

# **Bilaga 1. Urval ur kommande Energiforsknings- läget**

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Det svenska programmet för forskning och innovation på energiområdet</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Elsystem och elproduktion</b>	<b>8</b>
2.1	Bakgrund.....	8
2.2	Resultat och effekter .....	8
2.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	10
<b>3</b>	<b>Bioenergi</b>	<b>12</b>
3.1	Bakgrund.....	12
3.2	Resultat och effekter .....	14
3.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	16
<b>4</b>	<b>Transportsystemet</b>	<b>18</b>
4.1	Bakgrund.....	18
4.2	Resultat och effekter .....	18
4.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	21
<b>5</b>	<b>Industri</b>	<b>25</b>
5.1	Bakgrund.....	25
5.2	Resultat och effekter .....	25
5.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	27
<b>6</b>	<b>Byggnader i energisystemet</b>	<b>28</b>
6.1	Bakgrund.....	28
6.2	Resultat och effekter .....	28
6.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	29
<b>7</b>	<b>Allmänna energisystemstudier</b>	<b>32</b>
7.1	Bakgrund.....	32
7.2	Resultat och effekter .....	33
7.3	Aktuell forskning, utveckling och demonstration .....	34
<b>8</b>	<b>Affärsutveckling och kommersialisering</b>	<b>36</b>
8.1	Bakgrund.....	36
8.2	Resultat och effekter .....	36
8.3	Energimyndighetens roll.....	40
<b>9</b>	<b>Internationellt forskningssamarbete</b>	<b>43</b>
9.1	Energimyndighetens internationella forsknings- och innovationssamarbeten .....	43
9.2	Standardisering på internationell nivå .....	47
<b>10</b>	<b>Svensk biobränsleteknik i Kina ger minskade utsläpp och ökad kunskap</b>	<b>49</b>

<b>11</b>	<b>Med värmekraft gör Climeon världen mer energieffektiv</b>	<b>52</b>
11.1	Från patent till prototyp .....	52
11.2	Från prototyp till demonstrator .....	53
11.3	Energimyndigheten för ordning och reda .....	53
11.4	Istället för 200 ton fossilt bränsle .....	53
<b>12</b>	<b>Nya, globala standarden för bioenergi stor, svensk framgång – Energimyndighetens långvariga forskningsstöd gav resultat</b>	<b>55</b>
12.1	Snabba, breda analyser av förslag bakom genombrott .....	55
12.2	Nya standarden innebär bättre bioenergi för alla .....	56
12.3	Sekretariatet för miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter placerades i Sverige .....	56
12.4	En standard som är baserad på vetenskap .....	57
<b>13</b>	<b>Volvos satsade högt och rätt på hybridbussar – Energimyndigheten har stött denna forskning från start</b>	<b>58</b>
13.1	Samverkan mellan företag och det offentliga bakom framgång .....	58
13.2	Energimyndigheten stöder utvecklingen av ElectriCity .....	59
<b>14</b>	<b>Från uppfinning till världsprodukt – med forskningsstöd från Energimyndigheten</b>	<b>60</b>
14.1	Energimyndigheten betydelsefull från start .....	60
14.2	Standard på en ny nivå .....	61
14.3	Partnerskap med världsledande skärmaskinsföretag .....	61
14.4	Ett tydligt värde för alla .....	62



# 1 Det svenska programmet för forskning och innovation på energiområdet

Energiforskning och -innovation samverkar med andra styrmedel för ett hållbart energisystem, och bidrar till nytta i samhället i form av kunskapsspridning, teknik- och samhällsutveckling samt implementering av nya lösningar som når marknaden. Resultat av energiforskning och -innovation har på olika sätt omsatts till samhällsnyttor och haft en avgörande betydelse för hur Sveriges energisystem ser ut i dag.

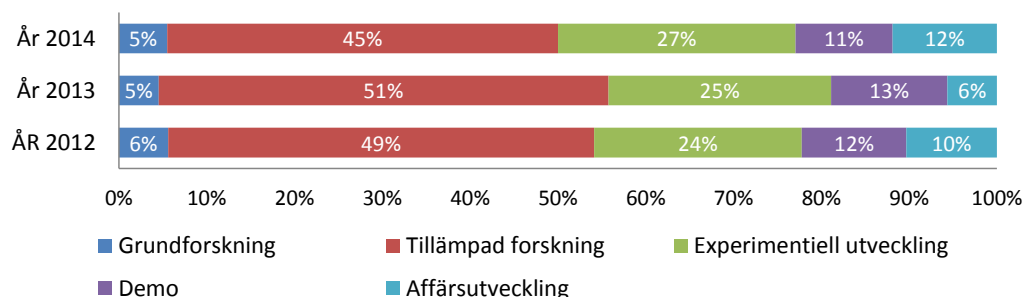
Den här bilagan är ett urval av material från en kommande publikation *Energiforskningsläget ET2015:16* som publiceras i januari 2016.

## Energimyndigheten – Sveriges tredje största forskningsfinansiär

Energimyndigheten fördelar cirka 1,3 miljarder kronor per år till forskning och innovation. Forskningen är i huvudsak organiserad i program. Antalet program varierar över tid utifrån de identifierade forskningsbehoven. Majoriteten av energiforskningens projekt genomförs inom ramen för 55 forsknings- och innovationsprogram. Dessutom drivs ett antal projekt utanför programmen som kompletterar programsatsningarna. I dagsläget finansieras totalt cirka 1100 projekt.

Den forskningsverksamhet som myndigheten stödjer omfattar hela innovations-systemet, från grundforskning till tillämpad och experimentell utveckling, demonstration, kommersialisering samt spridning av forskningsbaserad kunskap och resultat (figur 1).

Figur1. Andel beviljade medel per forskningsnivå, energiforskningsanslaget 2012- 2014.



För ett grundforskningsprojekt är vetenskaplig höjd och kvalitet avgörande, samtidigt som insatsen, oavsett om den är nyfikenhetsdriven eller behovsdriven,

bör kunna visa på ett bidrag till omställningen av energisystemet. I ett demonstrationsprojekt ligger fokus framförallt på tillämpning, dess marknadsmässiga kvalitet, potentialen för implementering och dess bidrag till utvecklingen av energisystemet.

Vid utveckling av forskning och innovation är det viktigt att ha långsiktiga perspektiv. Dels tar forskning och uppbyggnad av kompetens och kunskap ofta lång tid. Därefter kan det dröja flera år innan nya forskningsrön, kunskap och innovationer kommer till användning eller kommersialiseras och implementeras. Generellt tar det mellan 10 och 30 år för ny teknik att gå från forsknings- och demonstrationsstadiet till introduktion och användning i större skala.

## **Energimyndighetens arbetade i åtta områden under åren 2013–2015**

Energimyndighetens interna arbete med finansiering av forskning och innovation var under åren 2013–2015 organiserat i åtta stycken temaområden med det gemensamma målet om ett hållbart energisystem. De åtta temaområdena är:

**Allmänna energisystemstudier:** Området analyserar energisystemet ur ett helhetsperspektiv. Politik, ekonomi, styrmedel och marknader samt de olika aktörer som verkar inom systemet och dessas agerande påverkar och påverkas av energisystemet.

**Transportsystemet:** Området omfattar energi- och resurseffektivisering av transportsystemet, omställning av fordon till att använda förnybara drivmedel, samt produktion av förnybara drivmedel.

**Bioenergi:** Området omfattar produktion och förädling av biobränslen (inklusive avfall) samt omvandling till el, värme och kyla.

**Byggnader i energisystemet:** Området omfattar bebyggelsens hela energi-användning över hela livscykeln, samt byggnaders och användares samverkan i stadsdelar eller hela städer.

**Elproduktion och elsystem:** Området omfattar de förnybara elproduktionsteknikerna vattenkraft, vindkraft, solkraft och havsenergi, samt överföring, distribution och användning av el.

**Industri:** Området omfattar effektiv energianvändning i processer och effektivt utnyttjande av råvaror, insatsvaror samt överskottsenergier. Dessutom ingår ökad användning av förnybara energibärare och bränslen, samt utveckling av förnybara och resurseffektiva material och produkter.

**Affärsutveckling och kommersialisering:** Området omfattar stöd till affärsutveckling, kommersialisering och spridning av nya lösningar.

**Internationella samarbeten:** Området omfattar Energimyndighetens satsningar för att främja svensk forskning och innovation genom internationellt samarbete,

liksom arbete med att främja svensk forsknings och innovations konkurrenskraft på internationella marknader.

**Nedan följer en redovisning från vart och ett av de åtta områdena som beskriver området och de insatser som myndigheten har lämnat stöd till inom respektive område, samt vilka resultat och effekter som de har gett. Slutligen följer även ett antal exempel på lyckade insatser.**

## 2 Elsystem och elproduktion

**Forskningen inom elsystem och elproduktion innefattar elproduktion från de förnybara energiresurserna vatten, vind och sol samt teknik för elöverföring och distribution av el. Kostnaden för nybyggnation av förnybar elproduktion har under de senaste åren fortsatt minska vilket lett till en kraftig utbyggnad. Den positiva utvecklingen har skett tack vare ett långsiktigt forsknings- och utvecklingsarbete som i slutändan bidragit till att skapa arbetstillfällen och nya produkter.**

Den forskning som Energimyndigheten stödjer inom området sker främst genom olika forskningsprogram. Därutöver finansierar Energimyndigheten internationella forskningsprojekt tillsammans med andra europeiska länder för att stödja den internationella utvecklingen på området.

### 2.1 Bakgrund

EU har satt upp mål för hur stor andel förnybar energi respektive land ska ha år 2020. Sverige ska enligt åtagandet ha 50 procent förnybar energi av den totala energianvändningen. Det målet uppnåddes redan år 2012; år 2013 var andelen förnybar energi 52 procent. År 2013 var andelen förnybar el i Sverige 62 procent av den totala elanvändningen<sup>1</sup>. Framtida mål om förnybar energi kommer att påverkas av EU-förhandlingar och klimatmöten.

Omställningen till ett hållbart energisystem innebär stora förändringar och forskningsutmaningar inom elområdet. Forskningsverksamheten inom elsystemet har en vision till 2050 om att Sverige ska vara internationellt erkänt för ett 100 procent hållbart elsystem, och som en nettoexportör av el. Det gör att forskningen behövs för att utveckla nya tekniker och förbättra och effektivisera befintliga för att de blir mer kostnadseffektiva. Omställningen av både energi- och elsystemet innebär utmaningar. Det är till exempel stora variationer i produktionen av el, vilket skapar ett ökat behov av flexibilitet i elsystemet, inte minst hos elanvändarna. Variationerna skapar ett ökat behov av lagring.

Det är viktigt att teknikutvecklingen sker med hänsyn till miljön och tillgodoser samhällets behov av ett effektivt och tryggt elsystem även i framtiden.

### 2.2 Resultat och effekter

#### 2.2.1 Ljud från vindkraft påverkar oss olika mycket

På högskolan i Halmstad bedriver man sedan mer än tio år tillbaka forskning kring hur ljud från vindkraftverk påverkar oss människor och vår hälsa. Mer än

---

<sup>1</sup> Läs mer på [www.energimyndigheten.se/energilaget](http://www.energimyndigheten.se/energilaget).



tusen personer som bor i närheten av vindkraftverk har ingått i de studier som genomförts. Studierna har bestått både i kvantitativa mätningar av ljud och kvalitativa intervjuer. Resultaten visar att väldigt få människor störs av ljud från vindkraftverk, men att de som störs upplever en hög grad av störning. På populationsnivå utgör alltså ljud från vindkraftverk inget problem för människors hälsa men för den enskilda individen kan det innebära stora problem. Omkring 10 procent av personerna som ingått i studierna säger sig vara störda eller mycket störda av ljud från vindkraftverk och har symptom som exempelvis huvudvärk eller trötthet.

### **2.2.2 Stor potential för utveckling av solceller**

Kostnaden för solceller har minskat kraftigt de senaste åren. Detta har bidragit till att antalet installerade solceller i Sverige har fördubblats för fjärde året i rad. Trots det utgör solceller fortfarande bara en mycket liten del (0,06 procent år 2014) av den totala elanvändningen i Sverige.

I Sverige finns också internationellt konkurrenskraftig forskning inom en mängd olika solcellstekniker och flera företag erbjuder ny teknik på marknaden. Några av dessa har Energimyndigheten stöttat genom satsningar på forskning och utveckling inom området. Ett exempel är forskargruppen vid Ångström Solar Center. De har slagit världsrekord i verkningsgrad för CIGS-tunnsolceller flertalet gånger och tekniken finns nu ute på marknaden.

Midsummer AB är ett exempel på företag inom solcellsbranschen som utvecklar och säljer produktionsutrustning för tunnsolceller. De har idag ett trettiotal anställda. Ett annat företag, Exeger, har valt att satsa på molekylära solceller. De arbetar nu med att färdigställa en solcellsfabrik i Stockholm. Både Midsummer AB och Exeger har fått stöd av Energimyndigheten för sin teknik- och affärsutveckling.

Energimyndigheten stöttar även forskning som tar fram ny kunskap som ska underlätta den pågående solcellsutbyggnaden. Exempelvis har Energimyndigheten stöttat ett projekt där företaget CIT Energy Management AB har undersökt hur olika montagesystem lämpar sig vid olika förhållanden. Cirka 100 befintliga solcellsanläggningar ingick i studien. Erfarenheter från både installatörer och solcellsägare har sammanställts och spridits tillbaka till branschen, för att öka kunskapen så att solceller monteras på bästa sätt.

#### **Tunnsolceller kräver mindre material**

CIGS-solceller består av några mikrometer tunn film på en glas- eller stålplatta där det ljusabsorberande skiktet är en blandning av ämnena koppar (Cu), indium (In), gallium (Ga) och selen (Se). CIGS-solceller tillhör en grupp av solceller som kallas tunnsolceller. Eftersom cellerna är så tunna behövs mycket mindre material för att tillverka en tunnsolcell än vad som behövs för att göra en vanlig kristallin kisel-solcell.

### **Molekylära solceller ger nya möjligheter till byggnadsintegrering**

Molekylära solceller kallas även Grätzel-solceller efter den schweiziske forskaren, Michael Grätzel, som ligger bakom tekniken. Solcellerna innehåller en film av nanopartiklar gjorda av titandioxid, som färgas in med ett färgämne som ger partikeln en fotosyntesliknande funktion. Molekylära solceller kan göras halvgenomskinliga och färgade, vilket skapar spännande möjligheter för integration i till exempel glasfasader. Denna typ av solceller är inte så känsliga för solinstrålningens riktning och passar därför bra för att ta vara på diffust solljus.

### **2.2.3 Sverige har världsledande forskning inom havsenergi**

Vågkraft är idag en i stort sett outnyttjad förnybar energiresurs som kan bidra till Sveriges och Europas energipolitiska mål. Havet är dock en hård miljö för kraftverk att överleva i, vilket gör steget till kommersialisering svårare. Forskning och utveckling pågår, och tekniken har mognat så att ett flertal koncept nu testas i full skala.

I Sverige finns världsledande forskning inom havsenergiområdet. Forskningsverksamheten har resulterat i att ett flertal företag bildats varav ett av dem är Seabased Industry AB. Företaget har idag ett trettiotal anställda. Tillsammans med energibolaget Fortum, och med finansiering från Energimyndigheten, bygger Seabased nu en av världens största demonstrationspark för vågkraft utanför Sotenäs. I den första delen av projektet har de installerat 36 vågkraftsverk som nu ska anslutas till elnätet. Seabased har även slutit avtal med ett energibolag i Ghana om att leverera vågkraftverk till en planerad vågkraftspark i landet. På så sätt bidrar svensk forskning och svenska företag också till omställningen av energisystemet även i ett internationellt perspektiv.

## **2.3 Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

EU har utpekat elmotordrivna system som den produktgrupp där störst energieffektivisering kan åstadkommas. Elmotorer används bland annat för att driva fläktar, pumpar och kompressorer. Energimyndigheten bedömer att elmotordrivna system står för cirka 70 procent av svensk industris elanvändning och nästan 40 procent av Sveriges totala elanvändning. Ett sätt att energieffektivisera systemen är att ersätta kisel med kiselkarbid i olika ingående komponenter. Dessutom bidrar kiselkarbid till andra fördelar som till exempel lättare produkter, möjlighet att klara högre temperaturer och ökad livslängd.

Energimyndigheten stödjer tillsammans med Vinnova ett forskningsprogram vars syfte är att påskynda utvecklingen av kiselkarbidprodukter. Projekt som genomförts inom ramen för programmet har visat att företag som Alstom Power

och Atlas Copco genom användning av kiselkarbidkomponenter kan uppnå 60-65 procent minskade förluster i kraftelektronik jämfört med konventionell teknik.

Inom området förnybar elproduktion har nya program startats inom både vattenkraft och havsenergi. Inom programmet Kraft och liv i vatten är syftet att ta fram kunskap och metoder som krävs för att få en bättre miljöanpassning av vattenkraften vid drift och ombyggnationer. Programmet är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Havs- och vattenmyndigheten, vattenmyndigheterna och ett flertal vattenkraftsföretag

Inom havsenergiområdet har Energimyndigheten nyligen startat ett forskningsprogram med fokus på våg- och strömkraft. Programmet ska stödja teknikutveckling inom området men även bidra till kunskap om miljöpåverkan och utveckla metoder för installation, drift och underhåll. Ett nyligen startat projekt inom programmet är ett samarbete mellan de tre företagen CorPower Ocean AB, Ocean Harvesting Technologies AB och Waves4Power AB som designar och utvecklar ett vågkraftssystem baserat på en kombination av respektive företags teknik. Företagssamarbeten är viktiga då de ökar chanserna att kunna kommersialisera koncept.

Forskning som fokuserar på frågeställningar kring hur framtidens elnät ska se ut hanteras i Svenskt centrum för smarta elnät och lagring (SweGRIDS). Centrets långsiktiga mål, där industrin är en aktiv deltagare, är att skapa teknik som krävs för integration av alla former av förnybar elproduktion. Målet är ett klimatneutralt och hållbart Europa vid 2050.

För att sprida resultat och samordna branschen anordnar Energimyndigheten ofta konferenser knutna till de olika forskningsprogrammen. Ett exempel på detta är Solforum som har varit mycket uppskattad och hjälpt till att överbrygga glappet mellan akademi och företag.

## 3 Bioenergi

**Forsknings- och innovationsarbetet innefattar satsningar på produktion och förädling av biobränslen, användning av avfall för energiutvinning samt omvandling till el och värme. Energimyndigheten stöttar sedan länge forskning och innovation inom området vilket bidragit till att fossila bränslen nästan helt har kunnat ersättas med förnybara alternativ för bränslebaserad el- och värmeproduktion.**

Området bioenergi består av många delar som behöver fungera tillsammans med avseende på exempelvis kostnader, energi- och resurseffektivitet och miljöpåverkan. Energimyndighetens forskningsinsatser sträcker sig från grundforskning till demonstration och många projekt har karaktären tillämpad forskning (kallas även för industriell forskning). Projekten finansieras helt eller delvis av Energimyndigheten och bedrivs vanligen i nära samverkan mellan skogs- och jordbruksföretag, myndigheter, energibolag, tillverkande industri, institut och högskolor.

Energimyndighetens nära samverkan med marknadens aktörer bidrar till att kunskapen som tas fram är relevant för användarna med goda möjligheter att resultaten nyttiggörs och tillämpas praktiskt i hållbara konkurrenskraftiga lösningar.

### 3.1 Bakgrund

Biomassa används som bränsle för el- och värmeproduktion. Den används även för att ersätta fossila bränslen i industrin, i drivmedelsproduktion och i andra biobaserade produkter. Energiutvinning ur biomassa, bioenergi, är en viktig del av omställningen till ett hållbart energisystem och för att nå klimatmålen.

Biobränslen är en förnybar resurs och det största energislaget för uppvärmning i Sverige. Om man parallellt med användningen av biobränslen för värmeproduktion producerar el genom kraftvärme, ökar resurseffektiviteten.

Rester från skogsnäringen utgör en viktig bränsleresurs som kan kompletteras med energigrödor som snabbväxande lövträd och med avfallsbränslen. Inhemsk bioenergi ger samhällsnyttor som sysselsättning, försörjningstrygghet, landsbygdsutveckling och vissa miljönyttor. 2013 användes 128 TWh (terawattimmar) biobränslen<sup>2</sup> i Sverige och det finns möjligheter att öka tillförsel och användning med ytterligare cirka 100 TWh<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Dessutom användes 14 TWh avfall och torv.

<sup>3</sup> Bedömning av Utvecklingsplattform Bränsle baserat på SOU 2013:84 och Profu 2014.

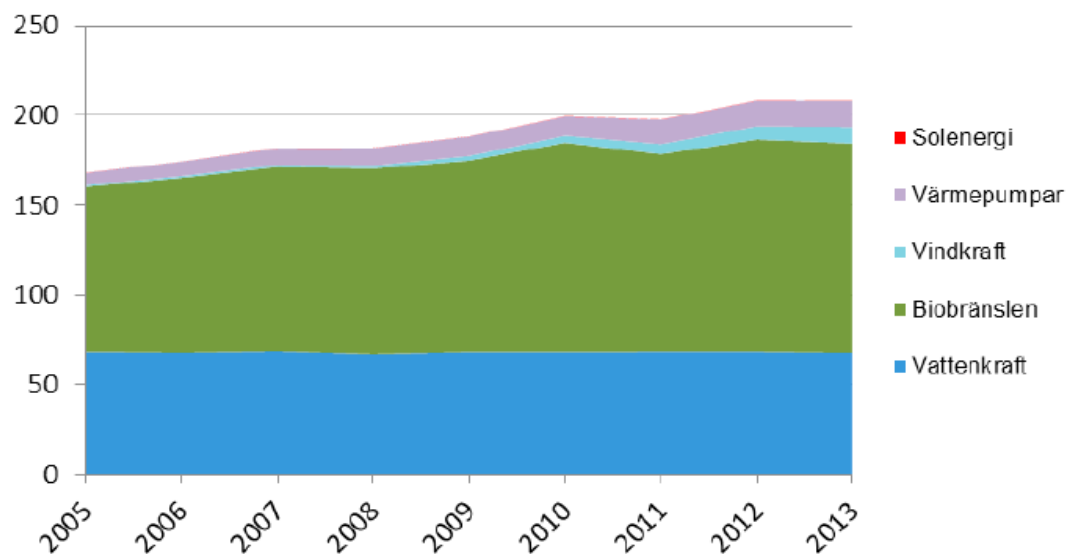
Biobränslescenarier – hur mycket biobränsle kan vi använda i det svenska energisystemet år 2030?

**Figur 2: Kretslopp för biobränsle**



Biobränsleproduktionen behöver öka för att möta framtidens behov av energi och förväntade skärpta klimat- och miljömål. Fortsatt forskning och innovation behövs genom hela biobränslekedjan för att bioenergi ska vara konkurrenskraftig mot fossila alternativ. Viktiga frågeställningar i forskningen är att se till att en ökad användning av biomassa sker på ett hållbart och resurseffektivt sätt. Genom stöd till forskning och innovation skapar Energimyndigheten förutsättningar för den fortsatta omställningen. Sverige ligger i framkant på ett antal områden inom bioenergin och kan bidra med kunskaps- och teknikexport.

**Figur 3: Förnybar energi i Sverige enligt förnybartdirektivet, TWh, år 2005-2013**



Källa: Energimyndigheten, Eurostat

## **3.2 Resultat och effekter**

Utvecklingen inom bioenergi och utfasning av fossila bränslen har skett gradvis i små steg över lång tid. Detta har bidragit till att Sverige idag är världsledande på flera områden inom bioenergi. Forsknings- och innovationsstödet till långsiktig kompetensuppbyggnad och utveckling bidrar till ett stärkt näringsliv vilket i sin tur bidrar till kunskap- och teknikexport. Tack vare bioenergin har målet att nå minst 50 procent förnybar energi till år 2020 redan nåtts år 2013.

### **3.2.1 Skogsbränslet har blivit mer kostnadseffektivt och miljöanpassat**

Forskning och innovationsinsatser som Energimyndigheten har stöttat har bidragit till att systemen för uttag av skogsbränsle har blivit allt mer kostnadseffektiva och miljöanpassade. För energiskog (Salix) har odlingssystem, växtmaterial och teknislösningar utvecklats. För Sverige har utvecklingen av växtmaterial och teknislösningar blivit en exportvara till länder som vill minska sitt beroende av gas och olja, exempelvis i Ukraina, Litauen och Polen.

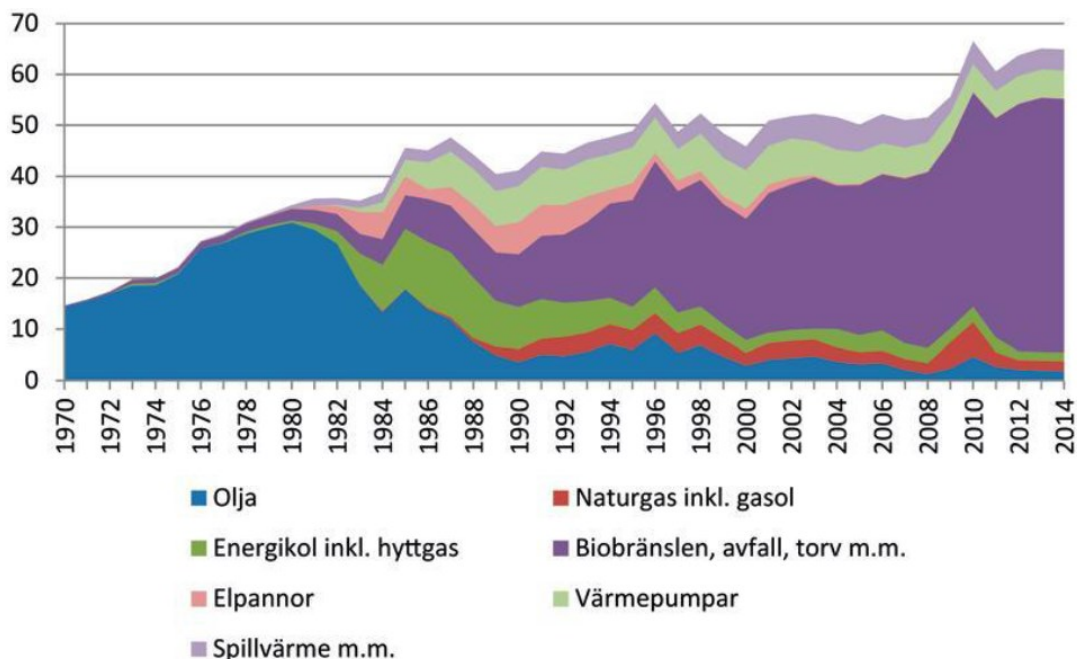
### **3.2.2 Ny ISO-standard för bedömning av bioenergins hållbarhet**

Hållbarhetskrav spelar allt större roll på bioenergimarknaden. Långsiktig forskning med stöd från Energimyndigheten har gett allt säkrare underlag om hur biobränslen bör produceras och användas så att nationella miljömål kan uppnås. Ett flerårigt internationellt arbete med betydande insatser av svensk expertis, bland annat från Energimyndigheten resulterade år 2015 i en ISO-standard som stöd för bedömning av bioenergisystemens hållbarhet.

### **3.2.3 Minskad korrosion vid användning av biobränsle**

I fjärr- och kraftvärmesystemen började kol och olja under 1980-talet ersättas med biobränslen. Detta orsakade omfattande korrosionsproblem i anläggningarna. Genom successiv utveckling av metoder och material för att bemästra problemen har 90 procent av de fossila bränslena kunnat ersättas. Statliga Vattenfall, har genom forskning och utveckling delvis finansierat av Energimyndigheten, patenterat metoden ChlorOut som används kommersiellt för att minska korrosionen vid användningen av biobränsle.

**Figur 4: Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion 1970-2014, TWh**



### 3.2.4 Bättre möjligheter för återvinning av spillvärme

I många industriella processer blir värme en biprodukt som ofta inte tas tillvara. Med forskningsstöd från Energimyndigheten utvecklar företaget Climeon en ny kemisk process som omvandlar värme till el i en lågtrycksprocess. Utvecklingen har skett i nära samarbete med akademien. Tekniken har visat väsentligt bättre verkningsgrad än tidigare kommersiella system. Detta ger nya möjligheter för återvinning av spillvärme från industrier samtidigt som nya möjligheter även öppnas för omvandling av annan lågvärdig värme.

### 3.2.5 Effektiv energiåtervinning ur avfall

Avfallsförbränningen har ökat kraftigt i Sverige på grund av förbudet mot deponering av bland annat utsorterat brännbart avfall och organiskt avfall samt införandet av en deponiskatt. En av anledningarna är möjligheten att omvandla avfallsbränslen till både fjärrvärme och el. Med stöd från Energimyndigheten har Sverige kunnat bli världsledande inom energiåtervinning ur avfall tack vare utvecklad rökgasrening och förbränningsteknik.

### 3.2.6 Teknik- och kunskapsexport

I Kina finns ett stort behov att ersätta kol med biomassa. I Sverige finns kunskap och erfarenhet. Det ger stora möjligheter för svenska företag att utveckla teknik baserad på svensk kunskap för etablering på den kinesiska marknaden. För att lyckas krävs ett långsiktigt samarbete med kinesiska myndigheter, universitet och näringsliv. Nu har aktörerna beslutat påbörja byggandet av ett kraftvärmeverk

med ett bioenergikombinat<sup>4</sup> baserat på svensk teknik<sup>5</sup> i Jilin-provinsen i Kina. Det blir den första svensk-kinesiska demonstrationsanläggningen som byggs. Samarbetet med Kina innebär att svensk forskning stärks, vilket även ger möjlighet till teknikutveckling i svenska anläggningar.

### **3.3 Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

Forskning och innovation inom temaområdet bioenergi ska bidra till att framtida behov av el- och värmeförsörjning möts och att fossila bränslen inom energi- och transportsektorn byts ut mot förnybara bränslen. Behoven ska mötas med en hållbar biobränsletillförsel och en resurseffektiv användning av avfallsflödena. Utvecklingen inom området sker gradvis över lång tid. Nedan presenteras aktuell forskning, utveckling och demonstration utifrån sju forskningsområden som finns inom temaområdet.

#### **3.3.1 Bränsletillförsel**

Biobränslen är framförallt rester från skogen men kan även vara jordbruksprodukter, energigrödor, industriella biprodukter och avfall.

Forskningen syftar till att påverka de biologiska och tekniska produktionsprocesserna för biobränsle så att den väntade ökningen av efterfrågan kan mötas av en effektiv tillförsel till rimliga kostnader och inom ramen för såväl nationella miljökvalitetsmål som internationella hållbarhetskriterier. Det behövs också forskning om avfallsbränslens framtida mängd och kvalitet.

Nya salixsorter som är anpassade till olika klimat- och odlingsförhållanden med resistens mot skadegörare behövs. Pågående forskning tar fram förbättrade metoder för växtförädling vilket kommer att ge nya sorter för en expanderande marknad i Europa. Asp och poppel är snabbväxande bioråvara och forskningen fokuserar på effektiva odlingssystem och att förse marknaden med lämpliga sorter.

Inom biogasområdet pågår forskning för att möjliggöra nya substrat för biogasproduktion utöver traditionella substrat såsom reningsverksslam, gödsel och matavfall. Forskningen är även inriktad på att få ut mer biogas från substraten och nya lösningar för livsmedelsindustrin, pappersindustrin och jordbruket. I avloppsvattnet från pappers- och massabruk finns en potential på cirka 1 TWh (terrawattimme) per år. Forskningen kompletteras av ett investeringsstöd för ny och innovativ biogasteknik.

---

<sup>4</sup> Bioenergikombinat och bioraffinaderi är anläggningar där flera olika slags nyttor, energi och andra produkter utvinns på ett resurseffektivt och integrerat sätt från bioråvara. Det kan handla om olika kombinationer av el, värme, biodrivmedel, pellets, kemikalier med flera produkter.

<sup>5</sup> Utvecklat av Biosteam AB



### **3.3.2 Hållbarhet**

Pågående forskning klargör långsiktiga effekter på miljö (mark, vatten, biodiversitet), klimat och skogsproduktion för olika biobränsleproduktionssystem, -marker och -regioner. Myndigheter får därmed ett säkrare underlag för utformning av hållbarhetskrav och hur biobränsleproduktionen bör miljöanpassas. Kunskapen används i förhandlingar, till exempel inom EU och i internationella standardiseringsarbeten. Forskningen syftar dessutom till att utveckla lösningar för hantering och nyttiggörande av restprodukter från energiutvinning (slagg, askor, rötresten med mera) som inte äventyrar miljön eller hälsan.

### **3.3.3 Bränsleförädling**

Forskningen undersöker om bränsleråvaror kan förädlas till pellets eller briketter för att öka energidensiteten i bränslet så att transporter av bränslet blir effektivare, eller för att bränslet ska kunna eldas effektivt i en småskalig panna. Omvandling av bioråvara till pyrolysolja eller genom torrefiering är andra processer som studeras.

### **3.3.4 Produktion av värme och el**

Forskningen fokuserar på att göra processerna i biobränsle- och avfallsbaserade anläggningar mer kostnads- och resurseffektiva, till exempel genom högre verkningsgrad, minskade driftproblem och ökad flexibel produktion.

Anläggningarna anpassas för att kunna använda nya bränslesortiment, samtidigt som utsläppen till miljön ska hållas nere.

Kraftvärmeproduktion är ett resurseffektivt sätt att generera värme till tätorter genom fjärrvärme. Pågående forskning bidrar till att göra systemen resurs- och kostnadseffektiva, samtidigt som nya lösningar för fjärrvärmeanvändare utvecklas.

### **3.3.5 Systemstudier**

De livscykel- och energibalansanalyser som genomförs ger oss information om vilka sätt att producera och använda biobränslen (inklusive avfall och biogas) som är mest resurs- och klimateffektiva. Forskningen fokuserar även på hur olika avfallsflöden bäst kan utnyttjas ur resurs- och miljösynpunkt, samt på rollen av energiåtervinning ur avfall i en cirkulär ekonomi. Andra studier klargör samband mellan styrmedel och utvecklingen av bioenergimarknaden. Nya frågeställningar är hur olika former av hållbarhetskriterier kommer att påverka bioenergianvändning och internationell handel samt bioenergins roll i ett hållbart energisystem.

## 4 Transportsystemet

**Sverige har ett nationellt mål om att ha en fossiloberoende fordonsflotta år 2030. För att nå målet måste transportsektorn ställa om till förnybara drivmedel, men det krävs även att fordonen blir mer energieffektiva och att transportsystemet som helhet blir hållbart. Det behövs kraftfulla satsningar på forskning, utveckling och demonstration inom transportsektorn för att nå målet.**

Energimyndigheten bidrar årligen med nästan en halv miljard kronor i forskningsfinansiering till närmare 300 transportrelaterade projekt. Finansieringen har bland annat bidragit till demonstrationsanläggningar för förnybara drivmedel, utvecklingen av energieffektiva stadsbussar samt demonstration av energieffektivare godstransporter.

### 4.1 Bakgrund

Energimyndigheten satsar på forskning för att utveckla förnybara drivmedel, energieffektiva fordon och fartyg samt energieffektiva och hållbara transportlösningar. I satsningen ingår forskning om transportsystemet och hur vi använder det.

Tillsammans med andra myndigheter, näringsliv och akademi har Energimyndigheten en viktig roll för att bidra till att nå uppsatta nationella mål och ett hållbart transportsystem.

Energimyndigheten bedömer att en rad styrmedel kommer att krävas för att transportsektorn ska bli mer hållbar. Styrmedel kan ha stor genomslagskraft. I Norge har skattelättnader för miljövänliga fordon lett till att totalt 50 000 elbilar har registrerats (våren år 2015), vilket i sin tur bidragit till att Norge är det första landet i Europa att ha ett snittutsläpp från nya bilar som understiger 100 gram CO<sub>2</sub>/km. EU:s utsläppsnormer har stark påverkan på fordonsindustrins omställning mot mer energieffektiva fordon. Dessa begränsar koldioxidutsläppen till i genomsnitt 95 gram per kilometer för personbilar och 147 gram per kilometer för lätta lastbilar till år 2021. Även EU-direktiv som berör förnybara drivmedel, exempelvis förnybartdirektivet och bränslekvalitetsdirektivet påverkar starkt utvecklingen genom att de sätter ramar för vilka biodrivmedel och råvaror som får stöd i nationella stödsystem.

### 4.2 Resultat och effekter

Energimyndigheten har sedan sin start 1998 finansierat ett stort antal projekt, inom både akademien och industrin, med målet att åstadkomma förnybara drivmedel och energieffektiva fordon. Energimyndighetens satsning på förnybara drivmedel har bland annat resulterat i ett demonstrationsprojekt, GoBiGas, där biomassa förgasas till metan som distribueras i naturgasnätet i Göteborgsområdet.

Energimyndighetens långsiktiga satsning på forskning inom området energieffektiva fordon har till exempel resulterat i att helelektriska bussar går i linjetrafik tvärs igenom centrala Göteborg idag. Nedan beskrivs ett urval av de projekt som Energimyndigheten finansierat.

#### **4.2.1 Demonstrationsanläggning för förnybara drivmedel**

För att produktion av drivmedel från biomassa ska kunna lämna teststadiet krävs att tekniken demonstreras i en skala som är stor nog för att ge en tydlig bild av bränslekvantitet, driftekonomi, utbyten och tillgänglighet. Ett sådant exempel är demonstrationsprojektet GoBiGas i Göteborg som Energimyndigheten medfinansierar. Inom projektet förgasas skogsråvara till syntesgas som omvandlas i en katalytisk process till metan. Metanet distribueras i det befintliga naturgasnätet vilket möjliggör effektiv distribution av gasen till tankstationer för gasfordon.

GoBiGas-projektet består av två etapper. Den första etappen är demonstrationsanläggningen, med en möjlig gasproduktion på 20 MW (megawatt), som invigdes i mars 2014. En andra etapp, med siktet att nå mellan 80-100 MW gasproduktion, förutsätter att teknik och ekonomi möjliggör en kommersiell anläggning.

##### **Tre syntetiska drivmedel**

Det finns idag tre drivmedel som kan framställas via förgasning som Energimyndigheten ser som intressanta. Det är metan, metanol och dimetyleter (DME).

**Metan** tillverkas genom en katalytisk process som kallas metanisering.

**Metanol** tillverkas genom en katalytisk process vid högt tryck och kan också omvandlas till bensin.

**Dimetyleter (DME)** kan framställas direkt via syntesgas genom en katalytisk process, men kan också tillverkas genom så kallad dehydrering av metanol. DME är en gas men övergår till vätska vid relativt låga tryck och har egenskaper som liknar gasol. DME är ett intressant dieselbränsle med högt cetantal.

#### **4.2.2 Tydliga framsteg i utvecklingen av energieffektiva stadsbussar och personbilar**

Energimyndigheten har genom sin forskningsfinansiering bidragit till att AB Volvo har utvecklat helt elektriska bussar. Bussarna använder 60-80 procent mindre energi än en dieselbuss. De är tysta, utsläppsfria och drivs av el från vind- och vattenkraft.

Den första bussen i utvecklingskedjan var en hybridbuss som utvecklades med stöd från Energimyndigheten och lanserades år 2010. Nästa steg i utvecklingen

var plug-in-hybridbussen, som sedan år 2012 testas på linje 60 i Göteborg. Under 2015 lanserades de helt elektriska bussarna, som har ett större batteri än hybridbussarna och laddas på ändstationerna. Eldriften möjliggör många inslag av komfort för passagerarna, exempelvis påstigning inomhus och utbyggnad av lokaltrafik i ljudkänsliga områden. De elektriska bussarna i linjetrafik är ett resultat av samarbetet ElectriCity, där nya lösningar för framtidens hållbara och attraktiva kollektivtrafik utvecklas, testas och demonstreras. Förutom själva bussarna, omfattar samarbetet även att ta fram och testa nya hållplatslösningar, trafikledningssystem, säkerhetskoncept och energiförsörjning. Den eldrivna kollektivtrafiken öppnar nya möjligheter för hur städer och tätorter kan planeras, med exempelvis avgasfria hållplatser inomhus.

Energimyndigheten har genom sin forskningsfinansiering bidragit till att Scania har utvecklat hybridbussar där förbränningsmotorn är förberedd för att drivas med biodiesel. Försäljning av dessa bussar startade år 2014. Hybridsystemet kan möjliggöra en bränslebesparing på 20-25 procent beroende på driftförhållandena. Med biodieselmotorn innebär det en minskning av koldioxidutsläppen med 60-65 procent.

Energimyndigheten har även delfinansierat ett antal av Volvo Personvagnars forskningsprojekt inom området energieffektivare fordon, vilket har bidragit till att Volvo Personvagnar i sin nybilsförsäljning har kunnat minska medelutsläppen av koldioxid avsevärt under senare år genom effektivare förbränningsmotorer. Till exempel har Volvo Personvagnar det senaste åren tagit fram en helt ny skalbar motorgeneration för hela sitt modellprogram som bygger på de kunskaper som framkommit genom den forskning som Energimyndigheten finansierat. Energimyndighetens insatser för lätta elfordon har även resulterat i att Volvo Personvagnar och Vattenfall AB beslutat att bilda ett gemensamt bolag, V2 Plug-in-Hybrid Vehicle Partnership, för att kommersialisera laddhybridfordon.

Under sommaren 2014 har Energimyndigheten genom projektet Elbilslandet Gotland möjliggjort att det finns allmän uthyrning av 20 elbilar på Gotland. I projektet har 20 laddstationer byggts på ön så att hyrestagarna kan ladda bilarna i samband med att man har besökt olika utflyktsmål. Uppskattningsvis har cirka 1 400 personer åkt någon av projektets elbilar under projekttiden. Detta projekt kan jämföras med att det i slutet av år 2014 sammanlagt fanns färre än 2 000 elbilar totalt i Sverige.

Genom enkäter har upplevelser dokumenteras och kör- och laddmönster loggats. Åtta av tio som hyrde elbil på Gotland hade aldrig kört elbil innan, vilket visar att hyrbilsmarknaden utgör en bra möjlighet att nå nya potentiella elbilsanvändare. Hela 96 procent av de som hyrde en elbil genom projektet säger att man kan tänka sig att hyra igen och lika många kan rekommendera andra att göra detsamma. Projektet har varit mycket lyckat och ökat kunskapen om och acceptansen kring elbilar vilket har gjort att en fortsättning som sträcker sig till och med år 2016 nu har beviljats.

### **Olika typer av elfordon**

Ett **hybridfordon** har både en förbränningsmotor, en eller flera elmaskiner och ett batteri. Förbränningsmotorn kan köras på ett konventionellt eller ett förnybart drivmedel. Vid bromsning laddas batterierna via generatoren och när fordonet accelererar återanvänds den lagrade energin.

Ett **laddhybridfordon** har både en förbränningsmotor, en eller flera elmaskiner och ett batteri. Batteriet kan laddas från elnätet och medför att kortare resor kan göras utan att förbränningsmotorn behöver användas.

Helt **elektriska fordon** saknar förbränningsmotor och har ett större batteri som laddas från elnätet.

#### **4.2.3 Demonstration av energieffektivare godstransporter**

Projektet ”En trave till” (ETT-projektet) är ett demonstrationsprojekt för energieffektivare skogstransporter. Genom att öka vikten och göra bilarna längre kan de transportera mer timmer. Projektet har visat att transporterernas energianvändning kan minskas med upp till 20 procent. Resultaten har rönt stort nationellt och internationellt intresse, även utanför skogsbranschen. Det mest påtagliga resultatet är Finlands beslut att från den första oktober 2013 tillåta en maximal totalvikt om 76 ton för lastbilar. Detta är i hög grad baserat på resultat från ETT-projektet. Om dagens 2 000 konventionella 60-tons timmerlastbilar ersätts av större lastbilar, skulle antalet fordon kunna minska till 1 300 och bränsleförbrukningen skulle sänkas med 45 miljoner liter diesel varje år.

### **4.3 Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

Energimyndighetens transportforskning sker i huvudsak i programform och i olika kompetenscentrum, se bilden nedan. Kompetenscentrum är forskningscentrum där akademi, företag och Energimyndigheten delar på finansieringen.

Att det finns insatser för hela kedjan från grundläggande forskning till demonstration bidrar till att bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap samt kompetens som behövs för tillämpning av ny teknik och nya tjänster.

**Figur 5: Energimyndighetens transportrelaterade forskningsprogram**



Energimyndighetens transportforskning sker i nära samarbete med andra myndigheter, svensk fordonsindustri, institut, universitet och högskolor. Energimyndigheten deltar bland annat i samverkansforumet Transam (för myndigheter som stöder transportforskning), Forum för transportinnovation samt flera internationella samarbeten som till exempel Nordisk plattform för Energi & Transport.

Nedan beskrivs ett urval av Energimyndighetens prioriterade forsknings-, utvecklings- och demonstrationsinsatser inom transportområdet.

#### **4.3.1 Förnybara drivmedel**

Energimyndigheten finansierar forskning, utveckling och demonstration av produktionstekniker för förnybara drivmedel. Drivkrafterna bakom att ersätta

fossilbaserade drivmedel är dels att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser, dels att öka försörjningstryggheten inom transportsektorn.

För att snabbt kunna komma vidare med omställningen till förnybara drivmedel behövs biodrivmedel som kan användas i befintliga fordon. På kort sikt är Energimyndighetens satsningar därför inriktade på biodrivmedel med bensin- eller dieselidentiska molekyler (även kallade drop-in). Huvudspåret för denna utveckling är drivmedel från lignin. Det handlar om att omvandla lignin från massabrukslutur och andra källor till en förnybar råvara som i sin tur kan omvandlas i ett konventionellt raffinaderi till förnybara drivmedel. En drivkraft är att många massabruk har ett intresse av att få bort en del lignin ur sin process för att kunna öka brukets kapacitet. Det finns potential att använda flera miljoner ton lignin från svenska massabruk till biodrivmedel. Energimyndigheten har finansierat flera projekt för att utveckla de tekniker som behövs och planerar insatser i större skala de kommande åren för att möjliggöra en kommersialisering av tekniken.

Parallellt med satsningen på drop-in drivmedel finansierar Energimyndigheten forskning kring etanol från cellulosa och drivmedel via förgasning, satsningar som har ett långsiktigare perspektiv och som kräver större förändringar i fordonsflotta och infrastruktur.

#### **4.3.2 Energieffektiva fordon och fartyg**

Oavsett hur transporterna sker och vilka drivmedel som används behöver fordon och farkoster vara energi- och resurseffektiva. Detta är nödvändigt både för att nå klimatmålen och för att hushålla med begränsade resurser.

Energimyndigheten finansierar satsningar inom området el- och hybridfordon. Anledningen är att Energimyndigheten ser att det är en energieffektiv teknik som möjliggör omställningen till en fossiloberoende fordonsflotta 2030. Nedan listas några specifika insatser på området:

- Demonstrationsprogrammet för elfordon har fokus på laddning och infrastruktur för elfordon samt användarbeteende. Startade år 2011 och pågår till 2017.
- Svenskt Hybridfordonscentrum (SHC), som är ett nationellt kompetenscentrum för forskning och utveckling av el- och hybridfordon, startade år 2007 och pågår till 2019.
- Energimyndigheten deltar sedan 2013 tillsammans med Trafikverket och Vinnova i en förkommersiell upphandling av elvägar (ERS - Electric Road Systems). Upphandlingen har nått demonstrationsfas, i vilken två konsortier av teknik för att överföra elenergi till fordon under färd ska utvärderas under perioden 2015-2018. Resultatet avses bli ett kunskapsunderlag för att kunna ta beslut om tekniken kan vara möjlig att gå vidare med för att radikalt reducera fossilbränsleanvändningen hos den tunga trafiken. Demonstrationen ska ske i Gävle respektive söder om Arlanda flygplats.

Teknikutveckling av elfordon går snabbt med bättre räckvidd för batterier och minskade materialkostnader. Förbränningsmotorn kommer dock att utgöra en central komponent i transportsektorn även framöver, framförallt för långväga godstransporter. På kort sikt behövs forskning för att ytterligare öka förbränningsmotorns energieffektivitet. På längre sikt krävs insatser i syfte att ställa om transportsystemet till användning av förnybara drivmedel och det är därför viktigt att även utveckla förbränningsmotorer för förnybara drivmedel. För att möta dessa behov har Energimyndigheten startat nya satsningar på kompetenscentrum inom områdena förbränningsmotorer och katalys.

Sveriges starka position internationellt inom den tunga fordonsindustrin (ungefär 25 procent av världsmarknaden) gör att utvecklingen av fordon och förbränningsmotorer även är av stor samhällsekonomisk betydelse för landet. Därför är det viktigt att svenska fordonstillverkare kan utveckla energieffektiva och konkurrenskraftiga fordon. För att vara konkurrenskraftig inom området och ligga i framkant när det gäller energieffektiva och säkra fordon startade staten och fordonsindustrin år 2009 ett samarbetsprogram, Fordonsstrategisk forskning (FFI) och innovation. FFI finansieras av staten och fordonsindustrin och inkluderar gemensamma forsknings-, utvecklings- och innovationsaktiviteter med fokus på klimat, miljö och säkerhet.

Satsningen innebär forskning och utveckling för cirka en miljard kronor per år varav hälften utgörs av offentliga medel. För närvarande finns fem programområden och strategiska satsningar. Energimyndigheten administrerar delprogrammet Energi och miljö, vilket är ett av Energimyndighetens största forskningsprogram.

#### **4.3.3 Energieffektiva och hållbara transportlösningar**

Energimyndigheten ser ett ökat behov av forskning och demonstration inom området energieffektiva och hållbara transportlösningar. Därför har Energimyndigheten beslutat att forskningsprogrammet Energieffektivisering i transportsektorn ska fortsätta under perioden 2014-2017 med en budget på 100 miljoner kronor. Programmet stödjer forskning kring olika energieffektiva transportlösningar som överflyttning av gods till det mest energieffektiva trafikslaget, energieffektiv sjöfart, energieffektivisering av tätortstransporter och energieffektivisering av transporter genom beteendepåverkan.

Område hållbara transportlösningar hanteras av flertalet myndigheter och en närstående uppgift är därför att inventera och ytterligare utveckla samarbetet inom området med andra myndigheter.



## 5 Industri

**Utvecklingen inom svensk industri har stor betydelse i omställningen till ett hållbart energisystem. Effektivare energianvändning, nya resurseffektiva produkter och tjänster är exempel på utveckling som Energimyndigheten satsar på. Satsningarna ska komma till nytta för svensk industri och skapa en bas för internationellt samarbete. Insatserna ska också stärka svenska kunskapscentrum som bidrar till den industriella utvecklingen inom energieffektivisering och ökad användning av förnybar energi och förnybara råvaror i industrins processer.**

### 5.1 Bakgrund

Svensk industri står för cirka 38 procent, 144 TWh (terawattimmar) år 2013, av Sveriges slutliga energianvändning. Tre fjärdedelar av den totala energianvändningen inom industrin står massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin, kemiska industrin och trävaruindustrin för.

Energianvändningen inom industrin har varit relativt konstant sedan år 1970 trots ökad produktion. Detta är ett resultat av både energieffektivisering och en successiv övergång från olja till el och biobränslen. Potentialen för att ytterligare effektivisera energianvändningen och att öka användningen av förnybara energibärare i industrins processer är stor. Det kan göras genom att utveckla tekniker, produkter, tjänster och system. Energieffektiviseringspotentialen finns både hos enskilda företag och genom samarbeten mellan företag och andra aktörer i samhället. Forskning om systemfrågor och företagande behövs därför i allt större utsträckning för att klara omställningen till ett hållbart energisystem. Det finns också ett tydligt behov av teknikutveckling för att radikalt minska energianvändningen och utsläpp av växthusgaser. Exempelvis kan utveckling av nya resurseffektiva produkter leda till en effektivare användning av naturresurser och energi i hela tillverkningskedjan. Material gjorda av förnybara råvaror kan skapa nya affärsmöjligheter för svenska företag och bidrar till stärkt konkurrenskraft hos svensk industri.

### 5.2 Resultat och effekter

Energimyndighetens satsningar i form av forskning har under lång tid haft fokus på energieffektivisering och ökad användning av förnybar energi och förnybara råvaror i industrins processer. Insatserna genomförs inom särskilda forskningsprogram riktade mot järn- och stålindustrin samt massa- och pappersindustrin. Ett bredare industriprogram inkluderar övriga, mindre energiintensiva branscher samt systemövergripande frågor.

Inom både järn- och stålindustrin och massa- och pappersindustrin har stora satsningar genomförts för att effektivisera energianvändningen i processerna. Ett

flertal projekt har till exempel handlat om att minska energianvändningen i masugnen. Försök har också gjorts för att använda biomassa i masugnen istället för kol och koks.

Satsningarna kan leda till både faktiska förbättringar hos företag och till en generell kunskapsuppbyggnad i samhället.

### **5.2.1 Effektivare energianvändning vid bakning av bake-off bröd**

Forskningsinstitutet SP Food and Bioscience har i ett projekt visat att bagerier kan hålla samma kvalitet på många av produkterna vid bakning genom att ersätta den konventionella ugnstekniken med mikrovågs- och infraröd teknik. Inledande tester i mindre skala har visat att energianvändningen kan minska med upp till 60 procent. Minskningen motsvarar minst 1,1 TWh per år om tekniken skulle användas vid all bakning av matbröd i Sverige. Tekniken är också användbar för andra bageriprodukter, med ännu högre energieffektiviseringspotential. Projektet går nu vidare i demonstrationsfas där flera bageriföretag är med i arbetet.

### **5.2.2 Material och produktutveckling i massabruk**

Lignin finns, som en av flera beståndsdelar, i ved och växter. Energimyndigheten har finansierat Lignofuel-projektet med cirka 23 miljoner kronor. I projektet har forskningsinstitutet Innventia undersökt möjligheten att använda lignin som bränsle. Genom nedbrytning till mindre molekyler kan ligninet omvandlas till en flytande bioolja. Oljan har potential att omvandlas till olika typer av produkter som kemikalier, biodrivmedel och kolfiber. Fullskaleförsök har gjorts i ett finskt massabruk. Tekniken ger massa- och pappersindustrin möjlighet att både bredda och förnya sin produktportfölj och samtidigt öka produktionskapaciteten i nuvarande processer. Det finns potential att använda flera miljoner ton lignin från svenska massabruk till nya produkter.

### **5.2.3 Nyttig kunskapsuppbyggnad om membranprocesser**

Destillation är en nyckelkomponent i dagens oljeraffinaderier. Membranprocesser förutspås få samma roll i framtidens bioraffinaderier.

Membranprocesser är redan etablerade separationstekniker i så vitt skilda tillämpningar som rening av oljehaltiga vatten och framställning av laktosfri mjölk. För att kunna isolera specifika föreningar i bioraffinaderiers komplexa och ofta utspädda processlösningar ligger utmaningen nu i att utveckla energi- och kostnadseffektiva processer.

Energimyndigheten har finansierat flera projekt hos membrangruppen vid Institutionen för kemiteknik vid Lunds universitet. Gruppen har 40 års erfarenhet av forskning om membranprocesser. I samarbete med ett antal membrantillverkare forskar de nu kring membranprocesser anpassade för olika tillämpningar i bioraffinaderier.

## **5.3      Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

Satsningarna i form av forsknings- och innovation inom industrin riktas främst mot de energiintensiva branscherna. Satsningarna görs i huvudsak inom tre delområden:

- Effektiv energianvändning
- Material och produkter
- System och företagande

För närvarande finansierar Energimyndigheten ett brett industriprogram och två branschprogram inriktade mot massa- och pappersindustrin respektive järn- och stålindustrin. Flera program och projekt är inriktade mot produktion av biodrivmedel vilket har en tydlig koppling till industrin och industriella processer och system. Därutöver finansieras flera program med industrirelevans inom ramen för den gemensamma satsningen på strategiska innovationsområden tillsammans med Vinnova och Formas.

### **5.3.1      Effektiv energianvändning**

Inom ramen för effektiv energianvändning görs satsningar på att förbättra processer och tekniker. Här ryms utveckling av befintliga processer såväl som utveckling av helt nya resurseffektiva processer. Effektiv energianvändning kan även vara sekundär. Det innebär att den industriella tillverkningsprocessen inte behöver vara effektivare men varan som produceras bidrar till att minska energianvändningen när den används.

### **5.3.2      Behov av förnybara och resurseffektiva material och produkter**

För att klara energi- och klimatpolitiska mål finns ett kraftigt ökat behov av förnybara och resurseffektiva material och produkter. En fördel för Sverige är den goda tillgången på skogsråvara som kan ersätta fossila råvaror. Forskning inom resurseffektivitet har stor potential. Det handlar om att utveckla och implementera nya tekniker, minska svinn i hela värdekedjan, men också att öka användningen av de produkter som har producerats.

### **5.3.3      Forskning om system och företagande**

Forskning inom system och företagande görs inom ramen för alla program, framför allt genom utveckling av metoder och verktyg som kan användas vid utvärdering och som beslutsstöd inför till exempel nya investeringar. Det finns dock behov av att ytterligare öka insatserna inom detta område. Det kan till exempel handla om samverkan mellan olika företag och olika branscher eller samspelet mellan offentlig sektor, företag och konsumenter.

## **6 Byggnader i energisystemet**

**En effektivare energianvändning i bebyggelsesektorn är en viktig del av omställningen av energisystemet. Bebyggelsen svarar för nästan 40 procent av landets totala energianvändning. Inom området behöver omfattande insatser göras för både ny och befintlig bebyggelse, där den befintliga bebyggelsen utgör den största utmaningen eftersom dagens byggnader i många fall kommer att finnas kvar under lång tid framöver. De långa tidsperspektiven innebär även att det är viktigt att nya byggnader blir mer energieffektiva än idag.**

### **6.1 Bakgrund**

Bostads- och servicesektorn motsvarar cirka 40 procent av Sveriges totala energianvändning och orsakar en femtedel av landets växthusgasutsläpp. Klimatpåverkan från byggnader har minskat betydligt sedan 1990-talet, men byggprocessens påverkan på klimatet är fortsatt hög och utgör en stor andel av bygg- och fastighetssektorns totala koldioxidutsläpp räknat från byggnadernas hela liv – från produktion till avveckling och sluthantering.

Sektorn involverar många aktörer med olika roller, ansvar och kompetenser – från stora byggföretag till enskilda fastighetsägare och hushåll. Det finns behov av kunskap inom många olika delområden och behoven kan se väldigt olika ut i olika situationer. Hela energikedjan behöver beaktas – från naturresurs till levererad energitjänst och även beteenden hos slutliga energianvändare behöver tas i beaktningen. Forskning och utveckling samverkar med en rad andra styrmedel för energieffektivisering i bebyggelsen.

### **6.2 Resultat och effekter**

Nedan beskrivs några resultat från olika forskningsprogram som har finansieras av Energimyndigheten.

#### **6.2.1 Energi IT och Design**

Forskningsprogrammet Energi IT och Design har under de gångna tio åren stött forsknings- och utvecklingsprojekt för att ge ökad kunskap om människors olika attityder och energivanor i boende, arbetsliv och fritid. De projekt som har stöttats undersöker även hur detta sker i ett allt rörligare vardagsliv och hur design- och IT-lösningar påverkar de drivkrafter och hinder som finns för en mer hållbar energianvändning.

Ett mycket konkret resultat från forskningsprogrammet är The Pac – sladden som visar den energi som inkopplade enheter använder likt vatten som flyter. Prototypen och föregångaren Power Aware Cord ledde till stor uppmärksamhet

och internationell framgång. 2010 utsågs den till en av de 50 bästa innovationerna i världen av Time Magazine. Nu har The Pac lanserats på marknaden.

Tre barnfamiljer i Stockholm bytte bilen mot lådcykel och elskoter under ett år som en del av forskningsprogrammet. Nu används deras erfarenheter för att ta fram nya koncept för staden. Fyrfiliga cykelvägar, bättre skyltning och cykelplats på tunnelbanan är några av förslagen.

### **6.2.2 Spara och bevara**

I dagsläget har resultaten av projekt i programmet Spara och bevara lett till att kunskapsläget inom bland annat myndigheter, förvaltare, konsulter har blivit mycket bättre. När programmet startades 2007 var energieffektiva lösningar som värmepumpar och avfuktare mer eller mindre bannlysta i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Pilotprojekt inom Spara och bevara har banat vägen för den typen av teknik och nu är det praxis. Den europeiska standarden för val av värmesystem i kyrkor, som utvecklats med stöd från Spara och bevara, används nu både inom kyrkan och av svenska myndigheter.

### **6.2.3 Belysningsprogrammet**

Forskningen inom Belysningsprogrammet har byggt upp kompetens inom energieffektiva belysningslösningar, beteende och acceptans. Det har även byggts upp kompetens om hur prestation och hälsa påverkas av ljus. Programmet har möjliggjort att andra forskningsmiljöer, som inte tidigare har arbetat med energieffektivisering, även har kopplat på den aspekten till sin forskning. Inom området ljus och hälsa har Sverige profilerat sig internationellt med resultat i studier av hälsoaspekter kopplat till ögats ljusintag och prestation kopplat till daglig ljusdos.

Genom nytänkandet i att kombinera energieffektivisering och belysningskvalitet bidrar projekten till ett unikt forskningsprogram som ökar potentialen för fortsatt forskning och utveckling inom området.

## **6.3 Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

Visionen för Energimyndigheten forskning inom bebyggelse är att uppnå en resurs- och energieffektiv bebyggelse. För att möta visionen är samverkan ett ledord, bland annat mellan kommuner, näringsliv och akademi. Utmaningarna som bebyggelsen står inför berör inte bara Sverige. Därför deltar Energimyndigheten i flera internationella samarbeten kring forsknings- och utvecklingsinsatser på området.

### **6.3.1 Systemperspektiv, tvärsektoriell utveckling, samhällsvetenskap och humaniora**

Inom bebyggelseområdet finns ett behov av integrerade forskningsperspektiv och tvärvetenskapliga angreppssätt. Teknisk forskning sätts samman med samhälls- och beteendevetenskaplig forskning. En viktig del i systemansatsen består i att studera och förstå samverkan mellan byggnaders tekniska och arkitektoniska

utformning, installationstekniska komponenter och energiförsörjningssystem. Andra viktiga delar är att sätta ihop detta med brukarnas och andra aktörers drivkraft, kunskap och incitament för energieffektivisering.

### **6.3.2 Befintlig bebyggelse och möjligheter med miljonprogrammet**

Det behövs mer kunskap om hur energihushållningsåtgärder kan implementeras i den befintliga bebyggelsen och särskilt i miljonprogrammet. För miljonprogrammet är energieffektivisering bara en del av utmaningen som social, ekonomisk och ekologisk hållbar utveckling innebär. För att rusta upp äldre bostadsområden, inklusive miljonprogramsområden, genomförs insatser för utveckling av paketslösningar och innovativa systemlösningar för energiåtgärder tillsammans med andra för boende värdefulla förbättringar.

### **6.3.3 Nybyggnation av lågenergihus och nära-nollenergibyggnader**

Insatser genomförs för att främja utvecklingen av robust teknik särskilt anpassad för näranollenergi-byggnader (NNE-byggnader). Här ingår forskning, utveckling och demonstration inom byggteknik, fönstersystem, superisolerande väggssystem, och kombinationer med effektiva ventilations- och uppvärmningssystem. Insatser för de tekniska installationerna behöver också ha speciellt fokus på användarna.

### **6.3.4 Teknik, arkitektur och samhällsbyggnad i samspel**

För att uppnå en resurseffektiv och hållbart byggd miljö genomförs insatser inom teknik-, samhällsbyggnads- och arkitekturforskning. Utvecklingen till ett hållbart energisystem behöver stöd från samhällsbyggnads- och arkitekturforskning. Beslut som arkitekter och kommuner fattar i processen från översiktsplan till detaljplan och bygglov gäller under lång tid. Insatser prioriteras i alla faser från översiktsplanering ner till byggnadsutformning och återvinning, inklusive frågor om till exempel utnyttjandet av solenergi i arkitekturen.

### **6.3.5 Byggprocessen – från planering till förvaltning**

Forskningsinsatser görs för att studera plan- och byggprocessen och dess involverade aktörer ur ett energiperspektiv. Byggprocessen består av olika faser från idé, planering, utformning, byggande och överlämning till förvaltning och användande, och så småningom rivning. I byggprocessens faser är olika aktörer ansvariga för att hantera olika delmoment. Det finns därför en utmaning och ett behov av forskning och utveckling av energirelevanta metoder och processer för byggandet.

### **6.3.6 Byggsystem och byggmaterial**

Ett fokus inom forskningen är byggskedets energianvändning. Ny kunskap utarbetas om hur valen av byggmaterial och byggsystem, utformningen av byggnader och bygghälsor kan bidra till en mer energi- och klimateffektiv bebyggelse ur ett livscykelperspektiv.

### **6.3.7 Minska risken med att testa nya saker i Living labs**

Living labs kompletterar där simuleringar och småskaliga experiment inte kan fånga upp ny kunskap. De påskyndar införandet av ny teknik och förkortar ledtiden mellan forskningsresultat och marknadsintroducering. Nya samarbeten stimuleras och risktagandet minskar samt fördelas mellan flera aktörer.

## 7 Allmänna energisystemstudier

**Nya aktörer, ny teknik och nya kopplingar skapar nya förutsättningar för energipolitiken och framtidsbilderna. Människorna i energisystemet är viktiga; inte minst människans förmåga att införa och hantera de energitekniska lösningar som är en del av omställningen. Helheten, de allmänna systemfrågorna och systemets relation till omgivningen står i fokus i energisystemstudier.**

### 7.1 Bakgrund

Grunden för systemperspektivet är att all teknik kan ses som sammanlänkande delar som bildar en helhet. Energisystemet och dess aktörer påverkas av skatter, lagar, regler och händelser i omvärlden. Allt hänger samman. Därför räcker det inte att söka svar på en fråga i taget eftersom det då inte går att få en sammanhängande förståelse för systemet. Om frågorna istället ställs med en helhetssyn kan en mångsidig kunskap om systemets funktion och förutsättningar utvecklas. För att uppnå ett hållbart energisystem uppmuntras det därför tvärvetenskapliga studier.

Forskning inom området Allmänna energisystemstudier har en etablerad roll i svensk energiforskning. Det gamla programmet Allmänna energisystemstudier har funnits sedan det första energipolitiska programmet startade år 1975. Under de 40 år som det har bedrivits svensk energiforskning har både huvudansvaret, inriktningen och omfattningen av området förändrats. Energisystemfrågorna blivit allt viktigare genom de energipolitiska beslut som har fattats på senare år. Energisystemfrågan har också börjat handla allt mer om klimatfrågan. Det gör den både till en EU-fråga och till en global angelägenhet.

Inom energisystemstudier lyfts såväl grund- och utrednings- och policynära forskning utifrån ett antal olika discipliner, antingen enskilt eller i tvärvetenskapliga konstellationer. Det är även möjligt att finansiera forskning inom området på ett brett spektrum, det behövs både forskning med en kritisk ansats och frågor om energisystemet förhåller sig till andra samhällssystem och politiska områden.

Eftersom det finns ökande krav på en långsiktigt hållbar hantering av jordens resurser har energisystemet en central roll i samhällsutvecklingen. För att föra den internationella klimatpolitiska processen framåt behövs energisystemstudier för att skapa kunskap om klimatpolitikens förutsättningar och medel. Inom energisystemstudier analyseras också energiforskningens betydelse i sig och visar hur relationen mellan forskning och övriga energipolitiska verktyg ser ut.



## 7.2 Resultat och effekter

Energimyndighetens stöd till forskningen inom Allmänna energisystemstudier har haft två målsättningar, att trygga kompetens för framtida behov och att skapa direkt nytta för beslutsfattare.

Genom forskningsstöden har personer utvecklat sin kompetens för frågor med relevans för de energipolitiska målen inte bara för tillfället utan också för kommande behov. Inom forskarskolan Program Energisystem har 70 avhandlingar skrivits och godkänts. De doktorsavhandlingar som har stöttats via forskarskolan har berört en rad ämnen, till exempel:

- Aktörer kring de första lågenergihusen.
- Splittring och samarbete mellan fjärrvärmebolag i Stockholmsområdet.
- Systemeffekter av energieffektivisering i fjärrvärmda hus.
- Kommunala planerares föreställningar om hållbara resor.
- Hushållens användning av elektriska apparater.
- Biogas som förnybart drivmedel.

Dessa energidoktorer har utgjort ett kunskapskapital som har verkat i samhället under lång tid och fortsätter att göra det. Till år 2015 har ungefär hälften av dessa doktorer stannat kvar inom universitet och högskolor där de fortsätter med nya forskningsprojekt. Den andra hälften har tagit anställning inom andra delar av det svenska energisystemet: Energimyndigheten, energikonsultföretag, forskningscentrum, forskningsråd, branschorganisationer, andra myndigheter, andra privata och statliga företag och en ideell organisation. Den kompetens som tillförs på detta sätt är en del av omställningen av energisystemet.

Forskningen har också gett direkt nytta i form av underlag för beslutsfattare, inte bara statliga utan också beslutsfattare inom kommun och i privata företag. Avhandlingar från forskarskolan har till exempel använts i statliga utredningar i energifrågor. Stöden till större och mindre enskilda projekt har svarat för den större delen i den andra målsättningen ovan, att skapa direkt nytta för beslutsfattare. Energisystemstudierna har ofta en tydlig policyrelevans, exempelvis Vägval energi, LETS2050 och NEPP.

Vägval energi var ett forskningsprogram som leddes av Ingenjörsvetenskapsakademin mellan åren 2008-2009. Det finansierades av Energimyndigheten, Formas, Svensk Energi, Svenskt Näringsliv och Åforsk. I slutrapporten pekade man på fem vägval: prioritera energieffektivisering, satsa på åtgärder som ger mest klimatnytta, satsa på eldrivna bilar, fortsatt utnyttja kärnkraften och förbered för ett varmare klimat.

LETS 2050 (Governing transitions towards low-carbon energy and transport systems for 2050) var ett stort fyraårigt forskningsprogram som samfinansierades av Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Vinnova och Trafikverket mellan åren 2009-2013. Temat för forskningsprogrammet var styrning mot nollutsläpp år 2050 och man tog tag i de stora frågorna om klimatutmaningen i ett långsiktigt

perspektiv, den tekniska utvecklingen, den sociala motivationen, den politiska styrningen, och framtidsbilder som strategiska verktyg. Programmet avslutades i en syntetiserande publikation: I ljuset av framtiden.

NEPP (North European Power Perspectives) är ett sammanhållet multidisciplinärt forskningsprojekt om utvecklingen av elsystemen och elmarknaden i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. Verksamheten genomförs av ett tiotal välmeriterade forskare och analytiker. NEPP finansieras av elföretagen, Svenska kraftnät, Energimyndigheten och Svenskt Näringsliv.

### **7.3      Aktuell forskning, utveckling och demonstration**

Idag finns två huvudsakliga inriktningar inom Allmänna energisystemstudier: Forskarskolan Energisystem och Strategisk energisystemforskning. De övergripande syftena är fortfarande desamma, att skapa ny långsiktig kompetens åt energisystemet samt att forskningen ska komma till nytta för beslutsfattare på olika nivåer.

Både Forskarskolan Energisystem och Strategisk energisystemforskning är ett resultat av omorganisering år 2014. Till skillnad från den gamla forskarskolan får fler lärosäten lägga bud på medverkan. Till skillnad från det gamla stödprogrammet Allmänna energisystemstudier ingår nu internationell klimatpolitik i Strategisk energisystemforskning samt har 20 miljoner reserverats för elmarknadsforskning. Den sammanlagda budgeten, fram till år 2018, är i genomsnitt cirka 50 miljoner kronor per år. Stöden utgör därmed cirka tre procent av Energimyndighetens årliga forskningsbudget.

Forskarskolan Energisystem bidrar till kompetensförsörjningen inom tvärvetenskaplig energisystemforskning och allmän energiforskning. Programmet stödjer doktorandprojekt som är organiserade i tvärvetenskapliga grupper. Det innebär att doktorander med olika bakgrund från olika lärosäten samarbetar. Doktoranderna har flera handledare; för att säkerställa tvärvetenskapligheten finns huvudhandledaren på den egna institutionen och bihandledarna på andra institutioner.

Strategisk energisystemforskning ska bidra till att:

- Utvecklingen av ny kunskap av god vetenskaplig kvalitet, inklusive syntetisering och kommunicering av befintlig kunskap
- Vetenskapligt underlag för ändamålsenlig energi- och klimatpolitik tas fram
- Bygga kompetens inom energisystems-, elmarknads- och klimatforskningsområdena

Strategisk energisystemforskning har en budget på 130 miljoner kronor som fördelas över åren 2014-2018. Projekten inom programmet kopplar till flera forskningsområden och de har olika typer av anknytning till utmaningarna som hör samman med ett hållbart energisystem. Inom hela forskningsprogrammet

finansieras såväl nydisputerade som erfarna forskare. Ofta samarbetar forskarna i större, nationella och internationella grupper. Här är några exempel:

- Från timmar till årtionden – hur påverkar variationer i last och produktion sammansättningen av Sveriges och Europas framtida elsystem? Projektet fokuserar på energisystem med hög andel sol- och vindelsproduktion som kan vara tänkbar efter 2020.
- Nationella utmaningar för industrialisering av energiteknik i globala innovationssystem. Projektet ska undersöka hur Sverige kan skapa inhemsk industriell förnyelse baserad på forskning och utveckling av ny energiteknik inom områden med begränsad hemmamarknad men med betydande global potential.
- Internationell klimatpolitik efter Paris: Mål för koldioxid och andra växthusgaser. Projektet studerar internationell klimatpolitik och förhåller sig till utfallet vid klimatmötet COP-21 i Paris. Fokus i gruppen ligger på frågor som rör avvägningen mellan att minska utsläpp av kortlivade klimatpåverkande ämnen mot långlivade växthusgaser.

## **8 Affärsutveckling och kommersialisering**

**Omställningen till ett hållbart energisystem skapar en växande global efterfrågan på ny teknik och nya tjänster. Det finns en stor potential för svensk energiforskning att möta denna efterfrågan. En förutsättning för att lyckas är att svensk teknik och kunskap kommersialiseras. Samtidigt skapas ekonomisk tillväxt, exportmöjligheter och fler arbetstillfällen. Stöd till affärsutveckling, kommersialisering och spridning av ny energiteknik är viktiga insatser för att åstadkomma detta.**

### **8.1 Bakgrund**

För företag med innovationer i tidiga utvecklingsfaser är det en utmaning att finna kapital från privata marknadsaktörer. Detta gäller inte minst inom energiområdet och särskilt innovationer med kapitalkrävande utveckling, lång utvecklings- och kommersialiseringstid, hög risk kopplad till teknologi och som vänder sig till marknader som påverkas av stimulansåtgärder och regleringar. Det riskvilliga kapitalet går istället till andra områden där riskerna är mer förutsägbara.

Därför är statligt stöd i dessa faser en avgörande insats för att nå en omställning av energisystemet och samtidigt utveckla nya affärer som kan leda till jobb, ökad tillväxt och ökade exportintäkter.

Energimyndigheten hjälper unga företag att föra nya produkter och tjänster till marknaden och stödjer företagen tills innovationen nått en sådan mognadsgrad att privata aktörer är beredda att ta vid, finansiera och driva fortsatt utveckling. Stöd till affärsutveckling och kommersialisering går till projekt där den kommersiella potentialen bedöms vara hög samtidigt som projekten bedöms ha en betydande påverkan på omställningen av energisystemet.

En betydande framgångsfaktor för Energimyndighetens insatser är att använda myndighetens samlade kompetens som spänner över hela energiområdet och innovationssystemets alla faser. Därutöver sker en värdefull samverkan med andra myndigheter, akademi, näringsliv och privata finansiärer.

### **8.2 Resultat och effekter**

Energimyndighetens modell för att stödja forskning, utveckling och kommersialisering av svensk innovativ energiteknik har i flera fall bidragit till att tillväxtföretag lyckats nå ut med produkter och tjänster på en marknad eller lyckats attrahera privat kapital för finansiering av sin fortsatta tillväxt. Här följer några exempel.

### **8.2.1 Redovisade intäkter**

En indikation på effekten av Energimyndighetens affärsutvecklingsstöd är när företagen redovisar intäkter som ett resultat av de affärsutvecklingsprojekt som Energimyndigheten har finansierat. För året 2014 redovisade 16 företag intäkter uppgående till 15 miljoner kronor (12 miljoner kronor, år 2013). Därutöver redovisades en miljon kronor i licensintäkter och kostnadsbesparingar.

### **8.2.2 Börsnotering – Powercell Sweden AB**

Ett sätt för bolagen att få tillgång till den privata kapitalmarknaden är noteringar och listningar på marknadsplatser för handel med aktier. Flera av de bolag som fått affärsutvecklingsstöd från Energimyndigheten har efter det tagit in privat kapital genom börsnotering. Ett av dessa bolag är PowerCell som utvecklat en effektiv bränslecellsteknik som omvandlar diesel till elektricitet. År 2014 börsnoterades PowerCell på First North, Nasdaq's marknad för mindre bolag som befinner sig i expansiv fas. PowerCell är ett av fyra företag i Energimyndighetens affärsutvecklingsportfölj som börsnoteras eller som listas på en marknadsplats. Andra företag som har börsnoterats är Arc Aroma Pure AB, Heliospectra AB och Insporion AB.

### **8.2.3 Kommersiell försäljning - Climeon AB**

Climeon har utvecklat en ny metod för utvinning av elektricitet från restvärme. Climeons teknik bygger på en ny typ av kemisk motor som omvandlar varmvatten till elektricitet i en lågtrycksprocess. Metoden har en väsentligt bättre verkningsgrad än andra befintliga produkter.

Företaget Climeon AB har fått stöd från Energimyndigheten i olika steg för att utveckla och kommersialisera sin teknik. Under 2014 avslutades projektet Från teknologi till affärsverksamhet och nu är Viking Line och SSAB de första kommersiella användarna av innovationen.

Företagets teknik är designad för att producera elkraft från värme vid låga temperaturer och små temperaturskillnader. På detta sätt går det att producera lönsam elkraft ur värme ner till 80 grader. Bolaget bedöms kunna ta stora marknadsandelar vilket skulle kunna medverka, i ett globalt perspektiv, till en årlig ökning av eltillförsel med upp till 23 TWh (terawattimmar).

Processen har utvecklats i nära samarbete med Kungliga tekniska högskolan, Stockholms universitet, Chalmers Industriteknik samt Lunds Tekniska Högskola med stöd från Energimyndigheten. Climeon har fått stöd med cirka 20 miljoner kronor i form av bidrag i fyra teknikverifierings- och utvecklingsprojekt samt lån till ett affärsutvecklingsprojekt. De två framgångsfaktorerna har varit uthållighet samt att ge stöd i etapper.

#### **8.2.4 Förväntade effekter - Tre exempel**

Nedan följer tre exempel på företag i tidigt skede som fått affärsutvecklingsstöd och där den kommersiella potentialen bedömts hög samtidigt som projekten kan ge en signifikant påverkan för omställningen till ett hållbart energisystem.

##### **Sol Voltaics – nanotrådar med hög verkningsgrad**

Solpaneler uppbyggda med nanotrådar är en ny teknik som kan innebära ett genombrott för tillverkning av högeffektiva solceller till konkurrenskraftiga priser. Sol Voltaics har utvecklat nanotrådar som har bevisat hög verkningsgrad och låg produktionskostnad. Nanotrådarna kan väsentligt förbättra verkningsgraden på kiselbaserade solceller. Bolagets affärsidé är att producera och sälja material till existerande tillverkare av solcellsmoduler. Modultillverkarna som använder produkten ökar verkningsgraden på sina existerande kisel-solceller och förbättrar de genomsnittliga modulerna från cirka 15 procent till cirka 30 procent i verkningsgrad.

Under projektperioden har Sol Voltaics gått från att vara ett renodlat forskningsprojekt till ett kommersiellt inriktat företag. Det långsiktiga målet för Sol Voltaics är att teknikutvecklingen ska leda till en stor svensk industriell tillverkning av nanotrådsfilm för effektivare solcellspaneler för den globala marknaden. Projektet bedöms idag att ha mycket goda förutsättningar för att bli kommersiellt framgångsrikt.

##### **Exeger gör världens bästa inomhussolcell**

Exeger har tagit fram en helt ny solcell baserad på färgsensiterade solceller<sup>6</sup> (DSC) och bygger för närvarande världens största fabrik för tillverkning av DSC i centrala Stockholm. År 2014 byggde de färdigt en produktionslina med kapacitet att tillverka 20 000 kvadratmeter solceller årligen, produktionslinan byggdes ut ytterligare under 2015. Solcellen är världens bästa inomhussolcell och som den exempelvis integreras i fodralet till en läsplatta kan solcellen ständigt ladda batteriet under vanlig kontorsbelysning.

##### **Tomologic minskar spillet i skärmaskiner**

Företaget Tomologic har en teknik för att styra skärmaskiner i industrin så att spillet kan minskas avsevärt. De erbjuder tillverkningsindustrin ett online-baserat optimeringssystem för industriella skärprocesser.

Tomologic har haft en snabb tillväxttakt. De vann den prestigefyllda titeln Vinnare av Venture Cup 2010, där Energimyndigheten bidrog i juryarbetet. Efter Energimyndighetens stöd har företaget försäljning i sex länder och de har en potential att spara cirka 4 875 TWh per år. Utöver det tillkommer cirka 10 procent materialbesparing.

---

<sup>6</sup> Färgsensiterade solceller är en solcell där ljuset absorberas av ett färgämne, till skillnad från en halvledare i andra solceller.

### **Samhällsekonomiska effekter sedan 2005**

- Ungefär 80 bolag har beviljats stöd på totalt cirka 600 miljoner kronor, vilket ger ett genomsnitt på 7,4 miljoner kronor per företag.
- Dessa stöd har medfört privat medfinansiering på ytterligare 804 miljoner kronor, vilket ger en samfinansieringsgrad på 58 procent. Många bolag har också attraherat annat privat kapital för att finansiera andra delar av bolagets verksamhet utöver det projekt som Energimyndigheten har lämnat stöd till.
- Fyra av bolagen har börsnoterats med ett totalt börsvärde i oktober 2015 på cirka 1 miljard kronor.
- Tre av bolagen har köpts av industriella aktörer.
- De sex bolag som har högst värdering i portföljen har tillsammans ett marknadsvärde på över 3 miljarder.

### **Stöd till affärsutveckling**

Från och med 2015 är Energimyndighetens stöd till affärsutvecklingsprojekt utformade så att en royalty betalas tillbaka till Energimyndigheten när projekten leder till kommersiell framgång.

- Royaltyåtagandet är kopplat till stödmottagarens resultaträkning och utgår med tre procent av nettoomsättningen.
- Royaltybetalningarna startar tre år efter beslut om stöd.
- Därefter gäller åtagandet i tio år eller tills 120 procent av bidraget har betalats i royalty.
- Tidigare har övervägande del av affärsutvecklingsstödet utbetalats som lån med återbetalningsskyldighet baserat på intäkter från projektets resultat.

### 8.3 Energimyndighetens roll

Energimyndigheten har en marknadskompletterande roll, vilket innebär att stöd ges till de projekt som inte kan finna full finansiering hos privata marknadsaktörer på grund av hög risk och långa ledtider för att gå från forskning och utveckling till kommersialisering.

Affärsutvecklingsverksamhetens uppgift är att identifiera företag med förutsättningar att genomföra sin affärsplan, framgångsrikt kommersialisera sin teknik och därmed bidra till omställningen av energisystemet.

**Figur 6: Affärsutvecklingsstöd 2005 – 2014**



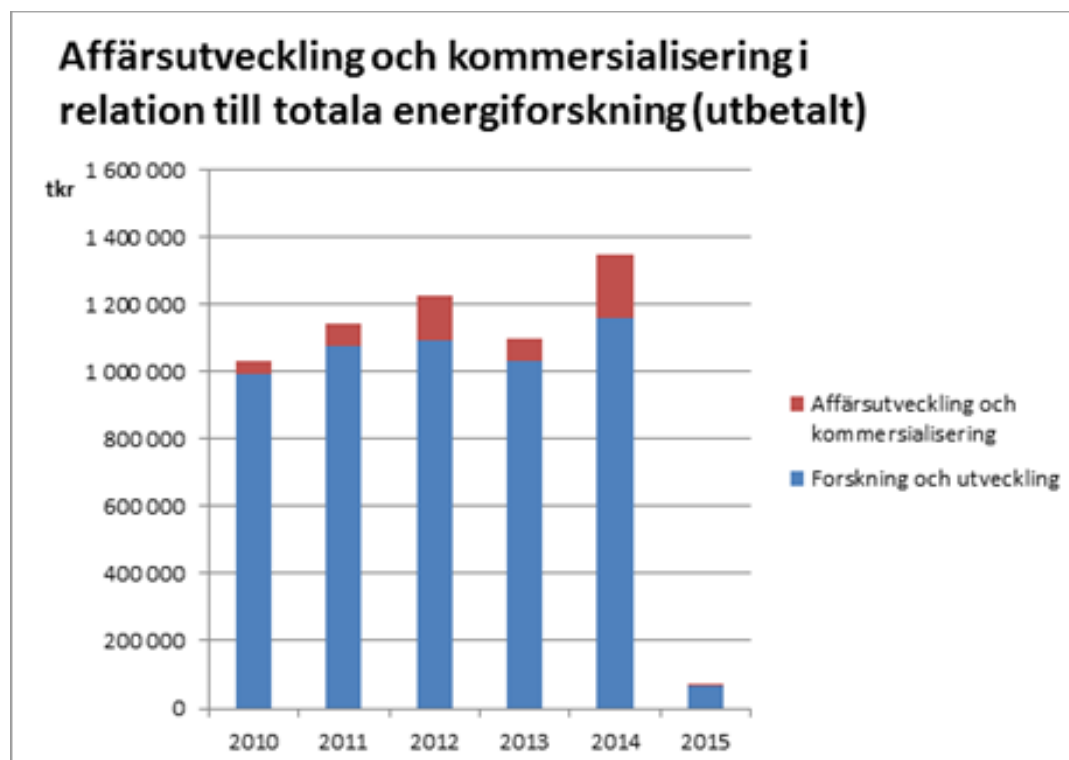
Arbetet med affärsutveckling och kommersialisering baseras på stöd som återbetalas vid kommersiell framgång och erbjuds projekt där nyttiggörandet av projektet syftar till att ge ekonomiska, affärsmässiga fördelar som till betydande del är kopplat till den sökande. Som förutsättning för finansiering ställer Energimyndigheten krav på aktiviteter och åtgärder för att skapa företag som är attraktiva för privata finansiärer och för att underlätta en kommersialisering. Energimyndigheten arbetar även aktivt med stöd till företagen efter att de beviljats finansiering med målet att de ska utvecklas till framgångsrika tillväxtföretag.

Genom Energimyndighetens roll som expertmyndighet återfinns hög kompetens inom de flesta områden som berör energifrågorna i samhället. Den helhetssyn och kontakt som Energimyndigheten har avseende energisystemet och dess aktörer



utgör en grund till verksamhetens goda möjlighet att bidra till företagens utveckling och framgång.

**Figur 7: Affärsutvecklingsstöd 2010 – 2014 i relation till totalt energiforskningsstöd utbetalt av Energimyndigheten**



I snitt inkommer förfrågningar om affärsutvecklingsstöd från ett hundratal bolag varje år, varav en tiondel får stöd efter en gedigen granskningsprocess. Granskningsprocessen är bred och omfattar områdena teknik, företag och marknad, samt ekonomi och juridik, för att skapa en helhetsbild av kommersialiseringspotentialen.

### 8.3.1 Energimyndighetens arbete med portföljbolagen

Med en portfölj på 68 aktiva företag finns stora möjligheter att på ett samlat sätt låta företagen dra nytta av varandras lärdomar och nätverk. Därför driver Energimyndigheten portföljutveckling vilket handlar om att, ur ett affärsutvecklingsperspektiv, se styrkor och svagheter hos företagen för att sedan hjälpa dem vidare.

De flesta av företagen har sin huvudmarknad utanför Sveriges gränser vilket gör att Energimyndigheten kan använda sina globala nätverk för att minska risken för portföljföretagen när de ska ut på sin internationalisering. Energimyndigheten har därför genomfört en analys av företagen i portföljen och utifrån den skapat ett antal olika internationaliseringsprogram. Ett är riktat mot Tyskland, ett mot USA och ett mot Storbritannien. Samtliga utifrån portföljföretagens struktur och behov. Programmen är upplagda med ett antal moduler och syftet är att skapa kontaktytor

mot potentiella investerare, partners samt kunder på företagens målmarknad.  
Totalt medverkar cirka 20 företag från portföljen.

## 9 Internationellt forskningssamarbete

**Genom internationella forskningssamarbeten kan svenska forskare och företag hämta kunskap från andra länder. Samtidigt får de nya plattformar för sina egna verksamheter. På så vis leder internationellt samarbete till en utväxling av svenska forskningsmedel. Energimyndigheten satsar på internationellt samarbete inom energiområdet på flera nivåer inom forskning, innovation och demonstration.**

Internationellt forskningssamarbete på energiområdet bidrar till att stärka och utveckla den svenska energi- och klimatpolitiken. Det är betydelsefullt för svenska universitet och högskolor, näringsliv och offentlig sektor att knyta internationella kontakter. På så vis kan svensk kunskap, kompetens och erfarenhet inom olika områden inspirera fler och spridas vidare. Samtidigt kan svenska aktörer inspireras, inhämta erfarenhet, kunskap och kompetens från andra. Aktiviteter som genomförs på en internationell arena bidrar även till en snabbare utveckling, spridning av lösningar och högre effektivitet. Aktiviteterna kan till exempel vara gemensamma ståndpunkter för att bidra till utformningen av EU-initiativ eller framtagningen av gemensamma riktlinjer som används i flera länder.

### 9.1 Energimyndighetens internationella forsknings- och innovationssamarbeten

Internationellt samarbete blir alltmer nödvändigt och betydelsefullt för att möta de globala utmaningarna som är förknippade med utvecklingen av ett hållbart energisystem. Energimyndigheten är involverad i samarbeten på flera olika nivåer och i olika konstellationer beroende på samarbetsform. Energimyndighetens personal representerar Sverige i internationella kommittéer och deltar i samordning och strategiarbete. Energimyndigheten sprider också kunskap om internationella projekt och utlysningar till svenska intressenter, till exempel genom National Contact Point för Horisont 2020 samt stöder svenska aktörers deltagande genom planeringsbidrag och delfinansiering av samarbetsprojekt, till exempel via utlysning tillsammans med Vinnova.

I bilaterala sammanhang är det viktigt med myndighetsrepresentation och aktivt engagemang och utbyte på policynivå, bland annat för att skapa legitimitet och tillit i samarbetet. Vid Energimyndighetens medverkan i delegationsresor ingår som regel planering av seminarier och egna föredrag.

#### 9.1.1 Nordiskt energiforskningssamarbete

Nordisk Energiforskning (NEF) är finansieringsinstitutionen för energiforskning inom ramen för Nordiska ministerrådet – ett mellanstatligt organ mellan Sverige, Danmark, Finland, Norge och Island. NEF stöder områden inom energiforskningen som är av gemensamt intresse för de nordiska intressenterna.

Dessa är dels länderna som bidrar med medel, dels forskarna som ansöker om medel för samarbetsprojekt. NEF finansierar och samordnar forskning, samt tillhandahåller administrativ expertis, nätverksbyggande och rådgivning. För att kunna beviljas finansiering måste de föreslagna projekten innefatta representanter för minst tre nordiska länder.

### **9.1.2 Energiforskningssamarbeten inom EU**

#### **Strategic Energy Technology Plan (SET-plan)**

Den europeiska strategiska planen för energiteknik (SET-planen) syftar till att stärka forskning och innovation på energiområdet för att öka konkurrenskraften för hållbar energi. Den strategiska planen gäller framför allt förnybar energi och teknik med låga koldioxidutsläpp samt vidareutveckling av teknik för energieffektivisering. För att realisera färdplanen inom SET-planen krävs det en stor insats från industrin.

Arbetet ska utgå från de mål som satts för utsläpp för växthusgaser, förnybar energi och energieffektivitet till år 2020 och år 2050. För att nå målen finns ett behov av ny teknik. I strategin ligger därför ett nytt tillvägagångssätt för forskning och utveckling på energiområdet som innebär ökad samordning mellan EU:s medlemsländer.

EU-kommissionen och industriella aktörer har lanserat sju industriella initiativ för att samla forsknings- och innovationsinsatserna inom områdena: vindkraft, bioenergi, smarta elnät, smarta städer, solenergi, lagring av koldioxid (CCS) och kärnkraft. Sverige har valt att delta i områdena vindkraft, bioenergi, smarta elnät och smarta städer. Insatserna finansieras genom ramprogrammet Horisont 2020 och andra gemensamma strukturer såsom NER300<sup>7</sup>, Europeiska investeringsbanken (EIB), EU:s medlemsstater och näringslivet.

#### **Horisont 2020 – Eu:s ramprogram för forskning och innovation**

Horisont 2020 är EU:s nya ramprogram för forskning och innovation för åren 2014–2020. Det är världens största forsknings- och innovationsprogram med nästan 80 miljarder euro i budget. Programmet är indelat i tre strategiska målsättningar: vetenskaplig spetskompetens, industriellt ledarskap och samhällsutmaningar.

Inom samhällsutmaningar finns programmet Säker, ren och effektiv energi som syftar till att stödja genomförandet och utvecklingen av energipolitiken inom EU. Programmet ger stöd till forskning, utveckling, innovation och demonstration. Det ger också stöd till mer marknadsnära åtgärder som policyutveckling, kapacitetsuppbyggnad och beteendeförändring. Inom programmet finns även tillgång till olika typer av stöd. Inom Horisont 2020 är svenska representanter

---

<sup>7</sup> NER300 är ett EU-program för finansiering av innovativa koldioxid-snåla demonstrationsprojekt. Medlen kommer från försäljning av utsläppsrätter.

mest aktiva i forskningssamarbeten inom kraftvärme, bioenergi, solenergi, havsenergi, vindkraft, transport, smarta nät samt smarta städer och samhällen.

Energimyndigheten främjar ett ökat internationellt deltagande på olika sätt. Ett sätt är att ge stöd till sökande för att bereda sina ansökningar till samarbetsprogram inom EU såsom ramprogrammet Horisont 2020.

### **Partnerskapsprogram kraftsamlar resurser**

De europeiska partnerskapsprogrammen innebär avtal mellan EU-kommissionen, EU:s medlemsländer och/eller industrin. Programmen syftar till att skapa privata-offentliga partnerskap och att kraftsamla resurser för forskning och innovation på viktiga industriella områden. Partnerskapsprogrammen innebär viktiga finansieringsmöjligheter, men de ställer också krav på svenska forskningsfinansiärers aktiva deltagande. De offentliga partnerskapsprogrammen finansieras dels av ramprogrammet Horisont 2020 och dels av deltagande medlemsstaters nationella budget för forskning och innovation.

I de industridrivna partnerskapen har företagen gjort finansiella åtaganden för att delta. Inom energiområdet finns två partnerskapsprogram och Sverige deltar i båda: Biobased Industries och Fuel Cells and Hydrogen.

Energimyndigheten deltar i olika forskningsprogram som stöd av EU-kommissionen, ERA-net, ERA-net+ och ERA-net COFUND. Programmen syftar till att öka samverkan mellan olika forskningsfinansiärer och öka internationellt samarbete. I dessa program står deltagarländerna själva för huvudfinansieringen. Samverkan sker mellan forskningsfinansiärer i syfte att öppna upp nationella program. ERA står för European Research Area och Net återspeglar att det är olika forskningsfinansiärer som samverkar. Syftet är att stärka europeiskt samarbete inom forskning och utveckling för att på lång sikt kunna öppna upp nationella program för deltagande av forskare från andra länder. Samarbetet kan därför bidra till samordningsvinster av europeiska insatser inom forskning och utveckling.

### **KIC InnoEnergy ett initiativ för innovation och teknik**

KIC (Knowledge & Innovation Community) InnoEnergy är ett initiativ från Europeiska institutet för innovation och teknik. Syftet med KIC InnoEnergy är att skapa ny teknik och tillämpad innovation inom hållbar energi och att underlätta övergången från idé till produkt, från laboratorium till marknad och från student till entreprenör.

Målet med utlysningar inom KIC InnoEnergy är att stödja projekt som kompletterar grundforskning som till exempel utveckling av produkter, processer eller tjänster med ett kommersiellt värde. Projekten ska också ha en positiv inverkan på samhället som: minskade energikostnader, säkrare tillgång till energi och minskade utsläpp av växthusgaser. KIC InnoEnergy Sverige AB ansvarar för det tematiska området smarta elnät och elektrisk energilagring.

Medel till KIC InnoEnergy kommer från 27 delägare och cirka 100 samarbetsparter. De svenska delägarna består bland annat av Kungliga Tekniska högskolan, Uppsala universitet, ABB och Vattenfall med ett antal samarbetsparter. Energimyndigheten har bidragit med medel vid bildandet av den svenska delen av samarbetet.

### **9.1.3 Globala multilaterala samarbeten**

#### **International Energy Agency (IEA)**

IEA, som är ett fristående organ inom organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD), har fyra fokusområden för sitt arbete: försörjningstrygghet, ekonomisk utveckling, miljömedvetenhet och fördjupat samarbete med icke-medlemsländer. IEA:s forskningssamarbeten, så kallade genomförandeavtal eller implementing agreements, inkluderar både IEA:s medlemsländer och partnerländer så som Kina, Indien, Ryssland. Deltagandet är frivilligt. Sverige är IEA-medlem och är mycket aktiv i IEA-samarbetet. Sverige deltar i 23 av totalt 39 forskningssamarbeten.

I IEA:s forskningsprogram om solvärme och -kyla bedrivs ett forskningsprojekt om solenergi i stadsplanering. Projektet har lett till vägledande riktlinjer för arkitekter om byggnadsintegrering av installationer för solvärme och solel. Riktlinjerna ska användas för kommunikation med kunder, myndigheter, byggföretag och stadsplanerare. Det har även tagits fram vägledande riktlinjer för producenter och utvecklare av solel- och solvärmeprodukter. Vidare finns en webbplats om innovativa solenergiprodukter för byggnadsintegrering samt en webbplats som visar inspirerande exempel på byggnader med integrering av solenergisystem från olika länder.

#### **Clean Energy Ministerial (CEM)**

CEM initierades i samband med klimatområdet i Köpenhamn år 2009. Syftet med CEM är att stärka policydialogen och erfarenhetsutbytet mellan de länder som deltar i samarbetet för att dels påskynda utveckling och spridning av hållbara energilösningar. Arbetet i CEM innebär konkreta initiativ inom olika teknikområden eller andra viktiga insatsområden. Energimyndigheten deltar bland annat i ett nätverk för smarta elnät, International Smart Grid Action Network (ISGAN).

ISGAN bidrar till en snabbare utveckling och spridning av lösningar inom smarta elnät. Det internationella erfarenhetsutbytet i nätverket är särskilt motiverat då flera länder utvecklar nationella planer för utbyggnad av robusta och flexibla elnät.

De svenska aktörerna har en framträdande position inom ISGAN, vilket har lett till flera konkreta insatser. Ett exempel är det bilaterala samarbetet med Indien kring mikronät.

#### **9.1.4 Bilateral samarbeten inom forskning och innovation**

Sverige har ett flertal överenskommelser med andra länder om bilateralt forsknings- och innovationssamarbete i energirelaterade projekt. En central utgångspunkt är att det ska ligga inom ramen för Energimyndighetens prioriterade områden. Samarbetet förstärker pågående eller planerade nationella satsningar, till exempel samarbeten som ökar svenska aktörers tillgång till forsknings- och innovationsrelaterad infrastruktur i andra länder.

Det som utmärker bilaterala samarbeten är att statliga aktörer behöver engageras i projekten för att dessa ska bli av. En särskild utmaning i dessa samarbeten är skillnaderna vad gäller strukturer, planering och beslut mellan Sverige och samarbetslandet. Detta blir särskilt kännbart vid stora projekt med flera deltagare.

Några exempel på bilaterala samarbeten är:

- Internationell samverkan för miljöinnovationer - Energi i Kina (ISMEK) är en gemensam utlysning som genomförts tillsammans med Vinnova för att främja innovationer inom miljöteknikområdet.
- Indian-Swedish Innovations' Accelerator arbetar för utveckling av ny, innovativ energiteknik i Indien och Sverige. Programmet främjar tekniköverföring och underlättar kontakter mellan indiska intressenter och svenska innovativa företag. Inom programmet samarbetar Energimyndigheten med Business Sweden och Confederation of Indian Industry. Genom programmet sprids resultat från svenska insatser inom forskning och innovation i form av energiteknik och -system. Resultaten vidareutvecklas för att de ska passa indiska förhållanden.
- Indonesian-Swedish Initiative for Smart Energy Solutions (INSISTs) är ett samarbete med Indonesiens National Energy Council som även omfattar universitetet Gadjah Mada och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. INSISTs verkar som en bas för kunskaps- och nätverksutbyte samtidigt som svenska miljötekniklösningar testas och utvecklas för att passa den indonesiska marknaden.

I framtiden kommer världens växande ekonomier – såsom Indien, Indonesien och Kina – att spela en allt viktigare roll för den globala ekonomin. Därmed har de också en växande betydelse för svenska företags konkurrenskraft. Genom bilaterala samarbeten ges svenska företag möjligheter att bättre förstå och utveckla sina erbjudanden så att de passar den växande marknadens behov. Bilaterala samarbeten utgör därmed en kanal för att föra ut resultat från svensk energiforskning och -innovation till en större marknad. Samtidigt gör samarbetena det möjligt att inhämta kunskap och erfarenheter från andra länder.

## **9.2 Standardisering på internationell nivå**

Standardiseringsarbete är viktigt för spridning av nya tekniker och metoder på internationella marknader. Tack vare insatser av svenska experter har en ny internationell ISO-standard om bioenergens hållbarhet (ISO 13065) antagits.

Energimyndighetens långsiktiga forskningsfinansiering har bidragit till det gedigna underlag som behövdes för att komma i mål med standardiseringsprocessen.

Arbetet med hållbara biobaserade produkter inom europeiska standardiseringsorganet (CEN) har tagit sin utgångspunkt i ISO-processen. Det är en positiv signal för ett eventuellt fortsatt arbete med hållbarhetskriterier för fasta biobränslen under CEN.



## 10 Svensk biobränsleteknik i Kina ger minskade utsläpp och ökad kunskap

**Kina släpper ut mest koldioxid i världen. Men sedan några år satsar landet hårt på förnybara lösningar för att sänka utsläppen. En del av detta är svensk biobränsleteknik. I Jilin ska småskalig kraftvärme kombineras med svampproduktion.**

Alltsedan 1980-talet har Sverige legat i framkant i världen när det gäller biobränslen. Koldioxidskatten 1991 kombinerat med investeringsstöd och stora forskningsinsatser har lett till att Sveriges energimix förändrats i grunden, bland annat genom att biobränslen ersatt olja och kol i kraftvärmeverken.

Men kraftvärmeverken har visat sig ha ännu mer potential. 1996 invigde Skellefteå Kraft världens första bioenergikombinat i Hedenbyn. Här produceras fjärrvärme och el, men ångan i processen skickas vidare till en pelletsfabrik bredvid. Där används den för att torka pelletsen och åker sedan in i en lågtrycksturbin för ytterligare elproduktion.

Det går således att göra mycket med biobränslen. När forskaren Shaojun Xiong på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå var på seminarium i Kina 2005 träffade han höga företrädare för det kinesiska energiministeriet och berättade om Sveriges satsning på biobränslen.

– Jag förklarade att Sverige fick 16 procent av sin energiförsörjning av biobränslen (*red anm: idag 34 procent*) och då de trodde att jag ljög. Men de blev väldigt intresserade av att veta mer.

Någon gång i den vevan startade en process som inom ett par år kommer resultera i en demonstrationsanläggning för ett bioenergikombinat i provinsen Jilin i nordöstra Kina. Det har varit många och långa processer på vägen – både industriella, politiska, ekonomiska och forskningsmässiga. 2011 skrevs ett formellt samarbetsavtal mellan Sverige och Kina. För Sverige och Energimyndigheten har det varit viktigt att stödja samverkan mellan universitet och näringsliv när det gäller den här typen av internationella forskningsprojekt för att bygga lokala plattformar på andra marknader.

I demonstrationsanläggningen ska värme- och elproduktionen kombineras med en svampfabrik, vilket är en stor industri i Kina.

– Svampen odlas i ett cellulosasubstrat bestående av spån, bark och flis. När man skördat så dumpas detta avfall i naturen. Vi såg möjligheten att istället använda det som bränsle och återanvända en del av restvärmen i svampproduktionen, säger Lars Atterhem, vd på företaget Biosteam.

Lars är en av eldsjälarna bakom Skellefteå Krafts satsningar på bionergikombinat. Men sedan 2011 har han eget företag och har varit en av de drivande i det svensk-kinesiska samarbetet.

– Demoanläggningen ökar både energieffektiviteten, minskar utsläppen och löser ett avfallsproblem. I Kina används fjärrvärmeverken endast vintertid så på det här sättet kan verket användas året om och få bättre ekonomi, säger han och fortsätter:

– Men det går inte bara att ta svensk teknik och åka till Kina. Lösningarna måste anpassas och utvecklas efter de lokala förhållandena.

I bioenergikombinaten i Sverige är det i huvudsak rena träprodukter som används som råvara. Svampavfallet i demonstrationsanläggningen är däremot fuktig och förorenad och måste behandlas på rätt sätt för att kunna utnyttjas optimalt.

Just detta är en av utmaningarna i forskningsprojektet ”To develop high energy efficiency and small-scale bio-energy combine”, som SLU driver med finansiering av bland andra Energimyndigheten och Vinnova.

– Det finns många utmaningar med så kallade askrika bränslen. Det är framför allt ett par viktiga saker som man måste lösa när det gäller: utsläpp, korrosion, sintring och de höga halterna av aska som bildas vid förbränningen. Men vi har försökt att hitta en hel del tekniska lösningar på detta i samarbete med Umeå universitet och Luleå tekniska universitet. Det handlar dels om att torka och förädla råvaran, dels om att optimera temperaturen i ångpannan, säger Shaojun Xiong som leder projektet på SLU.

Forskningsprojektet ska ta fram kunskap som stödjer demonstrationsanläggningen och är till nytta för svenska anläggningar. Det är ett exempel på hur samverkan mellan akademi och industri leder till innovationer och bidrar till svensk konkurrenskraft.

En viktig del i projektet är också de samverkansprocesser som byggts upp mellan myndigheter, forskare och företag, där bland annat ABB ingår.

Enligt Lars Attehem är det tre delar som krävs för den här typen av komplexa internationella projekt: forskningen, den industriella och affärsmässiga biten samt ett politiskt stöd.

– Energimyndigheten är givetvis viktiga eftersom de finansierar en stor del av forskningen. Men de företräder även Sverige internationellt i olika sammanhang för att kommersialisera svensk bioenergiteknik, vilket också är betydelsefullt, säger Lars Attehem.

Projektet handlar inte bara om att exportera befintlig teknik till Kina. Sverige får också tillbaka mycket i form av kunskaper och tillämpningar. Till exempel hur vi ska använda knepiga råvaror som energiskog och biprodukter från jordbruket i vår inhemska kraftvärmeproduktion.

Projektet kan också komma till nytta i många andra delar av världen. En väsentlig del av forskningen är att skapa kunskap som banar väg för exportmöjligheter för svensk miljöteknik.

– Den här typen av industriella forskningspaket är fullt tillämpbara även i andra delar av världen, till exempel i Indien, Afrika och Sydostasien. Det här öppnar upp nya affärsmöjligheter för svenska företag, konstaterar Lars Atterhem

Planerad byggstart för demonstrationsanläggningen i Jilin är hösten 2016. Sedan tar det knappt två år innan biokombinatet kan tas i drift med de nya tekniska lösningar som utvecklats i forskningsprojektet. Under tiden ska också kinesisk personal utbildas i den nya tekniken, vilket planeras och genomförs under svensk ledning.

# 11 Med värmekraft gör Climeon världen mer energieffektiv

**Under en tjänsteresa insåg eldsjälven och ingenjören Thomas Öström att någonting måste göras för att hushålla med jordens resurser. Trots en trygg anställning sade han upp sig 2010 med ambitionen att göra skillnad. Bara fem år senare har Thomas företag Climeon levererat en energiåtervinnande innovation till Viking Line och flera kunder är på ingång.**

**Energimyndigheten har varit med och stöttat dem under hela resan.**

Thomas Öströms miljöengagemang väcktes under en affärsresa till Peking 2006. Han reagerade på de stora mängderna avgaserna som fyllde staden. Det som slog honom var att vår livsstil är ohållbar och att någonting måste göras. Thomas åkte hem och funderade på var han skulle börja. Med ambitionen att lära sig mer om miljövänlig teknik startade han en miljöblogg. Han fann en samtalspartner i grannen och kemisten Joachim Karthäuser. Tillsammans funderade de kring vad som kunde göras med vind-, sol- och vattenkraft men upptäckte att det fanns en större utvecklingspotential i värmekonvertering. Idag blir en betydande del av energin som människan använder spillvärme som – om det bara fanns en bättre konvertering – skulle kunna återvinnas. Den tanken kunde varken Thomas eller Joachim släppa

## 11.1 Från patent till prototyp

För att göra en lång historia kort infann sig heureka-ögonblicket när de två vännerna insåg att lösningen på problemet att utvinna mer energi ur värmekonverteringsprocessen var att kombinera varmt vatten med vacuum. De började räkna på effekten. Med deras process kunde elektricitetsmängden per liter vatten bli flera hundra procent större än existerande lösningar. Med de första patenten och en bunt uträkningar i händerna stämde de i slutet av mars 2011 möte med Energimyndigheten.

### Climeon

Climeons patenterade teknik har likheter med så kallade ORC-system. Det vill säga att en bärarvätska cirkulerar i ett slutet system där spillvärme får vätskan – som i Climeons kraftverk är en blandning av vatten och vacuum – att förgasas. Gasen driver en turbin, som i sin tur driver en generator som producerar el.

– För oss var det skönt att komma till någon som hade kunskap om liknande projekt och liknande teknologi. Vi visste också att får vi stöd från Energimyndigheten, då blir det lättare att få med andra finansiärer. Men på

Energimyndigheten var de tveksamma. Därför skickade de oss vidare till professor Per Lundqvist på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), berättar Thomas.

Per Lundqvists granskning bekräftade att Thomas och Joachims beräkningar stämde och att det handlade om en oprövad lösning med stor potential. Med denna bekräftelse gav Energimyndigheten Climeon ett utvecklingsstöd på 850 000 kronor för att bygga en prototyp.

## **11.2 Från prototyp till demonstrator**

När prototypen fungerade enligt beräkningarna var nästa steg att bygga ett minikraftverk på tre kilowatt för att demonstrera hela processen. Även här gick Energimyndigheten in och stöttade. Denna gång med en miljon kronor. I samband med stödet gjorde Climeon 2012 en nyemission för att få in ytterligare kapital.

– Utvecklingsmässigt hade vi fortfarande långt kvar. Jag tänkte: Kommer vi inte upp till en verkningsgrad på tio procent så lägger vi ned. Men efter två års arbete, i början av februari 2014 fick vi upp effekten och satte världsrekord i verkningsgrad inne på KTH, berättar Thomas, med entusiasmen kvar från detta triumfens ögonblick.

– Då kände vi ”Det här går bra!”. Vi gick till Energimyndigheten för tredje gången. Det vi ville göra var att bygga ett större kraftverk på 100 kilowatt. Vi fick 3,5 miljoner kronor från Energimyndigheten samtidigt som vi gjorde nyemission för att få in mer kapital i företaget. Att Energimyndigheten är med och stöttar blir alltid som en kvalitetsstämpel, menar Thomas.

## **11.3 Energimyndigheten för ordning och reda**

Året 2014 blev hektiskt. För att kunna serietillverka kraftverket på 100 kilowatt iordningsställdes en produktionsanläggning. I november 2014 kom den första beställningen från rederiet Viking Line. I december lämnade Climeon in slutrapporten som ingår i Energimyndighetens finansieringsprocess. I slutrapporten, som tar sin tid att skriva, finns alla belägg som visar att kraftverket på 100 kilowatt fungerar och har god prestanda.

Thomas tror att alla startup-företag behöver någon att rapportera till. I deras fall har det varit Energimyndigheten.

– Att tekniken fungerar är egentligen en liten del. Mycket handlar om hur man följer sin plan, vad det kommer att kosta och vad kunderna kommer att tjäna. Energimyndigheten har ett rapporteringssätt med ett antal mallar man måste följa, vilket är jättebra för att få ordning och reda på saker ting, berättar Thomas.

## **11.4 Istället för 200 ton fossilt bränsle**

Viking Line har nu installerat Climeons kraftverk Ocean på M/S Viking Grace. Systemet genererar smått otroliga 700 000 kWh elektricitet ur spillvärmen från

det fossilgasdrivna fartyget. Detta innebär att Viking Line sparar 200 ton bränsle om året. Företaget har också inlett ett samarbete med SSAB för att återvinna restvärmen som kommer ur deras stålproduktion.

– Tekniken känns så himla bra. Vi gör ingenting magiskt eller konstigt. Av den energi som dumpas kan vi återvinna tio procent utan att bryta mot några termodynamiska lagar med en process som är extremt optimerad, berättar Thomas.

Idag har Climeon ett villkorslån på 14 miljoner kronor från Energimyndigheten. Pengarna ska användas till att utveckla tre förkommersiella prototyper inom olika kundsegment med syfte att få återkoppling från kunder samt att samla in driftdata från systemen. Just nu söker man kunder där man vet att stora mängder spillvärme finns, exempelvis i stålindustrin och den marina världen.

På rekommendation från Climeons jurist har Thomas lagt ned sin miljöblogg, helt enkelt för att hans patenterade idéer ska stanna inom företaget. Men han är alltså lika mycket ingenjör som eldsjäl. På frågan om var Climeon befunnit sig utan Energimyndighetens stöd svarar han tvärsäkert:

– Jag tror inte vi hade funnits.

## **12 Nya, globala standarden för bioenergi stor, svensk framgång – Energimyndighetens långvariga forskningsstöd gav resultat**

I övriga världen är vetskapen att bioenergi, producerat på rätt sätt, är mycket bättre för miljön än flera andra energislag ofta inte lika stor som i Sverige.

**Den nya, globala standarden för bioenergins hållbarhetsfrågor ska underlätta sådana bedömningar. Sverige har lett det framgångsrika arbetet och här placerades också sekretariatet för dessa frågor.**

Den nya standarden för bioenergi innebär ett gemensamt och globalt ramverk för att bedöma hållbarheten (miljömässigt, socialt och ekonomiskt) för alla former av bioenergi. Denna sorts energi består av biomassa som produceras av växter genom fotosyntesen. Swedish Standards Institute, SIS, har lett det svenska arbetet mot denna standard. SIS har ansvar för att samla nationella intressenter i standardiseringsprocesser.

Lena Bruce, affärsutvecklare med inriktning på strategisk analys på Sveaskog och ordförande för den svenska arbetsgruppen bakom bioenergistandarden som arbetats fram under fem år och där 30-talet länder deltagit, pustar ut.

– Jag är verkligen glad att vi lyckades få till en dialog mellan alla olika parter. Till en början försvarade många sina egna frågor, men efterhand började de se likheterna och inte skillnaderna hos varandras åsikter. Då gjorde vi de avgörande genombrotten, förklarar Lena Bruce.

### **12.1 Snabba, breda analyser av förslag bakom genombrott**

Energimyndighetens stöd har varit ovärderligt, menar Lena Bruce, genom att identifiera och bjuda in rätt forskare. Det handlar om insatser som hjälpt till att bygga upp den nödvändiga, svenska expertisen för att ta fram miljödelarna i standarden.

– Just möjligheten att ha en teknisk kommitté och en förhandlingsgrupp som är sammansatt av myndigheter, enskilda företag, branschorganisationer och forskare ger en unik fördel i processen. Vi har kunnat genomföra snabba, breda analyser av olika förslags effekter i en svensk kontext, säger Lena Bruce.

Energimyndigheten har i decennier finansierat forskning om bioenergins miljömässiga hållbarhet – hur olika former av bioenergi påverkar mark, vatten och

biodiversiteten samt hur klimatpåverkan ser ut till följd av olika sätt att producera och använda biobränslen.

Lena Bruce berättar att en avgörande utmaning för Sverige var att garantera att den nya standarden, med det formella namnet SS-ISO 13065:2015, tog hänsyn till de speciella, nordiska villkoren för att producera bioenergi. Om inte det skett hade det kunnat bli ödesdigert för svensk bioenergiproduktion.

– Särskilt viktigt är att standarden beaktar de unika, nordiska förhållandena för skog med rotationsperioder på 80 år. I varmare länder kan rotationsperioden från frö till moget träd vara sju år, säger Lena Bruce.

Om man exempelvis enbart gör en klimatbedömning för en kort tidsperiod framstår snabbväxande träd som mer klimatsmarta, eftersom koldioxiden cirkulerar snabbare i de systemen. Då skulle nordisk skogsbiomassa kunna framstå som negativ för klimatet, vilket inte stämmer med analyser över hela rotationsperioder. Men den nya standarden tar, som sagt, hänsyn till detta.

## **12.2 Nya standarden innebär bättre bioenergi för alla**

Energimyndighetens och experternas kompetens gjorde det möjligt att argumentera för skrivningar som är förenliga med kunskap om svenska förhållanden samtidigt som de är relevanta för olika, internationella biobränslen.

Huvudsyftet med standarden är att motivera producenterna att ta fram transparent och objektiv information, fortsätter Lena Bruce. Då kan köparna göra bättre val och länder och företag i sin tur förstå att det blir bättre klimat och affärer om de är och visar att de är bättre miljömässigt. För företagen blir det en konkurrensfördel.

– Standarden är ett villkor för att Sveaskog ska kunna jämföra sig med sina konkurrenter globalt utifrån kvaliteten på den bioenergi som skapas och hur den påverkar miljön.

Statliga Sveaskog är Sveriges största skogsägare med en omsättning på 6,2 miljarder kronor (2014) och nästan 700 anställda i landet.

## **12.3 Sekretariatet för miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter placerades i Sverige**

På många håll i världen finns en oro för att en större användning av bioenergi leder till att skog avverkas, skog som är ett viktigt verktyg för att minska klimathotet. Men Lena Bruce pekar på att exempelvis svenska erfarenheter av ett aktivt skogsbruk i kombination med skyddade områden, och förbättrad kunskap om att bioenergiuttag kan ske utan att påverka näringsbalansen, har gjort bioenergi till en sådan attraktiv energiform i Sverige.

– Det är den sortens kunskap vi delat med oss av.

Den långa erfarenheten och särskilda kunskapen om bioenergi innebar till stor del att Sverige fick dela ordförandeskapet och sekretariatet med Brasilien för den del



av nya standarden som handlar om miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter, vilket är ett prestigeuppdrag för Sverige, enligt Hans Nordström, ordförande för arbetsgrupp WG 3.

– Där handlar det om att ansvara för att rätt frågor ställs med hjälp av den internationella expertgruppen. Så att standarden verkligen kan användas rationellt av länder och företag.

Hans Nordström berättar också att Energimyndigheten och SIS har varit avgörande i denna process med sin kompetens, erfarenhet och sina goda kontakter i Sverige och utomlands bland viktiga forskare, institut, företag och myndigheter.

– Det har varit engagerat och stimulerande, och här har både Energimyndigheten och SIS drivit på effektivt, säger han.

## **12.4 En standard som är baserad på vetenskap**

Gustaf Egnell, forskare i skogsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, och en av experterna som deltog i standardiseringsarbetet, förklarar att utan Energimyndighetens stöd under åren på bioenergiområdet och den kunskap som byggts upp som följd av det hade den svenska trovärdigheten ifrågasatts.

– Då hade arbetet försvårats och i värsta fall inneburit att vi inte nått fram till en färdig standard, säger han.

Gustaf Egnell berättar att orden ”vetenskapligt baserat” var ovanligt förekommande under förhandlingarna.

– Kombinationen av experter från akademien och experter från till exempel Energimyndigheten är helt nödvändig för att en standard som den här ska vila på en vetenskaplig bas och bli praktiskt användbar.

Det är nästa utmaning.

– Den här standarden är annorlunda och mångsidig och behöver därför draghjälp för att nå ut internationellt. Jag brinner för att alla berörda gemensamt nu ska ta fram bra sätt att implementera den på, säger Hans Nordström.

## **13 Volvos satsade högt och rätt på hybridbussar – Energimyndigheten har stött denna forskning från start**

**Volvo Bussar har tillverkat sin 2 300:e hybridbuss under eget varumärke. Det gör det västsvenska företaget till en av världens ledande busstillverkare på denna snabbväxande marknad.**

**– Energimyndighetens hjälp med forskning och utveckling har varit mycket betydelsefull för att lyckas. Vi har samverkat sedan början, från 2006, säger Niklas Gustafsson, Direktör för miljö- och samhällsfrågor för Volvo Group.**

Volvos beslut 2011 att helt ställa om tillverkning av stadsbussar från diesel till hybriddrivlinor ansågs av många innebära en alldeles för stor risk.

Men i dag är det få som tycker att den satsningen var fel.

– Om man är en av världens största tillverkare av bussar, om man vill fortsätta vara det, måste man ta ett sådant beslut snabbt då och då när marknaden är på väg att förändras kraftigt. Om vi vill fortsätta vara ledande, vill säga, säger Niklas Gustafsson på mobilen när han har lite tid över på flygplatsbussen för ett samtal.

### **13.1 Samverkan mellan företag och det offentliga bakom framgång**

Vid sådana tillfällen, när risken är avgörande stor, är det särskilt viktigt att ha kompetenta partners med kompletterande kunskap och tillgång till egna nätverk. Det ökar chansen att lyckas med nya innovationer.

– Vi behöver att det offentliga, i form av till exempel Energimyndigheten, Vinnova och Trafikverket, och olika företag samverkar kring viktig forskning och utveckling där utmaningen och risken är stor. Vi behöver den här samverkan om Volvo ska förbli marknadsledande också om 50 år, säger Niklas Gustafsson och lägger till att Volvo Bussar har omkring 7 000 anställda över hela världen.

– Den här modellen har visat sig fungera väl under lång tid.

Ett exempel av många på ett Volvo Bussar-projekt som finansierats av Energimyndigheten är Laddhybridbuss (2010-2012) och det ledde fram till den första laddhybridbussen. Där gick Energimyndigheten in med 18 miljoner kronor.

Det handlar om att behålla denna spjutspetsforskning i Sverige.

## 13.2 Energimyndigheten stöder utvecklingen av ElectriCity

Men redan 2007 beviljade Energimyndigheten stöd till Volvo Bussar för tre projekt med målet att utveckla konkurrenskraftiga hybridbussar för stadstrafik. Volvo Bussars nuvarande position som ledande inom hybridteknik för tunga fordon är delvis ett resultat av de projekten.

– Vi har med Energimyndighetens expertis och ekonomiska stöd till forskning och utveckling kunnat ta fram många av de komponenter som krävs för att bygga bra hybridfordon. Hit hör eldrivlinor, batterier och laddutrustning, men även hela system.

Niklas Gustafsson framhäver vikten av att visa upp hur de nya, hållbara bussystemen fungerar i verkligheten för potentiella kunder, som städer. Ett sådant pilotprojekt pågår just nu i Göteborg och heter ElectriCity, vars utveckling Energimyndigheten stöder.

– Det öppnar för en helt ny stadsutveckling när nya gatumiljöer kan planeras därför att det går att bygga tätare till följd av minskat buller och mindre utsläpp. Det går också att köra inomhus, säger Lars-Bertil Ekman, VD för Göteborgs Stadshus AB som gärna ser fler elbussar på stadens gator.

### Laddhybrider

Laddhybridmotorer ger i snitt 80 procent mindre klimatpåverkan än dieselmotorer, medan hybridmotorer ger ungefär 30 procents reduktion. Laddhybriden använder utöver hybriddrift också el som tankas på exempelvis laddstationer vid ändhållplatser.

## **14 Från uppfinning till världsprodukt – med forskningsstöd från Energimyndigheten**

**Med smart skärteknik håller svenska Tomologic på att sätta en ny världsstandard för industriella skärmaskiner. Energimyndigheten har stöttat företaget genom de kritiska utvecklingsfaserna. Idag har företaget 17 anställda och ett antal internationella kunder med stort intresse för systemet som både ger minskat spill och sparar energi genom minskade materialflöden.**

Som 15-åring stod Magnus Norberg Ohlsson på fabriksgolvet som skärmaskinsoperatör. Redan då funderade han över hur man skulle kunna minska de stora högarna med spill. När Magnus några år senare började på KTH hade han lösningen inom räckhåll. Detta genom att utnyttja datorernas kapacitet att processa information. Under sista året på KTH drog han igång Tomologic tillsammans med ett team som trodde på hans idéer.

Fram till idag har cirka 30 procent av varje ark med plåt blivit spill. Den främsta anledningen är att det finns säkerhetsavstånd mellan detaljerna för att inte värmen som uppstår i skärningsprocessen ska påverka formen av dem. Den enkla idén bakom Tomologics så kallade klusterteknologi är att använda datakraft för att räkna fram den optimala placeringen av detaljerna som ska skäras ut. Med deras tjänst Optimizer klustras detaljerna gruppvis, vilket halverar mängden spillplåt, vilket generellt ger en materialbesparing på tio procent. På en världsmarknad som årligen processar 845 miljoner ton stål handlar det som stora summor pengar. Inte bara i materialbesparing utan även vad gäller minskade transporter

### **14.1 Energimyndigheten betydelsefull från start**

Efter att ha skrivit en affärsplan och började Magnus och hans kompanjoner söka stöd och medfinansiärer för att utveckla tjänsten och företaget. Med ett utvecklingsstöd på fyra miljoner kronor blev Energimyndigheten 2010 en av de mest betydelsefulla finansiärerna för företaget.

– För oss var det detta bidrag väldigt betydelsefullt, vi kunde använda till att anställa ytterligare medarbetare för att genomföra ett demonstrationsprojekt, berättar Josefin Nordström, som har varit med sedan starten och nu jobbar som marknads- och försäljningsansvarig.

## 14.2 Standard på en ny nivå

Josefin Nordström menar att det unika med Tomologics Optimizer är kombinationen av Magnus erfarenheter från verkstadsgolvet och de anställdas förmåga att översätta verkstadsbaserade visioner i kombination med forskning för att skriva algoritmer för tjänsten. Det vill säga ta fram receptet på hur detaljerna ska placeras och skäras för att säkra produktionsvillkoren.

– Det är en komplex programvara. Jämfört med de optimeringsmjukvaror som tidigare varit standard tar vi det till en ny nivå, säger Magnus Norberg Ohlsson.

Kundnyttan är bland annat:

- Betydande materialbesparingar, på cirka 10 procent, genom ett maximalt materialutnyttjande
- Programvaran kan användas utan investeringar i ny program- och maskinvara
- Förkortade skärningstider på cirka 13 procent tack vare dynamisk klustring och optimerade skärvägar
- Minskade materialflöden och därmed reducerad energianvändning

Ett bidrag från Energimyndigheten är alltid villkorat, så även för Tomologic. Vid avslutande av demonstrationsprojektet åkte Magnus och Josefin ut till ett av de partnerföretag som ställt upp under utvecklingsarbetet med tjänsten. Där genomförde de en demonstration för inbjudna delegater från Energimyndigheten. Nu var det tydligt att kunskapsbaserade systemet inte bara var en vision, utan en fullt fungerande innovation på ett helt vanligt verkstadsgolv.

## 14.3 Partnerskap med världsledande skärmaskinsföretag

Flera av världens största tillverkare av skärmaskiner blev snart intresserade av ett partnerskap med Tomologic och förhandlingar inleddes. Sedan 2012 har man ett kommersiellt samarbete med schweiziska Bystronic. För dem har det handlat om att vara först ut med tjänsten vilken gör deras maskiner attraktivare och deras kunder lönsammare.

Ett innovationsföretag ligger alltid i framkant av utvecklingen. I Tomologics fall handlar det dessutom om en molntjänst. För oss svenskar är molntjänster blivit vanligare, även inom industrin. Utomlands är det tydligt att Sverige ligger en bra bit före. Trots det finns idag en växande mängd företag som förstår värdet av att minska spill och energianvändning med hjälp av molntjänsten Optimizer.

– Utan Energimyndigheten hade vi aldrig varit där vi är idag. Men fokus ligger nu på att få igång marknaden. Många tror att vår produkt är för bra att vara sann, med vinster i alla led berättar Josefin Nordström.

## 14.4 Ett tydligt värde för alla

På ledningsnivå talar siffrorna sitt tydliga språk: Tomologics Optimizer sparar stora summor pengar. Men vid skärmaskinerna blir operatörerna plötsligt utmanade. Mjukvaran är så pass avancerad att ingen människa kan mäta sig med dess förmåga att göra snabba och exakta uträkningar.

För närvarande befinner sig Tomologic i den fas där Energimyndighetens villkorslån kommer väl till pass. Idag används kapitalet till att stärka organisationen kommersiellt. Bland annat för att fortsätta utvecklingen av befintliga algoritmer, stärka testinfrastrukturen och patent samt svara upp mot krav och förändringar inom ramen för det kundprojekt som föregår den globala lanseringen av projektet.

– Jag ser att den här produkten har ett sådant stort värde för hela industrin. I dagsläget är materialbesparing den allra mest konkreta besparing man kan göra, säger Magnus Norberg-Ohlsson.