



Energisystemstudier

Förslag till prioriterade områden och aktiviteter för
forskningsområdet energisystemstudier

ER 2009:21



Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas via
www.energimyndigheten.se
Orderfax: 08-505 933 99
e-post: energimyndigheten@cm.se

© Statens energimyndighet

ER 2009:21

ISSN 1403-1892

Förord

Energimyndigheten har inom projektet FOKUS III bedrivit ett arbete för att planera, beskriva och genomföra arbetet med strategier för forskning, utveckling, demonstration och kommersialisering (EFUD). Det övergripande målet har varit att etablera och utveckla en strategisk EFUD-agenda i enlighet med de riktlinjer som ges i propositionen 2005/06:127 ”Forskning och ny teknik för framtidens energisystem”.

Till följd av regeringsuppdragen FOKUS och FOKUS II prioriterades sex temaområden:

- Energisystemstudier
- Byggnaden som energisystem
- Energiintensiv industri
- Kraftsystemet
- Transportsektorn
- Bränslebaserade energisystem

Inom varje temaområde kan ett antal verksamheter identifieras. Dessa kan vara forskningsprogram eller projektpaket, enskilda projekt, kompetenscentra eller andra centrumutbildningar.

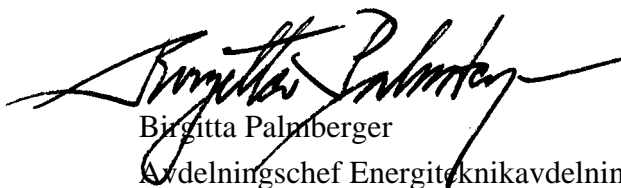
Till varje temaområde har knutits en utvecklingsplattform som ska bidra med en övergripande blick på behov och omvärld inom sitt område.

Utvecklingsplattformarna består av ett antal interna och externa ledamöter som speglar behovet inom respektive område och fungerat som rådgivare till myndigheten.

Utvecklingsplattformarna är rådgivande grupper med en stark strategisk betydelse för Energimyndigheten i frågor som rör EFUD-behov och omvärldskännedom. I uppgifterna för utvecklingsplattformarna har dock inte ingått att medverka i den dagliga prioriteringen på program- eller projektnivå eller att vara en del av detaljhanteringen eller besluta i enskilda program eller projekt.

Föreliggande rapport och underlag till FOKUS III har tagits fram inom ramen för utvecklingsplattformen för energisystemstudier (UPSystem).

Eskilstuna i juni 2009



Birgitta Palmberger
Avdelningschef Energiteknikavdelningen

Inledning

Detta dokument redovisar förslag till strategiska forskningsinsatser, prioriterade områden och aktiviteter, inom området energisystemstudier. Den föreliggande rapporten är ett bidrag till Energimyndighetens arbete, med särskild syftning på det så kallade Fokus III. Därmed kan den tjäna, om än indirekt, som underlag också för regeringens ställningstaganden.

Texten är skriven inom ramen för utvecklingsplattformen för energisystemstudier (UPSystem). Arbetet med utvecklingsplattformar har initierats av Energimyndigheten och bedrivs inom sex områden: energisystemstudier, bränslebaserade energisystem, byggnaden som energisystem, energiintensiv industri, kraftsystemet, samt transporter. Målet med plattformarna är att ta fram en strategisk forskningsplan för varje område.

I UPSystem har vi försökt identifiera kunskapsproblem av betydelse för energisystemets långsiktiga utveckling. Vi har inte fingranskat eller sökt ”korrigera” pågående verksamhet (se avsnitt 1.1). Vi utgår från att våra iakttagelser om systemtänkande och långsiktighet får konsekvenser inom pågående ”system”- aktiviteter, men också för Energimyndighetens totala EFUD-verksamhet. Systemperspektiv bör slå igenom inom – och inte minst mellan – de andra ”områden” som nämns ovan. Uppdelningen i EFUD-strukturen med sina ”hårda” huvudområden och vårt mer övergripande systemperspektiv är enligt vår mening inte idealisk: organisatoriska och ansvarsmässiga förändringar kan aktualiseras. Att utnyttja systemsamband och undvika suboptimeringar är inte ett särintresse för en systemplattform utan en avgörande framgångsfaktor inom energimyndighetens hela ansvarsområde.

Rapportens text har författats av professor Lars Ingelstam (ordförande i plattformen) och teknologie doktor Jörgen Sjödin, Energimyndigheten (sekreterare). Den bygger på samtal med och inspel från plattformens övriga ledamöter, som har varit: direktör Måns Collin, f d Nynäs Petroleum; professor Jonas Eliasson, Kungliga tekniska högskolan; filosofie doktor Rebecka Engström, VINNOVA; civilingenjör Maria Wärnberg, Näringsdepartementet; civilingenjör Erik Larsson, Svensk Fjärrvärme; filosofie doktor Marie Uhrwing, Formas; civilingenjör Ulrika Raab, Energimyndigheten; teknologie doktor Gunnel Sundberg, Siemens Industrial Turbomachinery; civilingenjör Maria Sunér Flemming, Svensk Energi; civilingenjör Göran Svensson, Vattenfall; samt professor Patrik Söderholm, Luleå tekniska universitet.

Innehåll

1	Bakgrund och förutsättningar	7
1.1	Befintliga forskningsinriktningar.....	7
1.2	Systemkaraktär och sociotekniska system.....	10
2	Målbild, scenarier och omvärld	13
3	Kriterier för prioritering	17
4	Prioriterade aktiviteter	21
5	Samband mellan olika områden	31
6	Andra väsentliga behov	33
6.1	Energi och global utveckling.....	33
6.2	Okonventionella perspektiv.....	34
6.3	Kraftsamling i institutform?.....	34
7	Kommunikation och samverkan	37
8	Indikatorer för uppföljning	38
9	Underlagslitteratur	39

1 Bakgrund och förutsättningar

Vår utgångspunkt är att god och säker tillgång till energi är ett livsvillkor för ett välfungerande samhälle. De restriktioner och begränsningar som vi samtidigt måste ta hänsyn ska i första hand ses som utmaningar till nytänkande och skärpt analys. Energisystemstudier anser vi mot denna bakgrund vara viktiga för deras bidrag med mångsidiga kunskaper om energisystemets funktion och förutsättningarna för att bygga miljömässigt, ekonomiskt och socialt uthålliga energisystem. Analyser på ”hela systemets” nivå är väsentliga för att klarlägga hur olika delar av energisystemet påverkar varandra och undvika suboptimeringar. En omställning av energisystemet kräver såväl kunskap om och förståelse för institutionella förhållanden och aktörers villkor som fortsatt teknisk utveckling.

Energisystemets betydelsefulla roll i förhållande till hotet om ett förändrat klimat är en dominerande orsak bakom en politisk vilja till omställning av energisystemet. Även på det globala planet kan hotet om klimatförändringar bedömas få en betydande påverkan på den långsiktiga utformningen av energisystemen. Samtidigt är klimatmål inte allenarådande på energiområdet. Energimyndigheten verkar för att Sveriges energisystem ska utvecklas till att bli ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart. Det brukar uttolkas aningen mera konkret så att det ska finnas en trygg försörjning med energi till konkurrenskraftiga priser och att energitillförseln och energianvändningen ska innebära minsta möjliga påverkan på människor och miljö. Uppenbart blir här att energifrågorna påverkar och påverkas av samhället i stort, och Energimyndigheten har som ett strategiskt internt satt mål att sträva efter en helhetssyn som tydliggör sambanden mellan energifrågorna och samhället, i dess olika delar och i sin helhet.

Det är många politiskt fastlagda mål som på olika sätt ska styra utvecklingen av energisystemet. Dessa kan övergripande sägas omfatta mål om konkurrenskraftiga priser på energi, en omställning av energisystemet (främst avseende energieffektivisering och förnybara bränslen), god försörjningstrygghet, och låg påverkan på miljön. Med många mål kan en konkurrens uppstå och målkonflikter blir i praktiken oundvikliga. Målkonflikter blir en naturlig företeelse som innebär begränsningar av möjligheterna att uppnå mål. Svåra avvägningsproblem kan uppstå vid vissa kombinationer av mål. En slutlig avvägning behöver ske i den politiska processen. Samtidigt fritar detta inte forskare och myndigheter från ansvaret att lämna så fullständiga, mångsidiga och objektiva underlag som möjligt.

1.1 Befintliga forskningsinriktningar

Inom temaområdet bedrivs forskning i flertalet av Energimyndighetens program, många av dem med delfinansiering från branschorganisation eller direkt från näringslivet.

Forskningsprogrammet Internationell klimatpolitik finansieras av Energimyndigheten och syftar till att bygga upp svensk klimatpolitisk forskning. Som mål med programmet anges att bidra till ett förbättrat underlag inför klimatförhandlingar, att förstärka Sveriges internationella kontaktnät och kompetens inom det internationella klimatarbetet samt att bidra till att etablera svenska forskargrupper som långsiktigt kan bedriva forskning på det klimatpolitiska området. Områden av särskild vikt är processer och framtida åtaganden på klimatområdet, exempelvis utformning av framtida klimatprotokoll samt forskning om klimatpolitiska styrmedel (styrmedels kostnadseffektivitet och de flexibla mekanismernas roll i framtida klimatöverenskommelser). Programmets ledning prioriterar större sammanhållna projekt, och ser gärna samarbeten med välmeriterade utländska forskargrupper inom samma områden.

Forskningsprogrammet Allmänna energisystemstudier (AES) syftar till att vidareutveckla system- och helhetstänkandet i omställningen av energisystemet. Programmet finansieras av Energimyndigheten och integrationen av energisystemforskningen i Energimyndighetens operativa verksamhet ska vidareutvecklas, tillsammans med resultatkommunikationen från programmet för att nå fler intressenter och avnämare. Programmet har som ett mål att bereda utrymme för nya vetenskapsområden och forskargrupper. Målen med programmet innebär vidare att ta fram underlag för en ändamålsenlig energipolitik som bättre integrerar energifrågorna i samhällsutvecklingen. Målet är också att programmet ska bidra till att förstärka Sveriges roll inom den europeiska och nordiska energipolitiken, samt att bidra till metodutveckling för bl.a. teknikvärdering och kommersialisering av energi- och miljöteknik. Inom programmets tradition finns även en uppmärksamhet på bland annat energiframtidsstudier och metodutveckling.

Program Energisystem (PES) består av en forskarskola och ett forskningsprogram. Deltar gör fem institutioner vid fyra universitet: Linköpings universitet, Chalmers, KTH och Uppsala universitet. Inom ramen för programmet arbetar tekniker och samhällsvetare tillsammans för att studera energifrågor ur ett brett perspektiv och med olika infallsvinklar. Programmet bedrivs i tre konsortier: lokala och regionala energisystem, byggnaden som ett energisystem, samt industriella energisystem. Energimyndigheten har sedan år 2001 huvudansvaret för programmet.

Nordiska Energiperspektiv (NEP) är ett mångvetenskapligt projekt som har som mål att visa på vägar till en starkare tillväxt och hållbar utveckling i de nordiska länderna. Projektet utgår från utvecklingen av de nordiska energisystemen i ett europeiskt och globalt perspektiv och utgör en arena för dialog mellan forskare, myndigheter, näringsliv och politiker om aktuella och framtida frågor inom energi- och klimatområdet i Norden. Energimyndigheten har bedömt att projektet fortsatt kan bidra till ökade insikter om kopplingarna mellan energipolitiska mål, styrmedelsutformning och marknadens aktörers agerande i de olika nordiska länderna. Myndigheten delfinansierar genom att bevilja stöd till projektvärden Elforsk.

Projektet ”Pathways – svenska systemlösningar” samordnas med ett större europeiskt forskningsprojekt. Det övergripande målet för projektet är att analysera och presentera vägar mot hållbara energisystem i Europa. Den svenska delen har samma omfattande målsättning, men också följande delmål:

- Projektet ska visa hur kunskaper och erfarenheter som byggts upp i Sverige, bl.a. genom Energimyndighetens försorg, kan medverka till att skapa vägar mot en hållbar utveckling i hela Europa
- Projektet ska medverka till att svensk forskning synliggörs i Europa och globalt
- Projektet ska ta nytta av statistik-kunskaper, databaser och analysmodeller som utvecklats med svenska medel och som Sverige har nära tillgång till – och därmed en fördel framför andra europeiska länders forskare
- Inom projektet ska en mångdisciplinär forskargrupp samverka, som tydliggör värdet av ett brett tvärvetenskapligt beslutsunderlag för utvecklingen av energisystemen

Forskningsprogrammet LETS (Governing transitions toward Low-Carbon Energy and Transport Systems) är ett tvärvetenskapligt program som studerar hur Sverige ska styra mot koldioxidsnåla och hållbara energi- och transportsystem.

Programmet leds av Lunds universitet och sysselsätter ett 25-tal forskare från tio olika institutioner. Forskningen utgår från att det både är tekniskt möjligt och ekonomiskt genomförbart att ställa om till ett koldioxidsnålt samhälle men att det nu är dags att finna vägarna dit. Vilken politisk styrning krävs och vilka mål- och intressekonflikter kan uppstå? Finansiärer är Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Vinnova och Vägverket.

Market Design är ett forskningsprogram om spelreglerna på den fria elmarknaden. Programmet är ett brett upplagt samarbete mellan svenska elföretag, Svensk Energi, Energimyndigheten, Svenska Kraftnät, EBL i Norge, samt svenska och norska högskolor och universitet. Syftena med programmet är att ta fram ny kunskap som direkt påverkar spelreglernas utformning i Sverige och inom det gemensamma marknadsområdet (Norden och EU), att öka samarbetet och kunskapsöverföringen mellan forskare inom Norden, samt att utgöra en rekryteringsbas för branschen genom att det utbildas disputerade forskare inom området.

ELAN-programmet är inriktat mot frågor kring hur människans beteende och värderingar påverkar elanvändningen. Visionen är att utgöra ett centralt kunskapsnav där både energiföretag och myndigheter kan hämta information och kompetens samt att skapa ett forum för dialog i frågor kring energianvändning och beteende. Verksamheten kommer att omfatta både kortsiktiga och långsiktiga forskningsfrågor. Programmet finansieras av energiföretag och av Energimyndigheten. Verksamheten har varit organiserad i fyra huvudgrupper: förbrukningspåverkan och tjänster, energirelaterade köpbeslut, elanvändning i vardagen, samt information/ kommunikation/ relation.

1.2 Systemkaraktär och sociotekniska system

Begreppet *energisystem* används flitigt såväl i forskningen som i näringslivet och myndighetsvärlden. En närmare granskning visar att det syftar på många olika saker, men också att detta i allmänhet inte leder till några värre missförstånd. När det gäller att ta ut riktningen för kommande forskning och studier inom området, behövs dock en viss stringens i tolkningen. I vetenskaplig tradition betyder *system* en uppsättning komponenter tillsammans med samband mellan dessa.

Systemgräns och omgivning är nyckelbegrepp. Utöver detta finns många bud om vad ett system eller ett energisystem ska anses vara. I ett av Energimyndighetens forskningsprogram definieras energisystem som ”anläggningar för omvandling, distribution och utnyttjande av energi och som samverkar för att fylla en viss typ av efterfrågan.” Flera forskare och forskningsinstitut reserverar i praktiken begreppet system för sådana företeelser som kan beskrivas med en viss form av teori eller med något slag av matematisk modell (se slutet av kapitel 4 nedan). Ytterligare andra forskare lägger vikt vid ett särskilt sätt att närma sig sammansatta problem. C West Churchman (1968) betonar ”the systems approach” som innebär att systemsyn och helhetstänkande (särskilt att undvika suboptimering) är sådant som man tillägnar sig genom övning och tillämpning, däremot finns det inte någon bästa Metod.

Vi rekommenderar en vidsynt hållning till olika slag av systemdefinitioner. Å andra sidan vill vi starkt betona att en medvetenhet om systemkaraktären och att flera system är inblandade är nödvändig i den forskning som prioriteras. Systemforskningen bör riktas mot hur olika delsystem samverkar såsom värmemarknaden och byggandet, elproduktionen och transportsektorn eller industrins roll i el- och värmeproduktionen. Systemegenskaperna bör stå i centrum: komponenterna och deras samband – och i särskild grad de faktorer som kan leda till förändring av systemet och hur detta kan styras mot uppställda mål. Vi vill återigen erinra om att flera delsystem har egna forskningsprogram såsom elproduktion, energianvändning i byggnader och transporter. Mot den bakgrunden får systemforskningen en särskild uppgift i att klargöra möjligheter till samverkan mellan olika delsystem.

Att betrakta energisystem som en speciell kategori av system är fruktbart eftersom man då kan dra nytta av teorier, analogier och inlån från andra slag av system. Det kan gälla datormodeller, grundläggande begrepp (som stabilitet eller återkoppling) eller hypoteser om vad som vara avgörande faktorer för systemets förbättring. Energisystemstudier har dragit nytta av och växelverkat med systemstudier inom bland annat transport, ekonomi och klimat; sådana kopplingar kan väntas bli än viktigare i framtiden.

Vi kommer senare att argumentera för att det nationella energisystemet och dess samverkan med det internationella bör få en särskild uppmärksamhet, och att studier av delsystem i möjligaste mån ska relateras till energisystemet i dess helhet. Sverige framstår också som ett intressant ”case” och i vissa avseenden har svensk energisystemforskning nått längre än andra länders. Vi har därför åtskilligt

att tillföra i internationellt samarbete. Vi noterar också redan här att det fordras bred kompetens för att hantera de problemställningar som rör vårt energisystem. Teknisk och ekonomisk kunskap måste kombineras med samhällsvetenskapliga insikter om den kontext i vilken tekniken ingår. Det innebär att energisystem bör ses som sociotekniska system som analyseras inte enbart utifrån tekniska och ekonomiska faktorer utan även med hänsyn till deras sociala funktion; inte sällan också utifrån deras kulturella och historiska innebörd.

2 Målbild, scenarier och omvärld

En vision för temaområdet energisystemstudier och som tar sikte på år 2050 har formulerats i den tidigare Fokus II-rapporten. En nästan likalydande formulering återfinns i regeringens proposition 2005/06:12 (Forskning och ny teknik för framtidens energisystem), nämligen att:

”insatserna inom temaområdet Energisystemstudier bör vägledas av den övergripande visionen om en framtid där kunskapen om det svenska energisystemet, hur det utvecklas och kan formas, präglas av en helhetssyn och där denna kunskap skapar förutsättningar för en omställning som bidrar till hållbar tillväxt”.

Ett försök till konkretisering av denna vision gjordes i Fokus II-rapporten med några punktsatser. Energisystemstudier bör enligt dessa bedrivas så att:

- Omställningen av energisystemet i en ekologiskt och ekonomiskt hållbar riktning kan genomföras med god kunskap om alternativa utvecklingsvägar för energisystemet samt de huvudsakliga konsekvenser som val av utvecklingsvägar kan få (vi kommer att beröra detta nedan i stycket ”Framtidsstudier av energisystemet”).
- Omställningen sker med god beredskap för variationer i viktiga omvärldsp parametrar (behandlas något under vår punkt ”att planera för det oväntade”).
- Energisystemet styrs med hjälp av kraftfulla och kostnadseffektiva ställningstaganden mot en effektivare energi- och resursanvändning samt ett ökande inslag av förnybar energi (se ”styrning och styrmedel”).
- Energisystemets omställning sker med god kunskap om energisystemets dynamik samt om aktörernas roller och relationer och samspelet mellan dessa.
- Sveriges bidrag till minskad klimatpåverkan sker genom en ändamålsenlig kombination av styrmedel och åtgärder på nationell nivå och användning av internationella marknadsbaserade policyinstrument.
- Svensk energisystemforskning och relaterad forskning inom det klimatpolitiska området ger väsentliga bidrag till den nationella och internationella kunskapsutvecklingen.

Temaområdet Energisystemstudiers särart jämfört med mera tekniknära temaområden gör det däremot varken möjligt eller lämpligt att definiera konkret mätbara resultatmål för den EFUD-verksamhet som vi diskuterar i denna rapport. Man får i stället förlita sig på verbalt uttryckta mål och visioner. Som en ytterligare belysning av mål och visioner refererar vi kort till några normativa perspektiv för framtiden som formulerats vid sidan om den svenska politiken.

Förbränning av fossila bränslen för energiändamål har en dominerande roll i fråga om världens sammanlagda växthusgasutsläpp. Samtidigt nödvändiggör hotet om klimatförändringar drastiska reduktioner av växthusgasutsläppen på global nivå. Om klimatpåverkan ska kunna begränsas i enlighet med det överordnade målet i FN:s klimatkonvention kommer denna omvärldsfaktor på sikt att få en avgörande betydelse för hur energiförsörjningen utvecklas globalt såväl som i Sverige. I ett längre tidsperspektiv blir det nödvändigt att alla länder engageras för att begränsa sina växthusgasutsläpp och det ligger en stor utmaning i att uppnå en internationellt brett förankrad politisk konsensus om hur detta ska ske. Den internationella klimatpolitiken kommer därför under en lång tid framöver att vara ett forskningsområde av central betydelse för energisystemet och som kan öka förståelsen för förutsättningarna för dess utveckling.

EU-kommissionens andra strategiska energiöversyn som presenterades i slutet av 2008 ägnar stort utrymme åt försörjningstrygghet (olja- och gastillförsel), samt integrering av de europeiska energimarknaderna. Härutöver utvecklas och förklaras strategin med ”20/20/20”-målen. EU ska minska sina koldioxidutsläpp med minst 20 % till 2020 (målet ska ökas till 30 % när det finns ett internationellt åtagande). För förnybar energi är målet att öka andelen till 20 % till år 2020 och för transportsektorn ska andelen biodrivmedel öka till 10 % år 2020. Lägg därtill handlingsplanen för energieffektivisering med målet att spara 20 % av EU:s energikonsumtion till 2020. I olika grad har dessa mål sedan konkretiserats direktivförslag och liknande. I den andra strategiska översynen finns också en drastisk vision mot 2050 innehållande antaganden av typen: bort med allt fossilt kol i EU:s elsektor, ett slut med oljeberoendet i transportsektorn, fler lågenergihus och ”plushus”, ett smart ihopkopplat elsystem, inklusive som sista punkt ett aktivt stödjande av en omstrukturering av hela det globala energisystemet. Den strategiska energiöversynen utgör paraplydokumentet till det samlade ”energipaketet”, sammanfattar kommissionens enskilda meddelanden, och landar i förslag till ett antal konkreta åtgärder – en handlingsplan för energi.

En för många energiaktörer betydelsefull källa för omvärldsinformation är World Energy Outlook som ges ut av IEA, den senaste kom år 2008.

Vi noterar – med risk för att påpeka det självklara – att Energimyndigheten bör bevaka att internationella publicerade scenarier och strategiska dokument blir kända för energiaktörer och forskare i Sverige (se även nedan i kapitel 4, bland annat om systemmodeller).

Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, har för projektet ”Vägval Energi” dragit en del slutsatser och samlat erfarenheter från olika tidigare projekt som ”Energiframsyn” och ”Miljöarbetets nya arena”. I projektplanen för ”Vägval Energi” ser IVA att energidebatten de senaste åren har breddats och att ännu större fokus nu finns på förnybar energi. Vidare anses målen för det framtida energisystemet vara att säkerställa en långsiktig energiförsörjning, högre energieffektivitet, lägre klimatpåverkan, högre störningsberedskap, samt stärkt

konkurrenskraft. IVA har i projektet "Vägval Energi" tagit avstamp i ett resonemang om att klimatforskare i världen är ense om att vi redan idag, på nivån 385 ppm, har en så stor mängd växthusgaser i atmosfären att alla tillskott måste anses som oacceptabla. Med hänvisning till IPCC, FN:s klimatpanel, ökar jordens medeltemperatur med två grader vid 450 ppm, och att ett överstigande av den nivån bedöms ge radikala försämringar för mänskligt liv på jorden. Tillskottet ligger idag på två ppm per år vilket innebär att utsläppen måste komma ner till noll inom trettiofem år för att inte överstiga två graders temperaturökning. Med dessa slutsatser som grund har en arbetsgrupp inom IVA tagit fram "En svensk nollvision för växthusgasutsläpp", för att se hur vi kan minska utsläppen av växthusgaser redan nu och inom trettiofem år komma ner till noll. För att komma ifrån användningen av fossil energi och eliminera utsläppen av växthusgaser framförs i nollvisionen att tre områden är strategiskt viktiga, nämligen: att utveckla elsamhället (för att åstadkomma en snabb övergång till elsamhället anser man det vara nödvändigt att "värna vår installerade kärnkraftskapacitet och att underhålla och modernisera reaktorerna"), att utnyttja och sköta skogen och jordbruket mer växthusmart (öka bindning och minska läckage) samt fånga in och lagra koldioxid. Vid Energitinget 2009 presenterades ytterligare tre rapporter från IVA:s projekt.

Ur energisystemsypunkt är målformuleringar och scenarioarbete både input och forskningsuppgifter. Som vi senare diskuterar har olika sätt att ange mål (kvantitativa indikatorer, "sträva mot", nollvisioner osv.) olika möjligheter att fungera som styrande eller förpliktande till förändring. Å andra sidan måste energisystemets aktörer, inklusive forskare, förhålla sig lojala till politiskt fastlagda mål och visioner. För forskarnas del rör det sig dock om en "kritisk lojalitet" som bland annat måste ta sig uttryck i att man gör sig förtrogen med och belyser de bakgrundsantaganden och modellberäkningar – men även särintressen och rena missuppfattningar – som kan ligga bakom antagna mål och visioner.

3 Kriterier för prioritering

Under senare år (även under de fem år som gått sedan Fokus II utarbetades) har de kunskapsbehov som har tydlig systemkaraktär kommit än mer i förgrunden. Som de viktigaste bakomliggande faktorerna noterar vi klimatfrågan (innefattande både internationella och nationella politiska åtaganden), den förändrade globala energisituationen och mångfalden av tekniska möjligheter (många av dem ännu på försöksstadiet). Visserligen kan man hävda att huvuddelen av de faktiska problemen varit kända sedan länge, men bland annat EU-mål och Kyoto-Köpenhamn gör att den systemmässiga kunskapen på ett nytt sätt efterfrågas. Vi pekar här ut tre aspekter som vi menar bör tillmätas stor betydelse för den kommande periodens prioriteringar.

Energiområdet kan inte längre betraktas som en sluten sektor eller ett antal oberoende delsystem. Ett ”stuprörstänkande” i vilket energi, miljö, trafik, bostäder, livsmedel och areella näringar betraktas som åtskilda sektorer, med lättfattliga och enkla relationer till varandra, håller inte. Systemsambanden är många och delvis utforskade. ”Elsektorn”, exempelvis, har förbindelser till uppvärmning och till biomassa, men kan också visa sig avgörande för trafikutvecklingen och fordonsindustrin. Inom de areella näringarna korsas intressen som livsmedel, trävirke, biomassa för energiändamål och rekreation: alla dessa har energirelevans.

Vår slutsats är att en allt viktigare uppgift för systemforskningen är att skapa kunskapsunderlag som underlättar överblick och stödjer dialog mellan företrädare för olika sektorer och intressen samt visar på institutionella möjligheter och hinder. En total *optimering* av energisystemet i denna vida mening är av olika skäl orrealistisk, men en strävan att komma bort från de mest skadliga inslagen av *suboptimering* är både realistisk och nödvändig. Själva valet av en specifik (acceptabel) systemlösning för att uppfylla energimålen leder å priori till att andra i sig lika goda systemlösningar kommer att klassas som suboptimala. Ur beslutssynpunkt handlar det om att väga effektivitet för att uppnå ett långsiktigt mål (minskar med antalet parallella system) mot risken för att ha satsat på fel system (ökar med minskande antal parallella system). I vilken mån ”politiken” kan axla detta övergripande ansvar diskuteras i nästa stycke.

Energipolitikens utveckling under efterkrigstiden kan, med viss förenkling, beskrivas som en period av stark centralstyrning, följt av en period av lika tydlig tilltro till ”marknaden” och ”avreglering”. Under intryck av bland annat de globala utmaningarna ställs nu ökade förväntningar på styrning, konsekvens och ledarskap från den politiska sfären. Vi noterar att politiska aktörer, särskilt på nationell nivå, i växande utsträckning måste ta del av övergripande systemstudier. Å andra sidan är systemsambanden sådana att något slag av kommandoekonomi inom detta fält är helt orrealistisk. Systemforskningen bör räkna med att statsmakterna och politiken tar ett ökande ansvar och använder de styrmedel

(mjuka och hårda, se nedan under kapitel 4) som står dem till buds. Politikerna har behov av att utnyttja systemforskningen för att utforma styrmedel och andra regler så att energisystemet som helhet optimeras, eller åtminstone undviker skadlig suboptimering. Eftersom statsmakterna och politikerna har ett ansvar för att skapa det ramverk inom vilket energisystemet utvecklas – genom att sätta mål och skapa styrmedel – ska systemforskningen i stor utsträckning inriktas mot detta behov. För prioritering av systemforskning förblir *dialog* och *överblick* de viktigaste aspekterna, och i detta avseende bör systemforskningen göras mer relevant för våra demokratiskt ansvariga politiker och deras närmaste rådgivare.

Den förväntan som i särskild grad riktas mot den politiska sfären är att den ska stå för långsiktighet och förutsägbarhet. Om det senare kan man ha olika meningar (se nedan, kapitel 4), men det är helt uppenbart att långa perspektiv måste få utrymme i systemforskningen om denna ska fylla sin uppgift. För klimatförändringarna räknar vi numera i 20-, 50- och 100-årsperspektiv. För de åtföljande systemförändringarna inom trafik, bostäder och markanvändning gäller ledtider på från 10 upp till 50 år eller mera. Decennielånga eller ännu längre perspektiv gäller även för tyngre anläggningar inom produktion av el och värme samt tillhörande nät. Det långa perspektivet är svårhanterligt både inom politiken och för marknadsstyrda organisationer, men det måste artikuleras och alternativen klargöras så gott det går. Detta är en väsentlig uppgift för systemforskning och sektorövergripande analyser.

Under det allmänna kriteriet att systemforskningen ska fokusera på och underlätta *förändring av energisystemet* i de riktningar som vi diskuterat i kapitel 1, blir alltså de övergripande kriterierna för prioritering:

- Forskning och studier som tydliggör samband mellan olika sektorer, och utgör underlag för dialog och ”mera optimala” lösningar särskilt på övergripande, nationell, internationell och global nivå
- Forskning och studier som ger underlag för energipolitiska ställningstaganden och underlättar långsiktighet och konsekvens i energipolitiken. Detta innefattar hur man kan utnyttja de styrmedel som står statsmakterna till buds och som underlättar en ansvarsfull dialog med olika aktörer om utvecklingens riktning
- Forskning och studier som anlägger det långa perspektivet (20–100 år) och belyser vilka åtgärder och sammanhang – hinder och möjligheter – som är särskilt väsentliga i relation till systemets förändring. Detta innebär inte att man kan skjuta beslut framför sig, eller att forskning kring förändringar och möjligheter på medellång sikt (5-10 år) skulle vara oväsentlig. Tvärtom är det grundläggande motivet för studier med långt tidsperspektiv att de ska påverka vårt handlande redan i dag.

Vi är starkt medvetna om att det kan finnas andra skäl för att stödja viss systemforskning som inte klockrent faller under de ovan angivna kriterierna. Ett

viktigt sådant skäl är behovet av att utveckla ”systems approach”, metodutveckling och teoribildning inom energiforskning.

- Forskning och studier som främjar systemtänkande, modellutveckling och systemanalytisk kompetensutveckling. Sådan kunskap är till stora delar generisk – relevant inom vitt skilda problemområden – och bör därför uppfattas som ett ansvar även för övriga utvecklingsplattformar.

4 Prioriterade aktiviteter

Forskningsresultat och relevans

Inom temaområdet energisystemstudier verkar man för att åstadkomma nytta för beslutsfattare av olika slag – att ge underlag för beslut inom politiken, näringslivet och samhället i stort. En viktig uppgift för systemforskningen är (enligt ovan) att förmedla relevant underlag till politikerna och på så sätt bidra till deras arbete med att sätta mål. Detta bör ske på ett sätt så att de verkligen når fram till beslutsfattarna. Det är i detta sammanhang viktigt att tänka på det filter, det gränssnitt, som ligger strax före politiken. Det kan bland annat vara myndigheter, konsulter och lobbyister. Lobbyister har ofta rollen att förespråka en specifik systemlösning medan myndigheterna ska svara för en avvägd helhetsbild: spelet dem emellan bör ske med gott forskningsstöd. Forskarna kan visserligen ha politikerna i åtanke när de gör sina skrivelser, men kanske snarare riktar dessa mot t.ex. myndigheter än direkt till politikerna. Det kan finnas en risk att innehållet i forskningsrapporter kan bli urvattnat eller populistiskt om de skrivs med politikerna som målgrupp. Mot denna bakgrund är det viktigt att Energimyndigheten lägger stor vikt vid spridningen av forskningsresultaten och reserverar resurser till forskare eller informatörer för att tillrättalägga forskningsrapporterna för den politiska sfären.

I internationella sammanhang framstår klimatförhandlare som ett exempel på en viktig målgrupp (forskningsprogrammet "Internationell klimatpolitik" är tydligt inriktat på relevans för de internationella klimatförhandlingarna).

Överhuvudtaget finns det ett behov av aktiv samverkan mellan forskning, politik/samhälle och näringsliv. Det är lätt hänt att olika synsätt hamnar i skyttegravsrigg med varandra (exempelvis tekniker/ingenjörer versus ekonomer när det gäller synen på energieffektivisering). Samtidigt är de krav på energisystemet, som vi kan se framför oss, så formidabla att det krävs en allt högre grad av samspel mellan samhällets och branschens olika aktörer. Även om vi här betonar det nationella systemet, så måste en realistisk systemforskning ta in olika aktörers intressen och beteende. Det gäller tillverkande industrier, kommunala energibolag, "närenergibolag", vindkraftföreningar, enskilda husägare. Systemforskning kan skapa förutsättningar för att en bred samverkan kan komma till stånd.

Vi menar att forskningen inte kan blunda för målkonflikter inom energipolitiken: tvärtom bör sådana aktivt belysas. Vi ser även ett behov av mera studier – även av återblickande karaktär – kring förändringsprocesser och om hur forskningsresultat används eller inte används för avgörande beslut. Systemforskningen behöver vara i dialog med det politiska, men framförallt våga vara utanför och på så sätt kunna utmana.

Visioner, mål och kriterier

Man kan konkretisera allmänna strävanden i energipolitiken på olika sätt. Mål och visioner av de sifferslag vi sett ovan (jfr kapitel 2) är ett sätt för politiker att styra och skicka signaler. Denna form av styrning är vanlig inom näringslivet: ”Det som mäts blir gjort!” Problemet är att samhället som system är så mycket mer komplext än ett företag. Därför kan allmänna mål och riktningar i vissa lägen vara bättre än specifika siffermål. Erfarenheter av forskningen visar att den utmanar siffermålen. Politiker kommer att fortsätta att sätta mål av olika slag, men det är viktigt att dessa mål är trovärdiga för att de ska kunna ha relevans. Mål kan undergrävas när reglerna om hur man ska beräkna måluppfyllelsen inte är givna eller kan ges en entydig tolkning (ett exempel kan vara värme från värmepumpar, i reglerna för förnybarhetsdirektivet).

Vi tror att det är bra om forskarna hjälper politikerna att sätta och utvärdera mål och visioner. EU:s 20/20/20-mål innebär en risk för klassisk suboptimering om dessa hanteras var för sig. Det finns ett behov av att bringa reda på hur olika mål, som i fallet med 20/20/20-målen, förhåller sig till varandra. Detta är viktigt bland annat eftersom förekomsten av många hårda mål kan begränsa frihetsgraderna. Mål behöver alltid sättas ur ett helhetsperspektiv.

Det finns således ett behov av kunskaper om principiell hantering av målkonflikter och samband mellan olika mål. Det behövs också forskning med en fri hållning till politiska mål. För detta krävs också mod att ibland komma med komplicerade svar – att inte alltid ge de enkla svaren och lösningarna på problemen. Å andra sidan kan man inte komma ifrån att Energimyndigheten och andra myndigheter ur de komplicerade sambanden måste approximera fram enkla och handfasta råd.

Trögheter och förändringshinder

När förändringar inom energiområdet diskuteras riktas traditionellt en stor del av uppmärksamheten mot tekniska förändringar. Det är dock uppenbart att andra barriärer mot förändring kan vara minst lika viktiga och dessutom ha längre tidskonstanter. Vi hävdar att kunskapen är svag om vad normer, standarder, beräkningskonventioner mm betyder som barriärer mot förändring. Det finns trögheter inom juridik, politik och ekonomi. Vi skulle också behöva veta mera om vad faktorer som vanor, kultur och estetik betyder vid omställningen av Sverige till ett uthålligt energisamhälle. Kulturella ”förgivettaganden” är stadigt och överallt närvarande och ifrågasätts därför normalt inte i forskning eller debatt.

Exempel kan hämtas från potentialer för energieffektivisering, där man får vara glad om man ens når upp till hälften av vad som bedöms tekniskt ekonomiskt möjligt. Det minst lika viktigt att forska om hindren och hur man kommer över dessa än mer forskning om möjligheterna i sig själva.

Vi efterlyser därför en energisystemforskning som på ett allsidigt sätt belyser barriärer och hinder mot förändring med avsikten att nå större realism vad gäller

möjliga framgångsvägar. Med allsidigt menar vi att – vid sidan av tekniska hinder och möjligheter – de institutionella och kulturella faktorerna måste få tillräcklig uppmärksamhet. En intressant aspekt är att studera med vilken tidsfördröjning tekniska förändringar eller ny teknik slår igenom i samhället och vilka mönster som kan urskiljas i detta, t.ex. var det hastighetsbestämmande steget ligger i den serie av förändringar som måste till för att en teknisk förändring ska få genomslag i energisystemet och hur de beslutsstrukturer ser ut som kontrollerar flaskhalsar.

Att planera för det oväntade

Inom energiområdet (liksom inom många andra tekniktunga områden i samhället) finns en tendens att man vid varje tidpunkt binder sig till en ”bästa” lösning. Efter andra världskrigets slut fick olja (bensin och eldningsolja) ett mycket snabbt genomslag i föreställningarna och i verkligheten. Några år senare ställdes stora förväntningar på ”atomkraften”, som på sikt skulle komma att lösa alla våra energiproblem. Nu är det allmänt erkänt att en klok energiplanering för framtiden måste innefatta många alternativ och stor flexibilitet inför uppkommande möjligheter. Osäkerheten om framtida förutsättningar, som prisutveckling, tekniksprång och effektiviseringsmöjligheter, liksom utvecklingen i omvärlden, motiverar strategier där man inte lägger alla ägg i en korg – samtidigt som det givetvis finns en risk att man plottar bort sig på alltför många ”korgar”. Företag och kommuner har ibland valt att satsa ”lite på lite av varje” för att ha en beredskap även för det oväntade. En kris kan snabbt öppna nya möjlighetsfönster.

För forskning och utveckling inom energisystem innebär detta att man – vid sidan av målinriktad forskning för ”självkla” framtidsalternativ – också måste ge sådana lösningar och systemkombinationer som för ögonblicket verkar orealistiska och/eller olönsamma en chans att bli belysta. En annan slutsats är att man bör utveckla och värna sådan kompetens (hos personer och grupper) som inte är strikt knuten till vissa lösningar utan kan ha blick för bredare frågeställningar och stödja flexibilitet inför det oväntade. Men även det oväntade kan i någon mån belysas genom systematiska ansträngningar (se vidare om Framtidsstudier nedan). Systemforskning ger många exempel på hur inlåsning (*lock-in*) i socio-tekniska system kan inträffa, men också hur sådan kan undvikas och hur man kan hantera beslut under (radikal) osäkerhet.

Styrning och styrmedel

För att styra utvecklingen mot de olika energi- och miljöpolitiska målen kan staten använda en rad olika styrmedel. Även internationellt koordinerade styrmedel ökar i betydelse (t.ex. Kyotoprotokollets flexibla mekanismer och EU:s utsläppshandelssystem). Styrmedlen har olika karaktär och olika stark styrningsförmåga. De har också olika påverkan på andra samhällsmål. Efter en period när traditionella medel som lagstiftning och förbud dominerade, har ekonomiska styrmedel – skatter, avgifter och bidrag – blivit de främsta styrmedlen för att nå uppsatta mål inom energi- och miljöpolitiken. Målen har förändrats över tiden och speglar utvecklingen i samhället. Nu finns ett allt större intresse för marknadsbaserade styrmedel av det slag som elcertifikatsystemet och EU:s

utsläppshandelsystem representerar. Administrativa styrmedel, som regleringar enligt miljöbalken, bildar även fortsättningsvis en del av grunden i den svenska miljöpolitiken. Det pågår just nu en översyn av energiskatterna både i Sverige och inom EU. Strävan är att förenkla samt skapa ett bättre samband mellan skatterna och de marknadsbaserade styrmedlen.

Vid sidan av dessa kan man urskilja andra former av styrning. Information – till företag eller enskilda – innebär inte att mottagaren är tvingad eller utsatt för något ekonomiskt kostnadstryck, men kan ändå ha stor betydelse när det gäller att ändra beteenden. Forskning, utveckling och demonstration kan också betraktas som en form av styrmedel, dels vid valet av forskningsområden och dels kunskapen som kommer ut ur densamma (kunskap är makt). Ett mindre uppmärksammat fenomen är ”frivilliga överenskommelser” mellan olika centrala aktörer; något som i litteraturen ibland beskrivs som ”mjuk reglering”. Det finns anledning att belysa detta, och kontrastera det mot en ”legalistisk” trend som bland annat EU-medlemskapet kommit att förstärka.

Vi konstaterar att en viktig uppgift för systemforskningen även fortsättningsvis måste vara analys av styrmedel, deras relation till uppställda mål, eventuella målkonflikter och deras effektivitet och legitimitet. En strävan bör vara att stå fri från trender och modeföreställningar inom detta område. Inom forskningen är man klar över att styrmedel och måluppfyllelse i hög grad är beroende av kontexten och att man måste vetenskapligt kunna ompröva vilka styrmedel som fungerar i vilken kontext. Å andra sidan finns det lärdomar av mer generellt slag. Att ”marknaden” inte är något entydigt och marknadslösningar fungerar olika är numera erkänt. En blandad roll för staten och marknaden, i vetenskapliga sammanhang ibland markerad som en förskjutning från *government* till *governance*, har vuxit fram (med det senare avses riktningstyrning, dialog och förhandling, snarare än att ”regeringen bestämmer”). Högt utvecklad metodik för styrning och styrmedel finns att tillgå inom ett par samhällsvetenskaper, men kring frågan hur man styr komplexa system finns uppenbara kunskapsbrister. Samtidigt kan resultat och mönster lånas in eller generaliseras från andra områden. Frågor som kan belysas är: Vilka är förutsättningarna för att ”rent ekonomiska” styrmedel ska fungera? I vilken grad kan man ”informera bort” icke-önskvärd beteende? Varför värnas i det allmänna medvetandet laglydnad på ett område (t ex barnmisshandel) medan lagtrots lättare accepteras inom ett annat (t ex fortkörning)?

Framtidsstudier av energisystemet

Energisystemen med tillhörande strukturer såsom infrastruktur och befintliga institutioner är i många delar trögförändrade och kräver stora investeringar för att ställas om. Samtidigt påverkar energisystemen miljön på många sätt, inte minst klimatet. För att få ett bättre helhetsgrepp om önskvärd utveckling av de inblandade systemen, både i sin helhet och i mindre delar, utgör långsiktiga framtidsstudier en viktig ingrediens.

Med framtidsstudier menar vi här metodiskt genomtänkta och vetenskapligt grundade studier av möjliga framtida utvecklingar. Framtidsstudier i denna mening har tidigare (särskilt under 1980-talet) spelat en relativt stor roll inom energisystemforskningen. I dag kan ett förnyat intresse noteras. Framtidsstudier kan utforska frågan om hur utvecklingen ser ut att bli (prediktiva); hur den skulle kunna bli givet olika slags utveckling (explorativa) eller hur en viss önskvärd framtid kan se ut (normativa). Framtidsstudier kan också vara utmärkta redskap för att identifiera kunskapsluckor och prioritera forskningsinsatser.

Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, har genomfört flera s.k. framsyner, delvis enligt engelskt mönster (foresight). Dessa präglas av brett deltagande och tydligt strukturerat idéutbyte mellan många aktörer, men däremot inte av någon särskild analysmetodik. Den motsatta tyngdpunkten kan sägas vara den typ av backcastingstudier som utvecklats av Peter Steen m.fl. vid Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier, FMS (numera Avdelningen för miljöstrategisk analys vid KTH), med utformning av alternativa framtidsbilder och kalkyler av tekniska förändringar över långa tidsperioder. En liknande ansats – beräkningar av den tekniska förändring som krävs för att nå ett visst framtida mål – präglar en rapport från IVA:s projekt Vägval energi (publicerad februari 2009). Av stor vikt i sammanhanget är givetvis också de framtidsstudier som utförs i anslutning till IPCC:s arbete. De studier som utförs med hjälp av systemmodeller (MARKAL, PRIMES, GAINS osv., se mera nedan) kan i vissa avseenden betraktas som framtidsstudier.

Vi bedömer behovet av framtidsstudier av energisystemet, med genomtänkta systemansatser och tvärvetenskaplig bas, som mycket stort. Metodutveckling och kunskapsvård inom området är enligt flera bedömare eftersatta och bör få ökad uppmärksamhet. På denna punkt bör finnas möjligheter till samverkan med andra organisationer och finansiärer (IFF, Formas/IIASA, NV, Vinnova? MISTRA?)

En funktion som väl genomförda framtidsstudier kan fylla är att ge vägledning för forskningsprioriteringar.¹ Detta kan i vårt fall handla inte bara om energimyndighetens behov, utan även om branschens, samhällssektorer och enskilda företags forskning.

Tvärvetenskap och mångvetenskap

Systemansatsen i energiforskning innebär, som vi ovan flera gånger påpekat, att kunskaper från olika specialområden kombineras. Vetenskapligt samarbete, vare sig vi vill kalla det tvärvetenskap, mångvetenskap eller just samarbete, har såväl organisatoriska som intellektuella aspekter. Även om situationen inom energisystemområdet är bättre än inom FoU generellt måste konstateras att förmågan att organisera olika specialister i vetenskaplig samverkan är underutvecklad. Svensk forskning, inklusive den vi har att kommentera, präglas

¹ Detta var en tung synpunkt vid etableringen (1970-73) av den första statliga satsningen på framtidsstudier i Sverige. Den initierades inom regeringens forskningsberedning och fick bl.a. inputs från TCO:s forskningsdelegation.

av en tydlig disciplinär uppdelning, vanligtvis också byggd på relativt små forskargrupper. Vi tror att detta är olyckligt och återkommer i mer konkreta termer till denna fråga i slutet av rapporten.

Samverkan mellan olika discipliner är alltså synnerligen önskvärd. Den mesta ambitiösa nivån för samverkan är att frontforskare från flera olika discipliner samverkar, söker överskrida sina egna ämnens teorier och tradition med syfte att skapa något nytt. Ibland vill man reservera den laddade termen tvärvetenskap för denna höga ambition. Det torde komma att höra till undantagen att energisystemforskningen kan bidra till denna typ av vetenskaplig integration. Fullt realistisk är däremot mångvetenskaplig samverkan kring ett gemensamt problem. Det bör upprepas att det primära i den forskning vi här syftar på är problemet och systemansatsen: mångvetenskap eller tvärvetenskap följer som en konsekvens och visar sig i de flesta fall vara en nödvändighet.

Erfarenheten visar att spontanformering av slagkraftiga tvärvetenskapliga projekt hör till undantagen. I flertalet fall krävs tydlig styrning och initiativ från uppdragsgivaren/finansiären. Vi menar att Energimyndigheten, i vissa fall i samverkan med andra finansiärer, bör ta på sig en aktivt formande roll för större forskningsprojekt och program (se vidare nedan och i kapitel 7).

Vi vill göra ytterligare en iakttagelse av praktisk natur, mot bakgrund av det faktum att forskningslandskapet är och sannolikt kommer att förbli ganska uppdelat och småskaligt. En forskargrupp inom t ex ett samhällsvetenskapligt område behöver ofta inputs av teknisk karaktär: framtida tekniska möjligheter, verkningsgrader, priser osv. Omvänt kan en tekniskt orienterad grupp behöva veta mera om samhällsorganisation, attityder, lagstiftning mm. Sådant ska inte förväxlas med tvärvetenskap eller mångvetenskap, men är icke desto mindre något som bör noteras i forskningen kring energisystem. Man kan misstänka att sådana tvär-tjänster är både stimulerande och kostnadseffektiva; ett problem är dock att insatser i mångvetenskapliga projekt ofta får lågt meritvärde i akademiska sammanhang.

Samhällsvetenskap som systemvetenskap

Av tradition har energiforskningen dominerats av teknik och naturvetenskap. Under de senaste 10–15 åren har situationen ändrats ganska kraftigt, genom att flera i synnerhet samhällsvetare har blivit verksamma inom området. Om man fokuserar det bredare området ”hållbarhet” (där ”energi” och ”miljö” ingår) kan iakttas att samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning vuxit från en anslagsvolym på cirka 40 Mkr per år under mitten av nittiotalet till närmare 240 Mkr i dag.²

En gynnsam utgångspunkt är att det nu finns en betydande kompetensbas som kan mobiliseras för forskning som syftar till energisystemets omställning till hållbarhet. Inom energiforskningen har samhällsvetenskapen haft något av sin

² Forskningsrådet Formas pågående (2009) utvärdering av samhällsvetenskaplig miljöforskning.

egen nisch i energisystemforskningen, i synnerhet inom AES-programmet. Minst lika viktigt inför framtiden är att man inom olika specifika områden (byggnader, transporter, energiintensiv industri, kraftsystem, bränslen osv) tar till vara samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning och sätter samman den med den tekniska forskning som länge varit totalt dominerande.

Eftersom de aktiva forskarna idag är mer bekanta med integrerade arbetssätt borde det vara lättare att kräva detta vid finansiering av forskning. I den mån samhällsvetenskaplig och humanistisk energiforskning (liksom hållbarhetsinriktad forskning generellt) fortfarande sker i monodisciplinära och relativt små projekt, så bör Energimyndigheten inte understödja ett sådant mönster. Snarare vill vi rekommendera ökad samverkan: mångvetenskap och integration.

Det är fortfarande angeläget att förstärka de samhällsvetenskapliga och humanistiska inslagen i energiforskningen. Samtidigt är det kanske inte rimligt att all forskning måste vara tvärvetenskaplig eller ha ett brett systemperspektiv, utan det är frågeställningens relevans för energisystemet som bör stå i fokus.

En slutsats är alltså att inte särbehandla samhällsvetenskap. Samtidigt ska man komma ihåg det värde som mer ifrågasättande och systemkritisk forskning kan ha för att vi inte ska bli för "insnöade" i vårt eget tänkande. Här har samhällsvetarna och humanisterna ofta mer att ge än andra discipliner. En del av Energimyndighetens forskningsstöd bör därför uppmuntra sådan forskning om energisystem.

Hur blir energisystemforskningen attraktiv?

Med början i AES-rådet inleddes för cirka 15 år sedan en diskussion om hur man skulle kunna locka flera framstående och teoretiskt ledande miljöer inom samhällsvetenskap och humaniora att engagera sig i energiforskningen. Det framkom snart att liknande behov upplevdes inom miljöforskningen (FRN, Naturvårdsverket m.fl. organ). Detta resulterade i programmet Vägar till hållbar utveckling (Utvägar, 1996-2001) som samfinansierades av MISTRA, Energimyndigheten och flera andra forskningsfinansiärer.

Vi bedömer att frågan behöver upprepas: hur attraheras framstående miljöer till energiforskning och energisystemforskning? Den har inget enkelt svar. Det är ingen hemlighet att forskarsamhället i allmänhet föredrar forskning från finansiärer hos vilka forskarna själva har det avgörande inflytandet. Om detta beror på att forskningen i verkligheten är "friare", vilket är den ideologiska grund som åberopas för forskarstyrning, eller om det mera handlar om status är dock oklart. Det som kallats "rådifieringen" av sektoriell forskning (såsom Energimyndighetens) kan ses som en eftergift för forskarnas preferenser så som antytts ovan. Mot denna tanke kan ställas en mer hårdför sådan: den som har ett problem och är villig att betala forskare för att försöka lösa det är i sin fulla rätt. "För mig är det självklart att offentligt finansierad forskning till stora delar ska

styras mot strategiska områden av dem som håller i portmonnän” säger IVA:s VD Björn O Nilsson i tidningen ”IVA-aktuell”, 2009-02-03. Myndigheten har en självklar skyldighet att initiera forskning inom områdets ”vita fläckar”, även om kompetensuppbyggnaden kan vara kostsam och ta tid. En frimodighet att styra och till och med beställa forskning behöver inte betyda att forskarna sjunker i prestige eller att det blir svårare att rekrytera ”de bästa”. Erfarenhetsmässigt har sådana forskningsfinansiärer som själva har en god beställarkompetens en bättre chans att dra till sig goda forskare. Vi noterar att Energimyndigheten numera har en god sådan kompetens, men att den kanske ändå inte är känd i alla forskarkretsar.

Systemforskning: behov av gemensam teori- och metodutveckling

Begreppet system har fått en enorm spridning inom vetenskapen, samhällsdebatten, vardagsspråket och även områden som reklam och media. Paradoxalt nog har detta inflatoriska intresse för system inte åtföljts av något mer energiskt frågande om vad system ”egentligen” är för något. Om vi koncentrerar oss på forskarsamhället kan vi entydigt rekommendera större uppmärksamhet på systemforskningens grundläggande begrepp, metoder, modeller och möjliga tillkortakommanden. Systemforskning sker inom olika discipliner, exempelvis nationalekonomi och biologi/systemekologi. Avancerade metoder utvecklas inom sådana discipliner, men de synergieffekter som utan tvivel finns tas inte till vara i tillräcklig grad. Energisystemforskningen har mycket att vinna på ett gränsöverskridande samarbete med annan systemforskning, både inom basala discipliner (som nämndes ovan) och inom tillämpningsområden som transporter, försvar, hälsovård, bebyggelse och planering. Internationella miljöer, exempelvis IIASA, kan underlätta sådan korsbefrukning mellan olika systemforskningstraditioner. Inom Energimyndighetens systemforskning bör rymmas ansträngningar att utveckla systemforskningens metoder och modeller i samverkan med andra. (Vi kan som exempel nämna en doktorandkurs i augusti 2008 i Formas/IIASA regi, kring generella frågor inom systemanalys.)

Uppföljning, utveckling och kritisk belysning av systemmodeller

Vissa internationellt använda systemmodeller har inte riktigt fått något riktigt fotfäste i Sverige, med undantag av MARKAL-modellen. PRIMES är en energisystemmodell som i stor utsträckning kommit att användas för beslutsunderlag i EU, och modellresultaten har direkt eller indirekt påverkat Sverige i exempelvis utformningen av 20/20/20-målen. Modellen har utvecklats av E3M-Lab vid National Technical University of Athens, med syfte att tjäna som ett verktyg för analys av politik, teknik och marknader på en övergripande nivå inom energiområdet. Den första modellversionen användes bland annat för att ta fram underlag till EU-kommissionen vid 1997 års förhandlingar om klimatåtaganden. Den andra versionen började även användas av olika enskilda länders regeringar. En annan och nära kopplad modell till PRIMES är GAINS, som används och utvecklas vid IIASA i Wien.

De nämnda modellerna är alla av typen ”bottom-up”. Man bör observera att en annan modell- eller kunskapskultur, byggd på ”top-down”, också förtjänar uppmärksamhet. Både inom Energimyndigheten och Regeringskansliet finns ett behov av att bättre kunna förstå, följa upp och påverka systemanalyser som sker med hjälp av etablerade modeller, inte minst PRIMES och GAINS. Eventuellt kan man skapa en gemensam svensk/nordisk systemmodellfunktion. Bland annat inom Elforsk och Nordleden har arbete utförts för att få fram kompetens om modellkritik och modellers begränsningar. Inom IEA:s systemanalyser har prövats s.k. Round robins, dvs. att man kört en och samma analys med olika modeller för att se på skillnaderna.

Energimyndigheten behöver utveckla sin egen metodik för analyser och modellering (som inbegriper bl.a. MARKAL) av energisystemets utveckling på lång sikt. Inom EU borde Sverige aktivt kunna delta i och även driva större systemmodellanalyser (jfr nedan avsnitt 6.3).

5 Samband mellan olika områden

Vi har redan flera gånger påpekat att temaområdet energisystemstudier varken kan eller bör ha ensamrätt på systemforskning. Vi har betonat behovet av övergripande forskning. Mer generellt bör systemforskningen inom Energimyndighetens EFUD ta ansvar för att sammanbinda de olika områdena. Systemforskningen ska fokusera på ”överlappande” forskning, som omfattar flera delsystem och därför annars riskerar att falla mellan stolarna.

Vi tror att ”systemtänkande” bör spela en ökad roll i Energimyndighetens totala EFUD-verksamhet. Flera övriga utvecklingsplattformar har till och med ordet ”system” med i sitt namn, och anger i sina skrivningar att EFUD-verksamheten ska präglas av en systemsyn. Vi tycker oss se ett behov av systemforskning inom och mellan flera olika av de andra (och mera tekniknära) temaområdena.

Temaområdet transporter har som övergripande mål att deras strategi ska leda till investeringar i EFUD som binder ihop sambandet mellan drivlinor, förnybara drivmedel och emissioner. Här anges att fordon, förnybara drivmedel och emissioner fungerar som kommunicerande kärl, vilka alla är beroende av varandra. Forsknings- och utvecklingsinvesteringarna måste ses i det perspektivet. Transportplattformen ska här verka för ett ”optimalt samspel”.

Temaområdet bränslesystem fokuserar mycket på bibränslen, som samtidigt har ett brett användningsområde där konkurrens om råvaran lätt kan uppstå. Biobränslen används för småskalig värmeproduktion, produktion av fjärrvärme och el i kraftvärmeanläggningar, storskalig värmeproduktion för fjärrvärme, och för industrins processbehov. Biobränslen antas också i framtiden att användas i mycket större utsträckning även för drivmedelsproduktion. Man konstaterar att flera av dessa användningsområden berör direkt och går in i andra temaområden; t.ex. temaområdena transporter och energiintensiv industri.

Inom temaområdet kraftsystemet påtalar man vikten av forskning och utveckling av kraftsystemet och dess komponenter för att uppnå ett väl fungerande och leveranssäkert överförings- och distributionssystem även i framtiden. Likaså att kraftsystemet behöver anpassas för introduktion av ny hållbar elproduktionsteknik och en utveckling för att kunna utnyttjas för olika nya tillämpningar.

Forskningen inom området ”byggnaden som energisystem” har som mål att utveckla dels teknisk kunskap om byggnadsskalet och installationerna, dels också de systemsamband som behövs för att uppnå önskade funktioner i byggnaderna. Inom området finns också inriktningen ”processer och styrmedel”, som handlar om icke-tekniska frågor om hur branschens aktörer samverkar.

Vid gemensamma överläggningar inom ramen för Fokus III-arbetet har noterats att ett par områden tydligt överlappar mellan olika plattformar. Det gäller bland annat

- Fjärrvärme och kraftvärme
- Transporter och drivmedel
- Koldioxidinfångning (CCS)
- Biomassa.

Ur de perspektiv som vi ansvarar för tolkar vi dessa överlappningar som betydande utmaningar till systemtänkande och gemensam kunskapsuppbyggnad. Det syns oss uppenbart att det inte är fråga om enkla gränsdragningsfrågor utan om stora möjligheter till gemensam förståelse, optimering på en högre systemnivå och innovativ förändring av energisystemet.

6 Andra väsentliga behov

6.1 Energi och global utveckling

Det svenska energisystemet står i starkt och växande beroende av ett internationellt energisystem. Av konkreta och politiska skäl kommer uppmärksamheten i första hand att riktas mot Norden, EU-området och Ryssland. Det finns dock starka skäl att inom energisystemområdet ägna aktiv uppmärksamhet även åt globala energifrågor. Hur globala energimarknader för exempelvis olja och biomassa utvecklas är ett självklart egenintresse för Sverige. Dessutom innehåller såväl allmänhetens som statsmakternas engagemang för en hållbar utveckling i sig en global dimension (jfr Brundtlandrapporten och efterföljande skrifter). Inom EU och andra internationella organ uttolkas begreppet ”hållbar utveckling” på många sätt, och trots en många gånger skrymmande retorik växer konkretionsgraden.

Regering och riksdag har (2003) lagt fast en *politik för global utveckling* vars mål föreslås vara att bidra till en rättvis och hållbar global utveckling. Detta mål föreslås gälla för samtliga politikområden. Många människor i Sverige vill se svensk energipolitik och sin egen energianvändning som del av en hållbar och rättvis utveckling i hela världen.

Sveriges Riksdag har antagit miljömålet Begränsad klimatpåverkan med innebörden att halten av växthusgaser i atmosfären i enlighet med FN:s klimatkonvention ska stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Vidare har EU antagit ett 2-gradersmål, dvs att ökningen av den globala medeltemperaturen inte ska tillåtas överstiga 2 grader Celsius jämfört med den förindustriella temperaturnivån. För att dessa mål ska kunna uppnås måste alla världens länder på sikt begränsa sina växthusgasutsläpp till mycket låga nivåer vilket i sin tur förutsätter en bred uppslutning kring ett internationellt klimatavtal. I utvecklingsländerna finns samtidigt ett behov av att tillgodose en ökad efterfrågan på energi. Utvecklingsländernas förutsättningar innebär att de måste ha möjlighet att kunna välja en alternativ utvecklingsbana med avseende på val av energiförsörjningssystem jämfört med den som de redan industrialiserade länderna valt. Det finns därför ett mycket nära samband mellan klimat, energi och utveckling.

Systempanelen inom IVA:s energiframsyn (2003) påpekar att globalt viktig ny teknik – man tar solceller och bränsleceller som exempel – kan utvecklas först i industriländerna men på sikt bli helt avgörande för att utvecklingsländerna ska kunna lösa sina energi- och miljöproblem.

Vi menar att energisystemstudierna bör bidra till att kunskaper om det globala energisystemet bearbetas och analyseras, och att sådana kunskaper kommer till forskares, politikernas och allmänhetens kännedom. I ett sådant arbete kan

samverkan sökas med bland andra SIDA och SEI, internationellt med IIASA och IEA.

6.2 Okonventionella perspektiv

Vi har ovan beskrivit behovet av att skapa en kompetensbas: forskare och systemkunniga som kan tackla både kända och uppkommande problem på vägen mot ett uthålligt samhälle. Å andra sidan kan varje sektor, inklusive energi eller energisystem, drabbas av en grad av hemmablindhet. Vi menar att man därför bör överväga att aktivt tillföra andra och avvikande perspektiv.

En metod är att engagera forskare med egen, stark metodtradition och ge dem relativt fria tyglar inom ett allmänt uppdrag att se på energisystemet med nya ögon. I diskussionen har några olika ämnestraditioner som nationalekonomi (samhällsekonomisk optimering), filosofi och etnologi nämnts som potentiellt intressanta. En annan väg är att sätta upp större forskargrupper med bred vetenskaplig sammansättning. Denna väg är kostsam, eftersom en sådan grupp behöver tid att jämka samman sina olika perspektiv och dessutom ”lära sig allt som finns att lära” om de energisystem som de ska studera. (Den närmaste förebilden till detta är de grupper som under 1970-talet sattes upp för att göra framtidsstudier kring energi, resurser och andra stora ämnen.)

6.3 Kraftsamling i institutform?

Att många ämnen, kompetenser och modellansatser innefattas i energisystemforskning bör vara uppenbart efter vår genomgång ovan. Självklart ställs frågan om en organisatorisk kraftsamling i någon form skulle vara motiverad.

Bildandet av ett institut för energisystemforskning har tidigare varit en aktuell fråga som bl.a. utreddes av Profu i Göteborg AB år 2002. Profu var då sekreterare i en arbetsgrupp bestående av representanter för Energimyndigheten, Näringsdepartementet, Elforsk/Svensk Energi, Svenskt Näringsliv, Linköpings universitet och Chalmers tekniska högskola. Denna arbetsgrupp framhöll att Sverige har en svag utredningsposition internationellt när det gäller systemanalys inom energi- och klimatfrågor – vi anlitas sällan av organ som EU, IEA, WEC, FN etc. Man utvecklade därför ett förslag till affärsplan för ett ”nätverk för energi- och klimatstudier”, som skulle samla bästa tänkbara tvärvetenskapliga kompetens i Sverige och främst inriktas på ett aktivt internationellt agerande men samtidigt utgöra en professionell inhemsk utredningsresurs för stat och näringsliv. Nätverket uppmärksammades också i energipropositionen (2001/02:143), i vilken det stod att ”syftet med bildandet av nätverket är att etablera en problemorienterad utredningsverksamhet med inriktning på systemanalys på energi- och klimatområdet”.

Mot bakgrund av de behov vi ser av förstärkt systeminriktad forskning anser vi att institutsfrågan återigen bör aktualiseras. Genom satsningar från Energimyndigheten och andra finansörer har en betydande systemkompetens

inom energi, miljö och klimat byggts upp. I detta avseende är förutsättningarna för ett institut goda. Hur avvägningen mellan forskning och ”problemorienterad utredningsverksamhet” bör göras är en av de frågor som måste diskuteras. Liksom för sju år sedan föreslår vi ett av Energimyndigheten lett samråd med olika intressenter. I tillägg till dem som ovan nämnts bör bland andra Svensk Fjärrvärme tillfrågas om medverkan. Vi kan givetvis inte föregripa en sådan utredning, men vi har identifierat tre utgångspunkter som vi tror bör beaktas:

- 1 Ett rent virtuellt institut/nätverk är inte realistiskt; man bör tänka sig en fysiskt sammanhållen kärna
- 2 Institutet måste kunna utnyttja den samlade kompetensen i landet; därför är det maktpåliggande hur ledningen rekryteras och hur balansen mellan fasta anställningar och ”inlån” från universitet och andra institut utformas
- 3 Den internationella uppkopplingen är avgörande, bland annat för att institutet ska kunna medverka i och lägga anbud på större internationella uppdrag (EU, FN osv.).

7 Kommunikation och samverkan

Energifrågan är återigen i politikens centrum. Samtidigt är den ingen fråga som kan eller bör reserveras för politiska proffs. Det utbredda engagemang som finns är en demokratisk tillgång. Det är ett samhällsintresse av hög dignitet att det finns vederhäftigt underlag för den politiska debatten liksom för människors vardagliga ställningstaganden. Energimyndigheten har här ett särskilt ansvar för att ge underlag som gör det möjligt att skilja viktigt från oviktigt, stora problem från små och allmänintressen från särintressen.

Enligt vår mening spelar den systeminriktade forskningen – mycket om än inte allt det som vi ovan sökt beskriva – har en nyckelroll i fullföljandet av ett sådant uppdrag. Vi ser framför oss höga ambitioner både i avseende på väl genomarbetat underlag och vad gäller spridning och kommunikation av underlag till såväl specialister som allmänhet.

Vad gäller kommunikation till användare i mer begränsad mening är systemforskarna historiskt sett bättre på att hålla kontakt med varandra, än på att kommunicera med beslutsfattare.

Energifrågans centrala roll i samhällsutvecklingen ställer, enligt vår mening, krav på att Energimyndigheten med auktoritet kan hävda energisystemets villkor och roll gentemot andra myndigheter, kommuner, näringsliv och intresseorganisationer. Vi tänker då inte i första hand på de maktmedel som faktiskt finns, utan vill påpeka att det gäller att med väl underbyggda underlag lyfta fram energisystemet och energihushållningen som helhet.

Många av energisystemets aktörer har behov av att ta del av och dra slutsatser av systemforskningens resultat. Vi har ovan särskilt betonat den politiska sfärens behov, men motsvarande gäller tillverkande industrier, kommunala energibolag, ”närenergibolag”, vindkraftföreningar, enskilda husägare och många flera. Energimyndigheten har en god tradition vad gäller konkreta tekniska bedömningar, men det är en förpliktande och resurskrävande uppgift att förse aktörerna också med ett bredare, för dem relevant, underlag om energisystemets egenskaper och utvecklingsmöjligheter.

Vi har också noterat en rad punkter där samverkan med andra forskningsfinansiärer och forskande myndigheter är motiverad (framtidsstudier, samhällsvetenskaplig och humanistisk ”uthållighetsforskning”, systemanalytisk metodutveckling, överblick och utveckling av systemmodeller mm).

Slutligen är det självklart att samverkan med forskare och expertmiljöer internationellt måste ha fortsatt hög prioritet.

8 Indikatorer för uppföljning

Systemforskningen lyckas när den upptäcker något som öppnar nya möjligheter för samhället att på ett effektivare sätt bli uthålligt. Detta sker förmodligen framför allt genom att identifiera suboptimeringar och undanröja hinder på vägen mot uthållighetsmålet.

Om detta i sin tur leder till politisk debatt, förslag och handlingar i enlighet med vad man funnit, då har man lyckats. Antal avhandlingar eller andra mått på forskningens output är relativt osäkra instrument, men de kan belysa effektiviteten inom delar av systemforskningen. Önskvärt är att även mäta vilken samhällseffekt den får. En något trubbig indikator är i vilken grad personer från energisystemforskningen engageras i offentliga utredningar eller som rådgivare i den politiska beslutsprocessen.

Däremot kan man tvivla på att sådana system för uppföljning som är vanliga för att mäta företags måluppfyllelse blir särskilt lyckade på den politiska systemnivån. Det är inget som vi rekommenderar. Om de ändå dyker upp, till exempel som datamodeller för systemanalys eller etablering av konsultfirmor på området, bör man i god vetenskaplig anda söka skilja substans från mera modebetonade företeelser.

9 Underlagslitteratur

Churchman, C. West (1968). *The Systems Approach*. New York: Dell Publishing.

Energimyndigheten (2005). "Fokus II. Mål för forskning, utveckling, demonstration och kommersialisering inom energiområdet, kriterier för prioritering, förslag till prioriterad verksamhet samt indikatorer för att mäta måluppfyllelse". Energimyndighetens rapport ER 2005:38. Eskilstuna: Energimyndighetens förlag.

Energimyndigheten (2007). "Energiforskningsläget 2006". Broschyr från Energimyndigheten som kort beskriver det svenska energiforskningsprogrammet, forskningsinriktningar och exempel på forskning inom de olika temaområdena. Energimyndighetens rapport ET 2007:1. Eskilstuna: Energimyndighetens förlag.

Europeiska kommissionens andra strategiska energiöversyn (2008). "Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee of the regions: Second Strategic Energy Review, An EU Security and Solidarity Action Plan", {SEC(2008) 2794} {SEC(2008) 2795}. Brussels.

IEA (2008). *World Energy Outlook*. Paris: OECD/IEA.

Ingelstam, Lars (2002). *System – att tänka över samhälle och teknik*. Eskilstuna: Energimyndighetens förlag.

IVA (2003). *Energien – mot en ny era! en systemstudie*. Rapport från panelen för systemframsyn. Stockholm: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien.

IVA (2008). Projektet "Miljöarbetets nya arena". Syntesrapport och panelrapporter finns att ladda ner på: www.iva.se

IVA (2009). Projektet "Vägval energi" (pågående). Se: www.iva.se

IVA (2009). Tidningen "IVA-aktuellt". Artikel (ledare) publicerad 2009-02-03. www.iva.se/IVA-Aktuellt/Ledare/Ratt-forskning-ett-maste

MISTRA (2000). "Utvägar: Vägar till uthållig utveckling – beteenden, organisationer, strukturer. Ett humanistisk-samhällsvetenskapligt miljöforskningsprogram". Se avslutade program på www.mistra.org.

Profu i Göteborg AB (2002). "Utvecklingsprogram: Energisystemforskningen på Energimyndigheten", version mars 2002.

Profu i Göteborg AB (2002). "Nätverk för energi- och klimatstudier, Virtual Institute for Energy and Climate Studies (VINECS)", arbetsgruppens förslag mars 2002.

Regeringens proposition 2001/02:143 (2002). *Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning*. Stockholm: Riksdagens tryckeriexpedition.

Regeringens proposition 2002/03:122 (2003). *Gemensamt ansvar: Sveriges politik för global utveckling*. Stockholm: Riksdagens tryckeriexpedition.

Regeringens proposition 2005/06:127 (2006). *Forskning och ny teknik för framtidens energisystem*. Stockholm: Riksdagens tryckeriexpedition.

Regeringens klimat- och energipropositioner 2008/09:162 (klimat) och 2008/09:163 (energi) (2009). *En sammanhållen klimat- och energipolitik*. Stockholm: Riksdagens tryckeriexpedition.

Sandén, A. Björn & Harvey, Simon (2008). "System analysis for energy transition: A mapping of methodologies, co-operation and critical issues in energy systems studies at Chalmers". Report CEC 2008:2, Chalmers Energicentrum CEC. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

SOU 2008:110 (2008). *Vägen till ett energieffektivare Sverige*. Slutbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen. Stockholm: Fritzes.



Vårt mål – en smartare energianvändning

Energimyndigheten är en statlig myndighet som arbetar för ett tryggt, miljövänligt och effektivt energisystem. Genom internationellt samarbete och engagemang kan vi bidra till att nå klimatmålen.

Myndigheten finansierar forskning och utveckling av ny energiteknik. Vi går aktivt in med stöd till affärsidéer och innovationer som kan leda till nya företag.

Vi visar också svenska hushåll och företag vägen till en smartare energianvändning.

Alla rapporter från Energimyndigheten finns tillgängliga på myndighetens webbplats www.energimyndigheten.se

