Stiftelsen för Strategisk Forskning. Energimyndigheten har varit vår huvudfinansör från antagningen 2001 till och med den sista antagningen 2010, där doktorandantagningar genomförts i princip vartannat år. Linköpings universitet har bidragit ekonomiskt till programledningsfunktionen. Andra forskningsfinansörer, näringsliv, kommuner och organisationer har lämnat viktiga bidrag. Tack!

Vi hoppas att rapporterna ger dig som läsare en god bild av Program Energisystem och av vad vi åstadkommit – trevlig läsning!

Göteborg, Linköping, Stockholm och Uppsala i oktober 2016, då merparten av texten sammanställdes, med uppdateringar i april 2019.

<i>Per Alvfors</i>	Kungliga Tekniska Högskolan
<i>Kajsa Ellegård</i>	Linköpings universitet
<i>Simon Harvey</i>	Chalmers
<i>Magnus Karlsson</i>	Linköpings universitet
<i>Bahram Moshfegh</i>	Linköpings universitet
<i>Jenny Palm</i>	Linköpings universitet
<i>Mats Söderström</i>	Linköpings universitet
<i>Joakim Widén</i>	Uppsala universitet

Förord till Forskningssynes för konsortiet Lokala och regionala energisystem

Syftet med denna rapport är att ge en kortfattad översikt och synes av tvärvetenskapliga forskningsresultat från verksamheten i konsortiet. Det är en sammanställning av rapporter, avhandlingar och en licentiatuppsats författade inom forskarskolans lokala och regionala energisystem. Forskningen inom konsortiet har under alla år analyserat regionala och lokala nivåns nyckelroll i omställningen av energisystemen och hur energisystemen utvecklas i samspel mellan människor och teknik. Vilka delar av de lokala och regionala energisystemen som har studerats har varierat, men planering, fjärrvärme och transporter har varit i fokus.

Huvudförfattare av detta dokument har varit Stefan Grönkvist, KTH.

Vi vill rikta ett stort tack till Energimyndigheten som varit huvudfinansiär för konsortiets verksamhet och hoppas att du finner läsningen av denna rapport värdefull.

Stefan Grönkvist

Jenny Palm (konsortieledare)

Louise Ödlund (fd Trygg) (konsortieledare)

KTH

Linköpings universitet

Linköpings universitet

Innehåll

Inledning	1
Forskning inom det lokala och regionala konsortiet	3
Forskningssamarbeten	3
Perspektiv på den tvärvetenskapliga forskningen och dess utveckling	7
Tvärkursens roll inom Program Energisystem och i det lokala och regionala konsortiet	9
Avhandlingar inom det lokala och regionala konsortiet	17
Trender inom det lokala och regionala konsortiet och vägen framåt	33
Referenser	37
Avhandlingar	37
Tvärprojekt	39

Inledning

Program Energisystem bildades som en nationell tvärvetenskaplig forskarskola 1997. I forskarskolan ingår följande fem avdelningar från fyra universitet och högskolor:

- Energisystem, Linköpings universitet
- Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet
- Energiprocesser, KTH
- Värmeteknik och maskinlära vid Chalmers (ingår sedan 2016 i avdelningen för Energiteknik),
- Institutionen för teknikvetenskaper (Fasta tillståndets fysik), Uppsala universitet

Avdelningar har egna inriktningar på forskningen men inom forskarskolan sker ett kontinuerligt tvärvetenskapligt utbyte som breddar forskningsperspektiven. Forskarskolan finansierades från början av Stiftelsen för strategisk forskning men är sedan 2001 huvudsakligen finansierad av Energimyndigheten.

Det övergripande syftet med Program Energisystem är att utveckla mångsidig kunskap som gynnar skapandet av uthålliga och effektiva energisystem. En grundläggande tanke vid bildandet var att många av de problem som vi i Sverige och övriga världen står inför gällande framtida energiförsörjning behöver hanteras med en bredare syn än vad som ofta återfinns inom traditionell forskning. Energisystem bör betraktas, analyseras samt om- och utformas med hjälp av kunskaper från tekniska, ekonomiska och samhällsvetenskapliga områden och Program Energisystem har här en unik position genom att forskningen genomsyras av insikten om det väsentliga med en helhetssyn på energisystem. På grund av bredden inom de deltagande forskningsavdelningarna intar även Program Energisystem en särställning inom den svenska forskarutbildningen i stort.

Inom Program Energisystem finns en egen publikationsserie där vissa av doktorandernas större arbeten har publicerats. Publikationsserien har även använts av seniora forskare för utredande studier inom programmet, exempelvis för att beskriva och utvärdera hur programmets tvärvetenskapliga forskning bedrivs. Till och med mars 2015 har 51 rapporter publicerats inom serien.

Forskningen inom Program Energisystem bedrivs inom tre olika konsortier där varje konsortium har deltagare i form av doktorander och seniorer från minst två av programmets deltagande forskningsavdelningar. På så sätt ska-

pas förutsättningar för tvärvetenskapligt utbyte. Konsortiernas inriktningar är:

- Byggnader i energisystem
- Industriella energisystem
- Lokala och regionala energisystem

Forskning inom det lokala och regionala konsortiet

I Sverige och övriga världen spelar energisystem en avgörande roll gällande miljöpåverkan och det gäller inte minst människans påverkan på klimatet. I en omställning mot ett mer hållbart samhälle har aktörer och processer på den regionala och lokala nivån en nyckelroll. I Sverige tas exempelvis beslut om infrastruktur, innefattande energisystem, ofta på en lokal och, i viss mån, regional nivå. I lokala och regionala konsortiets forskning diskuteras och analyseras hur energisystemets komplexitet hanteras för att utforma och utveckla effektiva, mer socialt och miljömässigt uthålliga lokala och regionala energisystem. Exempel på övergripande frågeställningar med direkt anknytning till det lokala och regionala konsortiets forskningsområden är:

Hur kan lokala och regionala energisystem förändras i riktning mot ökad uthållighet? Vilka strategier och tekniker bidrar till att förändra lokala och regionala energisystem i riktning mot större effektivitet och uthållighet?

Inom konsortiet fokuserar vi på dessa frågeställningar på olika sätt, bland annat genom att analysera aktörers agerande, politiska processer samt tekniska, ekonomiska och institutionella villkor. Här blir det möjligt att utnyttja de deltagande forskningsavdelningarnas bredd gällande teknisk och samhällsvetenskaplig kunskap. Konsortiet består av professorer, seniorforskare och doktorander från avdelningarna för Energisystem och Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet samt avdelningen för Energi-processer vid KTH. Tidigare har även avdelningen för Värmeteknik och maskinlära vid Chalmers medverkat. Verksamheten har resulterat i 26 doktorsavhandlingar, en licentiatavhandling, elva tvärvetenskapliga rapporter (s.k. tvärprojekt), ett flertal vetenskapliga artiklar i internationella tidskrifter, samt fem rapporter inom Energimyndighetens program Uthållig kommun. I de följande avsnitten beskrivs ett antal forskningssamarbeten där det lokala och regionala konsortiet varit en part.

Forskningssamarbeten

Uthållig kommun

Vi har i Energimyndighetens program *Uthållig kommun* etapp 1 och 2 under åren 2003–2005 haft ett konsortie- och programövergripande projekt

och genomfört sociotekniska systemanalyser i kommunerna Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik.¹

Under 2003–2005 genomfördes tekniska och samhällsvetenskapliga analyser av energisystemen i de fem deltagande kommunerna. Studierna genomfördes av forskare inom lokala och regionala konsortiet. Utgångspunkten för dessa analyser var att energisystem bör betraktas som *sociotekniska system*, där all teknik är sammanvävd med sociala, politiska och institutionella faktorer som samspekar och som bidrar till att forma teknikens utveckling.

Bakgrunden till forskarnas insatser i programmet Uthållig kommun var att enbart tekniska analyser normalt inte räcker för att få till stånd lokala processer som leder till planering och genomförande av framtidens energi- och miljöarbete i kommunerna. Erfarenhet visar att många goda idéer om ”hur man borde göra” förblir skrivbordsprodukter – kunskapen finns men inget görs. Forskarnas arbete i programmet Uthållig kommun omfattade därför två typer av studier:

- Tekniska analyser av energitillförsel och energianvändning i kommunerna ur ett systemperspektiv (till exempel teknisk-ekonomiska optimeringar, scenarier för energitillförsel, analys av stöd- och produktionsprocesser i industrin samt tekniska möjligheter till energieffektivisering i byggnader).
- Lokala samhällsanalyser av förutsättningar och resurser i kommunerna, vilka inverkar på de organisatoriska möjligheterna att förverkliga olika tekniska åtgärder. Sådana förutsättningar och resurser är exempelvis kompetens och intressen hos berörda aktörer, befintliga samverkansformer samt kommunernas energistrategier och handlingsutrymme.

Erfarenheterna från detta arbete har varit väsentliga för både konsortiets och kommunernas kunskapsbyggande. Uthållig kommunprogrammet har, förutom en tvärvetenskaplig forskningsinriktning, även haft väl utvecklade former för diskussion kring preliminära forskningsresultat och återkoppling av forskningsresultaten till berörda lokala aktörer.

Samarbete mellan Söderköpings och Valdemarsviks kommuner och lokala och regionala konsortiet

Vi har i omgångar genomfört projekt tillsammans med Bo Andersson som är klimat- och energirådgivare i Söderköping och Valdemarsviks kommuner. Under 2004 genomförde Karin Westerberg från Tema T, Linköpings uni-

¹ Se ER 15:2004; ER 16:2004; ER 17:2004; ER 2005:28; ER 07:2006; ER 15:2006.

versitet och Maria Danestig från avdelningen för Energisystem, Linköpings universitet sitt tvärprojekt i Söderköpings kommun. Syftet med studien var att analysera lokala aktörers framtidsbilder av uppvärmningssystemet och utifrån dessa presentera lokalt förankrade scenarier. Scenarierna togs fram som diskussionsunderlag för aktörerna att använda i deras förändrings- och utvecklingsarbete. Bo Andersson var kontaktpersonen in i Söderköping. Han ombads 2009 att beskriva varför samarbetet med lokala och regionala konsortiets forskare varit betydelsefullt för kommunerna. Han menar att kommunen har svårt att göra dessa typer av systemanalyser där många aktörer blir involverade eftersom ”den kommunala organisationen har dränerats på, eller svårt att vara uppdaterade, på många områden där energi är en av dessa”. Han säger att det varit svårt att ”torgföra energifrågor” och få gehör för betydelsen att arbeta med dessa: ”Politiker har inte någon bild av hur energi- och klimatfrågor ska hanteras i det kommunalpolitiska arbetet. Därför kom inte frågan upp på dagordningen”.

När Karin Westerberg och Maria Danestig initierade deras fallstudie blev det därför en välbehövlig push för energifrågorna i kommunen. Han berättar att deras tvärprojekt blev ett sätt att ”samla politiker och tjänstemän, till ett seminarium med workshop”. Tvärprojektet avslutades med att aktörerna fick ”fundera en stund hur en framtida energiutveckling kunde se ut om tio år framåt i tiden. Vilka verktyg som finns att styra och hur medborgarna önskar se sin kommuns energiutveckling. Viktiga frågor att ta ställning till för att forma en hållbar energiutveckling i kommunen”.

Detta var diskussioner som kommunen inte haft innan tvärprojektet. Tvärprojektets scenarier var också ett konkret redskap för kommunen när de skulle arbeta vidare med dessa frågor. Bo Andersson menar att sådana här samarbeten är viktiga för kommuner och tillför nya idéer och tankar som lokalt inte skulle komma fram annars.

I ett efterföljande projekt har Jenny Palm tillsammans med Bo Andersson genomfört en enkätstudie i Valdemarsvik och Söderköping i syfte att analysera den kommunala energirådgivningens roll och genomslag. I detta projekt fanns dessutom ett nära samarbete med Linköpings kommun och energirådgivaren Inger Andersson. Detta forskningsprojekt innefattande bland annat att vi följde det kommunala projektet ”Energijakten” vilket involverade tio villaägare som skulle föra statistik över och i förlängningen reducera hushållens energianvändning.

Andra exempel på forskningssamarbete

Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, var associerat till forskarskolan, och i synnerhet till lokala och regionala konsortiet, 2009–2012. Vid

Energiutvecklingsnämndens beslut att bevilja forskarskolan fortsatt finansiering 2008 uttrycktes en önskan om förstärkning av forskarskolans seniora forsknings-, seminarie- och handledarkompetens inom transportområdet. Mot bakgrund av detta beviljades VTI finansiering för ett forskningsprojekt som bedrevs i nära samarbete med forskarskolan. Program energisystemalumnerna Robert Hrelja deltog aktivt i forskarskolans verksamhet och var biträdande handledare åt Malin Henriksson.

Konsortiet har genom Maria Saxe varit delaktig i det europeiska demonstrationsförsöket Clean Urban Transport for Europe (CUTE). Inom ramen för demonstrationsförsöket testades tre bränslecellsbussar i Stockholm vilka Maria var med och utvärderade driften av. Utvärderingen innefattade samarbete med både nationella och europeiska aktörer. Bland nationella aktörer kan nämnas Stockholm Stad som var projektledare för de svenska försöken, Busslink, som körde bussarna, samt Storstockholms Lokaltrafik. Bland de europeiska aktörerna var det främst Daimler Chrysler i Tyskland, leverantör av bussarna samt Hochbahn i Holland och SSB i Tyskland, vilka var ansvariga för andra delar av utvärderingen.

Martina Wikström har i sin forskning utvärderat elfordon i olika kommersiella fordonsflottor som på ett eller annat sätt kan påverkas av lokala policyåtgärder. Detta arbete har utförts i samarbete med både lokala och regionala aktörer. Ett exempel är ett omfattande fälttest av sex etanolhybridbussar från Scania där de under ett års tid trafikerade en reguljär linje. Det var dåvarande SL (Storstockholms lokaltrafik), idag Trafikförvaltningen på SLL (Stockholms läns landsting), som var projektägare. Ett annat projekt är en teknikupphandling av laddfordon, initierad och koordinerad av Stockholm Stad och Vattenfall. Inom ramen för detta projekt utvärderas omkring 300 laddfordon och deras förare. Även om upphandlingen är ett public-private partnership, körs de allra flesta fordonen inom kommunal verksamhet eller kommunala bolag.

I samband med sina studier av framväxten och nutida situationen för fjärrvärmesystemen i Stockholmsregionen har Dick Magnusson under sin doktorandtid haft täta kontakter med nutida, såsom Fortum och Svensk Fjärrvärme, och tidigare fjärrvärmeaktörer, Stoseb. Dessa kontakter var avgörande för genomförandet, vilket även var fallet under arbetet med tvärprojektet, tillsammans med Danica Djuric Ilic och Malin Henriksson. Efter disputationen har Dick Magnusson tillsammans med Jenny Palm medverkat i forskningsprojekt om hållbar utveckling och förorenade miljöer i samarbete med Valdemarsviks kommun. Ett annat exempel på ett samarbete där Dick Magnusson varit involverad är ett tvärvetenskapligt projekt rörande avgö-

rande faktorer som påverkar uppskalning av ett mer självförsörjande lokalt energisystem, finansierat av Tekniska Verken i Linköping.

Danica Djuric Ilic har under sin doktorandperiod haft samarbete med Svensk Fjärrvärme. Louise Trygg och Danica Djuric Ilic har tillsammans med Blekinge Tekniska Högskola studerat fjärrvärmens roll i framtida hållbart samhälle i projektet Hållbara städer i ett backcastingperspektiv. Danica Djuric Ilic har också tillsammans med Louise Trygg analyserat ökad användning av fjärrvärme inom industriella processer.

Ett forskningssamarbete har etablerats mellan det kommunalägda fastighetsbolaget Sankt Kors Fastighets AB i Linköping och det lokala och regionala konsortiet genom forskare på Tema T och Energisystem vid Linköpings universitet. Syftet med samarbetet är att utveckla stadsdelen Östra Valla i en hållbar riktning.

Perspektiv på den tvärvetenskapliga forskningen och dess utveckling

Det tvärvetenskapliga inslaget inom konsortiet har utvecklats. Tvärvetenskap existerar bara i relation till befintliga vetenskapliga discipliner och handlar i praktiken om att låna, eller i vissa fall integrera, olika metoder och/eller teorier från olika vetenskapliga områden. Den tvärvetenskapliga forskningen kräver en vilja att mötas och samarbeta och den ursprungliga existensen av en sådan vilja var det som skapade Program Energisystem. Processen fortsatte dock och från starten med ett antal forskare och forskningsavdelningar utan någon större erfarenhet inom området finns nu ett stort antal forskare och en för Sverige unik erfarenhet när det gäller att förstå och närma sig andra discipliner än den egna. Allt detta inom eller med ursprung i Program Energisystem.

Den forskning som bedrivs inom det lokala och regionala konsortiet, liksom hela programmets forskning, tar avstamp i den förståelse för att något så komplext som samhällsnyttiga energisystem måste skapas genom betraktelse utifrån flera perspektiv. Det synsättet är något som grundläggs och utvecklas under de obligatoriska kursmomenten under forskarutbildningens första år. Under utbildningen framhålls att tekniska, ekonomiska och sociala aspekter interagerar på ett sätt som gör att det inte blir meningsfullt att försöka studera dessa olika faktorer isolerat inom större energisystem. System av den här typen kallas inom forskning för sociotekniska system. Vad och hur energisystem påverkar och kan påverkas bör därför inte analyseras reduktionistiskt utan med den helhetssyn som förmedlas inom programmet. Tekno-ekonomiska faktorer sätter ofta yttre begränsningar på vad som är

möjligt att åstadkomma inom exempelvis ett kommunalt fjärrvärmesystem men vad som verkligen påverkar utvecklingen av systemet är aktörer och de beslutsprocesser, maktstrukturer, samt organisatoriska och institutionella villkor som aktörerna är en del av.

Programmets gemensamma kurser syftar till att ge nödvändiga grundkunskaper för att bedriva tvärvetenskapliga forskningsprojekt och kurserna har sedan starten av Program Energisystem utvecklats för att möta krav, behov och önskemål från doktorander med olika disciplinära utgångspunkter. Utvecklingen har i många fall gjorts genom återkoppling från tidigare doktoranders erfarenheter som tagits tillvara. Ett sådant exempel är att energisystem i baskursen studeras utifrån aspekterna användare, regler, teknik och politik/ekonomi. Koncept att studera energisystem utifrån dessa aspekter togs från början fram i en av programmets tvärprojekt och har därefter återkopplats till senare årskullar genom det gemensamma kurspaketet.

Metodutbytet har också utvecklats genom åren och det har gjorts på flera sätt. De första avhandlingarna var i sin utformning relativt lika avhandlingar från de olika deltagande avdelningarna medan det nu finns ett stort antal exempel på avhandlingar som inte följer de gängse ramarna. Det finns exempel på avhandlingar från tekniska avdelningar som innefattar intervjustudier och nationalekonomisk teori och där de studerade teknikerna sätts i ett samhälleligt sammanhang som helt är ett resultat av den tvärvetenskapliga skolningen. Samhällsvetare inom programmet har å andra sidan börjat skriva sammanläggningsavhandlingar, vilket är mycket ovanligt inom den forskningstraditionen; det innebär bland annat också att olika former av samarbeten med andra forskare nu är möjligt, vilket normalt sätt inte är faller inom samhällsvetenskapligt avhandlingsarbete. Förändringar som de ovan beskrivna har tagit tid, vilja och resurser att utveckla och genomföra men det har varit en förutsättning för ett alltmer tvärvetenskapligt inslag i avhandlingarna.

Erfarenheter inom Program Energisystem tillvaratas även för senare års doktorander genom att de seniorer som nu leder konsortiets arbete själva har varit doktorander inom Program Energisystem och därför har skolats tvärvetenskapligt. Eftersom Program Energisystem är pionjärer på tvärvetenskaplig energisystemforskning var möjligheten att hitta seniora energisystemforskare med tvärvetenskaplig bakgrund mycket begränsad till en början. De seniora forskare som nu leder konsortiets arbete kan därför bistå doktoranderna i deras projekt och bidra i analysen av hur regionala energi- och transportsystem kan integreras i syfte att skapa uthålliga systemlösningar på ett helt annat sätt än tidigare seniora resurser haft möjlighet att göra.

Den tvärvetenskapliga forskningen som pågår inom Program Energisystem är till stor nytta inom den akademiska världen där programmet bidrar till en ökad förståelse av vad som verkligen har betydelse i strävan mot att utveckla effektiva och uthålliga lokala och regionala energisystem. Framförallt ser vi dock att programmets forskning är en värdefull resurs för avnämare utanför den akademiska världen, såsom de energiföretag, myndigheter, kommuner och intresseorganisationer där flertalet av programmets doktorander har blivit eller kommer att bli anställda.

Tvårkursens roll inom Program Energisystem och i det lokala och regionala konsortiet

Den största kursen inom Program Energisystem är Tvärprojekt i energisystem (också kallad tvårkursen) som läses under det andra året av doktorandernas kursprogram. Tvårkursens upplägg är att två eller fler doktorander med olika bakgrund och forskningsinriktning gemensamt forskar i ett projekt där ett av resultaten är en gemensamt publicerad rapport. Tvårkursen genomförs sent i det gemensamma kursprogrammet och doktoranderna har därför redan fått möjligheter att sätta sig in i varandras forskningstraditioner. Den blir därför något av en examinationsuppgift för det tvärvetenskapliga upplägget inom Program Energisystem och en initiering till den egna tvärvetenskapliga forskningen.

Tvärprojektets syfte är att skapa förutsättningar för ett tvärvetenskapligt arbete, där flera doktorander arbetar sida vid sida kring en frågeställning, en artefakt, ett energisystem eller något annat som doktorander från olika discipliner kan studera tillsammans, men med olika vetenskapliga infallsvinklar. Genom detta angreppssätt skapas ett samarbetsforum som syftar till att både bredda kunskapen gentemot andra discipliner och fördjupa förståelsen av den egna problemställningen. Med en gemensam frågeställning som grund övas dessutom samarbetsförmågan med personer med olika bakgrund. Vanligen fungerar tvärprojektet även som avstamp för doktorandernas individuella forskning och möjliggör, samt underlättar, fortsatt samarbete mellan doktorander både inom och mellan discipliner. En fortsättning på tvårkursen är kursen Praktisk tvärvetenskap inom energiområdet, som utvecklades för D-08:orna och som har bidragit till fortsatta samarbeten och publikationer.

Tvärprojektens utveckling

Tvårkursen bedrivs till stor del inom ramarna för konsortierna även om vissa tvårkursprojekt varit konsortieöverskridande. Inom det lokala och regionala konsortiet har elva tvårkursrapporter publicerats mellan 1997 och 2011 och

fyra av dessa har varit konsortieöverskridande. En allmän trend rörande tvärprojekten är att de första huvudsakligen behandlade stationära energisystem (ofta fjärrvärme) medan transportsektorn sedan mitten av 00-talet tagit en allt större plats. Det är hittills tre av de genomförda tvärprojekten som har en tydlig inriktning mot transportsektorn. Eftersom det finns en koppling mellan den forskning som bedrivs inom ramarna för tvärkursen och de enskilda doktorandprojekten har även utvecklingen för de senare följt samma mönster gällande mer forskning om transportsektorn.

En annan utvecklingstrend inom det lokala och regionala konsortiet mellan 1997 och 2015 är att det regionala perspektivet fått ta en allt större plats. De första tvärprojekten hade ett tydligt kommunalt perspektiv, vilket bland annat beror på den centrala roll som kommunerna har haft för Sveriges energisystem sedan lång tid tillbaka. Det gäller bland annat utbyggnaden av fjärrvärmesystem i svenska kommuner och de kommunalägda fastigheter som varit en förutsättning för att fjärrvärme skall ha en naturlig och långsiktigt säker avsättning. Kommunerna har därför haft makten att förfoga över en viktig del av infrastrukturen för energi.

När det gäller planering av transporter har regionerna i form av landstingen en betydligt tydligare roll eftersom de bland annat ansvarar för kollektivtrafik. Transporter är något som redan från början bör ses som en regional fråga snarare än en lokal och att konsortiets forskning blivit mer inriktad mot transporter har därför bidragit till att forskningen blivit mer regional. Länsstyrelsernas ansvar för planering av energi- och energirelaterad verksamhet har också blivit tydligare under de senaste åren, vilket bidrar till att regioner kommer att bli mer betydelsefulla även när det gäller infrastruktur, se avsnittet om trender inom det lokala och regionala konsortiet och vägen framåt.

Sammanfattning av tvärkursrapporterna inom det lokala och regionala konsortiet

Nedan presenteras i korthet och i kronologisk ordning de tvärkursrapporter som hittills publicerats inom det lokala och regionala konsortiet. Flertalet av tvärprojekten har lett till sampublikationer i andra sammanhang än Program Energisystems publikationsserie.

Den första publicerade tvärkursrapporten i det lokala och regionala konsortiet, "Borlänges energisystem – påverkan och förändring" (1999) utarbetades av Per Gyberg, Jenny Palm, Jörgen Sjödin och Bertil Wahlund. I rapporten redovisades energi- och exergiflödeskartläggningar av Borlänge kommuns energisystem som till stor del påverkas av två tunga industrier, Kvarnsvedens pappersbruk och SSAB Tunnsplåt. Det dåvarande svenska energiskattesystemet och dess funktion som styrmedel i kraftvärme- och fjärrvärmesektorn

studerades och det innefattade beräkningar och resonemang kring hur tänkbara scenarier gällande utvecklingen för olika ekonomiska styrmedel påverkar energisystemet i Borlänge. Vidare analyserades vilket handlingsutrymme som finns för kommunen att realisera ambitioner för energisystemet gällande att exempelvis kunna agera på en konkurrensutsatt marknad eller att skapa ett mer hållbart energisystem. Författarna förde en diskussion om vilka resurser som finns samt om hur kunskap, normer och värderingar påverkar möjligheten att hantera befintliga och framtida energisystem. I Borlänge driver ofta kommunen förändringar av energisystemet via miljö- och energiprojekt. I slutsatserna symboliseras energisystemet i en tetraed där hörnen bestod av "Infrastrukturella förutsättningar", "Kunskap, normer och värderingar", "Relationer" och "Statliga styrmedel". Denna tetraed har därefter vidareutvecklats och använts för att illustrera vad som påverkar och begränsar energisystem inom andra kurser i Program Energisystem.

Tvärkursrapporten "Waste Incineration in Swedish Municipal Energy Systems: An Investigation of the System Consequences of Waste Quantities in Linköping and the Conditions for Conventional and Evaporative Hybrid Cycle Operation" (2001) av Michael Bartlett och Kristina Holmgren är ett exempel på ett samarbete mellan det lokala och regionala samt det industriella konsortiet. Författarna använde sopförbränningsanläggningen Gärstadsverken i Linköping som en fallstudie för olika alternativ gällande teknik som kan användas vid förbränning av avfall. Rapporten skrevs i ett skede när en viss förändring i lagsstiftningen gällande avfallshanteringen nyligen hade införts, den så kallade deponiskatten, medan en annan förändring var förestående, förbudet mot deponi av brännbart avfall. En märklig företeelse som föranleddes av det dåvarande energiskattesystemet uppmärksammades i rapporten, nämligen att det var mer ekonomiskt fördelaktigt att kyla bort värme från kraftproduktion än att använda värmen för fjärrvärmeproduktion.

Henrik Bohllins och Peter Sandbergs tvärkursrapport "Konflikt eller konsensus kring gemensamma resurspooler: En studie av fjärrvärmesystemen i Göteborg och Sundsvall" är ett annat exempel på ett samarbete mellan det lokala och regionala samt det industriella konsortiet under samma år. Här studerades utvecklingen av Göteborgs och Sundsvalls fjärrvärmesystem och hur möjligheter att tillvarata industriell spillvärme för fjärrvärmeproduktion har påverkat energisystemen i båda dessa städer. Tillvaratagandet av spillvärme för fjärrvärmeproduktion är ett tydligt exempel på en teknoekonomisk lösning som behöver studeras med ett bredare perspektiv, eftersom de stora hindren gällande utvecklingen inte sällan har med andra faktorer än teknik och ekonomi att göra. Det är också något som titeln i tvärkursrap-

porten åsyftade. Bakgrunden till studien har varit att studera kommunala och industriella aktörer under perioden 1975 till 2000 då staten har präglats av olika målsättningar gällande samhällets energiförsörjning. Sedan mitten av 1970-talet var målsättningen att minska oljeberoendet medan statens agerande under 1980-talets början präglades av en allmän medvetenhet om kärnkraftens risker. Den nationella energipolitiken under 1990-talet präglades till stor del av ett ökat fokus på miljö- och klimatfrågor. Författarna uppfattade en konvergens gällande de kommunala och industriella aktörernas syn på affärer och miljöfrågor under perioden 1975 till 2000 i de studerade kommunerna.

Utvecklingen av avfallsbaserad kraftvärme och kopplingen till att bygga ut fjärrkyla respektive absorptionskyla i kommunerna Borås och Skövde studerades av Marcus Eriksson, Robert Hrelja, Susanne Lindmark och Louise Trygg i "Förändrade randvillkor för kommunala energisystem – påverkan och effekter" (2003). Både förutsättningarna för hur avfallsbaserad kraftvärme påverkas av samarbeten mellan kommunerna och industrier och ett mer enhetligt europeiskt elpris samt för hur fjärrkyla respektive absorptionskyla påverkas av kraftvärmeproduktionen undersöktes med tekno-ekonomisk modellering. Utfallet av modelleringen kompletterades med en analys av olika former av randvillkor som påverkat kommunernas energisystem och förändringen av dessa randvillkor. Exempel på randvillkor som har haft påverkan på förutsättningarna för avfallsbaserad kraftvärme är synen på dioxinutsläpp vid förbränning av avfall, tillämpningar av miljöbalken och deponiförbudet för brännbart avfall som infördes i Sverige 2002. Författarna granskade också hur lokala och nationella aktörer har påverkat olika randvillkor av betydelse för avfallsbaserad kraftvärme.

Ett tvärkursprojekt som fokuserade på enskilda aktörers egna bilder av hur vi skall värma våra hus idag och i framtiden var Maria Danestigs och Karin Westerbergs "Att förändra ett uppvärmningssystem: bilder av framtidens uppvärmningssystem i Söderköping" (2005). Ett antal lokala aktörer djupintervjuades och frågor som ställdes handlade om tolkningar av tidigare förändringar, egna bilder om framtida lösningar och förhoppningar och farhågor gällande framtidens uppvärmningssystem. Utifrån intervjumaterialet togs tre scenarier, som i rapporten kallas centraliserade biobränslesystem, värmepumpskommunen och den decentraliserade självhushållningen, fram. I rapporten uttrycktes viss förhoppning om att scenarierna skall kunna tydliggöra olika aktörers bilder av framtidens uppvärmningssystem för byggnader i Söderköping och på så sätt kunna användas för att överbrygga konflikter kring dessa system.

Maria Saxes och Martin Hultmans tvärkursrapport ”Full gas mot en renare miljö? – om hur bränsleceller framställs av media och experter i Sverige” (2005) var den första som inom det lokala och regionala konsortiet gjorde ett avsteg från inriktningen mot kommunala stationära energisystem. I projektet studerades hur bränsleceller beskrivs av massmedia och av aktörer med anknytning till bränsleceller, exempelvis forskare, näringslivsrepresentanter och myndighetspersoner. Undersökningen visar att bränsleceller ända sedan 1960-talet i stort beskrivs positivt och som framtidens effektiva och miljövänliga teknik. Det är också tydligt att bara vissa delar av tekniken lyfts fram i olika sammanhang, bland annat att det endast kommer vatten från avgasröret i samband med fordon och bränslecellers höga prestanda i samband med stationära tillämpningar, mobiltelefoner eller bärbara datorer. En helhetssyn som exempelvis även diskuterar hur bränslet produceras utelämnas normalt i beskrivningarna. Ambition med tvärkursrapporten har varit att bredda diskussionen om bränsleceller genom ett mer systemorienterat synsätt. Maria Saxe och Martin Hultman beskrev erfarenheterna kring att arbeta tillsammans med olika disciplinär bakgrund i ett kapitel i en bok om den tvärvetenskapliga forskningen inom Program Energisystem².

Svenska satsningar på biodrivmedel och motiven för det studerades och diskuterades av Magdalena Fallde, Mimmi Flink, Erik Lindfeldt, Karin Pettersson och Elisabeth Wetterlund i den konsortieöverskridande tvärkursrapporten ”Bakom drivmedelstanken – Perspektiv på svenska biodrivmedelsatsningar” (2007). Ett nationellt, ett lokalt och ett tekniskt perspektiv studerades. För att få en bild av olika motiv för nationella satsningar på biodrivmedel studerades statliga dokument mellan 1990 och 2006 och det framkom att viktiga argument för satsningar på biodrivmedel härrör till kategorierna jordbrukspolitik, försörjningstrygghet och klimatnytta. Ett lokalt perspektiv studerades genom att aktörer som varit drivande i processen för Linköpings övergång till biogasdrift för tätortsbussarna granskades. Biogas blev för aktörerna, representerade av det kommunala energibolaget och de kommunala och regionala transportbolagen, en lösning som passade alla parter trots olika intressen. Huvudfokus har varit inriktat mot transport, energi, eller miljö beroende på aktören. I studien av svenska satsningar på biodrivmedel ur ett tekniskt perspektiv beskrevs och jämfördes tre stora utvecklingsprojekt: celluloasetanolanläggningen i Örnsköldsvik, förgasningsanläggningen i Värnamo och svartlutsförgasningsanläggningen i Piteå. Här problematiserades olika former av värdering av klimat- och

² Martin Hultman och Maria Saxe, Teknikstudier på tvären - Ett exempel, Publicerad i: Att forska på tvären - erfarenheter från 10 år av tvärvetenskap inom forskarskolan Program Energisystem. Arbetsnotat Nr. 39, oktober 2007, ISSN 1403-8307 Red. Jenny Palm and Magnus Karlsson.

försörjningstrygghetsnytta samt energi-, resurs- och kostnadseffektivitet. Författarna lyfte fram problem med olika systemavgränsningar och visade hur olika antaganden om hur systemen påverkar omgivningen inverkar på resultatet av värderingar.

Tvärkursrapporten ”Det stora i det lilla och det lilla i det stora – Politik och teknik i omställningen av energisystemet” (2007) var ett konsortieöverskridande arbete av Ann-Sofie Kall i det lokala och regionala konsortiet och Joakim Widén i byggnadens konsortium. Som rapportens titel antyder belystes omställningen av Sveriges energisystem mot mer förnybar energi utifrån två perspektiv. Dels belyses den nationella politiken, vilket utgjorde det stora perspektivet, dels modellerades elanvändning i hushåll för att bland annat studera småskalig hushållsbaserad elproduktion, vilket utgjorde det lilla perspektivet. Det empiriska materialet för det nationella perspektivet utgjordes huvudsakligen av tre statliga utredningar från åren 1984, 1995 och 2003. I rapporten vävdes de två perspektiven samman genom att tekniska möjligheter för att åstadkomma småskalig elproduktion baserad på förnybara källor diskuterades tillsammans med politiska målsättningar om en omställning mot ett nationellt energisystem baserat på förnybar energi.

Danica Djuric Ilic, Malin Henriksson och Dick Magnusson studerade i tvärkursrapporten ”Stockholms fjärrvärmenät idag och imorgon – en tvärvetenskaplig studie av ett regionalt energisystem” (2009) olika framtida utvecklingsmöjligheter för fjärrvärmenäten i Stockholm. Det undersöktes dels genom modellering av olika scenarier i optimeringsprogrammet MODEST och dels genom intervjuer med kommuner, energibolag, intresse- och branschorganisationer samt regionala aktörer som Regionplane- och trafikkontoret och Kommunförbundet Stockholms län. Studien visar att Stockholms fjärrvärmenät redan när rapporten utarbetades var väl sammankopplade och att vinsterna med ytterligare sammankoppling inte är så stora. Däremot kunde det vara lönsamt med ytterligare satsningar på kraftvärme, både biobränsle- och naturgasbaserad. Intervjuerna med olika parter visade att det inte finns någon enhetlig syn på utveckling och energiplanering gällande Stockholmregionens fjärrvärmenät och att skiljelinjen inte enbart gick mellan kommuner och energibolag utan också mellan olika energibolag. Generellt gällde emellertid att både energibolag och kommuner var positivt inställda till fjärrvärme som teknik. I rapporten lyftes flera osäkerheter som påverkar utvecklingen för fjärrvärme fram. En generell minskning av värmelaster på grund av ett varmare klimat och energieffektiviseringar på bostads- sidan var en reell osäkerhet och konkurrensen med värmepumpar en annan. När rapporten skrevs var även den så kallade tredjepartsutredningen i på

gång, vilket också bidrar till osäkerheter gällande utvecklingen av fjärrvärme i Stockholm.

Ett konsortieöverskridande tvärprojekt där det lokala och regionala konsortiet har representerats av Julia Schwabecker från det lokala och regionala konsortiet men som också haft ett tydligt industriellt perspektiv är ”Pathways for Increased Use and Refining of Biomass in Swedish Energy-intensive Industry – Changes in a socio-technical system” (2009) och övriga författarna är Daniella Johansson, Maria Johansson, Kersti Karltorp och Hanna Ljungstedt – samtliga från det industriella konsortiet. Som titeln antyder studeras dels olika tekniker att omvandla biomassa i olika industrigrenar, dels möjligheten att öka andelen biomassa som råvara i dessa industrier samt de klimatrelaterade regelverk som påverkar denna användning. De studerade industrigrenarna är massa-, stål- och raffinaderiindustri. Möjligheterna att utnyttja olika tekniker för biomassaförädling inom industrierna skiljer sig åt, men studien visar också på likheter mellan industrigrenarna. Ett gemensamt drag är att de troligaste tekniska alternativen för användning av biomassa hittas nära kärnverksamheten. Det vill säga det är när tekniker länkas till dagens produktionslinor som teknikerna blir mest intressanta för industrierna. Flest möjligheter finns inom massaindustrin men i studien dras slutsatsen att den troligaste användningen av nya tekniker för omvandling av biomassa kommer att vara för att effektivisera den befintliga massaproduktionen och kopplat till detta öka tillverkningen av olika produkter inklusive energirelaterade produkter och att exportera värmeöverskotten. För stålindustrin är det främst användningen av träkol som substitut för koks i masugnar som anges som ett tänkbart alternativ medan det för raffinaderier finns flera möjligheter att ersätta fossil råvara med bioråvara för produktion av flytande drivmedel. För stålindustrin och raffinaderiindustrin är energiflödena så stora att begränsningen av mängden tillgänglig biomassa skulle bli ett problem vid en storskalig övergång. En slutsats är dock att EU:s klimatrelaterade styrmedel inte räcker till för att påverka ett teknikskifte till förmån för biomassa i någon större utsträckning och de intervjuade industriaktörerna tror inte att andelen biomassa kommer att öka signifikant inom dessa industrigrenar fram till år 2050.

Den senaste i raden av tvärkursrapporter inom det lokala och regionala konsortiet heter ”Pathways to a renewable road transport system in Stockholm 2030” (2011) och utarbetades av Linnea Hjalmarsson, Mårten Larsson, Linda Olsson och Martina Wikström. I studien utreddes möjligheterna att skapa ett vägtransportsystem helt byggt på förnybar energi i Stockholm fram till år 2030 utifrån tre perspektiv: teknik, privatekonomi och regional planering. Analysen visade att tekniken för att helt övergå till förnybar energi för

vägtransporter i Stockholmsregionen kan komma att finnas tillgänglig och att en blandning av olika tekniker troligen skulle vara det mest fördelaktiga. Vissa typer av incitament skulle kunna bidra till att privatpersoner övergår till fordon som drivs med förnybara bränslen eller elektricitet. I rapporten påpekades det att den huvudsakliga utmaningen för att nå målet om ett vägtransportsystem baserat på förnybar energi i Stockholm fram till 2030 ligger i att planera och koordinera utvecklingen på regional nivå.

Avhandlingar inom det lokala och regionala konsortiet

Vissa trender som gäller tvärkursens utveckling inom det lokala och regionala konsortiet går även att skönja i de avhandlingar som hittills publicerats inom konsortiet. Det gäller trenderna att transportsektorn fått ta en allt större plats i förhållande till den stationära energisektorn och att regioner blivit alltmer i fokus i förhållande till kommuner. Trenderna gäller dock med ett visst eftersläp eftersom avhandlingarna publiceras ett antal år efter tvärkursrapporterna. Utvecklingen gäller dock inte generellt eftersom tvärkursens inflytande på olika avhandlingar varierar påtagligt. Nedan följer sammanfattningar i kronologisk ordning av de avhandlingar som publicerats inom det lokala och regionala konsortiet.

Michael Bartlett, D-99

Michael Bartlett (2002), Developing Humidified Gas Turbine Cycles. Energi-processer, Kungliga Tekniska Högskolan.

I Michael Bartletts avhandling studerades så kallade evaporativa gasturbin-cykler (EvGT). I dessa utnyttjas avgasvärme för att värme och förångat trycksatt vatten innan det blandas med komprimerad luft i en gasturbincykel. På så sätt kan värme i gasturbinens avgaser utnyttjas för att öka massflödet genom turbinen utan att kompressorarbetet ökar, varvid en högre elverkningsgrad blir möjlig. Den närmast konkurrerande kommersiellt spridda tekniken, gaskombicykeln, är mer tekniskt komplicerad och hade högre specifika investeringskostnader samt genererade en högre elproduktionskostnad än EvGT enligt de beräkningar som gjordes i avhandlingen. De uppfuktade gasturbinavgaserna får en daggpunkt som gör att de väl lämpar sig för fjärrvärmeproduktion och i denna tillämpning blir kostnadsfördelarna än mer uttalade i förhållande till konkurrerande gaskombicykler.

Jörgen Sjödin, D-97

Jörgen Sjödin (2003), Swedish District Heating and a Harmonised European Energy Market – Means to Reduce Global Carbon Emission. Energisystem, Linköpings universitet, 2003

Vissa möjligheter att minska utsläppen av koldioxid på en avreglerade europeisk elmarknad studerades i Jörgen Sjödens avhandling och i det arbetet identifierades även ett antal energimarknadsrelaterade systemfel. Med systemfel avses t.ex. prissättning av fjärrvärme som inte är baserad på produ-

centens marginalkostnader, utan istället på konsumentens betalningsförmåga. Sjödin visade hur kraftvärme i Sverige kan vara ett sätt att minska de globala emissionerna av koldioxid och även hur fjärrvärme kan bidra till att förbättra resurshushållningen.

Under förutsättningen att förbränning av biomassa inte genererar något nettobidrag av koldioxid till atmosfären kan biobränslebaserad kraftvärme minska nettoutsläppen av koldioxid genom att den ersätter annan kraftproduktion, argumenterade Sjödin.

Bertil Wahlund, D-97

Bertil Wahlund (2003), Rational bioenergy utilisation in energy systems and impacts on CO2 emissions. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

Bertil Wahlund analyserade i sin avhandling möjligheterna för Sverige att ytterligare minska utsläppen av koldioxid från energisystemet genom rationell användning av träbränsle. Genom att systematiskt undersöka egenskaper, beräkna koldioxidreduktion och bränseleffektivitet för olika kraftvärmearläggningar kunde jämförelser mellan dessa och andra alternativ göras. Wahlund visade att biobränslebaserad energiomvandling har konkurrensfördelar då det gäller elproduktionskostnad och effektivitet jämfört med fossilbaserad energiomvandling med koldioxidinfångning. Vidare studerades och jämfördes flera olika alternativ för bränsleförädling. Här visade Wahlund att alternativet att ersätta kol med träbränslepellet framstod som mest kostnadseffektivt och gav störst koldioxidminskning per enhet biobränsle. Biobränslebaserade motorbränslen hade hög kostnad och gav ungefär hälften så stor koldioxidreduktion som ersättning av kol med träbränslepellet.

Per Gyberg, D-97

Per Gyberg (2003), Energi som kunskapsområde – om praktik och diskurser i skolan. Linköping Studies in Arts and Science, nr 277, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

I sin avhandling analyserade Per Gyberg hur kunskapsområdet energi behandlades i skolan. Energi ingår som en del i kursplanerna för olika ämnen i grundskolan och gymnasium. Det visade sig också finnas betydande särintressen utanför skolan som via till exempel gratismaterial eller Internet ville påverka hur energi behandlades i undervisningen. I avhandlingen ses skolan som en praktik där dessa olika intressen möts och där skolan ger vissa specifika förutsättningar för vilka betydelser som skapas kring energi. Av-

handlingen byggde på material från åk 9 och gymnasieskolans samhällsvetarprogram och naturvetarprogram. Gyberg identifierade ett antal diskurser inom vilka energi som kunskapsområde tog form. Den mest dominerande diskursen definierade energi som ett tillförselproblem. Men även andra diskurser inom vilka mer civilisationskritiska tankegångar ryms identifierades. I analysen visades dock att dessa yttringar inte fick stöd som giltig kunskap i skolan som praktik, utan kunde sägas leva på nåder i sammanhang där dominerande diskurser inte hotades.

Jenny Palm, D-97

Jenny Palm (2004), Makten över energin – policyprocesser i två kommuner 1977–2001. Linköping Studies in Arts and Science, nr 289, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Hur kommunala aktörer i Linköping och Norrköping utövade makt i beslutsprocesser kring två kommunala energisystem analyserades i Jenny Palms avhandling. I kommunerna var energisystemet uppdelat i tre olika områden som styrdes av olika policyer och delvis engagerade olika aktörer. Energisystemen var uppdelade i tre från varandra relativt fristående och oberoende policyområden, där ett policyområde hanterade energitillförseln, ett område energihushållning och ett område hanterade miljöfrågor och var kopplade till Agenda 21 och dess visioner om ett ekologiskt uthålligt energisystem. De tre policyområdena hanterades ofta var och en för sig eftersom de var organisatoriskt åtskilda, byggde på olika kunskapsbaser, hade delvis olika målsättningar och olika tidsperspektiv, samt hade olika systemgränser och olika visioner om energisystemets inriktning. Den dominerande policyn i båda kommunerna var tillförselpolicyn vilket bland annat syntes genom att tillförselmål även realiserades vilket ofta inte var fallet för Agenda 21:s mål och hushållningsmål. En förklaring till tillförselpolicyns starka position i kommunerna var aktiva företrädare för de kommunägda företagen som ofta lyckades mobilisera andra aktörers stöd för sina intressen.

Henrik Bohlin, D-99

Henrik Bohlin (2004), Att välja energisystem – Processer, aktörer och samverkan i Helsingborg och Gävle 1945–1983. Linköping Studies in Arts and Science, nr 289, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Henrik Bohlin genomförde en historisk studie av kommunal och industriell samverkan i Helsingborg och Gävle under åren 1945–1983. Ett antal svenska kommuner fick efter 1945 nya roller och hanterade en rad komplexa kontakter och konkurrerande försörjningsalternativ. Några kommunala företrädare

i Helsingborg och Gävle bestämde sig tidigt för att försöka etablera kraftvärme i konflikt med andra aktörer på både lokala och nationell nivå. Först 1983 invigdes efter många diskussioner och förhandlingar ett kraftvärmeverk i Helsingborg. I Gävle byggdes inget kommunalt kraftvärmeverk, kommunen förlitade sig istället på separata kraft- och värmeleveranser. Bohlin beskrev och analyserade i sin avhandling förloppen när Helsingborg och Gävle valde energisystem.

Susanne Lindmark, D-01

Susanne Lindmark (2005), The Role of Absorption Cooling for Reaching Sustainable Energy Systems, Energiprocesser. Kungliga Tekniska Högskolan, (licentiatahandling).

Lindmark analyserade i sin avhandling absorptionskylans påverkan och effekter på två olika typer av energisystem. De energisystem som studerats är dels fjärrvärmesystem där värmen genereras med avfall och bibränsle samt mindre närvärmesystem där värmen erhålls från naturgasdrivna gasmotorer. Resultaten visade att absorptionskyla kunde öka lönsamheten samt minska de globala utsläppen av koldioxid i system med kraftvärmeproduktion där spillvärmens kan betraktas som gratis. Exempel på detta är system där avfall och bibränsle används för kraftvärmeproduktion. Lindmark visade att lönsamheten i system med bibränsle är beroende av att priset på elcertifikat inte sjunker. Lindmark visade även att i samtliga undersökta system kunde koldioxidfri elproduktion ökas tack vare att absorptionskyla dels ökar värmeunderlaget för kraftvärmeproduktion dels möjliggör elbesparingar då inte konventionell kylteknik används. I de studier som ingick i Lindmarks avhandling var dock de lönsammast alternativet i de flesta fall en kombination av absorptionskyla och kompressordriven kyla, där absorptionskyla står för basproduktion av kylan.

Maria Alm, D-97

Maria Alm (2006), Nationell kraft och lokal motkraft – En diskursanalys av konflikten kring SwePol Link. Linköping Studies in Arts and Science, nr 354. Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Maria Alm analyserade i sin avhandling SwePol Links konfliktfyllda beslutsprocess (1996–2000). SwePol Link är en likströmslänk som transporterar el mellan Sverige och Polen sedan år 2000. Syftet var att tydliggöra de sammanhang där olika aktörers synsätt stått i konflikt med varandra genom att visa hur aktörer agerat och argumenterat för att påverka processen till sin egen fördel. Studien visar hur aktörer agerat för att påverka processen till sin

egen fördel genom enrolleringar av resurser av olika slag. Det visade sig exempelvis att vetenskapliga och juridiska argument och förankring var viktiga för både förespråkare och kritiker under processens gång. Dessutom visade studien hur konflikten efter hand fördjupades då aktörernas misstro mot varandra eskalerade, detta tog sig bland annat uttryck i misstänkliggöranden och ifrågasättanden mellan förespråkare och kritiker. Blekinge Läns Tidning var en viktig aktör i processen och studien visade hur tidningen verkade förstärkande i den konflikt som utvecklades mellan lokala önskemål och nationella krav. En konflikt rörde vad ett hållbart energisystem innebar, där ett centralt systembyggarmönster mötte ett perifert systemkritikermönster och båda utsagorna var uppbyggda med miljöargument.

Robert Hrelja, D-01

Robert Hrelja (2006), I hettan från ångpannan – Vetenskap och politik i konflikter om tekniska anläggningar. Linköping Studies in Arts and Science, nr 371, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Skövde har under 1980- respektive 2000-talet varit arena för två stora konflikter om avfallsförbränningsanläggningar, anläggningar som skulle kunna medföra betydande miljö- och hälsorisker. Robert Hrelja har studerat dessa konflikter i syfte att beskriva och förklara hur aktörer agerar och vilka strategier de använder under miljökonflikter som avgör existensen och utformningen av storskaliga tekniska anläggningar. Hrelja analyserade olika aktörers resurser, förhandlingar, interaktion och tolkningar i planerings- och beslutsprocesser. Teoretiskt användes ANT – Actor-network theory, som är en teori om hur aktörer handlar och påverkar varandra. De två konflikterna resulterade i olika utfall och aktörer har använt olika tekniska, politiska, juridiska och kunskapsmässiga omständigheter för att nå sina mål. I studien lades argument fram för att vetenskaplig fakta och teknik förhandlas fram och att aktörer aktivt konstruerar vetenskapliga fakta och teknik under miljökonflikter.

Louise Trygg, D-01

Louise Trygg (2006), Swedish Industrial and Energy Supply Measures in a European System Perspective. Energisystem, Linköpings universitet.

I sin avhandling argumenterade Louise Trygg för att en gemensam elmarknad inom Europa sannolikt kommer att leda till en utjämning av elpriserna, vilket skulle innebära högre och dygnsvarierade elpriser för svenska konsumenter. Trygg studerade samspelet mellan användare och producenter och analyserade vilka åtgärder som skulle kunna bli lönsamma för svenska

industrier och energibolag på en avreglerad europeisk elmarknad med högre elpriser. Avhandlingen visade hur ca 30 små och medelstora industrier i olika kommuner skulle kunna minska sin elanvändning med ca 50 %. Avhandlingen visar även hur åtgärder som förändrad energianvändning, samarbete om värme, investering i avfallsbaserad kraftvärme samt investering i absorptionskylmaskiner är åtgärder som både kan leda till minskade systemkostnader och möjligheter att kraftigt sänka de globala emissionerna av koldioxid. Med högre europeiska elpriser skulle de ekonomiska och miljömässiga vinsterna bli ännu större enligt Trygg.

Kristina Holmgren, D-99

Kristina Holmgren (2006), A system perspective on district heating and waste incineration. Energisystem, Linköpings universitet.

Vilka effekter en ökad användning av avfall som bränsle i fjärrvärmesystem får på ekonomi och miljö, främst koldioxid, studerades av Kristina Holmgren. I avhandlingen analyserades kopplingen mellan avfallshantering och energisystemet samt hur olika politiska styrmedel, som till exempel införandet av förbud mot deponi av brännbart avfall, påverkar systemen. Holmgren visade att det var ekonomiskt fördelaktigt att använda avfall som bränsle inom energisektorn där regleringar på avfallshanteringssidan och skatter på fossila bränslen understödde detta. Något som också belystes var att avfallshantering med energiåtervinning kan leda till konflikter mellan kraftvärmeproduktion och avfallsförbränning i fjärrvärmesystem. Anledningen till detta var att det värmeunderlag som behövs för effektiv kraftvärmeproduktion minskar då avfall som bränsle kommer att vara det som används först i ett fjärrvärmesystem på grund av fördelaktiga rörliga kostnader för avfallsförbränning. Om kolkondens är marginalkraft på elnätet innebär minskad kraftvärmeproduktion ökade koldioxidutsläpp.

Maria Saxe, D-03

Maria Saxe (2008), Bringing fuel cells to reality and reality to fuel cells – A systems perspective on the use of fuel cells. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

Titeln på Maria Saxes avhandling anspelar på två aspekter som berör bränsleceller. Det ena är att bränsleceller behöver hitta möjliga nischapplikationer och marknader där de kan vara konkurrenskraftiga, vilket inte är en realitet idag. Det andra är att föra verklighet till visionen om bränsleceller, vilket innebär att behovet av realistiska förväntningar påtalas och i det ingår att de första marknaderna måste vara baserade på den nuvarande tekniken

och inte på tron om vad tekniken kan prestera i framtiden. Bränsleceller har länge lyfts fram som en nyckelkomponent i en utveckling mot ett mer hållbart energisystem men förväntningarna är ibland orealistiskt höga. I avhandlingen studerades två demonstrationsprojekt och deras interaktion med omgivningen. Resultaten visade att fortsatt utveckling och forskning rörande livslängd och tillförlitlighet var väsentlig för en introduktion på olika nischmarknader, snarare än ett ensidigt fokus på bränslecellers effektivitet.

Erik Lindfeldt, D-03/06

Erik G. Lindfeldt (2008), A trinity of sense: Using biomass in the transport sector for climate change mitigation. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan

I Erik Lindfelts avhandling analyserades två sätt att begränsa utsläpp av koldioxid till atmosfären: koldioxidavskiljning och -lagring (CCS) samt ökad användning av biomassa i allmänhet och biodrivmedel i synnerhet. Koldioxidavskiljning studerades för en typ av integrerad kolförgasningsanläggning (IGCC) där syre genereras i en membranreaktor och för en hybridcykel där rökgaser från en gasturbin används i en trycksatt virvelbäddsreaktor (PFBC). Båda CCS-systemen visade sig vara relativt effektiva men de illustrerade trots detta det faktum att koldioxidavskiljning från kolkraftproduktion alltid sker till ett pris i form av lägre verkningsgrad. För det andra alternativet som studerades, användningen av biomassa i energisystemet, studerades tekniska, ekonomiska och politiska argument för en ökad användning av biomassa, och då främst för framställning av drivmedel. I avhandlingen belyste flera skäl för de svenska satsningarna på biodrivmedel. Förutom klimat- och försörjningstrygghetsargumenten verkar jordbrukspolitiska argument ha varit betydelsefulla. Något som lyftes fram var att användningen av biomassa för drivmedelframställning är mindre klimateffektivt än om biomassan används i andra sammanhang men att klimateffektiviteten kan ökas om drivmedelsproduktionen kombineras med CCS. Det visade sig emellertid finnas en förhärskande mening bland politiker att fördelarna med biodrivmedel är långt fler än nackdelarna och att de därför skall främjas. En slutsats var att en ensidig satsning på biodrivmedel inte kommer att medföra drastiska minskningar av koldioxidutsläppen från transportsektorn – andra åtgärder behövs också.

Maria Danestig, D-03

Maria Danestig (2009), Efficient heat supply and use from an energy-system and climate perspective. Energisystem, Linköpings universitet.

Syftet med Maria Danestigs avhandling var att visa om fjärrvärme kan betraktas som en resurs som möjliggör ett effektivt utnyttjande av energi och, om så är fallet, studera hur ett effektivt energiutnyttjande kan möjliggöras samt diskutera följder av detta. I länder med kallt klimat är energi för uppvärmning av byggnader viktigt och uppvärmningsalternativ som samverkar med elsystemet genom elanvändning eller elproduktion har potential för effektivitetsförbättringar. I Sverige är fjärrvärmeanvändningen utbredd, speciellt i större byggnader men användningen ökar också i småhus. Vissa industriella värmelaster och absorptionskyla kan fungera som komplement till andra värmebehov i fjärrvärmesystem så att produktionsresurser kan användas mer jämnt fördelat över året. I avhandlingen drogs slutsatserna att både energieffektiviseringsåtgärder och bra förutsättningar för att ersätta gamla ineffektiva elproduktionsanläggningar med ny effektiv elproduktion skulle behövas för att minska koldioxidutsläpp från energisektorn. Resultaten då ett europeiskt energisystemperspektiv användes skiljer sig från när endast ett svenskt systemperspektiv användes. Då elproduktion från kraftvärme i Sverige studeras blev påverkan på globala koldioxidutsläpp större än påverkan på lokala utsläpp enligt Danestigs analys.

Martin Hultman, D-03

Martin Hultman (2010), Full gas mot en (o)hållbar framtid: Förväntningar på bränsleceller och vätgas 1978 – 2005 i relation till svensk energi- och miljöpolitik. Linköping Studies in Arts and Science, nr 521, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Det som studerades i Martin Hultmans avhandling var hur bränsleceller och vätgas beskrivits som delar i ett framtida energisystem under olika tidpunkter mellan 1978 och 2005. Det empiriska materialet som analyserades var statliga utredningar, böcker, rapporter, tidningsartiklar och riksdagstryck. Syftet var att undersöka vilka aktörer som beskrev tekniken, på vilket sätt tekniken konstruerades samt hur dessa förflyttades och förändrades under olika tidsperioder. I avhandlingen analyserades teorier om utopier och förväntningar på teknik samt tidigare forskning om svensk energi- och miljöpolitik.

Avhandlingen är indelad i kronologiskt strukturerade kapitel vilka länkas samman av analytiska avsnitt. I slutkapitlet diskuterades resultaten av den historiska förändringen från visionerna om vätgassamhällen till en vätgasekonomi i tre teman. Inom det första temat analyserades omdaningar över tid med fokus på aktörer, argument och teknik. I det andra temat var fokus inriktat på hur föreställningar om tekniken byggdes upp till nya höjder mellan åren 2000 och 2005. Bland annat diskuterades hur tekniska, ekonomis-

ka, miljörelaterade och säkerhetsmässiga förväntningar skapades med hjälp av starka metaforer som vatten, vägkartan och marknaden. Dessa förväntningar gjordes på olika platser och lånades mellan lokaliteter. I det tredje temat diskuterades vätgasekonomin som en ekologiskt modern utopi.

Ann-Sofie Kall, D-06

Ann-Sofie Kall (2011), Förnyelse med förhinder – Den riksdagspolitiska debatten om omställningen av energisystemet 1980–2010. Linköping Studies in Arts and Science, nr 524, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Ann-Sofie Kall undersökte i sin avhandling hur omställningen av energisystemet har konstruerats i den riksdagspolitiska debatten, med fokus på förnybara energikällor. Utgångspunkten var det riksdagsbeslut som fattades 1980 och som innebar en omställning till förnybara energikällor. Studien byggde på textanalys av framför allt riksdagsprotokoll. Energipolitik är en ständig dragkamp kring definitioner och kategoriseringar och vilka ideal som bör utgöra politikens mål. I den riksdagspolitiska energidebatten om omställningen av energisystemet är det långt ifrån självklart vad som betraktas som problem, lösning och mål. Aktörer interagerar och förhandlar och skapar på så vis mening. Tre teoretiska begrepp är centrala i analysen av denna process: problematisering, obligatorisk passagepunkt och gränsobjekt. I avhandlingen visades att den riksdagspolitiska debatten handlade om mer än bara vilka energikällor som var bäst lämpade och livsavgörande framtidsfrågor har varit knutna till energiproduktionen. I den energipolitiska debatten väcktes också frågor om kunskapsproduktion, hur energikällor och olika tekniska lösningar ställdes mot varandra och blev argument i debatten om rationalitet och sanning. Förnybara energikällor har varit del av såväl utopiska som dystopiska framtidsbilder. De har varit argument för det lilla och småskaliga, mot tillbakagång och det antimodernistiska, eller för utveckling, modernisering och det framtidsorienterade. Således handlade debatten om omställningen av energisystemet också om vad som utgjorde "det goda samhället".

Magdalena Falde, D-06

Magdalena Falde (2011), Miljö i tanken? – Policyprocesser vid övergången till alternativa drivmedel i kollektivtrafiken i Linköping och Helsingborg 1976–2005. Linköping Studies in Arts and Science, nr 534, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Övergången till alternativa drivmedel i kollektivtrafiken är en fråga där ett flertal olika policyområden ingår. I Magdalena Faldes avhandling studera-

des hur och varför sådana policyer har utvecklats i två kommuner och genom detta bidrar studien dels till att förklara hur policy utvecklas på kommunal nivå, dels till att skapa förståelse för policyskapande där olika policyområden ingår. Genom fallstudier undersöktes policyprocesserna vid övergången till biogas i stadsbusstrafiken i Linköpings och Helsingborgs kommuner. Studien var processororienterad och fokuserade huvudsakligen på hur och varför aktörer, utifrån sina resurser, intressen, problemdefinitioner och lösningar, kan påverka policy. Resultaten visade hur policyprocesserna vid övergången till biogas präglats av traditionella policyområden där aktörer, intressen och resurser skilt sig åt beroende på sektor. Samtidigt visade avhandlingen att en sammankoppling mellan policyområdena för energi, miljö och transport varit väsentligt för att aktörer skulle kunna driva igenom sina förslag. För att göra detta har gränsgångare – policyentreprenörer som gått över gränserna för de tre policyområdena – varit centrala genom att initiera breda samarbeten där aktörer företrädande energi, miljö och kollektivtrafik identifierat och eftersträvat ett gemensamt mål.

Elisabeth Wetterlund, D-06

Elisabeth Wetterlund (2012), System studies of forest-based biomass gasification, Linköping Studies in Science and Technology. Dissertation No. 1429, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Energisystem, Linköpings universitet.

I Elisabeth Wetterlunds avhandling analyserades förgasning av skogsbiomassa för biodrivmedels- eller elproduktion ur ett systemperspektiv. Teknoekonomiska aspekter såväl som effekter på globala fossila CO₂-utsläpp beaktades. Förgasning av biomassa har flera fördelar jämfört med konventionella förbränningsbaserade processer – i synnerhet möjligheten att konvertera lågvärdiga råvaror till högvärdiga slutprodukter som exempelvis fordonsdrivmedel. De förgasningsbaserade processerna genererar dock i allmänhet ett betydande överskott av värme, vilket gör att de bör integreras med fjärrvärme och/eller industriella processer. Resultaten visade att förgasningsbaserade tillämpningar kan komma att erbjuda ekonomiskt intressanta integreringsalternativ i framtiden, men att det kommer att krävas ekonomiskt stöd om biomassaeförgasning skall kunna bli en önskad utvecklingsväg för framtidens energisystem. Avhandlingen visade också att om hänsyn tas till att biomassa är en begränsad resurs om vilken det råder konkurrens, skulle vid en bred introduktion av biomassaeförgasning för de flesta av de studerade biodrivmedlen leda till ökade CO₂-utsläpp snarare än till minskade.

Mimmi Magnusson (tidigare Flink), D-06

Mimmi Magnusson (2012), Energy systems studies of biogas – Generation aspects of renewable vehicle fuels in the transport system. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

I sitt forskningsprojekt har Mimmi Magnusson studerat användningen av biogas som fordonsbränsle i ett framtida hållbart transportsystem, samt vilka förutsättningar som krävs för att nå ett sådant transportsystem. Huvudfokus har varit på biogas framställd genom rötning och resultaten visade på en betydande potential för ökad produktion för exempelvis biogas från cellulosabaserad etanolproduktion eller från avlopp vid massa- och pappersbruk, jämfört med dagens biogasproduktion. Biogas från rötning kunde dock endast ersätta en mindre andel av bränslebehovet i den svenska transportsektorn. Att möjligheten att ersätta fossila drivmedel, antingen med biogas eller andra biodrivmedel, är begränsad pekade således på behovet att även se till åtgärder för att minska transportbehovet i stort. Mimmi Magnussons avhandling åskådliggjorde vikten av både tekniska och icke-tekniska åtgärder för att minska detta transportbehov samt att transporter används så effektivt som möjligt.

Dick Magnusson, D-08

Dick Magnusson (2013), District Heating in a Liberalized Energy Market: A New Order? – Planning and Development in the Stockholm Region, 1978–2012. Linköping Studies in Arts and Science, nr 576, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Dick Magnusson har analyserat hur Stockholms regionala energisystem skapats i en kontext av en svag regional planeringsnivå i sin avhandling. Avhandlingen visade att energibolagen samarbetat på regional nivå för att skapa sammanhängande regionala system; genom öppet samarbete och tack vare hög beslutskompetens har man kunnat implementera de regionala strategierna på kommunal nivå. Det var en form av regional planering underifrån, då initiativet kom från kommunerna och samarbetsorganet lyckades med vad regionala planorgan haft svårt att genomföra under flertalet decennier i Stockholmsregion, nämligen att samla och ena kommunerna kring strategier som implementerats. Dessutom analyserades hur liberalisering påverkat planering, samverkan och utveckling av urbana infrasystem i storstadsregioner. Dessa två huvudfrågor har studerats genom en fallstudie av Stockholmsregionens fjärrvärmesystem och framväxten av dessa i samverkan mellan kommunal och regional nivå, mellan kommuner och mellan energi-

bolag. I avhandlingen har även trender för fjärrvärmens framtida utveckling studerats.

Malin Henriksson, D-08

Malin Henriksson (2014), Att resa rätt är stort, att resa fritt är större. Kommunala planerares föreställningar om hållbara resor. Linköping Studies in Arts and Science, nr 602, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Malin Henrikssons avhandlingsarbete tog sin utgångspunkt i behovet av ett mer hållbart transportsystem. Billsamhällets negativa konsekvenser tolkas ofta som ett lokalt problem som kommuner genom planering för hållbara resor kan bidra till att lösa. Flertalet svenska kommuner har bedrivit ett ambitiöst arbete för att få invånarna att till förmån för bilen resa mer kollektivt samt cykla och gå mer. Så var även fallet i Helsingborg, kommunen som Henriksson studerade. Hon utgick från att resande och planering är tätt förknippat med samhällsliga maktstrukturer varför det är intressant att undersöka hur planerare definierar hållbara resor, hållbara resenärer och den hållbara staden? Vilka föreställningar om resenärers behov och önskemål gällande hållbara resenärer har planerare? Hur kan hållbara resor framstå som mer attraktiva, och för vilka resenärer? Hur uttrycks idéer om den hållbara resenären är i policydokument? Henrikssons teoretiska perspektiv, feministisk planeringsteori och intersektionell teori, kombinerades med teorier om användarkonstruktioner för att synliggöra hur och med vilka konsekvenser planerare föreställer sig användare. Framförallt visade avhandlingen att planerare inte betraktade resors negativa miljöpåverkan som ett argument som kan få människor att resa mer hållbart. Istället var det möjligheten att framställa hållbara resor som roliga, hälsosamma, lustfyllda och praktiska som planerare trodde kan få helsingborgarna att cykla eller åka mer buss. Men det var bara vissa resenärer som antogs kunna ta del av de hållbara resornas positiva värden. Planerarnas föreställningar om bland annat kön, etnicitet och klass var avgörande för hur de förstod hållbara resor. Planerarna menade sammanfattningsvis att det var stort att resa rätt av miljöskäl, men större att fritt välja det mest attraktiva färdssättet.

Danica Djuric Ilic, D-08

Danica Djuric Ilic (2014), With district heating toward a sustainable future – System studies of district heating and cooling that interact with power, transport and industrial sectors. Linköping Studies in Science and Technolo-

gy, nr 1601, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Energisystem, Linköpings universitet.

I Stockholmsregionen finns fyra stora fjärrvärmenät och några mindre nät som inte är sammankopplade till systemet. Danica Djuric Ilic hade det som utgångspunkt när hon i sin avhandling analyserade nuvarande och framtida tekniska, ekonomiska och miljömässiga potentialer i Stockholms fjärrvärmenät med hjälp av optimeringsprogrammet MODEST. Fyra affärsstrategier analyserades: leverans av överskottsvärme från produktion av biobränsle för transportsektorn, konvertering av industriella processer till fjärrvärme, integration av biobränsleproduktion för transportsektorn i fjärrvärmesystemen och integration av absorptionskylteknik i fjärrvärmesystemen. I samband med analysen av fjärrvärme i industriella processer användes industriföretag i Västra Götaland, Östergötlands och Jönköpings län som fallstudier. Analysen visade att de flesta av de studerade affärsstrategierna – och varianter av dessa – kan ge miljö- och affärsässig nytta. Bedömningen av den miljömässiga nyttan blir emellertid mycket beroende av vilka systemgränser som sätts och vilken jämförelsegrund som väljs.

Julia Schwabecker, D-08

Julia Schwabecker (2015), Between the Paths of Modernity. The European Commission's Shaping of European Nuclear Energy Policy between 1999 and 2012. Linköping Studies in Arts and Science, nr 639, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Samarbete inom kärnkraftsområdet sågs i början av den europeiska integrationsprocessen som en viktig kugga för att etablera långvarig fred i Europa. Mer än ett halvsekel senare ses tekniken fortfarande som viktig för Europa, bland annat manifesterat genom Europeiska kommissionen som betecknar kärnkraft som oundviklig i processen att omvandla det europeiska energisystemet i en mer hållbar riktning. Denna utveckling var dock varken naturlig eller oundviklig. Europeisk energipolitik stod vid ett vägskein vid sekelskiftet och den Europeiska kommissionens officiella position var delad mellan två fundamentalt olika uppfattningar om kärnkraftens roll. I Julia Schwabeckers avhandling analyserades hur kommissionen utformade sin kärnkraftspolitik i ljuset av EU:s åtagande för hållbar utveckling med början 1999, när EU antog hållbar utveckling som ett konstitutionellt och rättsligt bindande mål, fram till och med diskussionerna efter Fukushima 2012.

Genom att i huvudsak utgå från ett kritiskt konstruktivistiskt synsätt är avhandlingen baserad på antagandet att den normativa strukturen i det internationella systemet, vilken stöds av industrins modernitetsideal, rätt-

färdigar oproportionerlig fokus på teknologisk och industriell utveckling till priset av naturens exploatering. Eftersom stater och överstatliga organ båda definierar och omdefinierar sina intressen och identiteter i det internationella samhällets normativa väv, vilken i sin tur avspeglar idéer om vad som är legitimt och önskvärt, reflekterar avhandlingen över vilken förändringspotential begreppet hållbar utveckling har.

Linda Olsson, D-10

Linda Olsson (2015), Sociotechnical system studies of the reduction of greenhouse gas emissions from energy and transport system. Linköping Studies in Science and Technology, nr 1656, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Energisystem, Linköpings universitet.

Linda Olssons forskning kretsade kring användandet av systemgränser inom energisystemforskning samt inom energi- och transportpolicy. I avhandlingen studeras frågan om hur utsläpp av växthusgaser från energi- och transportsystem kan minska. Introduktion av förnybara drivmedel, produktion och användning av biogas, introduktion av elbilar, samt hållbarhet i fjärrvärmesystem är områden som studeras med hjälp av ett sociotekniskt angreppssätt. Analysen visar bland annat att värderingar av växthusgasutsläpp, som utförs inom energisystemforskning, kan ge vitt skilda resultat beroende på hur det studerade systemet avgränsats. Dessa resultat kan sedan användas i försök att minska utsläpp av växthusgaser från energi- och transportsystem, men detta kan istället leda till att problemet försvåras ytterligare. Avhandlingen visar även att snäva systemgränser inom energi- och transportpolicy kan hindra hållbar utveckling av energi- och transportsystem. En slutsats är att vidgade systemgränser skulle kunna underlätta ansatser att minska utsläpp av växthusgaser från energi och transportsystem, genom att synliggöra konsekvenser och effekter av policyåtgärder.

Martina Wikström (tidigare Björkman), D-08/D-10

Martina Wikström (2015), Electric Vehicles in action. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

Martina Wikströms har i sitt forskningsprojekt studerat de politiska och de praktiska förutsättningarna för en elfordonintroduktion i kommunal regi och avhandlingen diskuterar möjligheterna med elfordon inom kollektivtrafiken och offentliga fordonsflottor. Arbetet har visat att andra aspekter än laddfordonens rent batteritekniska förutsättningar är avgörande för användningen inom offentliga fordonsflottor som verksamhetsfordon. Genom att studera fordon, användare och beslutsfattare inom projektet Elbilsupphand-

lingen framgick att faktorer så som fordonens placering och syfte men även policydokument och acceptans, tillsammans skapade förutsättningar för användarna att överge sitt konventionella fordon till fördel för laddfordonet. Avhandlingen har även studerat hur s.k. policyentreprenörer lyckats placera laddfordon på den politiska agendan och hur de på olika sätt underlättar införandet i fordonsflottan, både inom den egna offentliga organisationen men även i samhället. Inom ramen för forskningsprojektet studerades även etanolseriehybridbussar, i reguljär linjetrafik samt under olika testförhållanden. Elektrifiering minskar bränsleförbrukningen men innebär även andra fördelar som gör kollektivtrafikbussar till ett mer attraktivt transportsätt.

Mårten Larsson, D-10

Mårten Larsson (2015), The role of methane and hydrogen in a fossil-free Swedish transport sector. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

Mårten Larsson har studerat vilken roll metan och vätgas kan spela i ett fossiloberoende vägtransportsystem i Sverige, utifrån jämförelser med varandra och med andra drivmedel med avseende på ekonomi och energieffektivitet. Processer för att producera metan från biomassa, elektricitet samt avfallsströmmar från massabruk har analyserats utifrån ett teknoekonomiskt perspektiv. Det har även kompletterats med scenariostudier och studier av bränslekedjan från energikälla till fordon.

Vidare har styrmedel för biogas i transportsektorn analyserats i syfte att föreslå strategier för att introducera mer biogas och även vätgas och bränslecellsfordon. Resultaten visar att styrmedel som skattebefrielse och investeringsstöd har varit viktiga och kommer vara viktiga även för vätgas, men att ytterligare stöd behövs till infrastruktur och fordon.

Resultaten visar också att elektricitet troligtvis kommer vara ett viktigt bränsle i transportsektorn då elfordon är energieffektiva och elektricitet kan produceras från en rad förnybara energikällor. Men andra drivmedel behövs som komplement till elfordon. Resultaten visar att metan och vätgas troligen behövs för att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta i Sverige. Dessa drivmedel har flera fördelar:

- Fordonen för dessa bränslen kan användas på samma sätt som konventionella fordon men har lägre lokala och globala utsläpp.
- Metan används redan som transportbränsle, och infrastruktur och fordon för vätgas är nära en kommersiell fas.
- De möjliggör hög energieffektivitet i bränslekedjorna.
- De kan produceras från förnybar elektricitet och fungera som energilagrar.

Linnea Eriksson (tidigare Hjalmarsson), D-10

Linnea Eriksson (2016), Policy Integration for Sustainable Transport Development – Case studies of two Swedish regions. Linköping Studies in Arts and Science, nr 688, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.

Utvecklingen av regionala hållbara transportsystem och hur energifrågor rörande effektivitet och fossiloberoende behandlas i dessa sammanhang studeras i Linnea Hjalmarssons avhandling. Transportsystemet och dess utveckling involverar ett flertal komponenter och aktörer och mycket av planeringen sker i nätverk bestående av offentliga och privata aktörer. I projektet granskas olika aktörers uppfattningar, möjligheter till påverkan och hur de förhåller sig till varandra i olika processer samt vilken roll nätverken har i planeringen och beslutsfattandet kring transportsystemens utveckling. Regionerna i Sverige har fått en mer central roll för utvecklingen av transportsystem, mycket tack vare nationella direktiv och lokala viljor. Utvecklingen av transportsystemen är emellertid även beroende av beslut på nationell och internationell nivå och Linnea Hjalmarsson studerar hur dessa påverkar och är del av den regionala samverkan. I studien konstateras att integration av policysektorer och förvaltningsnivåer inte nödvändigtvis leder till transportlösningar som är mer hållbara. Integration av policyprocesser förutsätts leda fram till gemensamma beslut och riktlinjer mellan olika aktörer, men om detta blir det huvudsakliga målet för processen glöms lätt hållbara mål och lösningar bort.

Trender inom det lokala och regionala konsortiet och vägen framåt

Nedan följer förslag om konsortiets framtida forskningsinriktning och dessa tar i huvudsak avstamp från de nuvarande doktorandernas arbete.

Sammanfattningarna av nuvarande doktoranders forskningsprojekt ovan visar att huvuddelen nu har en inriktning mot transportsektorn och att det är regionala frågor kring transport som är dominerande. Det regionala inslaget är även tydligt i de doktorandprojekt som behandlar fjärrvärmesystem och det går i linje med den utveckling av det lokala och regionala konsortiets arbete som tidigare beskrivits. Att konsortiets arbete blir mer inriktat mot regioner har också sin motsvarighet i att det regionala inslaget i samhällets energiplanering blivit allt tydligare.

En faktor som påverkat kommunernas roll gällande energisystem är lagen om kommunal energiplanering³ från 1977. Lagen föreskriver att alla kommuner skall upprätta en plan över energisystemen i den egna kommunen men det finns även regionala inslag i lagen om kommunal energiplanering, vilket bland annat följande utdrag visar:

”2 § Kommun skall vid sin planering undersöka förutsättningarna att genom samverkan med annan kommun eller betydande intressent på energiområdet såsom processindustri eller kraftföretag gemensamt lösa frågor som har betydelse för hushållningen med energi eller för energitillförseln. Finnes förutsättning för sådan gemensam lösning föreliggande, skall den tagas till vara i planeringen.”

Det finns dock inga sanktionsregler som inträder om en kommun inte följer lagen om kommunal energiplanering. Många kommuner saknar fortfarande en energiplan eller har en plan som är inaktuell. Enligt en enkätundersökning som genomfördes av Energimyndigheten år 2006 saknade 25 % av de tillfrågade kommunerna en energiplan⁴. Hur stor inverkan lagen om kommunal energiplanering i realiteten haft för utvecklingen av energisystemen i Sverige går därför inte att uttala sig generellt om.

För svenska regioner i form av län (länsstyrelserna) finns inte samma möjligheter att förfoga över energirelaterad infrastruktur som för kommunerna. Länsstyrelsens roll inom energiplaneringen har dock förändrats och i reg-

³ Lagen om kommunal energiplanering, Svensk författningssamling, SFS 1977:439.

⁴ Energimyndigheten, ”Kommunal energiplanering: en enkätundersökning av Sveriges kommuner”, ER 2006:40.

leringsbrevet för budgetåret 2008⁵ fick länsstyrelserna för första gången i uppdrag att upprätta en energi- och klimatstrategi för respektive län:

”Länsstyrelserna ska utifrån sina respektive regionala förutsättningar i samråd med kommuner, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, regionala och lokala aktörer samordna och driva på det statliga klimat och energiarbetet. Länsstyrelserna ska främja energiomställningen i relevanta sektorer på regional nivå. Länsstyrelserna ska därvidlag särskilt verka för att andelen förnybar energi ökar och bidra med insatser för att uppnå det nationella planeringsmålet för vindkraft samt främja energieffektivisering.”

Länsstyrelsernas har alltså fått en större betydelse för samordning av regional energi- och klimatpolitik. Något som pekar på länsstyrelsernas utökade ansvar inom ett område med anknytning till det ovan nämnda är att de från och med regleringsbrevet för budgetåret 2010 även har ansvar för planering av anpassningsåtgärder för ett förändrat klimat⁶ och något som kan påverkas väsentligt av ett förändrat klimat är energiförsörjningstryggheten. Energisystemen påverkar därför inte bara klimatet utan kan i högsta grad även komma att påverkas av ett förändrat klimat. Länsstyrelsernas regleringsbrev tyder på att det regionala inslaget i Sveriges energisystem även fortsättningsvis kommer att bli allt tydligare och det kommer även att påverka forskning inom konsortiet genom att systemgränsen snarare sätts kring län än kring kommuner.

Ett forskningsområde som skulle kunna bearbetas inom konsortiet är när det lokala faktiskt står mot det regionala, vilket ibland kan leda till konstiga suboptimeringseffekter. Det här blir bland annat tydligt i vissa relativt kända fall där industriell spillvärme ibland låsts ute från regionala fjärrvärmesystem på grund av att lönsamheten för en lokal lösning varit så god. I korthet kan dessa fall beskrivas enligt följande: Den regionala lösningen hade troligen varit den bästa för miljön och möjligen också för ekonomin som helhet men den lokala lönsamheten blev bäst med den lokala lösningen. Skälen till varför det blev så är flera men nationellt beslutade styrmedel är en viktig bidragande orsak, vilket gör att frågan även bör vidgas från det regionala perspektivet.

I vissa fall leder det som är optimalt för det lokala inte till ett optimalt system på regional eller nationell nivå. Ett sådant exempel är när en lokalt lön-

5 Regeringen, Finansdepartementet, Regleringsbrev för budgetåret 2008 avseende Länsstyrelserna, 2007-12-13.

6 Regeringen, Finansdepartementet, Regleringsbrev för budgetåret 2010 avseende Länsstyrelserna, 2010-12-02.

sam investering och drift av en typ av fjärrvärmeproduktion i en kommun omöjliggör en lösning som skulle kunna vara kostnadsmässigt miljömässigt fördelaktig för en region med flera kommuner involverade. I Sverige finns flera kända exempel på när exempelvis en investering i en sopförbränningsanläggning eller en biokraftvärmeanläggning förhindrat en lösning där industriell spillvärme utnyttjas för fjärrvärmeproduktion i en större regionalt ihopkopplat fjärrvärmenät. Analyser av vilka verktyg som skulle kunna utnyttjas för att skapa bättre förutsättningar för dessa regionala lösningar skulle kunna vara ett nytt och betydelsefullt forskningsområde för det lokala och regionala konsortiet. Mer kunskap om hur problem som dessa skulle kunna undvikas kan komma att bli en central del för Sveriges kommande energi- och klimatpolitik.

Forskningen inom Program Energisystems lokala och regionala konsortium har varit och är till stor del tillförselorienterad. Ett av skälen till det är att det speglar den rådande samhällsdebatten och att studierna ofta har varit inriktade på hur vi förändrar energisystem genom olika former av samhällsplanering. EU:s strävan till att förändra energisystemen i en mer effektiv och mindre klimatpåverkande riktning har däremot ofta en inriktning mot användare och medborgare. Användarperspektivet blir bland annat tydligt i EU:s energieffektiviseringsdirektiv⁷. Att studera de lokala och regionala energisystemen ur ett användarperspektiv skulle ge en rad nya insikter och kunna bli en del av konsortiets framtida forskning.

Flera av konsortiets avhandlingar och doktorandprojekt är inriktade mot förnybara drivmedel. Det är en inriktning som i högsta grad är aktuell eftersom slutbetänkandet⁸ för utredningen Fossiloberoende fordonsflotta⁹ överlämnades till regeringen den 16 december 2013. Utredningen var en del av planen att Sverige skall ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen år 2030 som presenterades i klimatpropositionen¹⁰. Området förnybara drivmedel och konsortiets inriktning mot transportsektorn är följaktligen alltmer betydelsefull eftersom målsättningen är mycket utmanande och kräver kunskaper inom en mängd områden för att nås. Här kommer den typen av kunskaper som genereras inom det lokala och regionala konsortiet visa sig extra betydelsefull eftersom frågor inom tvärdisciplinär forskning ofta ställs mer förutsättningslöst än inom traditionella forskningsdiscipliner.

7 DIREKTIV, EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG.

8 Fossilfrihet på väg, betänkande av Utredningen om fossilfri fordonsstrafik, SOU 2013:84.

9 Fossiloberoende fordonsflotta - ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser, Dir. 2012:78

10 En sammanhållen svensk klimat- och energipolitik - Klimat, Regeringens proposition 2008/09:162.

Det lokala och regionala konsortiet genomförde under början på hösten 2013 en studieresa till Oxford tillsammans med byggnadens konsortium. Under resan diskuterades bland annat var den speciella typ av kunskap som genererats inom forskarskolan skulle kunna användas bäst inom framtidens Energisverige och flera idéer på temat hur Sverige skall förbereda sig för en mycket högre andel sol- och vindkraft i elsystemet diskuterades. Flera länder i Europa har redan idag problem som Sverige har framför sig. Sverige har andra förutsättningar än många andra länder på grund av den stora andelen vattenkraft och det gör dels att det troligen finns bättre möjligheter att ha höga andelar sol- och vattenkraft men också att det finns fler möjligheter att utnyttja den nya förnybara energin på resurs- och klimateffektiva sätt. Så kallade smarta elnät kan utnyttjas för att möta vissa utmaningarna med en större andel förnybar elektricitet och användningen av smarta elnät har diskuterats flitigt i media, politiken, näringslivet och forskningen. Ett exempel där det lokala och regionala konsortiet skulle kunna bidra med kunskaper är genom kritisk granskning av diskursen kring smarta elnät.

Sammantaget inser vi att framtidens hållbara energisystem kräver innovationer av olika slag, vilket inkluderar ny teknik, institutionella förändringar, nya organisatoriska samarbeten, nya statliga och överstatliga styrformer et cetera. Detta är frågor som bäst analyseras utifrån systemperspektiv och som involverar allt från teknikutveckling, planering till användares beteenden. Av tradition har dessa varit centrala analytiska kombinationer för lokala- och regionala konsortiet. I lokala och regionala konsortiets forskning diskuteras och analyseras hur energisystemets komplexitet hanteras för att utforma och utveckla effektiva, socialt och miljömässigt uthålliga lokala och regionala energisystem.

Vi ser ett behov av att fortsätta med vår inriktning med projekt som fokuserar samhällsplanering, politiska processer och teknisk utveckling och med en inriktning som strävar efter att få ihop transport- och energisystemen. I framtiden behöver vi kunskap om hur hållbar planering utvecklas i teori och i praktik, samt hur integrationen av energi- och transportsystemen sker och bör ske. Vi ser även behov av att Sveriges energisystem sätts in och jämförs utifrån ett EU-perspektiv. En jämförande ambition ska paras med en ambition att analysera teknikutveckling, policyutformning, planering och aktörers agerande i ett framtidsperspektiv. En intressant jämförelse skulle vara att jämföra lyckade exempel på hållbar planering i Sverige med lyckade projekt i vår omvärld. Finns det generella framgångskriterier och vilka är dessa i så fall? Konsortiet har utnyttjat forskningsmetoder som aktionsforskning och backcasting för att nå genomslag och i framtiden kan dessa metoder utvecklas ytterligare inom den aktuella forskningen.

Referenser

Avhandlingar

- Maria Alm (2006), *Nationell kraft och lokal motkraft – En diskursanalys av konflikten kring SwePol Link*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 354, Linköpings universitet.
- Michael Bartlett (2002), *Developing Humidified Gas Turbine Cycles*. Energi-processer, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Henrik Bohlin (2004), *Att välja energisystem – Processer, aktörer och samverkan i Helsingborg och Gävle 1945–1983*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 296, Linköpings universitet.
- Maria Danestig (2009), *Efficient heat supply and use from an energy – system and climate perspective*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 1242, Energisystem, Linköpings universitet.
- Danica Djuric Ilic (2014), *With district heating toward a sustainable future – System studies of district heating and cooling that interact with power, transport and industrial sectors*. Linköping Studies in Science and Technology, nr 1601, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Energisystem, Linköpings universitet.
- Linnea Eriksson (2016), *Policy Integration for Sustainable Transport Development – Case studies of two Swedish regions*. Linköping Studies in Arts and Science, nr 688, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Magdalena Falde (2011), *Miljö i tanken? – Policyprocesser vid övergången till alternativa drivmedel i kollektivtrafiken i Linköping och Helsingborg 1976–2005*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 534, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Per Gyberg (2003), *Energi som kunskapsområde – om praktik och diskurser i skolan*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 277, Linköpings universitet.
- Malin Henriksson (2014), *Att resa rätt är stort, att resa fritt är större: Kommunala planerares föreställningar om hållbara resor*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 602, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Kristina Holmgren (2006), *A system perspective on district heating and waste incineration*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 1053, Energisystem, Linköpings universitet.
- Robert Hrelja (2006), *I hettan från ångpannan – Vetenskap och politik i konflikter om tekniska anläggningar*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 371, Linköpings universitet.

- Martin Hultman (2010), *Full gas mot en (o)hållbar framtid: Förväntningar på bränsleceller och vätgas 1978 – 2005 i relation till svensk energi- och miljöpolitik*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 521, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Ann-Sofie Kall (2011), *Förnyelse med förhinder – Den riksdagspolitiska debatten om omställningen av energisystemet 1980–2010*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 524, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Mårten Larsson (2015), *The role of methane and hydrogen in a fossil-free Swedish transport sector*. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Erik G. Lindfeldt (2008), *A trinity of sense: Using biomass in the transport sector for climate change mitigation*, Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan
- Susanne Lindmark (2005), *The Role of Absorption Cooling for Reaching Sustainable Energy Systems*, Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan. Licentiatavhandling.
- Dick Magnusson (2013), *District Heating in a Liberalized Energy Market: A New Order? – Planning and Development in the Stockholm Region, 1978–2012*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 576, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Mimmi Magnusson (2012), *Energy systems studies of biogas – Generation aspects of renewable vehicle fuels in the transport system*, Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Linda Olsson (2015), *Sociotechnical system studies of the reduction of greenhouse gas emissions from energy and transport systems*, Linköping Studies in Science and Technology nr1656, Energisystem, Linköpings universitet.
- Jenny Palm (2004), *Makten över energin – policyprocesser i två kommuner 1977–2001*, Linköping Studies in Arts and Science, No. 289, Linköpings universitet.
- Maria Saxe (2008), *Bringing fuel cells to reality and reality to fuel cells – A systems perspective on the use of fuel cells*, Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan
- Julia Schwabecker (2015), *Between the Paths of Modernity. The European Commission's Shaping of European Nuclear Energy Policy between 1999 and 2012*. Linköping Studies in Arts and Science, nr 639, Tema teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Jörgen Sjödin (2003), *Swedish District Heating and a Harmonised European Energy Market – Means to Reduce Global Carbon Emission*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 795, Energisystem, Linköpings universitet.

- Louise Trygg (2006), *Swedish Industrial and Energy Supply Measures in a European System Perspective*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 1049, Energisystem, Linköpings universitet.
- Bertil Wahlund (2003), *Rational bioenergy utilisation in energy systems and impacts on CO2 emissions*, Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Elisabeth Wetterlund (2012), *System studies of forest-based biomass gasification*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 1429, Energisystem, Linköpings universitet.
- Martina Wikström (2015), *Electric Vehicles in action*. Energiprocesser, Kungliga Tekniska Högskolan.

Tvärprojekt

- Bartlett, M. och Holmgren, K. (2001), *Waste Incineration in Swedish Municipal Energy Systems: An Investigation of the System Consequences of Waste Quantities in Linköping and the Conditions for Conventional and Evaporative Hybrid Cycle Operation*, Arbetsnotat nr 19, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Bohlin, H. och Sandberg, P. (2001), *Konflikt eller konsensus kring gemensamma resurspooler: En studie av fjärrvärmesystemen i Göteborg och Sundsvall*, Arbetsnotat nr 16, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Danestig, M. och Westerberg, K. (2005), *Att förändra ett uppvärmningssystem: bilder av framtidens uppvärmningssystem i Söderköping*, Arbetsnotat nr 28, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Djuric Ilic, D., Henriksson, M. och Magnusson, D. (2009), *Stockholms fjärrvärmesät idag och imorgon – en tvärvetenskaplig studie av ett regionalt energisystem*, Arbetsnotat nr 44, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Ericsson M., Hrelja R., Lindmark S. och Trygg, L. (2003), *Förändrade randvillkor för kommunala energisystem – påverkan och effekter*, Arbetsnotat nr 23, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Fallde, M., Flink, M., Lindfeldt, E., Pettersson, K. och Wetterlund, E. (2007), *Bakom drivmedelstanken – Perspektiv på svenska biodrivmedelssatser*, Arbetsnotat nr 36, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Gyberg, P., Palm, J., Sjödin, J. och Wahlund, B. (1999), *Borlänges energisystem – påverkan och förändring*, Arbetsnotat nr 3, Program Energisystem, Linköpings universitet.

- Hjalmarsson, L., Larsson, M., Olsson, L. och Wikström, M. (2011), *Pathways to a renewable road transport system in Stockholm 2030*, Arbetsnotat nr 48, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Hultman, M. och Saxe, M. (2005), *Full gas mot en renare miljö? – om hur bränsleceller framställs av media och experter i Sverige*, Arbetsnotat nr 31, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Kall, A.-S., Widén, J. (2007), *Det stora i det lilla och det lilla i det stora – Politik och teknik i omställningen av energisystemet*, Arbetsnotat nr 37, Program Energisystem, Linköpings universitet.
- Johansson, D., Johansson, M., Karltorp, K., Ljungstedt, H., Schwabecker, J. (2009) *Pathways for Increased Use and Refining of Biomass in Swedish Energy-intensive Industry – Changes in a socio-technical system*. Arbetsnotat nr 43. Program Energisystem, Linköpings universitet.

