



# 2006

## Energiforskningsläget



Trycksaker utgivna av  
Energimyndigheten kan beställas  
från publikationsservice  
Orderfax: 016-544 22 59  
e-post: publikationsservice@energimyndigheten.se  
© Energimyndigheten  
Omslagsfoto: Peter Lilja/Scanpix. Mats Gerentz. Överst till  
vänster ses Tannia Marinado, solcellsforskare vid KTH.  
Övriga bilder: Fredrik Persson, Jörgen Svendsen,  
Frida Hedberg, Skip Nall, Tommy Svensson/Scanpix  
Gerry Johansson/Bildhuset  
Lars Forsstedt/ETC Bild  
Per Westergård, Marianne Näsström  
Grafisk form: ETC  
Tryck: Modin Tryckoffset 2007  
Upplaga: 3 000 ex  
ET 2007:1

# Svensk energiforskning i stark utveckling

*Vilka är drivkrafterna för energiforskningen idag jämfört med tidigare?*

**Thomas Korsfeldt, TK:** – På sjuttioalet inleddes den moderna energipolitiken, och satsningarna på energiforskning. Då handlade det främst om att ersätta olja och minska energi-användningen. På åttiotalet tillkom diskussionen om kärnkrafts-utvecklingen och miljökonsekvenserna. Idag är klimatfrågan den starkaste drivkraften, och försörjningstryggheten.

**Birgitta Palmberger, BP:** – Vi ser idag också ökade krav på att resultaten måste komma till nytta, bland annat genom kommersialisering.

*Hur arbetar ni för att öka takten i kommersialiseringen?*

**BP:** – Det är viktigt med en aktiv dialog med näringslivet och andra resultat-användare så att behoven än mer styr forskningens inriktning. Vi ställer också ökade krav på forskarna att de redan i sina program- och projektförslag ska visa hur resultaten ska komma till nytta.

**TK:** – Vi kraftsamlar i verksamheten, bland annat med vår nya avdelning Affärsutveckling som hanterar stöd till olika affärsidéer. Myndigheten arbetar också aktivt för att ge aktörerna inom riskkapitalsektorn möjligheter att utnyttja vår unika samlade kompetens och våra nätverk.

*Vilka är de svenska styrkorna?*

**BP:** – Den tydliga satsningen på uthållig energi har lett till att Sverige är ledande inom forskning och utveckling på flera områden. Biobränslen, värmepumpar och solceller är tre områden där svensk forskning ligger i den absoluta framkanten internationellt sett. Industrin i Sverige har

också kommit mycket långt när det gäller energieffektivisering.

**TK:** – Ja, men man ska komma ihåg att ledtiderna är långa mellan forskning och genomslag i verkligheten. Idag skördar vi frukterna av projekt som är tio, tjugo år gamla. Energiforskning kräver långsiktighet, helhetssyn och tålamod.

**BP:** – Forskningen i sig räcker inte heller för att skapa nya energisystem, det måste också finnas fungerande styrmedel för att den nya tekniken ska nå marknaden.

*Vad ser ni för utmaningar för energiforskningen framöver?*

**TK:** – En viktig fråga är hur vi långsiktigt ska kunna finansiera utvecklingen av stora och dyra, men helt nödvändiga demonstrationsanläggningar. Här krävs både politisk vilja och en stabil finansiell bas, om dagens pilotsatsningar ska kunna utvecklas till fullskalig produktion.

**BP:** – Inom all vår verksamhet står den förnybara energin, klimatfrågor och miljön i fokus. Utmaningen kommer även i fortsättningen vara att skapa uthålliga energisystem med bred acceptans i samhället.

*Slutligen, vad vill ni med den nya publikationen Energiforskningsläget?*

**TK:** – Vi vill tydliggöra resultaten av och visa den höga nivån på svensk energiforskning.

**BP:** – Och så vill vi visa bredden, att vi finansierar verksamhet ända från grundforskningsnivån till stora pilotanläggningar inom våra sex temaoområden. Det behövs för att vi ska nå energiforskningens mål om kunskap, kompetens och kommersialisering.



*Thomas Korsfeldt, generaldirektör, och Birgitta Palmberger, avdelningschef för Energiteknikavdelningen, leder finansieringen av svensk energiforskning.*

# Det svenska Energiforskningsprogrammet

**Energimyndigheten ansvarar för det statliga energiforskningsprogrammet. Myndigheten finansierar teknik- och kunskapsutveckling i nära samarbete med universitetsvärlden och näringslivet. Forskningsresultaten ska användas för att utveckla energisystemet. De ska också kunna omsättas i kommersiell verksamhet och leda till väl underbyggda energi- och klimatpolitiska beslut.**

”Mål för energiforskningen är effektivare och renare energiteknik på marknaden, sänkta kostnader och högre kompetens.”

## **Energiforskningen är en del av den långsiktiga energipolitiken**

Energisystemet är en central del av samhällsutvecklingen. Vi måste bidra till att den globala klimatpåverkan minskar, samtidigt som vi strävar efter ekonomisk tillväxt, såväl i Sverige och EU som globalt. Sammantaget behöver energisystemet, både i Sverige och i andra länder, utvecklas för att klara utmaningarna. Den svenska energipolitikens mål är en trygg, miljö- och klimatomfattad god energiförsörjning till en rimlig kostnad med ett blomstrande näringsliv. Energiforskningen bidrar genom att utveckla ny kunskap, ny teknik, nya företag och kompetenta människor som kan bidra till att resultaten kommer till användning i näringsliv och samhälle.

## **Kunskap, kompetens och kommersialisering**

Energiforskningsprogrammet utvecklar kompetens och kunskap om energisystemet såväl inom universitet och högskolor som på institut, i näringslivet och i den offentliga sektorn.

### **FAKTA: Energiforskningens mål**

Energiforskningens mål är att ”bygga upp sådan vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens inom universiteten, högskolorna, instituten, myndigheterna och i näringslivet som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige, samt att utveckla teknik och tjänster som genom svenskt näringsliv kan kommersialiseras och därmed bidra till energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader”

Nya tekniker utvecklas, kommersialiseras och får genomslag på marknaden. Forskningen ska också leda till att kostnaderna sänks för ny energiteknik baserad på förnybara energislag. Ambitionen är att Sverige under de närmaste tio till femton åren kraftigt ska öka el- och värme





*Den svenska värmepumpsindustrin är ett bra exempel på hur forsknings-samarbete mellan staten och närings-livet ger en bra grogrund för lyckad kommersialisering och växande exportmarknader.*

meproduktionen från förnybara energikällor och att kommersiellt lönsam teknik för energieffektivisering ska utvecklas. Energiforskningen ska även gagna näringslivet i stort genom att skapa stabila förutsättningar för ett konkurrenskraftigt näringsliv och leda till förnyelse och utveckling av den svenska industrin.

### **Omställningen kräver kostnadseffektiva styrmedel**

För att klara omställningen till ett uthålligt energisystem krävs mer än forskning och teknikutveckling. Skatter och subventioner, villkor för företagande, information samt lagar och regler styr konsumenters och producenters agerande i riktning mot de uppsatta målen. Ett exempel är koldioxidbeskattningen som stimulerat biobränsleanvändningen i både hushålls- och fjärrvärmesektorn. Ett annat exempel är elcertifikatsystemet som leder till ökad elproduktion från förnybara källor som biobränslen, vindkraft och småskalig vattenkraft.

### **Energipolitik och energiforskning hand i hand under 35 år**

Forskning om energi inom ett samlat statligt program startade redan 1975 efter den första oljekrisen. Det var en av flera åtgärder för att minska såväl oljeberoendet som energianvändningen. Forskningsprogrammet var mycket brett och alla tänkbara forskningsområden kunde inrymmas så länge det gällde energieffektivisering eller nya tekniker för att konvertera från olja.

Under 80-talet blev även kärnkraftsavvecklingen en stark drivkraft för energiforskningen. Miljöproblem som uppstod på grund av produktion och användning av energi uppmärksammades också. Ozonskiktets uttunnning och klimatfrågan är exempel på globala miljöfrågor som starkt påverkat inriktningen på energiforskningen.

Energiforskningsprogrammet har utvecklats och förändrats. Idag är programmet koncentrerat till färre forskningsområden än tidigare även om drivkrafterna är liknande; minskade



*Energiutvecklingsnämnden utses av regeringen och beslutar om medel till forskningen. År 2006 var ledamöterna Tomas Hallén, Anders Schelin, Harald Haegermark, Christer Sjölin, Lena Neij, Birgit Bodlund, Eva-Katrin Lindman, Thore Berntsson och Thomas Korsfeldt, ordförande. På bilden saknas Karin Kvist.*

koldioxidutsläpp och minskat beroende av fossila bränslen. Det ställs tydliga krav på att forskningsresultaten ska kunna omsättas till praktisk nytta inom näringsliv och samhälle. Insatserna ska också göras där de svenska komparativa fördelarna är störst. En ökad vikt läggs därför på samarbete med näringslivet och andra aktörer som ska använda sig av forskningsresultaten.

#### **Kommersialisering har gett ett mer hållbart energisystem**

Forskningsresultat har kommersialiserats och haft en avgörande betydelse för hur Sveriges energisystem ser ut idag. Värmepumpar, freonfria kylskåp, energiskog, teknik för storskalig och småskalig biobränsleförbränning, rök-gaskondensering, fjärrkyla och energisystemmodeller är några exempel på produkter och

tjänster som lyckats på marknaden, inte bara i Sverige. Tidiga satsningar inom energiforskningen har också lett till att Sverige idag har ett relativt gynnsamt läge när det gäller möjligheterna att uppfylla klimatmål och andra miljömål. Sverige är inte så starkt beroende av olja, naturgas, kol och annan energiimport som många länder i vår närhet, vilket delvis beror på energiforskningen. Svenska företag är framgångsrika inom både miljö- och energiteknikexport vilket ger ett betydelsefullt bidrag till vår välfärd. Därför är det också avgörande att energiforskningen får fortsätta, eftersom utmaningarna och omvärlden hela tiden förändras.

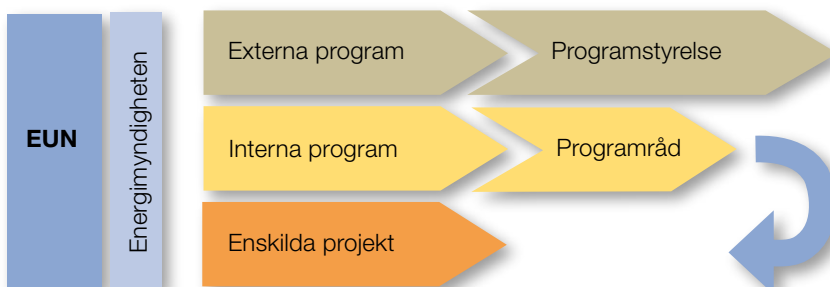
#### **Det långsiktiga forskningsprogrammet är indelat i sex temaområden**

Myndigheten arbetar med sex temaområden: Energisystemstudier, Byggnaden som energisystem, Transportsektorn, Energiintensiv industri, Bränslebaserade energisystem och Kraftsystemet. Inom varje tema är forskningen mestadels organiserad i program. Antalet program varierar över tid utifrån de identifierade forskningsbehoven, under 2006 rör det sig om ett 40-tal program. Dessutom drivs ett antal enskilda projekt.

Energiutvecklingsnämndens (EUN) ledamöter utses av regeringen och fattar beslut om finansiering inom Energiforskningsprogrammet. Vanligtvis fattar EUN besluten om större interna programsatsningar, om deltagande i externa program och om större enskilda projekt. EUN delegerar ibland beslutsfattandet till Generaldirektören.

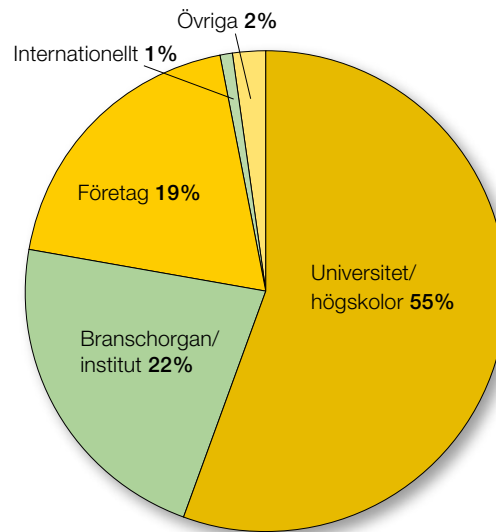
#### **Utvecklingsplattformar – ett sätt att ta reda på vad som behövs**

Utvecklingsplattformar har etablerats för varje temaområde. Där samverkar experter från myndigheter, näringsliv och andra intressenter. Utvecklingsplattformarna stöder myndigheten i arbetet med att ta fram en strategisk forsknings-



**FIGUR 1:** Energiutvecklingsnämnden, EUN, beslutar om Energimyndighetens finansiering av forskning och utveckling. EUN kan delegera beslut till Generaldirektören, GD. I externa program fattas beslut om tilldelning till projekt av Programstyrelsen. För interna program fattas beslut om projekt av EUN eller GD, efter bedömningar av Programrådet. Enskilda projekt bereds inom myndigheten, och EUN eller GD fattar tilldelningsbeslut.

**FIGUR 2: Stödmottagare år 2006**



plan för varje temaområde. De hjälper också myndigheten att identifiera och analysera energianvändarnas behov och att identifiera hinder för att energisystemet ska fungera effektivt.

**Från grundforskning och teknikutveckling till demonstration och affärsutveckling**

Svensk energiforskning sker på alla nivåer från grundforskning och tillämpad forskning till demonstrations- och pilotanläggningar där ny teknik testas. Sedan måste de nya produkterna och tjänsterna mogna på ett affärsutvecklande sätt. På så sätt adderas nya värden och forskningsresultat kan bli uthålliga tillväxtföretag inom energibranschen. Det tar ofta mellan 10-30 år för ny teknik att nå från forsknings- och demonstrationsstadiet till introduktion och användning i större skala.

**Samarbete med näringslivet fördubblar pengarna**

Forskning bedrivs på såväl universitet och högskolor som inom olika bransch- och forskningsinstitut och i näringslivet. Internationella nätverk inom Norden, EU och International Energy Agency (IEA) är också viktiga för kunskaps- och kompetensutbyte. Läs mer på sid 38 om det internationella samarbetet inom energiforskningen.

Grundforskning och annan energiforskning vid universitet och högskolor finansieras ofta med statliga medel till 100 procent. Ju närmare marknaden en färdig teknik, produkt eller tjänst utvecklas, desto högre andel finansieras av näringslivet. Exempelvis betalar staten högst 50 procent i energiteknikstöd till mer tillämpade utvecklingsinsatser.

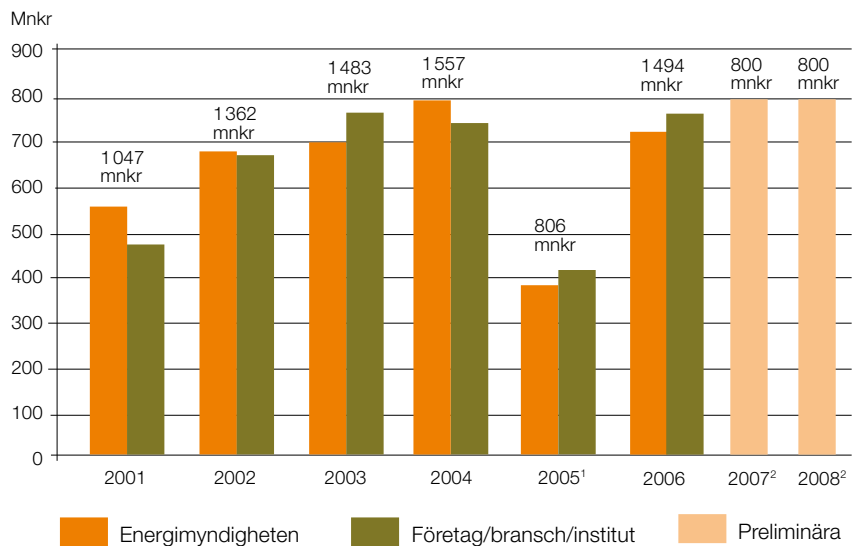
**I kompetenscentrum samarbetar högskolor, näringsliv och myndigheter**

Kompetenscentrum är ett forskningssamarbete mellan högskola, företag och Energimyndigheten. Forskningen är inriktad på företagets

långsiktiga intressen och spänner ofta över flera discipliner. Meningen är att högskolorna ska utveckla engagemang för näringslivet och dess forskningsbehov, och samtidigt leverera resultat med bibehållna vetenskapliga kvalitetskrav. Forskningssatsningar görs på bland annat effektivisering av förbränning i motorer, förbättrad materialprestanda och elkraftteknik.

- 1 Under 2005 skedde en temporär neddragning av statens insatta medel.
- 2 Värdet för 2007 är anvisade medel i statsbudgeten och värdet för 2008 är beräknade medel.

**FIGUR 3: Samarbetet med näringslivet fördubblar finansieringen**



# Energisystemstudier

**Varför går omställningen av energisystemet inte fortare? Varför uppnås inte de energipolitiska målen? Forskning om energisystem handlar om samspelet mellan människor, organisationer, institutioner och teknik. Den syftar ofta till att ta fram kunskap om helheter som ger bättre beslutsunderlag för energisystemets aktörer, oavsett om de är politiker, företag, organisationer eller hushåll. Samhällsorienterade systemstudier är av avgörande betydelse vid till exempel utformningen av styrmedel, förhandlingar om klimatpolitik eller framtagning av framtidsbilder av energisystemet.**

## **Människan och de tekniska systemen påverkar varandra**

Både teknik- och samhällsvetenskap använder begreppet ”system.” Att studera ”teknik som ett system” betyder skilda saker beroende på forskningsområde och synsätt. För Energimyndigheten omfattar temaområdet energisystemstudier inte bara systemvetenskaplig forskning som det ofta definieras av forskarvärlden, utan inbegriper också studier om enskildas eller organisationers beteende och agerande, bland annat från nationalekonomiskt, juridiskt eller sociologiskt perspektiv. Energisystemstudier är ofta tvär- eller mångvetenskapliga.

Grunden för systemperspektivet är att all teknik kan ses som tätt eller löst sammanlänkande delar som bildar en helhet. Ett energisystem kan tekniskt definieras utifrån en rad delsystem, till exempel en fjärrvärmeproduktionsanläggning med tillhörande distributionsnät eller genom geografiska avgränsningar som kommunala eller nationellt elnät. Men de tekniska systemen ägs, styrs, utvecklas, drivs och används av en rad aktörer och organisationer som påverkar systemen

och som kan betraktas som delar av dem.

Energisystemet och dess aktörer påverkas också av skatter, lagar, regler och händelser i omvärlden. De flesta av dessa faktorer påverkar också varandra inbördes. Därför räcker det inte att söka svar på en fråga i taget eftersom den sammanhängande grundförståelsen för systemet då uteblir. Om frågor ställs ur ett systemperspektiv kan en mångsidig kunskap om energisystemets funktion och förutsättningar utvecklas i syfte att uppnå hållbara energisystem. En bärande idé inom temaområdet energisystemstudier är att människorna formar de tekniska systemen, och att de tekniska systemen i sin tur påverkar samhället, organisationerna och människorna.

## **Energisystemstudier ger verktyg för att klara omställningen**

Energisystemet har en central roll i samhällsutvecklingen, inte minst mot bakgrund av ökande krav på en effektiv och långsiktigt hållbar hantering av jordens resurser. Förändrade energimarknader, utvecklingen på oljemarknaden och hotet

### **FAKTA: Forskningsinriktning**

Systemforskning riktar in sig på

- studier om styrmedel
- studier som ger underlag för förhandlingar om klimatpolitik
- framtidsbilder av energisystemet
- studier för att bedöma olika teknikalternativ





om klimatförändringar - ett miljöproblem som måste lösas på global nivå - är exempel på faktorer som gör att vi i ökande grad måste betrakta energifrågorna ur ett internationellt perspektiv. Nya energi- och klimatpolitiska styrmedel förbereds nationellt och internationellt. Krav finns också på att energiförsörjningen i Sverige måste ske på konkurrenskraftiga villkor gentemot omvärlden eftersom energiförsörjningen har så stor betydelse för välfärden.

**Målet är att ta fram kunskap om energisystemet och dess dynamik.**

Energimyndighetens mål med energisystemstudier är att med ett helhetsperspektiv ta fram

kunskap om energisystemet och dess dynamik. Forskningen ska bland annat bidra med underlag för bedömningar av olika teknikalternativ och vilken betydelse dessa kan få i energisystemet på kort och lång sikt. Den ska också ge kunskap om energi- och klimatpolitiska styrmedels sätt att verka liksom om deras kostnadseffektivitet. För att föra den internationella klimatpolitiska processen framåt behövs dessutom kunskap om klimatpolitikens förutsättningar och medel, vilket också studierna ska bidra till. Inom ämnet analyseras också vilken betydelse energiforskningen i sig har, vilket visar hur relationen mellan forskning och övriga energipolitiska verktyg ser ut.

”Människorna formar de tekniska systemen, och de tekniska systemen påverkar i sin tur samhället, organisationerna och människorna.”



#### FAKTA: AES-programmet

Forskningsprogrammet Allmänna energisystemstudier, AES, har en lång historik. Det är inriktat på några olika huvudområden.

- Styrmedels kostnadseffektivitet och ändamålsenlighet.
  - Forskning om energimarknaderna och energimarknadernas aktörer, samt teknikskiften
- Dessutom forskas det inom AES på
- Metod och modellutveckling för energisystemanalys och framtidsbilder
  - Systemkritisk forskning och komparativa studier
  - Genus och generationsperspektiv

## Forskarskola

### Program Energisystem utbildar forskare med bred systemsyn på energifrågorna

Program Energisystem är ett initiativ där fem institutioner vid fyra svenska universitet samarbetar för att utbilda doktorer och ta fram kunskap om energisystemet. Programmet har två huvudinriktningar, dels ett långsiktigt forskningsprogram och dels en forskarskola i Linköping där grupper av doktorander utbildas. Mellan 10 och 12 doktorander antas vartannat år till utbildningen. Den är tvärvetenskaplig med inslag av både teknik- och samhällsvetenskap och syftar till att ge de blivande doktorerna gemensamma generella kunskaper inom energiområdet och en mångsidig grund för sina fortsatta verksamheter. Samtidigt får de en avancerad specialistkompetens inom sina respektive forskningsområden. Väl ute i arbetslivet har de en gedigen energisystembakgrund för att kunna tackla komplexa

problem. Ur ett internationellt perspektiv är skolan sedd som unik i sin satsning. Många av de disputerade från forskarskolan är fortsatt verksamma inom energiområdet på centrala positioner i näringsliv och förvaltning.

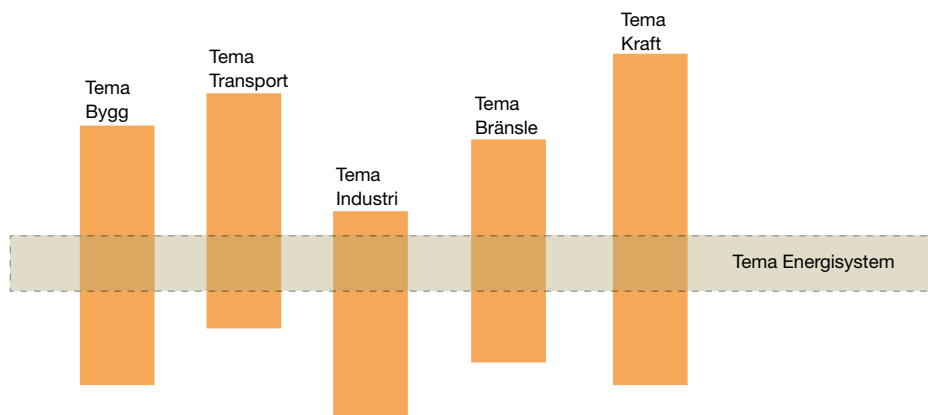
## Policyer

### Chalmers ser på effekter av policyer för att minska växthusgaserna

Energimyndigheten har som huvudfinansier varit med och byggt upp forskning om internationell klimatpolitik vid Chalmers. Frågor som behandlas är: Vilka tekniska lösningar används för att minska utsläppen så att allvarliga klimatförändringar kan undvikas? Hur hänger de tekniska lösningarna ihop? Hur snabbt kan ny teknik komma ut på marknaden? Vad kommer det att kosta och vilka styrmedel behövs? Avdelningens forskningsresultat ger hopp om att det är tekniskt och ekonomiskt möjligt att undvika allvarliga klimatförändringar.



FIGUR 4: Systemperspektivet skär igenom alla teknikområden.



Grunden för systemperspektivet är att all teknik kan ses som tätt eller löst sammanlänkande delar som bildar en helhet. För några forskningsfält som hör hemma inom flera Temaområden, till exempel förgasning, finns dessutom ett teknikråd.

Gruppens forskning kan delas upp i fyra områden:

- **Strategiska frågor som rör Kyotoprotokollet.** En global energisystemmodell har utvecklats och använts för att analysera möjligheten att nå olika halter av växthusgaser i atmosfären. Man har också studerat vad en strategi för att nå lika utsläpp per capita i alla länder år 2050 skulle föra med sig för kostnader för i- respektive u-länder.
- **Bioenergi, kolsänkor och strategier för minskad avskogning.** Forskningen har visat att användning av bioenergi kan bli lönsam om höga koldioxidskatter införs, och betonar att det är viktigt att införa styrmedel så att fattiga bönder och naturmiljöer inte trängs undan i jakten på mark för bioenergi. Gruppen har också tittat på vilken roll internationella klimatavtal kan ha för att skapa incitament för minskad avskogning.
- **Teknisk utveckling och de flexibla mekanismerna.** Koldioxidavgifter eller utsläppshandel är av central betydelse för att nå låga koldioxidutsläpp, men gruppens forskning visar också att kompletterande styrmedel behövs för att få fart på utvecklingen av långsiktigt intressanta energitekniker, t ex solceller.
- **Andra växthusgaser än koldioxid.** Här studeras ekonomiska och klimatmässiga konsekvenser av att inkludera andra växthusgaser än koldioxid i Kyotoprotokollet.

## Styrmedel

### Kloka styrmedel sprider teknik för förnybar energi

Det finns ett starkt behov av att förstå sambanden kring nya teknikers framväxt och etablering på marknaden. Vilka politiska åtgärder har effekt, när samhället vill styra mot uppställda politiska mål såsom teknik- och marknadsutveckling? Forskning vid Chalmers studerar hur en omställning av el- och transportsektorerna kan genomföras. Fyra fallstudier om alternativa drivmedel och bio-, vind- samt solkraft har genomförts. Analyserna fokuserar på innovationssystemet och dess dynamik, teknik, institutionella ramar och funktion. Genom att utgå från detta perspektiv vill forskarna identifiera de viktigaste utmaningar som beslutsfattare står inför. Studierna ger också insikter om teknikområdena, vilket i sin tur ger underlag för en diskussion om teknikerna i sig och vilka styrmedel som är ändamålsenliga. Studierna ska mynna ut i konkreta råd om vilka policyåtgärder som kan och bör sättas in för att ge en kraftfullt ökad andel förnybar energi i det svenska energisystemet.

#### FAKTA: Kyotoprotokollet

I Kyotoprotokollet introducerades tre flexibla mekanismer: internationell handel med utsläppsrätter, "Joint Implementation" och "Clean Development Mechanism". Gemensamt för mekanismerna är att de möjliggör för ett land med åtaganden om utsläppsbegränsningar att tillgodoräkna sig åtgärder i andra länder. Mekanismerna bidrar till att åtaganden kan uppfyllas kostnadseffektivt.

# Byggnaden som energisystem

**Forskning om hur hus kan byggas mer energieffektivt har pågått under många år. Men forskningsresultaten har haft svårt att nå ut till marknaden. Det är viktigt att alla branschens aktörer samverkar för att energieffektiva bostäder och lokaler ska byggas och att befintliga byggnader renoveras till att bli smarta och energisnåla.**

Energimyndighetens vision för bebyggelsen är att all energianvändning i framtiden ska vara effektiv och långsiktigt hållbar. Det betyder att uppvärmningen i byggnader ska ske med minimerade förluster genom väggar och tak. Den tillförsel som ändå behövs skall utnyttja förnybara energikällor på ett effektivt sätt. Rätt uppvärmningssystem ska väljas efter byggnadens förutsättningar och effektiviseringsåtgärder ska utföras vid rätt tidpunkt. Även elanvändningen ska vara förnybar.

Målet är att energianvändningen i bostäder och lokaler ska reduceras med 20 procent till år 2020 och med 50 procent till år 2050 i förhållande till förbrukningen 1995. Dessutom ska användningen av fossila bränslen för upp-

värmning minska drastiskt. Eftersom nybyggnadstakten endast är 2 procent av det totala byggnadsbeståndet i Sverige måste energieffektiviseringen främst ske i befintliga byggnader om målen ska nås. Detta kan ske genom effektivare förvaltning eller vid renovering och ombyggnation. Behovet av underhåll i bostäder som byggdes på 1960 och 1970-talen är stort och det är nödvändigt att utveckla och sprida energieffektiva lösningar för ventilation, isolering, fönster och belysning m.m.

## **Brukarens behov och förbättrad byggprocess styr forskningen**

Studier om byggprocessen handlar om hur branschens aktörer samverkar och agerar när

### **FAKTA: Forskningsinriktning**

Inom **Byggnaden som energisystem** utvecklas dels teknisk kunskap om byggnads-skalet och installationerna samt de systemsamband som behövs för att uppnå önskade funktioner i byggnaden. Energieffektiva produkter och tekniska lösningar behövs för både ny- och ombyggnader. Lösningarna ska också vara användarvänliga, ha en lång livslängd och svara för en så låg miljöbelastning som möjligt.

**Processer och styrmedel** handlar om icke-tekniska frågor som hur branschens aktörer samverkar och agerar under design- bygg- och förvaltningsskedet. Bättre kunskap behövs för att byggprocessens många aktörer ska kunna samverka så att ny energieffektiv teknik kommer till användning.



hus planeras, byggs, förvaltas och renoveras. Andra studier undersöker hur energianvändningen kan minska och hur väl brukarens behov fungerar ihop med byggnadens konstruktion och husens tekniska system. Hur kan till exempel hus utformas för att användning av solvärme ska optimeras? Eller omvänt, hur kan den tekniska installationen för solvärme anpassas efter byggnadens konstruktion och utseende? Forskning om de boendes beteende och om energipolitiska styrmedel och fysisk planering är också viktiga för att förstå hela energisystemet kring byggnader.

Det är viktigt att alla som påverkar och påverkas av byggnadens utformning, från ar-

kitekt, via byggföretag, boende och förvaltare deltar i ombyggnads- och renoveringsprocessen för att effektiviseringsarbetet ska få genomslagskraft. Inte minst är engagemanget hos ledningen inom byggbolagen viktigt. Därför utvecklar nu myndigheten ett övergripande program för energieffektivt byggande. Inom detta forum ska representanter för byggbranschen, högskolor och institut studera vad som hindrar de bästa tekniska lösningarna från att användas när hus byggs. Syftet är att öka efterfrågan, så att det energieffektiva byggandet etableras på marknaden.

#### **FAKTA: Energianvändning**

Energianvändningen i sektorn bostäder och service uppgick år 2005 till 145 TWh. Efter normalårskorrigerering har energianvändningen minskat med 4 TWh jämfört med år 2004 och med 6,6 TWh jämfört med år 2003. I denna statistik ingår även energianvändningen i jordbruket som är ca 9 TWh/år. Energin används till 60 % för uppvärmning av ytor och vatten. Resten används till drift av apparater och installationer.





*Nyproducerade byggnader ska i framtiden använda ett minimalt tillskott av köpt värme. I Lindås utanför Göteborg finns passivhus som visar att tekniken fungerar.*

#### FAKTA: Passivhus

Det första passivhuset byggdes i Tyskland 1991 och utvecklades vid det tyska Passivhusinstitutet och senare vid Lunds tekniska högskola. Det finns för närvarande cirka 5000 bostäder byggda enligt passivhusstandard i Tyskland, Schweiz och Österrike. Konceptet finns förutom i Sverige också representerat i Norge och Danmark.

## Passivhus – hus utan värmesystem

Trots att det idag finns teknik som ger en lägre energiförbrukning i bostäder, sker nybyggnation oftast enligt konventionella principer och med traditionella värmekällor. Men nya bostadshus kan utformas så att energianvändningen minskar till mindre än hälften av vad som krävs enligt byggnormerna. Så kallade passivhus behöver endast ett minimalt tillskott av värme förutom de boendes egen kroppsvärme och tillvaratagen värme från elektriska apparater och instrålning sol. De minskade kostnaderna för uppvärmningssystem läggs i stället på välisolerade golv, väggar, tak och fönster, för att husen ska få en bra komfortvärme. Också värmen i frånluften behöver återvinnas. Energimyndigheten har initierat demonstrationsprogrammet ”Passivhus och lågenergibygnader”. Programmets vision är att nyproducerade byggnader i framtiden ska använda ett minimalt tillskott av köpt värme. Målet ska nås genom att bygga upp kunskap

och utveckla kompetens för byggindustrin. Programmet är kopplat till en serie demonstrationsbyggnader som ska placeras över hela landet för att nå bästa demonstrationseffekt.

## Anneberghus – ett solvärt bostadsområde

Ett bostadsområde för 50 hushåll har byggts i Anneberg i Danderyd. Bostäderna har golvvärme och försörjs med värme från 2400 m<sup>2</sup> solfångare. Solpanelerna är kombinerade med ett säsongvärmelager och individuella elpannor som tillsatsvärme.

Solvärmen beräknas kunna stå för 70 % av bostädernas totala värmebehov. Ungefär 40 % av den inlagrade värmen förloras dock till omgivningen. För att minska förlusterna till det omgivande berget, skulle det krävas att värmelagret hade en större volym eller att temperaturen i lagret var lägre. Värmelagret i projektet omfattar 100 borrhål som är 65 meter djupa. Lagret rymmer inom cirka 60 000 m<sup>3</sup> berg. En preliminär utvärdering efter två års drift har visat

att systemet i stort fungerar som tänkt, men att vissa delsystem fungerar sämre än förväntat. Värmelagringsprojekt av detta slag är idag inte ekonomiskt lönsamma utan investeringsstöd. Däremot är projekt i kommersiella fastigheter med både värme och kyla lönsamma eftersom de på sommaren får billig kyla. Ett exempel finns vid flygbolaget SAS huvudkontor i Frösundavik i Solna.

## Kundanpassning

### Energin blir kundanpassad

Projektet Design för medvetenhet ska se energikonsumtionen ur konsumentens perspektiv. Förutsättningar ska skapas för framtida produktutveckling genom att vardagsföremål formges ur ett energiperspektiv. Det kan betyda att hushållsprodukter designas så att de samtidigt som någon använder dem ger information om den aktuella energiförbrukningen. Andra exempel är att ta fram DVD-, TV- eller stereoanläggningar som inte drar ström i standbyläge. Projektet är ett av fem projekt inom det nystartade programmet Energi, IT & design. Programmet är inriktat på att utveckla moderna IT-metoder i kombination med produktdesign som ska kunna påverka hushållens energianvändning, främst förbrukningen av hushållsel, uppvärmning, varmvatten och elvärme.

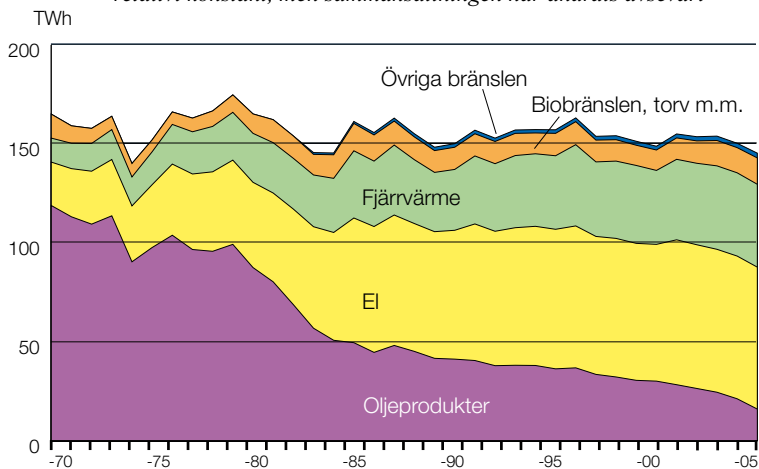
## Nanoteknik

### Mindre energiförbrukning för värmepumpar och kylmaskiner med nanoteknik

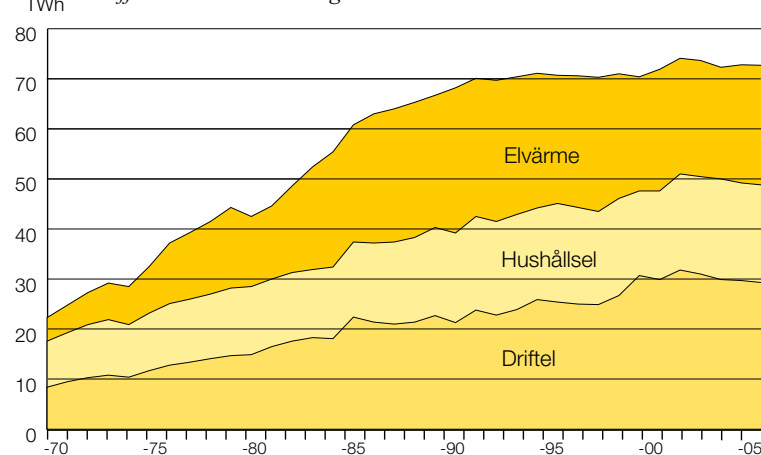
Strävan efter att utveckla mer energieffektiva kyl- och värmepumpssystem har lett till ett projekt inom nanoteknik för värmeväxlare. Genom att belägga värmeväxlarens tunna plåtar med en porös yta av små sammankopplade kopparkorn med diametrar i området 10-50 nanometer, nm, så kan värmeövergången vid kokningen förbättras väsentligt. I det porösa skiktet skapas

mycket lätt kokbubblor och antalet bubbelkärnor (startpunkter för bubblor) mångdubblas. Bättre värmeövergång leder till högre förångningstemperatur och högre verkningsgrad. Om nanoytor av detta slag används finns möjlighet att minska elanvändningen i kylanläggningar och värmepumpar med 10-15 %. Tekniken har testats med bra resultat i en fullstor värmeväxlare, men ännu används den inte kommersiellt.

FIGUR 5: Nivån på energianvändningen inom bostäder och service är relativt konstant, men sammansättningen har ändrats avsevärt



FIGUR 6: I bostäder och servicesektorn finns en stor potential för effektivare elanvändning

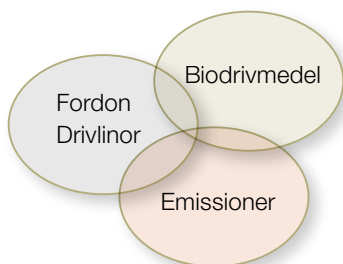


KÄLLA: ENERGIILÄGET 2006

# Transporter

**Hur ska Sverige komma bort från oljeberoendet utan att det hindrar nödvändiga transporter? Energimyndigheten stöder långsiktig forskning och utveckling med fokus på produktion av förnybara drivmedel och effektivare fordonsmotorer som drivs med alternativa bränslen.**

Behovet av transporter och drivmedel förväntas även fortsättningsvis öka i snabb takt runt om i världen. För att bromsa användningen av fossila drivmedel, minska växthusgaserna och trygga en framtida försörjning av transportbränslen finansierar Energimyndigheten energiforskning som strategiskt skapar en helhet av områdena förnybara drivmedel, fordon och utsläpp. Forskningen sker i nära samarbete med andra myndigheter och svensk fordonsindustri. Energiforskningen innefattar till exempel produktionsmetoder för drivmedel och fordon medan systemforskning för infrastruktur och logistik mestadels finansieras hos VINNOVA och Vägverket.



## FAKTA: Forskningsinriktning

Forskning inom transport inriktar sig på

- Alternativa drivmedel, hela kedjan från produktion till användning
- Energieffektiva fordon, framför allt inom tung trafik med stor potential för effektivisering

ning om drivmedelsframställning i framtida industrikombinat.

Flera framtidsstudier om transporter har tagits fram genom åren och det pågår forskning om såväl innovationssystem som styrmedel för alternativa drivmedel. Sverige medverkar också i ett EU-projekt, Refuel, som ska utforma strategier för att kostnadseffektiva alternativa drivmedel ska kunna introduceras. Projektet studerar också konsekvenserna för stationära anläggningar som använder biobränslen.

## ALTERNATIVA DRIVMEDEL

### Andra generationens biodrivmedel är energieffektiva

Energieffektiva, koldioxidneutrala lösningar är ledord för satsningen på den så kallade andra generationens biodrivmedel. Begreppet innefattar omvandling av resurseffektiva råvaror som skogsråvaror och fleråriga grödor till biodrivmedel. Dessutom används avancerad ny teknik i effektiva processer för att öka uttaget av energi ur biomassan. Förgasning av biomassa ger till exempel flexibilitet när råvaran ska väljas men även vid valet av slutprodukt. Andra generationens drivmedel ger ett betydligt bättre energiutbyte i hela produktionskedjan än traditionellt framställda biodrivmedel.

### Alternativa drivmedel och energieffektiva fordon

Ett mål med myndighetens satsningar är att utveckla svensk produktionsteknik för koldioxidneutrala drivmedel med hög verkningsgrad. Ett andra mål är att bidra till den fortsatta utvecklingen av den framgångsrika fordonsindustrin, som också kan leverera energieffektiva fordon. Det är viktigt att Sverige driver på för att kunna påverka en EU-harmonisering av nya specifikationer och krav avseende drivmedel och fordon.

Myndigheten finansierar flera stora projekt där hela kedjan, från odling av råvaror för biodrivmedel till användning av nya bränslen, står i fokus. Bland annat sker detta genom forsk-



### **Kan förgasning av biomassa ge framtidens biodrivmedel?**

I de kemiska massabrukens sodapannor produceras idag ungefär 30 TWh energi per år genom att restprodukten svartlut bränns. Energin används främst som ånga i själva massaprocessen, förutom de ca 3 TWh elektricitet som också produceras via ångturbiner. Om svartluten i stället förgasas blir den totala verkningsgraden högre. Elproduktionen från svartluten kan då öka med 60-70 % eller cirka 15 TWh per år genom att syntesgasen förbränns i en gasturbin. Alternativt kan syntesgasen användas för att framställa biodrivmedel, vilket skulle motsvara 25 % av dagens förbrukning av fossila drivmedel för transportsektorn. I det fallet skulle massabruken behöva kompensera bort-

fallet av processenergi från svartlut. Det kan ske genom att förgasa lågvärdig biomassa som grenar och toppar, eller minskad försäljning av el och värme. Utvecklingen framöver kommer att avgöras av flera faktorer som resultaten av forskningen, ekonomiska styrmedel och internationell konkurrenskraft.

### **Alkohol från skogen blir drivmedel?**

Etanoltillverkning baseras idag på en flertusenårig metod där socker från stärkelsesrika jordbruksgrödor jäses till alkohol. Att spjälka cellulosan i träd till socker som sedan kan jäsas och destilleras till alkohol, är däremot betydligt svårare. Cellulosan är besvärligare att bryta ned eftersom vedråvaran är mer komplext sammansatt än stärkelse. Etanol från





*Pilotanläggningar är ett nödvändigt steg för att testa nya forskningsresultat och metoder innan produktion kan starta i kommersiella anläggningar. Energimyndigheten finansierar anläggningarna i Värnamo (till vänster), Örnsköldsvik (uppe till höger) och Piteå för att driva på utvecklingen av alternativa drivmedel.*

skogsråvara kräver generellt mindre energi i form av fossila bränslen i tillverkningen än etanol från jordbruksgrödor och är därför att föredra för sin energieffektivitet. Framgångsrik svensk etanolforskning har under lång tid byggts upp, bland annat vid universitetslaboratoriet i Lund.

## **Piteå** **Anläggning i Piteå ger mer kunskap om svartlutsförgasning**

Energimyndigheten delfinansierar en utvecklingsanläggning i Piteå för förgasning av svartlut. Anläggningen togs i drift 2005 och är kopplad till massafabriken Smurfit Kappa Kraftliner för att utveckla förgasningstekniken och ta ut kemikalier, el, värme och eventuellt drivmedel. Utvecklingsanläggningen har en kapacitet

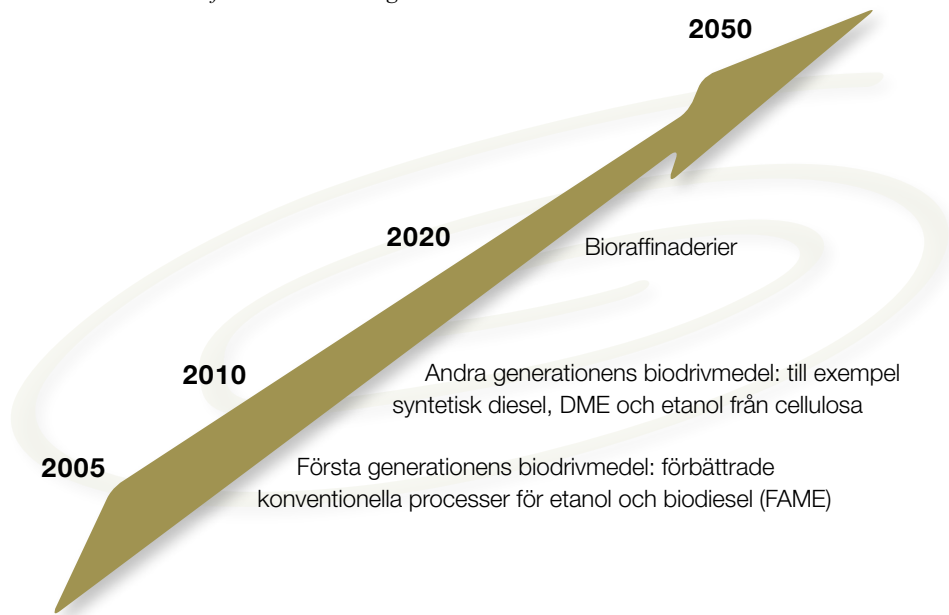
på 3 MW bränsle. Målet är att utvärdera data från forskningen och samtidigt skapa kunskap och förutsättningar för kommersiell utveckling. För att kunna gå vidare till en demonstrationsfas krävs först erfarenheter från kontinuerlig drift i den mindre utvecklingsanläggningen.

## **Värnamo** **Stor satsning i Värnamo för förgasning av biomassa**

En demonstrationsanläggning för förgasning av biomassa byggdes av Sydkraft i Värnamo under 1990-talet. Målet var att producera el genom så kallad IGCC-teknik, Integrated Gasification Combined Cycle. Förgasaren och den använda tekniken är fortfarande intressant för framställning av syntesgas till produktion av biodrivmedel. EU har tillsammans med



**FIGUR 7:** Förväntad framtida utveckling av biodrivmedel



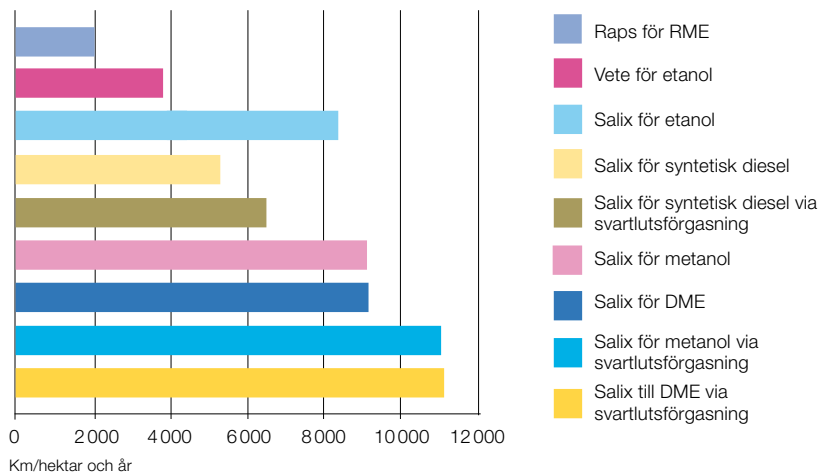
Energimyndigheten finansierat en omstart av anläggningen genom projektet Chrisgas. För närvarande görs stora investeringar eftersom anläggningen behöver byggas om för att kunna producera syntesgas som kan användas till biodrivmedel. Framför allt är gasreningsprocessen viktig. Kan man demonstrera att den fungerar kan processen skalas upp från sin nuvarande storlek. Detta är viktigt för att få lönsamhet i en kommersiell process. Visionen på lång sikt är att skapa ett europeiskt forskningscenter i Värnamo som utvecklar förgasning av biomassa. Då kommer även den svenska kompetens inom förgasning som byggts upp sedan 1980-talet till ytterligare nytta.

## Örnsköldsvik

### Etanolpiloten i Örnsköldsvik testar resultat i stor skala

En pilotanläggning invigdes i Örnsköldsvik 2004 för att studera hela processkedjan i större skala än vad som tidigare var möjligt. Erfarenheter och problem från pilotprojektet kommer att återföras till universitetsvärlden för nya laboratorieförsök. Mycket av forskningen går ut på att finna kostnadsreducerande lösningar, som billigare enzymer, bättre jäststammar och optimering av processerna genom att till exempel minska vatten- och energiåtgång. Anläggningen i Örnsköldsvik kommer därför under en längre tid att vara ett centrum för att testa de forskningsresultat som kommer fram vid universitetsinstitutionerna.

**FIGUR 8:** Körsträcka per hektar och år (tung fordonstrafik).



KÄLLA: WELL TO WHEELS, 2006



→ Mer information om Well to Wheels finns på EUs webbsida <http://ies.jrc.cec.eu.int/index.php?id=346>

### EUs Teknikplattform Biofuels

Energimyndigheten har tagit initiativ till att skapa en teknikplattform för biodrivmedel inom EU. Syftet är att industrin tillsammans med medlemsstaterna ska arbeta fram en gemensam forskningsagenda. Detta har redan påverkat inriktningen på EU:s sjunde ramprogram för forskning. Behovet av att harmonisera utvecklingen av biodrivmedel på EU-nivå är stort. Harmonisering och samarbete är nödvändigt för att lyckas med kommersialisering av forskningsresultaten eftersom både fordons- och drivmedelsindustrin verkar på en internationell marknad. Det är också nödvändigt eftersom fordon ska kunna köras mellan länder. Energimyndigheten ansvarar tillsammans med sin tyska motsvarighet för plattformens sekretariat och därmed också för att bygga upp dess nätverk.

## ENERGIEFFEKTIVA FORDON

### Bränslesnålare fordon anpassas till alternativa drivmedel

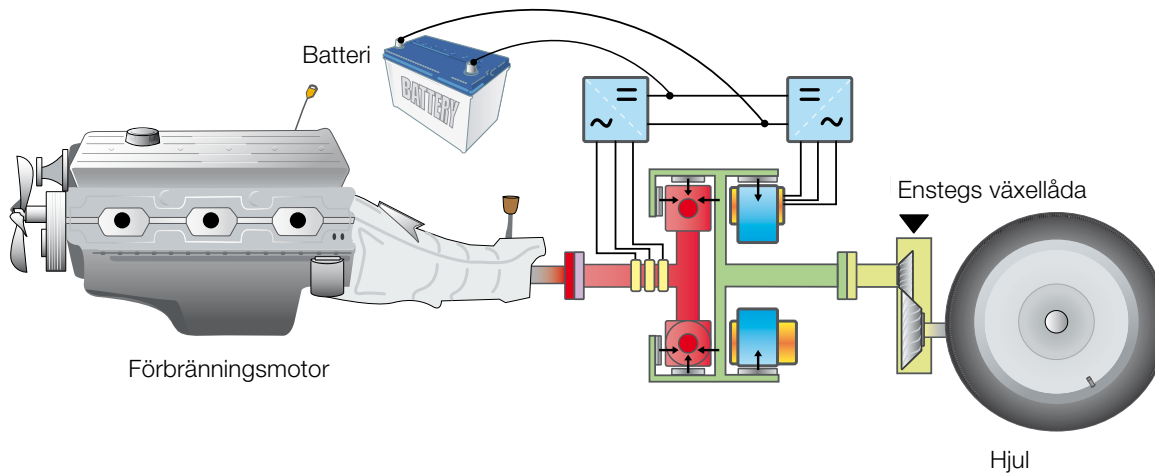
Energimyndigheten stöder forskning för att utveckla bränslesnålare fordon. Nya tekniker som bränslecells-, el- och hybridfordon såväl som konventionella bensin- och dieselfordon ska bli mer effektiva med lägre utsläpp och anpassas till alternativa drivmedel som alkoholer, gaser och el. Den största potentialen för energieffektivisering finns för fordon som körs i stadstrafik. Med el-, elhybrid- och bränslecellsfordon kan energianvändningen minska med upp till 50 procent. För fordon som kör långväga transporter på landsväg är potentialen mindre eftersom dagens motorer redan är relativt energieffektiva med konventionell teknik. Det är dock den tunga trafiken som står för den största delen av trafikökningen, därför kan även små förbättringar bli betydelsefulla.

## DME-fordon

### Volvo testar DME-fordon

Volvo har inlett ett utvecklingsarbete av nya motorer som kan använda bränslet dimetyleter, DME. Det tillverkas ur syntesgas från förgasning av förnybara eller fossila bränslen. Volvo bedömer att bränslet har god potential att bli konkurrenskraftigt gentemot fossila bränslen. Företaget anser också att DME ger bäst resultat när det gäller energieffektivitet i ett systemperspektiv och i fråga om utsläpp av koldioxid och partiklar. Den nyaste tekniken, tredje generationens DME-fordon, ska testas i ett större fältprov med 30 lastbilar i fyra olika städer. Samtidigt ska de tekniska lösningarna för infrastrukturen för drivmedlet utvärderas.

FIGUR 9: 4QT – Fyrkvadrant Energiomvandlare, en ny hybridmotorteknik.



## Homogenmotorn

– känsligare men bättre alternativ till dagens bilmotorer

Sverige är världsledande inom utvecklingen av en ny typ av bilmotor, homogenmotorn eller Homogeneous Charge Compression Ignition, HCCI, som kan ersätta dagens bensen- och dieselt teknik. Dagens bensenmotorer har låg verkningsgrad och kräver därför mycket bränsle. Dieselmotorn har å sin sida mycket högre verkningsgrad, kräver mindre bränsle men behöver dyr och komplicerad katalysator samt partikelfilter för att inte utsläppen av kväveoxider och partiklar ska bli höga. Med HCCI blandas de båda traditionella teknikerna och som resultat ges det bästa av båda. Vid Lunds universitet har forskarna lyckats fördubbla verkningsgraden jämfört med vanliga bensenmotorer. Några dyra reningssystem behövs inte jämfört med dieseldrift eftersom avgaserna minskar när kompressionen ökar. Nackdelen med motorn är att förbränningen kan starta antingen för tidigt eller för sent om temperaturen i luften som motorn suger in varierar för mycket. Ett snabbt och noggrant styrsystem krävs därför. Lunds forskarna har visat att regleringen kan bli tillräckligt snabb och utan fördröjningseffekter följa förarens körstil. Ett stort internationellt intresse för forskningen finns redan.

## Hybridsystem

Förbättrat hybridsystem drar mindre bränsle och blir billigare

Hybridsystem kan konstrueras på många olika sätt men består av vanliga förbränningsmotorer, elmotorer/-generatorer och batterier. Målet är detsamma; att få fram såväl kostnads- som energieffektiva system. Dagens hybrider reducerar bränsleanvändningen med ca 25 % jämfört med vanliga bensenmotorer. Förbränningsmotorn kan köras mycket jämnt och vid bästa arbetspunkt eftersom elmotorn/generatorn och batteriet till stor del kan hantera accelerationer och inbromsningar. De tillämpningar där hybridtekniken gör störst nytta är i trafiksystem där det förekommer många start och stopp till exempel för taxibilar, innerstadsbussar och sopbilar.

Den så kallade Fyrkvadrant Energiomvandlaren (Four Quadrant Energy Transducer), 4QT, är en nyutvecklad billigare teknik som förväntas minska förbrukningen ytterligare i förhållande till dagens hybridteknik. 4QT har lägre tillverkningskostnader än dagens hybridteknik, vilket är en förutsättning för en storskalig introduktion av hybridfordon. För närvarande demonstreras den nya tekniken som utvecklats vid KTH i ett tungt fordon hos AB Volvo.

# Energiintensiv industri

**Den energiintensiva industrin ger Sverige stora exportinkomster och är därför viktig för svensk ekonomi. Trots att massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin kontinuerligt rationaliserar verksamheten, finns stora möjligheter att ytterligare minska energianvändningen. Att staten och industrin gemensamt försöker finna vägar för detta, hjälper industrin att minska energikostnaderna, förbättra konkurrenskraften och bidra till en bättre miljö. Det ger också viktiga bidrag till hållbar tillväxt och bibehållen välfärd.**

## **Svensk industri minskar energi-användningen men kan göra mer**

Stora delar av svensk industri är energiintensiv. Totalt står industrin för nära 40 procent av energianvändningen i landet. Massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin och den kemiska industrin brukar betecknas som energiintensiva och svarar för drygt två tredjedelar av industrins totala energianvändning.

Många av processindustrins branscher förädlar inhemska råvaror och bidrar med betydande exportinkomster till Sverige. Företagens marknader kännetecknas av stark global konkurrens. De genomför därför fortlöpande rationaliseringar och effektivisering av produktionen för att bibehålla konkurrenskraft och lönsamhet.

Basindustrin karaktäriseras av höga kapitalkostnader vilket medför att industrin är försiktig med att introducera helt ny teknik eftersom produktionsstörningar kan äventyra företagets konkurrenskraft.

Den svenska industrin har sedan 1970-talet effektiviserat sin produktion med ungefär 2 procent per år. Den totala energianvändningen har legat tämligen konstant men produktionsvärdet har samtidigt mer än fördubblats. Fortfarande finns dock betydande möjligheter till effektiviseringar.

## **Processintegration ger fabriker effektivare energiflöden**

Myndighetens forskningsprioriteringar för industrin riktas mot den energiintensiva processindustrin. Målet är att minska energianvändningen genom olika förbättringar i processerna och att minska utsläppen av växthusgaser. Ett systeminriktat forskningsområde är processintegration där möjligheter till energibesparingar bättre tas tillvara. Annan viktig forskning är modellutveckling och ekonomisk forskning som behandlar energipolitiska styrmedels påverkan på enskilda branscher.

### **FAKTA: Forskningsinriktning**

Forskningen riktar in sig på problem och möjligheter som

- att effektivisera elanvändningen
- att effektivisera användningen av både fossila och förnybara bränslen
- att höja industrins egen tillförsel av energi till sina processer, till exempel bättre användning av spillvärme, biprodukter och avfall samt större egen produktion av el
- att leverera energi som värme, bränsle och el till närliggande samhällen



#### **FAKTA: Processintegration**

Processintegration handlar om att göra övergripande energianalyser av såväl samspelet mellan olika delar som av hela processer i industrin. Energiflödena i fabriker kartläggs. Metoderna identifierar möjligheter att utforma och bygga om industriella processer så att energin används effektivt och miljöbelastningen minskar. Processintegrationsteknikerna tillämpas bland annat i branscherna massa och papper, järn- och stål samt livsmedelsindustri.

## **Renare järn**

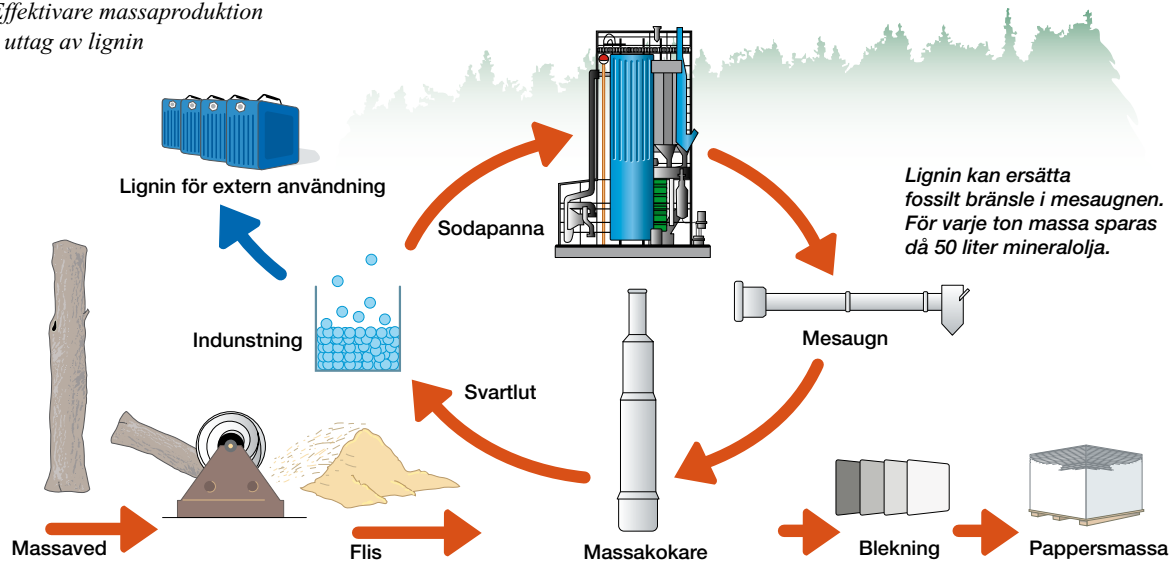
### **Renare järn med lägre energiförbrukning**

LKAB i Luleå medverkar i det omfattande EU-projektet ULCOS, Ultra Low Carbon diOxide Steelmaking. Projektet bygger på ett nytänkande; stål framställs på ett energieffektivt sätt med ett särskilt fokus på att uppnå väsentligt lägre emissioner av klimatpåverkande koldioxid.

Ett annat stålprojekt handlar om effektivisering av masugnprocessen. En masugn är till sin natur tekniskt komplex med ett flertal kemiska reaktioner vid hög temperatur. Samspelet mellan råjärn och slagg är speciellt viktigt. Om man kan styra slaggens bildningsförlopp och slutliga sammansättning, kan ett renare rå-



**FIGUR 10: Effektivare massproduktion genom smart uttag av lignin**



*Lignin är en beståndsdel i trä. Genom att förändra sulfatprocessen så att man kan ta ut lignin i fast form för förbränning vinner man flera fördelar. Man ersätter olja som bränsle i vissa processteg samtidigt som massaproduktionen ökar. Den nya LignoBoost-processen är resultatet av 10 års forskning.*

järn produceras med lägre energiförbrukning. Traditionellt tillförs slaggbildare i toppen av masugnen men forskningen vid Metallforskningsinstitutet, MEFOS, i Luleå inriktas nu på att slaggbildaren ska kunna injiceras på lägre nivå i ugnen. Därmed uppnås två fördelar. Dels kan man tillsätta olika typer av slaggbildare som är skräddarsydda för respektive zon. Dels får man en stabilare och jämnare drift, vilket är energieffektivt.

mycket intressant. Uttaget av lignin skapar utrymme för att öka massaproduktionen. Programmet har därför mött stort intresse eftersom det gör det möjligt för pappersbruken att producera ytterligare en produkt samtidigt som det ger en effektivare massaprocess. Representanter från hela aktörskedjan, från massabruk via teknikföretag till slutanvändare av bränslet medverkar.

Den svenska produktionspotentialen för ligninbränsle uppskattas till 5-10 TWh.

## Bränsle av lignin

### FRAM, effektivare massafabriker

Energimyndigheten ger stöd till utvecklingen av ett antal idéer sprungna ur tidigare forskning om den kretsloppsanpassade massafabriken, KAM. Idag inriktas arbetet på att utvinna fastbränsle av lignin ur sulfatmassafabrikernas svartlut. En utvecklingsfabrik byggs för närvarande i Bäckhammar. I projektet studeras hur bränsleutvinningen ska ske så effektivt som möjligt och hur det ska anpassas till olika användare, exempelvis kraftvärmeanläggningar. Bränslet ska också testas i sulfatmassafabrikernas kemikalieåtervinning där det kan ersätta olja. En fördel med lignin är att det kan utvinnas med hög torrhalt, vilket ger högre verkningsgrad.

För massafabriker vars produktionsvolym begränsas av sodapannans kapacitet är tekniken

## Pappersmassa

### Effektivare malning av pappersmassa sparar el

Fördelen med mekanisk massaproduktion är att nästan 100 procent av vedens fibrer kan tas tillvara. Akilleshälen är det stora elbehovet, 2-2,5 MWh per ton massa. Ett projekt i Holmen Papers Braviken-anläggning har visat att man kan reducera elförbrukningen med 20 procent per ton producerad pappersmassa. Konceptet bygger på att vedflisen mals i två steg; vid hög respektive låg koncentration. Holmen har optimerat processen genom att höja temperaturen och anpassa driften så att den ger fibrer med hög styrka trots en minskad energiinsats.

Grundläggande forskning på området påbörjades under 1980-talet vid institutet STFI-Packforsk. I senare utvecklingsprojekt har tekniken



studerats i mellanstor skala. Det har alltså tagit 20 år från inledande studier till genomförd demonstration av tekniken, vilket är en vanlig tidshorisont för teknisk forskning och utveckling.

## Energieffektivitet

### Ny energieffektiv process för returpappersbaserade produkter färdig

EcoFracSmart är en ny process för att återanvända returfiber vid papperstillverkning. Processen består av två delar: Den första, EcoSmart är en patenterad utrustning för att skonsamt, energieffektivt och med bevarad fiberkvalitet lösa upp och återvinna returpappret i ett första steg. Energibesparingarna i detta led kan bli upp till 50 procent jämfört med dagens återvinningsprocesser.

I den efterföljande FracSmart-processen separeras returfibrerna i skilda kvaliteter. Antalet processsteg kan begränsas tack vare den nya teknikens effektivitet, vilket leder till förbättrad styrka hos returfibrerna. Samtidigt sjunker energibehovet för pumpning och bearbetning när processen utförs i färre steg. Detta har demon-

strerats i industriell skala genom ett samarbete mellan pappersindustrierna Smurfit Lagamill, Holmen Paper, utrustningsleverantörerna NOSS AB och PURAC, samt forskningsinstitutet STFI-Packforsk och Energimyndigheten.

## Filter

### Filter i kemiindustrin sparar en fjärdedel av elförbrukningen.

En energi- och miljömässigt bättre produktionsmetod för tillverkning av klor-alkali har demonstrerats av Akzo Nobel i Skoghall. Företaget installerade ett nytt membran vilket minskade energianvändningen med 25 procent, eller 60 GWh per år. Även de övriga driftkostnaderna sjönk eftersom livslängden för membranerna blev längre än beräknat. Tack vare möjligheten att demonstrera den nya miljövänliga membran-tekniken i full skala har fler företag runt om i Europa nu övergett den föråldrade och miljöfarliga kvicksilverprocess som traditionellt använts, så även de globala miljövinster är betydande. Skoghallanläggningen har nu varit i drift i sju år.

”Svensk industri har haft nästan konstant energianvändning sedan 70-talet, trots att produktionsvärdet fördubblats. Fortfarande finns stora möjligheter att minska energianvändningen.”

# Bränslesystem

**Bränslen av olika slag används för produktion av värme, el, kyla och drivmedel. Både i Sverige och internationellt finns en strävan att minska användningen av fossila bränslen och öka användningen av biobränslen. Forskningen inriktas på bränslen från skog och åkermark. Mer biomassa behöver produceras på ett ekologiskt och ekonomiskt hållbart sätt. Kostnaderna måste minskas i alla led från bränsleproduktion till färdig värme, el eller drivmedel. Verkningsgraden måste höjas och resurserna måste användas effektivare.**

## Användning av bioenergi ökar i världen

Skogar och åkrar är gigantiska solfångare i och med de gröna växternas förmåga att lagra solenergi. Växtbiomassa är ett utmärkt bränsle och tillför inte atmosfären mer koldioxid när den eldas än vad biomassan tar upp då den växer.

Olja, kol och naturgas står för 87 % av världens energitillförsel och användningen av biobränslen är i detta perspektiv låg. Men efterfrågan ökar. Det beror bland annat på att många länder vill minska oljeberoendet och koldioxidutsläppen. Olika styrmedel sätts in som tillsammans med ett högt oljepris påverkar näringsliv och konsumenter att använda mer biobränslen. EU har mål om mer förnybar energi och bioenergin spelar då stor roll. Lantbrukarna har också fått bättre villkor då de producerar biobränslen.

Den svenska användningen av biobränslen har fördubblats sedan 1970-talet. Stora forskningsinsatser har medverkat till utvecklingen. Sverige har fått bränslen och teknik som är tillgängliga, effektiva och miljöanpassade men behoven är fortsatt stora.

## Biobränsletillgången kan fördubblas

För att användningen av biobränslen ska öka krävs också uthålliga tillgångar. Utifrån olika studier och antaganden finns bedömningar om

## FAKTA: Bioenergi

Sverige och Finland använder mest biobränslen av EU-länderna. I Norden används i huvudsak skogsbiobränslen medan jordbruksgrödor är vanligast i övriga EU-länder.

Bioenergi stod 2005 för ca 112 TWh, en femtedel av Sveriges totala energitillförsel. Skogsindustrin använder hälften av biomassan, och drygt 30 % går till fjärrvärmeverken. Bioenergi i form av ved och pellets används också för att värma småhus.

att biobränsletillförseln skulle kunna öka från 112 TWh år 2005 med 50 % till 2020. Till 2050 skulle den kunna fördubblas, till runt 230 TWh. Ett effektivare skogsbruk skulle göra det möjligt att öka skogsproduktionen medan det inom jordbruket handlar om grödor som Salix, hybridasp, spannmål, oljeväxter, energigräs som rörfen och olika biprodukter från livsmedelskedjan. Produktionen från åkermarken antas i vissa scenarier kunna öka avsevärt.

## Många vill använda biomassan

Bioenergi är ett prioriterat forsknings- och utvecklingsområde. Bland annat forskas det på

## FAKTA: Forskningsmål

Målen för forskningen inom tema bränsle är:

- att tillgången på bränslen ska öka,
- att kedjan från råvara till produkt ska göras mer kostnads- och resurseffektiv,
- att elutbytet ska höjas,
- och att tekniken ska kommersialiseras

Dessutom ska biodrivmedel produceras på ett miljöanpassat sätt, i samspel med marknad och styrmedel.





konkurrensen om råvaran mellan olika branscher ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Annan forskning handlar om hur handeln med trädbränslen i Östersjöområdet ser ut och kan komma att förändras mot bakgrund av styrmedel och den internationella marknadsutvecklingen. Med en allt ökande efterfrågan på biobränslen och god men ändå begränsad tillgång uppstår konkurrens mellan användarna. Aktörer inom jord- och skogsbruk, massa- och pappersindustrin, liksom drivmedels- och energibranscherna bevakar sina respektive intresseområden. En utmaning är därför att hitta synergier mellan de olika aktörerna för att möjliggöra sunda marknader.

#### **Forskning för ökade bioenergiesurser har miljön i fokus**

Skogsbruket ger biprodukter som kan bli bränsle, bland annat grenar och toppar från avverkningar. Men tar man ut mer biomassa från skogen måste man känna till miljökonsekvenserna. Hur reagerar träd, mark, vatten och skogens växt- och djurliv? Askan från biobränslen innehåller näringsämnen och mineraler; kan den återföras till skogen och vilka blir de ekologiska effekterna av detta? Tack vare långsiktig forskning finns nu svar på många av frågorna.

När bränslebehovet ökar än mer så inriktas forskningen på nya områden: kan man ta stubbar som bränsle? Kan skogsproduktionen ökas

”Grenar och toppar (grot) från skogsavverkningar används redan idag som biobränsle, men potentialen är ännu större. Idag forskas det även på konsekvenserna av att använda stubbar.”

Trädbränslepotential 2006, TWh	SLU, Parikka 2004	SLU, Hagström 2006	Skogsindustrierna 2005
Grot förstagallring (netto)	6,1	-	-
Grot övrig gallring (netto)	9,6	13,1	-
Grot slutavverkning netto	25,8	44	15,0
Kvarlämnade träd stamdelar och småträd	3,9	-	-
Långtoppar, småträd från röjning och tidig gallring	12,5	12,7	6,8
Vedhuggning, diverse källor	7,8	9,3	9,0
Virke från icke-skogsmark	2,9	2,8	-
Vrak från såg- och massaindustri	4,9	5,8	2,7
<b>Skogsbränsle sammanlagt (ej stubbar)</b>	<b>73,5</b>	<b>87,7</b>	<b>33,5</b>
Biprodukter: bark, spån, flis mm	16,7	26,8	
Returträ från Sverige	3,9	4,4	
<b>Totalt</b>	<b>94,1</b>	<b>118,9</b>	

**FIGUR 11:** Skilda beräkningsgrunder ger stora skillnader i uppskattningar av tillgängligt trädbränsle.

KÄLLA: NYLUND, SLU, 2006

genom intensivare skötsel och gödsling? Vilka blir miljöeffekterna? Vilka tekniker är bättre för skörd och logistik? Det kan handla om att utveckla systemen för att hantera avverkningsrester i buntad form, och kostnadseffektiva långväga bränsletransporter. Det finns också behov av forskning om lagring och förädling av biobränslen, om effektiva tekniker för pellets från fler råvaror än sågspån, och om förbättrad pelletkvalitet.

På jordbrukssidan koncentreras myndighetens forskningsinsatser till fleråriga grödor som är effektiva ur ett livscykelerspektiv. Produktionsförutsättningarna behöver förbättras så att konkurrenskraften för bränslen stärks.

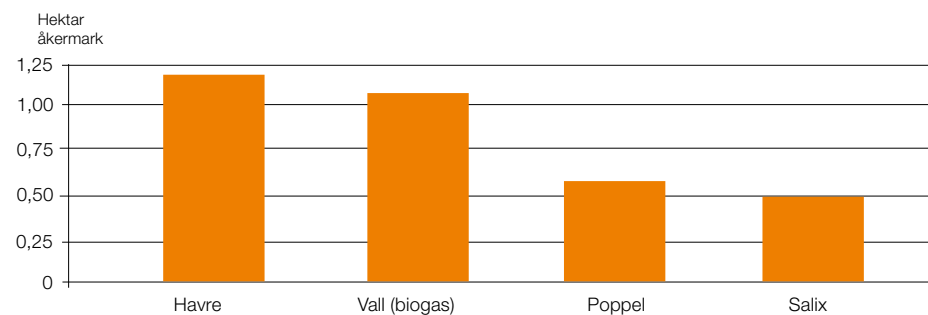
### Effektiva biobränslen är de bränslen som ger mest energinytta för insatsen

Bioenergi är vanligen mycket energieffektiv. Effektiviteten beror på hur bränslena produceras och hur de används. Insatsen av energi som krävs för att producera bränslet måste jämföras med dess energiinnehåll. Förluster som uppstår under vägen till slutlig användning ska också räknas in. Ett sätt att jämföra olika energigrödor är att se hur många hektar mark de kräver för att förse en villa med värme och el. Skogsbränslen och fleråriga grödor som Salix är exempel på energieffektiva biobränslen. De ger 20 gånger mer energi tillbaka än vad som krävs för produktion och transport.

### Bioenergi för flera mål

Om målet är att minska koldioxidutsläppen är det mest verksamt att använda biobränslena till värme- och kraftvärmeproduktion. Energieffektiviteten är överlägsen, särskilt om värmen i rökgasernas ånga återvinns med rökgaskondensering. Eftersom de nordiska ländernas elsystem hänger ihop och en del av elen produceras i danska kolkraftverk, blir klimatnyttan av att öka användningen av biobränslen i fjärrvärme och kraftvärme mycket stor. Om målet i stället är att minska oljeberoendet handlar det om att producera biodrivmedel. Detta trots att det med dagens tekniker går åt relativt mycket

**FIGUR 12:** Arealbehov för att förse en villa med värme och el under ett år.



Baseras på nettoenergisörd vid odling på bra åkermark i Södra Sverige

KÄLLA: BERNDES, BÖRJESSON OCH ROSENQVIST, 2006



**FIGUR 13:** Redan idag används en stor del av biomassan i skogen till energigenerering, men potentialen är ännu större



Biomassans fördelning i skogsproduktionen per år

Årlig tillväxt av all biomassa: 75,9 Mt<sub>ts</sub>  
(megaton torrsbstans)

Årlig avverkning av biomassa: 61,0 Mt<sub>ts</sub>

KÄLLA: NILSSON, SKOGSSTYRELSEN, 2006

energi vid produktionen av biodrivmedel och att de först på längre sikt väntas bli energieffektiva. Eftersom transportarbetet står för en stor del av Sveriges CO<sub>2</sub>-utsläpp är det ändå viktigt att titta på alternativ till oljan som drivmedel.

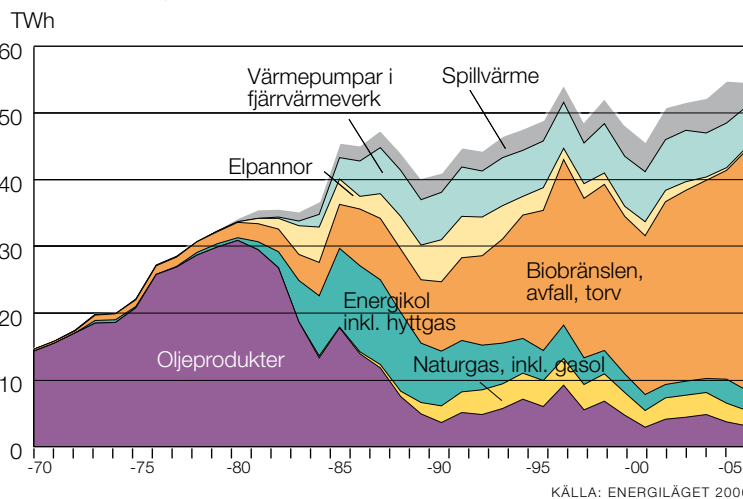
Både målen för klimat och försörjning fokuserar alltså på en minskad användning av fossila bränslen, men skälen är bara delvis desamma. Användare och beslutsfattare har därför all anledning att försöka finna en väl avvägd fördelning för hur biomassan används så att man får ut största möjliga nytta. Det är en utmaning att skapa effektiva styrmedel så att hänsyn till olika mål tas, samtidigt som man uppmärksammar de olika bränslenas och användningsområdenas effektivitet.

### Nya material ger mer el

Sverige har ett stort antal kraftvärmeverk som är byggda för biobränslen. När endast biobränslen eldades fick de i början problem med korrosion. För att producera mycket el i förhållande till insatt bränsle behöver temperatur och tryck vara höga i ångturbinen, men på grund av korrosionen i pannan tvingades man i stället sänka temperaturen och därmed också elproduktionen. Genom forskning har problemen minskat betydligt. Mer passande material för pannorna och nya tillsatser i bränslet har utvecklats. Om man tillsätter svavel förändras rökgaserna och korrosionen minskar.

Svavlet binds sedan till askan och filtreras bort ur rökgaserna. Motsvarande positiva effekt kan uppnås genom att blanda in torv i bränslet. Fortsatt forskning inriktas mot att ytterligare höja tryck och temperatur för att öka elproduktionen. Forskning bedrivs också på helt ny teknik, exempelvis förgasning av biomassa, där gasen används i kombicykler, d.v.s. att ång- och gasturbiner kombineras för att producera el. Genom kombicykeln kan elproduktionen i ett kraftvärmeverk fördubbla elproduktionen med samma fjärrvärmeunderlag.

**FIGUR 14:** Två tredjedelar av fjärrvärmens kommer från biobränslen. Denna utveckling är ett exempel på lyckad samverkan mellan forskning och styrmedel.



KÄLLA: ENERGIÄGGET 2006



*I ett smart kombinat i Enköping renar salix avloppsvattnet, vilket minskar kostnaderna för vattenrening, samtidigt som biobränsleproduktionen ökar. Salixen bränns sedan i kraftvärmeverket, till gagn för såväl miljön och Enköpingsborna som för bildens Eddie Johansson, chef för Enköping Energi.*

## Salix i system

### Världsledande kunskap

Salix är den energigröda som bäst kombinerar produktionslönsamhet, kostnadsnivå, förbränningsegenskaper och energiutbyte. Sverige är världsledande på kommersiell växtförädling av Salix. Forskningen prioriterar därför växtförädling och industrinära utveckling. Inom förädling är målet att ta fram instrument för utveckling av bättre Salixsorter. Det kan handla om egenskaper som högre avkastning och bättre sjukdomsresistens. Nya sorter kan då lokalanpassas till nya framtida marknader. I västra Nordeuropa är exempelvis resistens mot svampangrepp viktigt medan frosttålighet är centralt i Norden. Den industrinära forskningen omfattar till exempel skötselmetoder och maskin Anpassning.

## Salix

### Salix renar och värmer

Ett exempel på forskning som omsatts i praktisk tillämpning finns i Enköping där kommunalt avloppsvatten och slam används för att gödsla salixodlingar. Salixen tar förutom kväve upp tungmetaller som finns i slammet. Bränslet

används sedan i kommunens kraftvärmeverk, och tungmetaller koncentreras i askan som deponeras. Kommunen klarar härigenom både att rena sitt avloppsvatten till låga kostnader, att samla ihop slammets tungmetaller, och att få bränsle till energiverket. Forskarna har också kontrollerat miljöeffekterna av hela systemet.

## Intensivodling

### Ska vi näringsoptimera skogen?

I kontrollerade experiment har visats att produktionen kan öka upp till 4 gånger om ungskog regelbundet får en behovsanpassad dos av växtnäring. Det kan ske utan nämnvärt ökat läckage av kväve till vattendragen. Nu ska resultaten anpassas för praktiskt skogsbruk. Vilka marker lämpar sig? Hur blir produktionen och ekonomin i praktiken, och hur ska odlingen skötas utan att vara negativ för miljön? Möjligheterna är stora: Om 10 % av skogsmarken intensivodlas på mark som passas för detta ändamål, och 50 % av merproduktionen blir bränsle, kan detta ge ytterligare 24 TWh bränsle per år. Omvandlat till etanol eller DME räcker det till ca 10 % av transportsektorns behov.



*Forskningen inom småskalig eldning inriktas på användarvänlighet och låga utsläpp*

## Småskalig eldning

### Forskning har gett miljöanpassad teknik för små pannor

Vid småskalig vedeldning i småhus kan äldre pannor och olämplig eldningsteknik orsaka utsläpp av hälsovådliga partiklar och kolväten. Forskningen har visat hur emissioner från vedeldning sprids, hur människor exponeras och hur vedeldning påverkar hälsan. Ett intensivt utvecklingsarbete har därefter gett miljöanpassad teknik för att elda ved och pellets. Nu inriktas forskningen på smarta systemlösningar, som exempelvis biobränsle kombinerat med solvärme. Tekniken ska också bli mer robust och användarvänlig, och utsläppen bör minska så att de kan uppfylla strängare krav i framtiden.

## Skellefteå

### Smarta kombinat behövs för effektiviteten

Skellefteå kraftvärmeverk är ett exempel på att det går att producera flera nyttigheter samtidigt som råvarorna kan utnyttjas mer effektivt. El och fjärrvärme produceras i kraftvärmeverket, och kombineras med torkning av råvara för produktion av pellets så att elproduktionen blir möjlig även på sommaren då behovet av fjärrvärme är lågt. För framtiden kan det bli aktuellt med fler olika ”biokombinat” där el,

värme, kyla, ånga, pellets, drivmedel, kemikalier, foder och biogas produceras i olika kombinationer. Här behövs såväl forskning och utveckling som demonstration.

## Avfall

### Avfall blir energi

Ett annat forskningsområde är energiutvinning ur sorterat brännbart avfall. Dels kan vissa fraktioner brännas, dels kan slam och gödsel rötas till biogas. Biogastekniken behöver utvecklas ytterligare för att effektiviteten ska öka och för att kunna ta hand om avfall som innehåller föroreningar.

#### FAKTA: Forskningsframgångar inom bioenergi

- Satsningar inom gasturbinteknik har till stor del handlat om att öka verkningsgraden genom avancerad kylning och nya material. Öresundskraft har demonstrerat en ny gasturbin från Siemens där turbinens mycket höga effektivitet bygger på tidigare forskning. Tre turbiner finns vid Ryaverken i Göteborg och turbinen har också blivit en exportsuccé. Turbinerna drivs med naturgas men studier pågår om hur denna kan ersättas av gas från biobränslen.
- Nu finns miljöanpassad teknik för att elda ved och pellets även i tätortens villor.
- Salixodling är nu kommersiell och såväl växtmaterial som odlingssystemen har exporterats, bland annat till Storbritannien.
- Tack vare forskning finansierad av Energimyndigheten har Skogsstyrelsen kunnat ta fram riktlinjer om hur bränsleuttag och askåterföring ska göras på ett miljöanpassat och uthålligt sätt.

# Kraftsystemet

**Elanvändningen ökar i hela världen. Industriländerna finner fler användningsområden för elektricitet och utvecklingsländerna behöver tillgång till el för sin utveckling. Förnybar el baserad på vind-, sol- och vågkraft är framtidens elkällor. De måste kompletteras med vattenkraft och el från biobränslen. Allteftersom ny teknik utvecklas i praktisk användning, minskar kostnaderna och möjligheterna för kommersiellt genomslag ökar.**

## **Forskning skapar förutsättningar för ett väl fungerande elsystem även i framtiden**

Det svenska kraftsystemet förändras. Koldioxidutsläppen ska minska och förnybara alternativ byggs. Det svenska elproduktionssystemet, som för närvarande producerar knappt 150 TWh el om året, består till cirka 90 procent av kärn- och vattenkraft. De resterande 10 procenten är fossil- och biobränslebaserad produktion och en liten andel vindkraft. Riksdagens mål är att el, baserad på biomassa, vind, sol och kanske våg-energi, ska öka med 17 TWh till 2016 jämfört med nivån 2002.

## **Sverige har goda förutsättningar för att producera förnybar el**

I dagsläget (2006) producerar Sverige omkring 1 TWh vindkraft per år, men förutsättningarna för att öka produktionen är goda. Riksdagens mål är att det ska vara möjligt att bygga vindkraft för en produktion på 10 TWh per år 2015. Potentialen för vindkraft är många gånger större. Det finns fler förnybara elproduktionsmetoder, som solceller och vågkraft, men ännu är kostnaderna för att producera sådan el alltför hög för att tekniken ska vara konkurrenskraftig.

I takt med att mer väderberoende elproduktionsmetoder står för en allt högre andel

av elförsörjningen, stiger behovet av att kunna handla el med omvärlden och att fysiskt överföra el mellan olika regioner. Utveckling av nya överföringstekniker som likströmskablar och andra styrbara överföringar gör att kraftsystemet kan utvecklas kostnadseffektivt, energieffektivt och uppfylla samhällets krav på att elen ska finnas tillgänglig med stor säkerhet. Kraven ökar idag på högre säkerhet vid större elavbrott. Det kräver utveckling av teknik för lokal produktion och så kallad ö-drift.

Sverige har en mycket stark industri på elkraftområdet, såväl inom olika produktionstekniker som för elöverföring. Den största delen av industrins produkter går på export. I och med att näringslivet involveras tidigt i forskningssatsningarna innehåller kraftområdet flera bra exempel på kommersialisering av forskningsresultat.

### *Vindkraft*

Forskningsatsningarna är inriktade på att minska produktionskostnaderna och att finna lösningar för hur vindkraft lättare kan etableras. Forskning om olika miljöeffekter och människors acceptans för vindkraft är också prioriterad. Ett annat forskningsområde är hur nya delar av elnätet ska byggas så att ny vind-

### **FAKTA: Forskningsinriktning**

Svensk forskning om el från förnybara källor ligger långt framme i ett internationellt perspektiv. Den handlar främst om vind-, vatten- och vågkraft, solceller samt överföring. Det sker även tvärvetenskaplig forskning om exempelvis elanvändning och beteende samt om effekter av elmarknaden avreglering och olika styrmedel.





kraftproduktion kan kopplas in till låg kostnad och med högt ställda krav på elkvalitet och tillgänglighet.

#### **FAKTA: Vindkraft**

Ett modernt 2 MW vindkraftverk producerar lika mycket el som 750 familjer förbrukar i hushållsel om året; 4 500 MWh. Då har rotern en diameter på 80-90 meter och verket står i bra vindläge på land i Sverige. Med drygt 2 000 sådana vindkraftverk skulle produktionen motsvara Riksdagens planeringsmål på 10 TWh / år.

#### *Solceller*

Energimyndigheten prioriterar forskning om effektivare solceller med låg tillverkningskostnad så att det på sikt blir kommersiellt lönsamt att producera sol i stor skala. Vid Ångströmlaboratoriet i Uppsala har man utvecklat solceller med mycket hög verkningsgrad. Tekniken är nu under kommersialisering i ett avknoppat bolag som attraherat såväl svenskt som internationellt riskkapital. Studier bedrivs också om hur solcellsystem ska kunna användas som både energikälla och byggnadskomponent, exempelvis hur solcellspaneler ska designas och integreras i byggnader på ett estetiskt sätt utan att man ger avkall på prestanda.



#### FAKTA: Solceller

Täck halva Gotlands yta med dagens vanligaste solceller och det räcker till att på årsbasis försörja hela Sverige med el. Endast 5 % av Saharas yta räcker för att täcka hela världens elbehov. Problemet är att elen måste lagras från dag till natt och från sommar till vinter. Av all energin i solljuset blir knappt 15 % el i dagens solcellssystem. Resten blir värme. Världsrekordet i elproduktion för solceller ligger på 39 %, men dessa celler är mycket dyra.

#### *Vatten- och vågkraft*

För att vattenkraften ska fortsätta vara en viktig resurs i det svenska energisystemet arbetar

Energimyndigheten med att såväl upprätthålla som utveckla kunskap och kompetens inom området. Nu behövs exempelvis studier om dammsäkerhet och om hur uttaget av energi i befintliga vattenkraftverk kan ökas samt om vattenkraftens miljöpåverkan. Forskning om vågkraft handlar om att verifiera att tekniken fungerar.

#### FAKTA: Vågkraft

En typisk vågpark med 1000 generatorer på en yta av 800x800 meter kan ha en installerad effekt av 10 MW. Om denna vågpark träffas av brukbara vågor ca 4000 timmar under ett år, så skulle den kunna försörja 2000 svenska eluppvärmda villor med all elektricitet.



### Överföring

Idag sker elproduktion i huvudsak vid produktionsanläggningar som ligger långt från förbrukningen. Vattenkraften i norr är ett exempel. I framtiden kan lokal generering av el i mindre kraftverk bli vanligare. Detta ställer nya krav styrning av elnätet vilket kräver forskning och utveckling av nya komponenter och material.

#### FAKTA: Överföring

Den totala ledningslängden i det svenska elkraftssystemet är ca 515 000 km, varav huvuddelen återfinns i lokalnätet. Lokalnäten distribuerar elen till hushåll, affärer, industrier mm. i ett visst område. Ledningslängden motsvarar knappt 13 varv runt jordklotet.

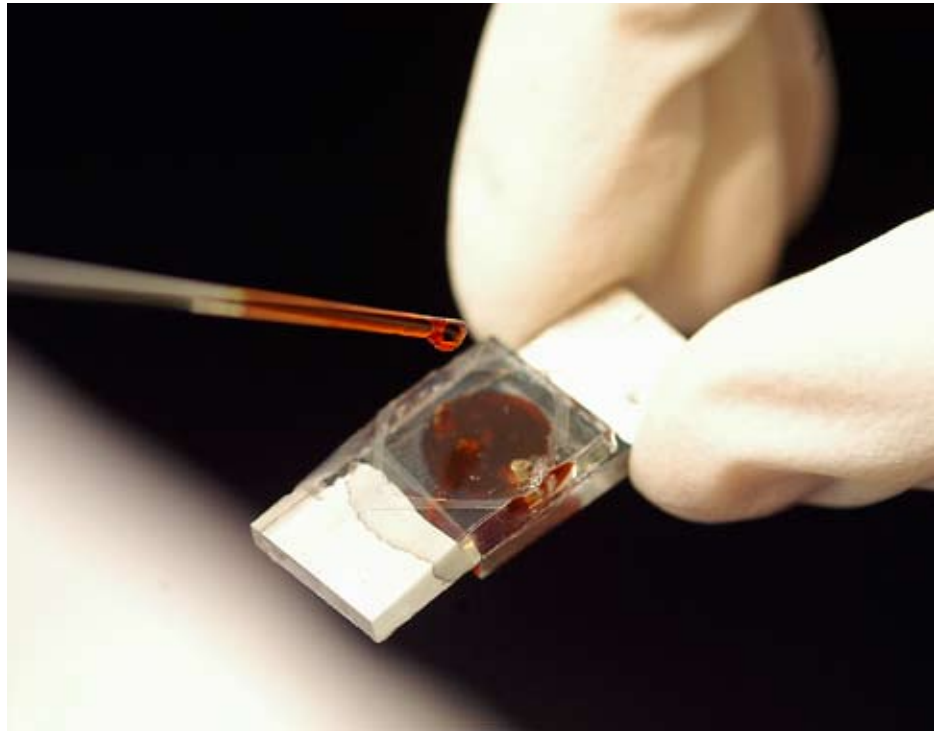
## Vind

### Kartläggning av vinden ger en kostnadseffektiv utbyggnad

Hur mycket vind har Sverige? Svaret ges genom en kartläggning av vindtillgångarna i landet som pågår sedan 2002. Kartläggningen genomförs med moderna metoder för meteorologi som tar hänsyn till höjdvariationer och skillnader i vegetation eftersom dessa faktorer påverkar vindens hastighet. Forskare vid Uppsala universitet har byggt en modell som beräknar vinden för ett stort antal vädersituationer under året. Resultaten kan sedan användas för att bedöma vindkraftens potentiella energiproduktion. I beräkningarna delas landet in i ett rutnät. Syftet är att få en kartläggning som fångar upp tämligen lokala variationer. De beräkningar som nu finns tillgängliga har



*Grätzelsolcellen är en så kallad fotoelektrokemisk solcell som består bland annat av ett ljusabsorberande färgämne och en elektrolyt som kan leda elektrisk ström. När solen lyser på Grätzelcellen startar en fotoelektrokemisk process som genererar ström.*



en upplösning på 1x1 km. I höjddled räknas vindvariationer så fint som i 10-tals meter och beräkningarna fångar upp hur vinden ökar med höjden. På detta sätt går det att räkna fram hur mycket energi vindkraftverk med olika höga torn ger.

Resultaten används som planeringsunderlag för länsstyrelser, kommuner, projektörer och kraftbolag som undersöker förutsättningarna för anläggningar på olika platser. Delresultaten visar att det på många ställen i inlandet finns bättre förutsättningar för vindkraft än man förut trott. Stora områden i Norrlands inland och det sydsvenska höglandet har identifierats som sådana.

## Solceller

### Solceller gjorda av vit och röd färg fungerar

El kan produceras med solceller som huvudsakligen baseras på titandioxid, ett ämne som också används i vit målarfärg. Dessa så kallade Grätzelsolceller har fördelen att de förväntas kunna produceras på plastfilm i en maskin som

påminner om en pappersmaskin i miniformat. Produktionskostnaderna kan därför bli låga per enhet jämfört med traditionella solceller baserade på kisel.

I dagsläget finns inga kommersiella Grätzelsolceller på marknaden men ett flertal demonstrationsanläggningar har uppförts i Japan, Australien och Kina. Vid KTH bedrivs ett forskningsprojekt där nya färgämnen och elektrolyter testas för att nå en högre verkningsgrad och bättre hållbarhet. Grätzelsolcellerna har hittills framställts med en verkningsgrad på 7 procent. Projektet håller en internationell tätposition. Förutom grundforskningen vid KTH utvecklas tillverkningsprocessen vid IVF Industrieforskning och Utveckling AB i Mölndal. Målet är att ta fram en kostnadseffektiv solcellsteknik för storskalig elproduktion.

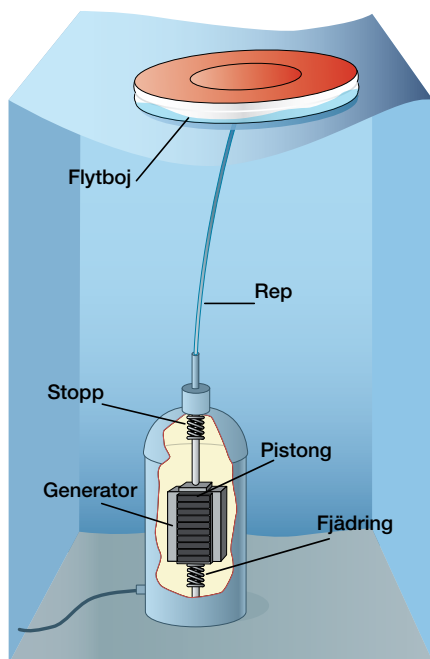
## Vågkraft

### Vågkraft kan bli billigt

Sveriges första vågkraftpark i pilotskala har sjösatts utanför Lysekil. Prototypen är utvecklad vid Uppsala universitet och består av en



FIGUR 14: Vågkraftboj



När vågorna rör sig gungar bojen upp och ner och drar i repet. Nere på botten finns en generator. I generatorn följer statorn bojens och repets rörelser och genererar på så sätt elektricitet.

helt ny typ av generator som passar vågkraftens långsamma pendlande rörelse. Konceptet bygger på en generator som placeras på havsbotten. En boj på ytan är förankrad med en lina i generatorns rörliga del som i sin tur är fastsatt i en fjäder på fundamentets botten. Generatorns rörliga del består av en piston med permanenta magneter som rör sig upp och ner i en stator, och på så sätt induceras en spänning i kabellindningen i statorn. Denna rörliga del motsvarar rotorn i en vanlig generator men här snurrar den inte, utan drivs upp och ned i takt med rörelserna vid havsytan. Prototypen har en rad fördelar; generatorn är skyddad från hårt väder eftersom den står på botten, och mekaniken är enkel och klarar höga laster.

Pilotprojektet består av tio generatorer som läggs ut i Västerhavet mellan 2005 och 2009 och fortgår till 2014. Generatorerna kan kopp-

las samman i grupper 20-100 meter under havsytan. Med hjälp av kraftelektronik kan den alstrade växelströmmen omvandlas till likström som genom standardkablar förs in till land. En växelriktare skapar sedan en 50 Hz växelström som ansluts via en kabel till elnätet. För att studera konsekvenserna för naturen byggs projektet ut med upp till 30 så kallade atrapp-bojar så att miljöeffekter tydligare ska kunna identifieras och studeras. Tekniken ska kunna utvinna energi från relativt små våghöjder som till exempel i Östersjön. För svenska vatten är generatorer om ca 10 kW lämpliga medan man för större våghöjder, som de utanför Norge och Skottland kan placera ut större generatorer med ca 100 kW eller högre effekt. Eftersom tekniken bygger på moduler kan de byggas ut om energibehovet ökar.

## Kiselkarbid

### Kiselkarbid effektiviserar elöverföringen

Kiselkarbid är ett halvledarmaterial som tål höga spänningar och strömstyrkor samt kan arbeta med höga frekvenser. Dessutom tål det höga temperaturer. Materialet kan användas i transistorer i stället för det material som normalt används, kisel. Med stöd från Energimyndigheten har företaget Norstel i Norrköping utvecklat tillverkningsprocessen för kiselkarbid. Transistorer av kiselkarbid öppnar möjligheten att tillverka temperaturtåliga och kompakta motorstyrssystem genom att bland annat kylsystemet kan göras mindre. Dessa styrssystem kan vara en viktig pusselbit vid utvecklingen av elhybridbilar. De nya transistorerna utvecklas av företaget TranSic som är en spinoff av ett tidigare forskningsprojekt som finansierats av Energimyndigheten. Men fler tillämpningar finns. För närvarande testas och utvecklas transistorerna i nära samarbete med pilotkunder i verkliga tillämpningar; i eltruckar, motorstyrning av robotar och svetsaggregat

# Internationellt samarbete nödvändigt

**Internationellt samarbete om forskning är kostnadseffektivt. Energimyndigheten medverkar i flera fora för att ha en uppdaterad samverkan och omvärldsbevakning. Trenden går mot att länder specialiserar forskningen till det som de har bäst förutsättningar för och sprider resultat och kunskap till omvärlden genom olika nätverk.**

Internationellt arbete ingår naturligt i hela Energimyndighetens verksamhet. Men vissa internationella forskningssamarbeten är särskilt viktiga för att myndigheten ska få del av viktigt kunskapsutbyte, analys av forskningsaktiviteter och aktuell omvärldsbevakning. Viktigt i omvärldsanalysen är att se inom vilka områden som svensk forskning ligger i framkant och vilka komparativa fördelar som finns. Vi behöver också veta vad andra länder gör bättre och har bättre förutsättningar för att genomföra samt vad i denna forskning som påverkar det svenska energisystemet. Detta underlättar vid prioritering av forskningsmedel och ger möjlighet till att öka satsningarnas effektivitet. Ett sätt är att samarbeta såväl inom de egna länderna som internationellt och därför deltar allt fler länder i organisationer och nätverk.

## **Samarbete inom IEA ger effektivare forskning**

Det i särklass största internationella samarbetet för svensk del sker inom International Energy Agency (IEA). Organisationen bildades

inom ramen för OECD-samarbetet 1974 som en åtgärd efter den första oljekrisen. Syftet var bland annat att initiera forskning för att minska oljeberoendet och att övervaka behovet av beredskapslager. IEA-samarbetet bygger på att ge och ta. Helheten gör att varje land får ut mer än vad de betalar. Genom samarbetet skapas också möjligheter att samordna nationella och internationella satsningar.

Energimyndigheten deltar i IEA-arbetet, genom att representera och tillvarata Sveriges intressen i fyra av de fem huvudkommittéerna. Av dessa är det främst Committee on Energy Research & Technology (CERT) som ansvarar för forskning och utveckling. CERT har fyra expertgrupper, eller Working Parties, som är till för att underlätta kommitténs arbete. Därunder finns ca 40 teknikorierade samarbetsgrupper, så kallade Implementing Agreements (IA) och Sverige deltar i ca 25 av dessa. Arbetet sker främst genom tidsbegränsade projekt, så kallade annex eller tasks, inom respektive Implementing Agreement.

→ Mer information på  
[www.iea-sverige.org](http://www.iea-sverige.org)  
[www.iea.org](http://www.iea.org)



### **EU-medlemskapet ökar möjligheterna till internationellt samarbete**

Europeisk forskning utvecklas alltmer mot arbetsdelning mellan länderna. Det betyder att Sveriges forskningsmiljöer behöver ha kompetens och karaktär som gör dem intressanta för internationella beställare. Inom ett antal områden är det mer kostnadseffektivt att samarbeta eller hämta kompetens från andra länder än att bygga upp egen forskning.

Nya EU-direktiv som berör energiområdet

har större eller mindre inverkan på forsknings- och utvecklingsverksamheten. Ett annat internationellt område som kan påverka forskningen är standardisering. Huvudsakligen är detta ett intresse för näringslivet men forskningsinsatser kan behövas.

Området hållbara energisystem har en budget om 810 miljoner euro inom det sjätte ramprogrammet för forskning. För närvarande sätts EU:s sjunde ramprogram och en *European Research Area* (ERA) som kan konkurrera med





USA och Japan etableras. Förutom att Energi-myndigheten är med och utformar kommande program så delfinansierar myndigheten de flesta av de forskningsprojekt som har sin grundfinansiering från sjätte ramprogrammet. Ett projekt som har fått betydande finansiering från ramprogrammet är anläggningen i Värnamo där man ska studera produktion av syntesgas genom förgasning av biomassa, en gas som kan användas för produktion av drivmedel.

### **Forskningsfinansiärer samarbetar och gör gemensamma utlysningar**

Inom sjätte ramprogrammet har så kallade ERA-NET etablerats. Syftet är att forskningsfinansiärer inom European Research Area ska samarbeta mer och samordna forsknings- och utvecklingsinsatser som annars brukar göras nationellt. I nätverken ska länderna informera varandra om respektive lands program och verksamhet och identifiera möjligheter och

#### **FAKTA: IEA**

IEAs fem huvudkommittéer är:

- Committee on Energy Research & Technology (CERT)
- Standing Group on Emergency Questions (SEQ)
- Standing Group on Long Term Co-operation (SLT),
- Standing Group on the Oil Market (SOM)
- Committee in Non-Member Countries (CNMC).

Energiforskningen hanteras främst inom CERT. Det svenska arbetet med olika Implementing Agreement sker inom expertgrupperna:

- Working Party on Fossil Fuels
- Working Party on Renewable Energy Technologies
- Working Party Energy End-Use Technologies
- Fusion Power Co-ordinating Committee.





hinder för att öka samordningen av forsknings- och utvecklingsinsatserna. Man ska också bestämma gemensamma aktiviteter och ta fram en strategi för att genomföra dessa samt satsa på projekt där flera länder ingår. Energimyndigheten deltar i fyra ERA-NET; bioenergi, vätgas, solceller och innovativ energiforskning. Arbetet inom de olika ERA-NET påverkar Energimyndighetens prioriteringar av framtida forskningsinsatser eftersom målet med nätverken är att identifiera fler nationella aktiviteter. Under 2006 har gemensamma forskningsutlysningar genomförts.

### **EU:s teknikplattformar ska ge världsledande forskning**

Det sjunde ramprogrammet tar fasta på ett nytt koncept inom EU:s teknikplattformar. Syftet med dessa är att samla representanter för företag, forskningsinstitut, myndigheter och konsumenter. Inom specifika och väl avgränsade tekniska utvecklingsområden ska de ta fram gemensamma europeiska visioner för den tekniska utvecklingen och identifiera framkomliga vägar, så kallade road-maps, för att nå vi-

sionerna. Utgångspunkten är att Europa ska bli världsledande inom respektive teknikområde och ta fram en strategi för detta.

### **Nordiska energiforskningsprogrammet är strategiskt upplagt med gemensamma mål.**

Alla de nordiska länderna har nationella energipolitiska mål om att öka såväl användningen av förnybara energikällor som effektiviteten i produktion, distribution och användning av energi. Ett gemensamt forskningsprogram startade 1985. Från början delades huvudsakligen stöd ut till forskare för att de en tid skulle vistas vid ett annat nordiskt universitet. Numera är forskningsprogrammet strategiskt inriktat på ett antal projekt inom prioriterade områden. Strategi och handlingsplaner bestäms för fyra år i taget. För perioden 2007 till 2010 gäller fortsatta aktiviteter inom områdena integration av energimarknader, förnybar energi, effektivare energianvändning, vätgassamhället samt klimattförändringar som beror på energisektorn. Sedan 1999 är Nordisk Energiforskning en egen institution under Nordiska Ministerrådet och har sitt säte i Oslo.

→ Mer information finns på [www.nordicenergy.net](http://www.nordicenergy.net)

# Mer information

## ENERGIFORSKNING PÅ WEBBEN

Energimyndigheten har på sin webbplats [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se) en ingång som heter Forskning och innovation. Här finns information för såväl forskare som andra intressenter om nyheter, utlysningar och ansökningar. Under respektive temaområde hittar du information och länkar till de olika forskningsprogrammen.

## NYHETSBRIV OM ENERGIFORSKNING

Vill du ha det senaste om energiforskning direkt till din e-post? Energimyndigheten ger ut ett nyhetsbrev speciellt för Sveriges energiforskningsintressenter. Det ger dig nyheter och information om aktuella utlysningar, händelser och konferenser. Du anmäler dig direkt på myndighetens webbplats, under ingången Nyheter/Nyhetsbrev.

## TRYCKSAKER

Du hittar rapporter, utredningar och annan skriftlig information på webbplatsen. Många är nedladdningsbara eller länkade från respektive temaområde och forskningsprogram. Vissa går att beställa från Energimyndighetens publikationsservice.

## KÄLLOR

Energimyndighetens årsredovisningar

Berndes G, Börjesson P, och Rosenqvist H, *Bioenergi: resurseffektivitet och bidrag till energipolitiska mål*. Manuskript till Energimyndigheten, 2006

Nilsson, P O, *Biomassaflöden i svensk skogsnäring 2004*, Skogsstyrelsen, 2006

Nylund J-E, *Sveriges skogsresurser i relation till dagens och morgondagens bi-bränsleanvändning*. SLU, 2006

Well-to-wheels rapporterna ingår i ett större europeiskt samarbete för att belysa användning och utsläpp från olika bränslen och drivlinor. Rapporterna finns att ladda ner från <http://ies.jrc.cec.eu.int/index.php?id=346>

## → LÄNKAR

Energimyndigheten [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

Vetenskapsrådet [www.vr.se](http://www.vr.se)

Vinnova [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)

FORMAS [www.formas.se](http://www.formas.se)

Mistra [www.mistra.se](http://www.mistra.se)

Forskning och Framsteg [www.fof.se](http://www.fof.se)

Svensk forskningsinformation [www.forskning.se](http://www.forskning.se)

Nordisk energiforskning [www.nordicenergy.net](http://www.nordicenergy.net)

IEA [www.iea-sverige.org](http://www.iea-sverige.org) eller [www.iea.org](http://www.iea.org)

Vägverket [www.vagverket.se](http://www.vagverket.se)

Naturvårdsverket [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Boverket [www.boverket.se](http://www.boverket.se)

Konsumentverket [www.konsumentverket.se](http://www.konsumentverket.se)

Regeringskansliet [www.regeringen.se](http://www.regeringen.se)



# En effektiv och miljövänlig energiförsörjning

Energimyndigheten arbetar för ett tryggt, miljövänligt och effektivt energisystem i Sverige och internationellt. Energimyndigheten verkar för effektivare energimarknader, med ett större inslag av förnybar energi. Myndigheten utövar också tillsyn över nätföretagens verksamhet och har ansvar för landets energiberedskap.

En viktig del av arbetet är att finansiera forskning, utveckling och demonstration inom energiområdet. Myndigheten stöder ett stort antal forsknings- och utvecklingsprogram i samarbete med universitet, högskolor och näringsliv.

I Energiforskningsläget beskrivs det svenska energiforskningsprogrammet på ett kortfattat och lättillgängligt sätt. Målen är att skapa kunskap och kompetens, samt att resultaten ska kommersialiseras och bidra till utvecklingen av energisystemet. Större delen av verksamheten bedrivs genom ett 40-tal forskningsprogram inom sex temaområden, Energisystemanalys, Byggnaden som energisystem, Transportsektorn, Energiintensiv industri, Bränslebaserade energisystem, och Kraftsystemet.

Energiforskningsläget redovisar såväl forskningsinriktning som exempel på pågående forskning och hittills uppnådda resultat inom olika temaområden.



Energimyndigheten

Box 310, 631 04 Eskilstuna · Besöksadress: Kungsgatan 43

Telefon 016-544 20 00 · Telefax 016-544 20 99

registrator@energimyndigheten.se · [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)