

Helhetssyn är nyckeln

Strategi för forskning och
innovation på energiområdet
2017–2020

Helhetssyn är nyckeln

Strategi för forskning och innovation på energiområdet
2017–2020

Förord

Världen står inför en stor klimatutmaning, och hanteringen av energifrågorna är avgörande för att klara tvågradersmålet för klimatförändring till år 2050.

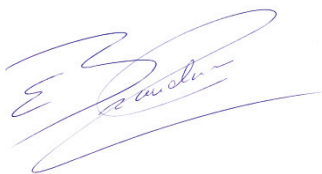
Utvecklingen av ett hållbart energisystem är en kritisk framgångsfaktor för samhällets utveckling på global och nationell nivå.

Riktad och substantiell forskning och innovation behövs för att utveckla det energisystem som framtiden behöver. Ett hållbart energisystem är en stabil grund att bygga konkurrenskraft på, till nytta både för dagens näringsliv och i arbetet med nyindustrialisering av Sverige. Energiforskning och -innovation genererar affärsmöjligheter och bidrar till livskvalitet och arbetstillfällen.

Regeringen har bitt Energimyndigheten att lämna underlag inför den förväntade propositionen om forskning och innovation på energiområdet. Denna rapport innehåller Energimyndighetens strategi för forskning och innovation för åren 2017–2020. Den kompletterar det underlag till forskningspropositionen som Energimyndigheten överlämnade till regeringen i oktober 2015 (*Bråttom med insatser för en hållbar energiomställning*).

Utvecklingen av energisystemet sker inte isolerat, utan i ett sammanhang av internationella och nationella händelser, aktörer och spelregler. Rapporten redogör för de strategiska prioriteringar vi ser som nödvändiga för att ställa om energisystemet. De satsningar som görs på energiforskning i dag är investeringar för framtiden, vars avkastning kommer samhället till godo under en lång tid framöver och det brådskar att ställa om.

Det är min förhoppning att rapporten bidrar till att ge en fördjupad kunskap om vilka utmaningar vi står inför och blir en vägledning till hur vi kan ta oss an dessa. Jag vill sist men inte minst även rikta ett varmt tack till de många experter, intressenter och medarbetare som bidragit i myndighetens omfattande arbete för att ta fram en forsknings- och innovationsstrategi för energisystemet.



Erik Brandsma
Generaldirektör

Innehåll

1	Sammanfattning	7
2	Sverige kan vara ett föregångsland	11
2.1	Energimyndighetens uppdrag	11
2.2	Energiforskningen, resultatet av en genomarbetad strategi	12
2.3	Forskning och innovation behövs för energiomställning	14
2.4	Global utveckling ger möjligheter för Sverige	15
2.5	Det är bråttom för klimatets skull	17
3	Energiforskningens kvalitet och resultat	19
3.1	Energiforskningen håller hög kvalitet	19
3.2	Samverkan med näringslivet säkerställer relevans och kvalitet	20
3.3	Sverige i patenttoppen	20
3.4	Innovativa nya växande företag	21
4	Forskning och innovation för energiområdet 2017-2020	23
4.1	Ett helt förnybart energisystem	26
4.2	Ett flexibelt och robust energisystem	28
4.3	Ett resurseffektivt samhälle	30
4.4	Innovation för jobb och klimat	33
4.5	Samspel i energisystemet	35
5	Verktyg för att möta utmaningarna	38
5.1	Ökade resurser för forskning och innovation inom energiområdet	38
5.2	Genomförande av forskningsstrategin	43
5.3	Fokus på resultat och effekter	48
	Litteraturförteckning	51
	Bilaga 1. Urval ur kommande Energiforskningsläget	55
	Bilaga 2. Strategiprocessen	57
	Bilaga 3. Bråttom med insatser för en hållbar energiomställning	61
	Bilaga 4–9. UP-rapporter	63

1 Sammanfattning

Energiomställningen i samhället är avgörande för att hantera en av vår tids ödesfrågor – klimatet. Energimyndigheten arbetar för utvecklingen av ett hållbart energisystem, och för att nå dit behövs investeringar i svensk forskning och innovation. Energimyndigheten har regeringens uppdrag att finansiera energi-relaterad forskning och innovation. I denna rapport redogör Energimyndigheten för sin strategiska prioritering av forskning och innovation på energiområdet för perioden 2017–2020.

Energimyndigheten pekar ut fem angelägna utmaningar för att nå ett hållbart energisystem. Genom att möta dessa utmaningar bidrar forskning och innovation, tillsammans med andra styrmedel, till att nå de uppställda energi- och klimatpolitiska målen för ett hållbart energisystem. De fem utmaningarna greppar gemensamt över det område som bildar ett hållbart energisystem. Framtidens energiförsörjning kräver nya lösningar som ger en trygg, kostnadseffektiv och klimatanpassad tillgång till energi. De fem sammanflätade utmaningarna är:

- Att skapa ett **helt förnybart energisystem** som möter utmaningen med energisystemets påverkan på klimatet, och som samtidigt tar hänsyn till miljöpåverkan från de förnybara energislagen – för att uppnå ekologisk hållbarhet.
- Att säkerställa ett **flexibelt och robust energisystem** som ger en trygg energiförsörjning för hela samhället i ett helt förnybart energisystem.
- Att skapa ett **resurseffektivt samhälle** som bidrar till konkurrenskraft och möjliggör omställningen till ett förnybart energisystem, och innebär att tillgängliga resurser kan utnyttjas effektivt i hela samhället.
- Att öka insatserna för **innovationer för jobb och klimat** så att Sverige kan vara ett föregångsland i omställningen till ett hållbart energisystem. Omställningen innebär samtidigt en möjlighet att utveckla näringslivet.
- Att möjliggöra **samspel i energisystemet** mellan olika aktörer, sektorer, spelregler och affärsmodeller med syftet att skapa förutsättningar för samverkan och mångfald, för att omställningen ska ta fart.

För att Sverige ska klara de här utmaningarna behövs helhetssyn på energisystemet, dess marknader och dess nationella och internationella aktörer.

Energimyndigheten arbetar utifrån en sådan helhetssyn. Myndigheten ansvarar för flera styrmedel på energiområdet, främjar energieffektivisering i privat och offentlig sektor, driver och samordnar flera stora energifrågor och är dessutom en av Sveriges största forskningsfinansiärer.

Energiforsknings- och innovationssatsningars resultat bidrar till nyttor i samhället i olika former, exempelvis kompetensuppbyggnad samt teknik- och samhälls-

utveckling i Sverige och utomlands. Uppföljning av effekter och utvärdering av insatser är en viktig del i myndighetens strategiska arbete. Energimyndigheten kommer att vidareutveckla sin uppföljnings- och utvärderingsfunktion.

Med hjälp av den forsknings- och innovationsstrategi som presenteras i denna rapport kommer Energimyndigheten att fördela medel till de forsknings- och innovationsinsatser som tillsammans gör störst nytta för energiforskningens mål.

Energimyndigheten har organiserat insatserna för att möta utmaningarna i nio olika temaområden:

- **Transportsystemet**, som omfattar energi- och resurseffektivisering av transportsystemet, omställning av fordon till att använda förnybara drivmedel, samt produktion av förnybara drivmedel.
- **Bioenergi**, som omfattar produktion och förädling av biobränslen (inklusive avfall) samt omvandling till el, värme och kyla.
- **Byggnader i energisystemet**, som omfattar bebyggelsens hela energianvändning över hela livscykeln, samt byggnaders och användares samverkan i stadsdelar eller hela städer.
- **Elproduktion och elsystem**, som omfattar de förnybara elproduktions-teknikerna vattenkraft, vindkraft, solkraft och havsenergi, samt överföring, distribution och användning av el.
- **Industri**, som omfattar effektiv energianvändning i processer och effektivt utnyttjande av råvaror, insatsvaror samt restenergi. Dessutom ingår ökad användning av förnybara energibärare och bränslen, samt utveckling av förnybara och resurseffektiva material och produkter.
- **Hållbart samhälle**, som omfattar samhällsplanering och integration av samhällets olika infrastrukturer med fokus på energisystemlösningar för hållbara samhällen.
- **Allmänna energisystemstudier**, som analyserar energisystemets utveckling ur ett helhetsperspektiv vilket inkluderar politik, ekonomi, styrmedel och marknader samt hur olika aktörer agerar inom systemet.
- **Affärsutveckling och kommersialisering**, som omfattar stöd till affärsutveckling, kommersialisering och spridning av nya lösningar.
- **Internationella samarbeten**, som omfattar satsningar för att främja svensk forskning och innovation genom internationellt samarbete, liksom arbete med att främja svensk forskning och svenska innovationers konkurrenskraft på internationella marknader.

Mot bakgrund av klimatförändringarna anser Energimyndigheten att innovationer, alltså nya framgångsrika produkter och processer som möter de nationella och globala energi- och klimatutmaningarna, behöver kommersialiseras och implementeras snabbare och i högre grad än i dag. Det kräver bland annat ökade

satsningar på stöd för att testa och demonstrera utvecklingssatsningar i verkligheten genom demonstrationsanläggningar i olika former.

Energimyndigheten kommer också att vidareutveckla tvärsektoriella och tvärvetenskapliga forsknings- och innovationsinsatser i syfte att möta utmaningarna i en värld där de globala ekonomiska, politiska och ekologiska systemen bjuder på ett stort mått av osäkerhet.

Dessutom behöver Sverige öka sitt deltagande och engagemang i internationella forskningsfora, samt göra mer för att främja export av grön innovation på andra marknader.

För att snabba på utvecklingen mot ett hållbart energisystem så föreslår Energimyndigheten att energiforskningsanslaget (vilket inkluderar insatser för affärsutveckling och kommersialisering), ökar från dagens nivå på ca 1,3 miljarder kronor per år till 1,76 miljarder kronor per år från 2017.



2 Sverige kan vara ett föregångsland

Energirelaterad forskning och innovation spelar en nyckelroll i klimatfrågan. Globalt är närmare 70 procent av alla växthusgasutsläpp energirelaterade. Energi- och klimatfrågorna hör därför nära ihop, och lösningarna på klimatfrågan är till stora delar energirelaterade. I det här kapitlet beskrivs Energimyndighetens uppdrag att arbeta med forskning och innovation inom energiområdet, nationella och internationella mål samt andra omvärldsfaktorer som påverkar arbetet med att skapa ett hållbart energisystem.

2.1 Energimyndighetens uppdrag

Energimyndighetens vision är ett hållbart energisystem,¹ vilket innebär att myndigheten ska bidra till en ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbar utveckling, en effektiv energianvändning och en trygg och uthållig energitillförsel.

Energimyndigheten är förvaltningsmyndighet för frågor om tillförsel och användning av energi i samhället. I detta ingår flera olika uppgifter och uppdrag där myndigheten har tre roller: styrande, stödjande och expert.

I den stödjande rollen handlar en stor del av verksamheten om att hantera ekonomiskt stöd till forskning och innovation. Energimyndigheten har regeringens uppdrag att främja energirelaterad forskning och innovation. Insatserna finns i så gott som hela innovationssystemet och är ett komplement till Energimyndighetens övriga arbete med energipolitiska insatser och andra styrmedel som syftar till att nå Sveriges klimat- och energimål samt energirelaterade miljöpolitiska mål.

EU:s mål och målen för den svenska energi- och klimatpolitiken har tre aspekter: ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet. Dessa aspekter återspeglas i målen för forskning och innovation på energiområdet [1] (se bilaga 3), och de bildar därmed grunden för de samlade satsningarna inom energiforskningsprogrammet.

Energiforskningsprogrammet omfattar hela innovationssystemet, med insatser inom såväl grundforskning, tillämpad forskning, experimentell utveckling,

¹ Begreppet energisystem används här inspirerat av ett perspektiv där tekniken, tillsammans med faktorer som organisationer, aktörer, formella och informella spelregler påverkar och påverkas av energisystemet. Inom energisystemet finns sektorer, exempelvis el, värme och transportsystemet. Dessa delsystem rymmer såväl produktion och distribution som användning av energi [37].

demonstration, affärsutveckling och kommersialisering, samt spridning av forskningsbaserad kunskap och resultat.

Energimyndigheten är expertmyndighet för energifrågor och myndighetens uppdrag ger goda möjligheter att formulera och staka ut långsiktiga ramar för forsknings- och innovationsinsatser, att bedöma vilken typ av forsknings- och innovationsstöd som behövs samt att avväga om ett annat styrmedel än forskning är effektivare för att få till stånd önskad utveckling.

2.2 Energiforskningen, resultatet av en genomarbetad strategi

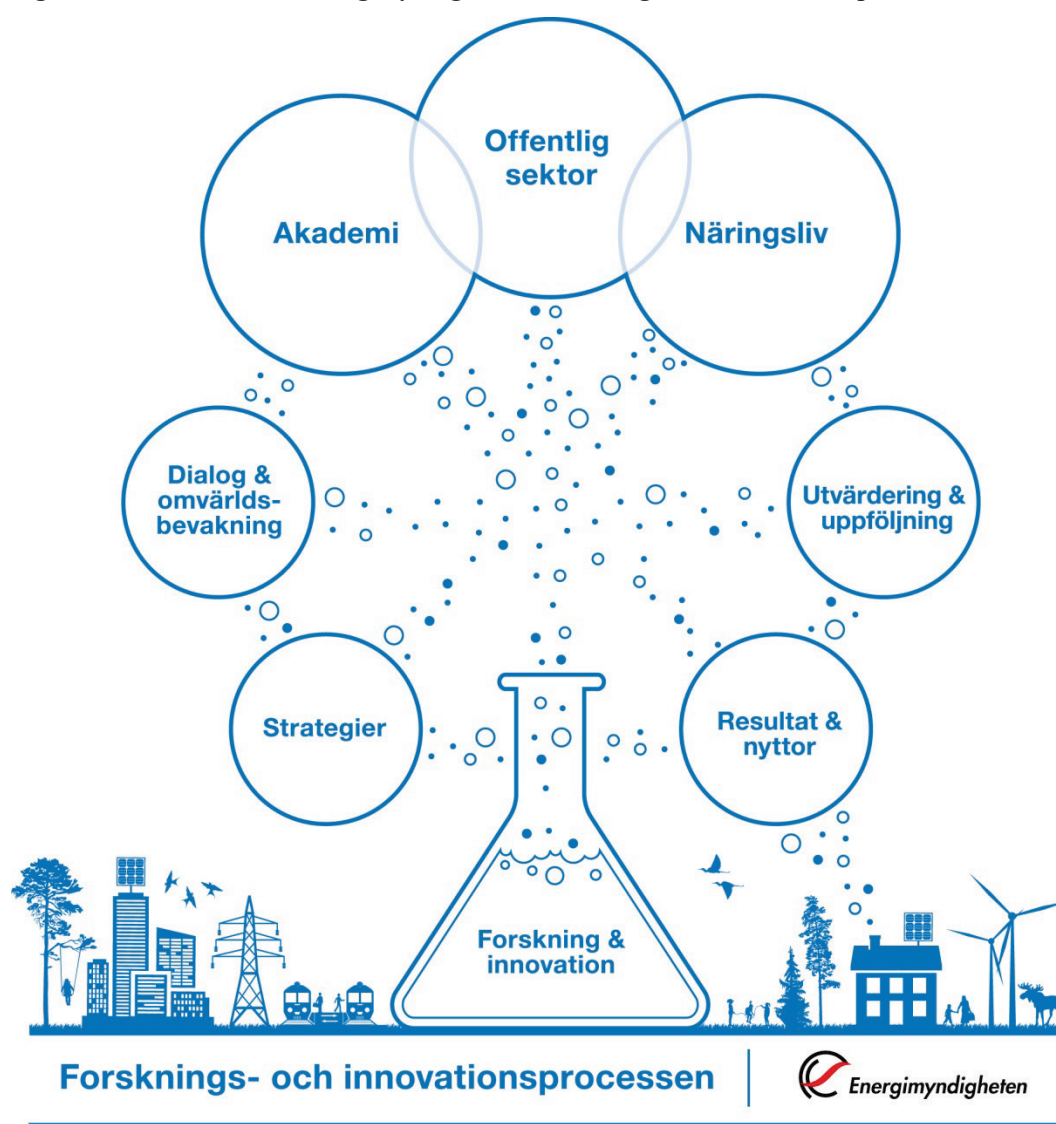
Inför en förväntad kommande proposition om forskning och innovation på energiområdet har regeringen gett Energimyndigheten i uppdrag att redovisa sina prioriteringar av forsknings- och innovationsinsatser under 2017–2020. I oktober 2015 lämnade Energimyndigheten in rapporten *Bråttom med insatser för en hållbar energiomställning* till regeringen, som ett underlag inför en kommande proposition om forskning och innovation. Rapporten *Helhetssyn är nyckeln* är ett kompletterande underlag som presenterar Energimyndighetens strategi för att prioritera insatser för energiforskning och -innovation. Exempel på insatser inom energiforskningsprogrammet och dess nyttor och resultat presenteras i Energiforskningsläget, som publiceras i januari 2016. Se bilaga 1.

Energimyndighetens strategiarbete genomförs regelbundet och utvecklas fortlöpande. Hörnstenar i arbetet är dialog och samverkan med och mellan innovationssystemets aktörer utifrån energi- och klimatpolitikens mål. Även när det gäller resultat och nyttor arbetar Energimyndigheten som en brygga i innovationssystemet mellan de olika aktörerna från akademi, näringsliv och det övriga samhället.

Lärdomar från utvärdering och uppföljning är en viktig och integrerad del i strategiarbetet. Detta är ett prioriterat område där myndigheten har tagit initiativ till att inrätta en särskild utvärderingsfunktion för att utveckla detta arbete framöver.

Energimyndigheten har genomfört en gedigen omvärldsanalys och bearbetat den i dialog med energisystemets aktörer. De omvärldsförändringar och faktorer som identifierats har använts som underlag för att formulera de utmaningar som Energimyndigheten pekar ut (se kapitel 4). Processen för det strategiska arbetet beskrivs närmare i bilaga 2. Energimyndighetens strategiprocess framstår vid en internationell jämförelse som Tillväxtanalys genomfört som väl genomtänkt, öppen och välorganiserad [2].

Figur 1. Illustration över Energimyndighetens forsknings- och innovationsprocess.



Energimyndighetens arbete med forskning och innovation sker i kontinuerlig samverkan med det omgivande samhället i de olika aktiviteterna inom forsknings- och innovationsprocessen, se Figur 1. Energimyndigheten bidrar genom sina roller till processen genom att även fungera som riskavlyft i produkt- och processutvecklingsinsatser och som marknadsmässigt riskavlyft vid insatser för affärsutveckling av miljöteknik. Myndigheten fungerar även som nod inom sektorn och har goda möjligheter att sprida resultat och kunskap genom sina många kanaler och målgrupper.

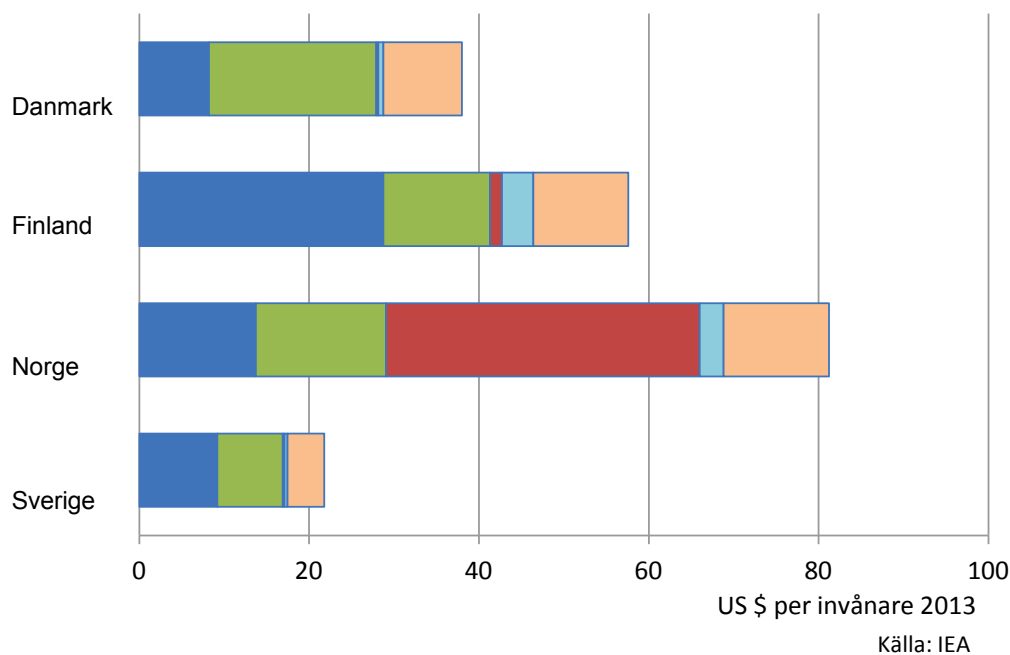
I stället för att betrakta innovationsprocessen som en kedja som startar med grundforskning och slutar med kommersialisering så kan sambandet mellan forskning och innovation snarare beskrivas som ett komplext samspel mellan parallella processer, som var för sig har egna mål, egna värderingsgrunder och egna sociala kontexter. Framgångsrika innovationer är därmed så gott som alltid resultatet av samarbete mellan olika aktörer – och forskning inryms i redan

existerande och pågående innovationsprocesser. Definitioner av innovations-system betonar att flödet av teknik och information mellan människor, företag och institutioner är nyckeln till en innovativ process för att förvandla en idé till en process, produkt eller tjänst på marknaden [3]. Energimyndighetens sektorsansvar ger goda möjligheter att bedriva innovation i ett sammanhang där återkoppling och lärande-loopar är viktiga för en kontinuerlig utveckling av nya lösningar.

2.3 Forskning och innovation behövs för energiomställning

Både IEA (International Energy Agency) och EU betonar att det är nödvändigt att forskningsinsatserna ökar för att de globala miljömålen ska nås. Enligt IEA måste, förutom kraftiga minskningar av fossilanvändningen och öknings i energiforskning, investeringar i förnybar kraftteknik öka från dagens 270 miljarder till 400 miljarder US-dollar 2030 [4]. Sverige satsar i förhållande till övriga Nordiska länder jämförelsevis lite på energiforskningen per capita, se Figur 2. Sverige deklarerade dock vid klimatförhandlingarna i Paris 2015 en aviserad ökning av forskning och innovation för ren energiteknik [5].

Figur 2. Jämförelse mellan stöd till forskning och innovation på energiområdet per capita i de nordiska länderna 2013.



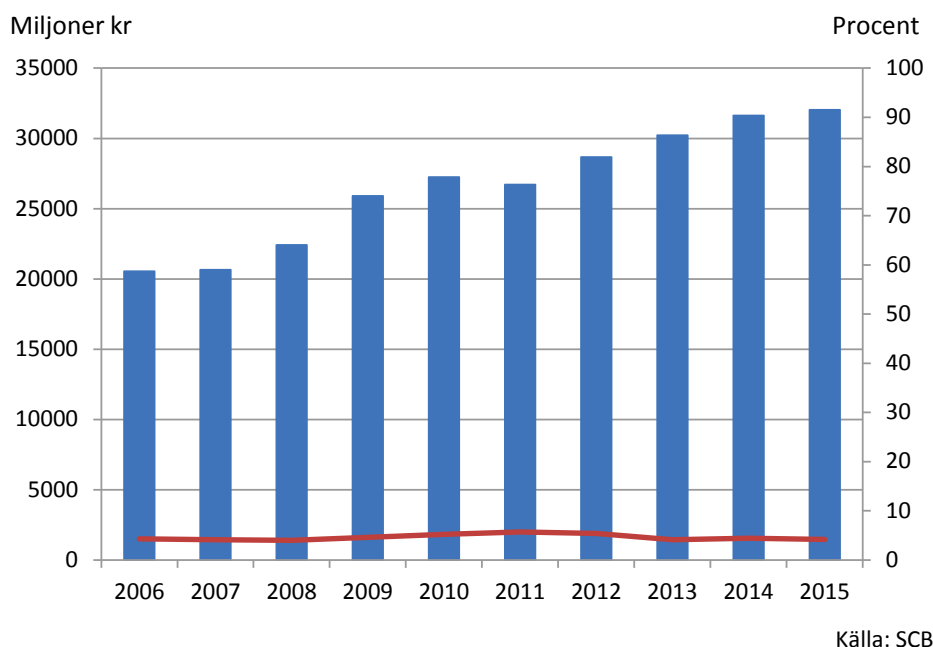
■ Energieffektivisering, ■ Förnybart, ■ Fossila bränslen, ■ Kärnenergi, ■ Övrigt.

Högkvalitativ energiforskning och -innovation behöver samspela med social förändring, styrmedel och incitament för att kunna komma till nytta och bidra till ett hållbart energisystem [6]. Det krävs, och kommer fortsatt att krävas, samverkan mellan olika sektorer kombinerat med en helhetssyn på energisystemet för att länka energisystemets utveckling till samhällets och näringslivets

utveckling. Energimyndigheten anser att det är extra viktigt att energiforskningen görs som en sammanhållen insats i samverkan med övriga styrmedel på området, nu när insatserna brådskar.

Energiforskningsanslaget har de senaste tio åren legat på en konstant andel (ca 4 procent) av den totala budgeten för forskning och innovation med undantag för 2009–2011 då stödet till stora anläggningar fanns vilket ökade andelen till 5,5 procent (Figur 3). Regeringens ambition om Sverige som föregångsland i klimatarbetet och visionen om ett helt förnybart energisystem 2050 innebär stora utmaningar för energisystemet och samhällets aktörer. Energimyndigheten anser därför att det är befogat att höja ambitionsnivån på forsknings- och innovationsanslaget så att det står i bättre proportion till Sveriges ambitiösa energi- och klimatpolitik.

Figur 3. Energiforskningen² i procentenheter — som del av de totala FoI-medlen ■ i budgetpropositionerna under åren 2006–2015.



2.4 Global utveckling ger möjligheter för Sverige

Sverige har ökat andelen förnybar energi i energisystemet med hjälp av styrmedel som bland annat forskning och innovation, vilket har lett till att de svenska energi-

² Forskning om vattenförsörjningen ingår i dataserien och uppgick 2015 till 46 miljoner kronor, d.v.s. ca 3 procent av energiforskningen.

och klimatmålen till 2020 med största sannolikhet kommer att uppnås. Nästa steg är att klara den stora utmaningen mot 2050.

Även om majoriteten av världens energiförsörjning baseras på fossila bränslen ökar bidraget från förnybar energi globalt. I Europa ökar främst andelen energi som produceras från sol, vind och bioenergi. Danmark har satsat stort på vindkraft och 2014 kom 39 procent av Danmarks eltillförsel från vind. Om tio år förväntas den siffran vara 61 procent [7].

I Tyskland beslutade man i juni 2011 om *Energiewende*. Beslutet, som togs med stor politisk majoritet, innebär att landet ska fasa ut sin kärnkraft, minska användandet av fossila bränslen, kol och naturgas och i stället öka andelen förnybar energi. Satsningen har ökat andelen förnybar el, från 6 procent 2003 till 26,4 procent 2014, samtidigt som det skapat nya jobb framförallt bland små och medelstora företag. Samtidigt förutspås antalet arbetstillfällen inom energisektorn stiga med 100 000 till 150 000 netto fram till 2030 som en följd av omställningen till ett förnybart energisystem [8].

De framtida effekterna av klimatförändringarna är omfattande och svåra att överblicka och globalt sker stora förändringar i befolkningsstruktur och livsstil vilket medför ett allt hårdare tryck på jordens ändliga naturresurser. Migration uppstår till följd av miljö- och klimatkatastrofer och konflikter. Urbaniseringen är en stark trend som påverkar samhällets energiförsörjning och hela 60 procent av jordens befolkning beräknas leva i städer 2030.

Medelklassen och den globala välfärden ökar, vilket ställer ökade krav på elektrifiering och flexibla energilösningar. Det finns även en stark trend av decentraliserade energilösningar och prosumenter på marknaden, d.v.s. aktörer som är både användare och producenter av energi. Till exempel kan solceller, kombinerat med lagringsteknik, utgöra attraktiva lösningar för konsumenter som värnar om sitt oberoende i form av egenkontroll [9]. För närvarande finns det även en tydlig förskjutning mot en större vikt för på nationell försörjningstrygghet i EU:s och många andra länders energipolitik [10].

Digitaliseringen medger systemoptimering, samtidigt som det möjliggör fortsatt utveckling av automatisering och robotisering. Effektivare transportflöden, mobilt arbete och strukturomvandling i näringslivet är bara några tänkbara utvecklingsområden. Innovationer som exempelvis 3D-skrivare kan komma att leda till omvälvande förändringar inom industri och samhälle [11]. Samtidigt leder digitaliseringen och automationen till nya konsumtionsmönster och förändrade beteenden. Det medför också risker för ett ökat beroende och högre sårbarhet i samhället vilket gör att tillförlitlighetsaspekter blir än viktigare att ta hänsyn till. Energisystemet och dess sektorer står inför stora utmaningar och det finns ett fortsatt stort behov av ny kompetens. Det är viktigt att beakta genusperspektiv för att främja mångfald och nytänkande för omställningen.

Faktorerna ovan, som klimatförändringar, urbanisering, digitalisering, energiomställning kommer att medföra behov av stora investeringar för

modernisering och utbyggnad av samhällelig infrastruktur och system av olika slag.

En sådan samhällsutveckling ökar efterfrågan på bland annat smarta energisystemlösningar med väl fungerande informationsteknik, energiförsörjning, stadsplanering, transportsystem, avfallslösningar och styrmedel för hållbara samhällen. Sverige ligger långt framme inom flera av dessa områden tack vare näringslivets struktur, i kombination med att vi som land är framstående när det gäller utbildning, forskning och innovation [12].

Svensk energiforskning och -innovation leder till teknikutveckling och att nya idéer, produkter (varor och tjänster) och processer kommer till användning och kommersialiseras. Svenska miljöteknikföretag har utvecklats väl under åren 2003–2009 [13]. De största exportökningarna har skett hos företag som arbetar med förnybar energiteknik och inom transportområdet [14].

Kommersialisering och implementering av innovationer måste dock ske i högre grad om vi ska klara omställningen. Här finns det en stor potential, eftersom Sverige i en internationell jämförelse uppvisar en av de största skillnaderna mellan antalet registrerade miljöpatent och antalet kommersialiseringar av nya tekniklösningar [15].

2.5 Det är bråttom för klimatets skull

Om temperaturen fortsätter att stiga i den takt som forskningen förutspår kommer det att leda till mycket allvarliga konsekvenser för livet på jorden.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) har gett ut sin femte *Assessment Report*, som redovisar att den globala temperaturen med mycket stor sannolikhet kommer att stiga med 3,7 till 4,8 grader, om inga åtgärder sätts in för att minska utsläppen av växthusgaser [16].

Omställningen från ett fossilt till ett förnybart energisystem pågår och samhället står inför radikala förändringar för energisystemets aktörer, spelregler och teknik. Energirelaterad forskning och innovation spelar en nyckelroll i klimatfrågan.

Samtidigt som vetenskapen stärker verifieringen om växthuseffekten, ökar också insikten om att insatser brådskar. EU:s övergripande klimatmål är att begränsa den globala uppvärmningen till två grader jämfört med tiden innan industrialiseringen inleddes. Europeiska rådet beslöt 2009 om ett EU-mål att minska utsläppen av växthusgaser med 80–95 procent till 2050 jämfört med 1990 års nivåer [17]. För att uppnå detta mål måste drastiska förändringar ske inom alla sektorer – energitillförsel, industri, transporter, bostäder och lokaler samt jordbruk. Detta gäller också Sverige.

Visionen på nationell nivå är att Sverige 2050 ska ha en trygg, hållbar och resurseffektiv energiförsörjning och inga nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Regeringens målsättning är att Sverige ska vara en global förebild i klimatomställningen och att Sverige ska bidra till minskade utsläpp i den takt som behövs för en globalt hållbar utveckling.

Regeringen ger också en vägvisning om att Sverige på sikt ska ha hundra procent förnybar energi [18]. I detta sammanhang bör också Energikommissionen nämnas som regeringen har tillsatt för att åstadkomma en bred politisk diskussion och ett underlag för en överenskommelse om den framtida utvecklingen av energisystemet i Sverige efter 2025. Energikommissionens slutsatser kan ha konsekvenser för forskningsbehoven och Energimyndigheten bidrar till och följer kommissionens arbete.

Regeringens målsättning är att en ambitiös miljö- och klimatpolitik genom resurseffektivisering och cirkulär ekonomi, hållbar konsumtion och produktion, miljöteknik och innovationer också ska medföra möjligheter för affärsutveckling [12].

Inom energiområdet finns tre prioriteringar på kortare sikt: Användningen av fossila bränslen för uppvärmning ska avvecklas till 2020, Sveriges fordonsflotta bör vara oberoende av fossila bränslen 2030 [19] och elförsörjningen behöver utvecklas för att minska beroendet av kärnkraft och vattenkraft och därmed öka försörjningstryggheten.

3 Energiforskningens kvalitet och resultat

Energiforskning är ett av flera samverkande styrmedel för ett hållbart energisystem. Den bidrar till nytta i samhället i form av kunskapsspridning, teknik- och samhällsutveckling samt av att innovationer når marknaden. I det här kapitlet redovisas hur resultat av energiforskning och -innovation har omsatts till samhällsnytta och haft en avgörande betydelse för hur Sveriges energisystem ser ut i dag.

3.1 Energiforskningen håller hög kvalitet

Energiforskning uppvisar generellt mycket god kvalitet. I utvärderingar som utförts på uppdrag av Energimyndigheten [20] bedömdes hela 96 procent av de analyserade satsningarna hålla ”god”, eller ”mycket god” kvalitet. I en citeringsstudie [21] från Vetenskapsrådet (2015) uppvisar vetenskapliga publikationer finansierade av Energimyndigheten bland de högsta citeringsnivåerna i en jämförelse med andra svenska statliga forskningsfinansiärer, och betydligt högre än genomsnittet av de 20 mest tackade forskningsfinansiärerna i Sverige (Tabell 1).

Tabell 1. Citeringsnivåer för vetenskapliga publikationer finansierade av olika statliga forskningsfinansiärer.

Forskningsfinansiär	Medelcitering
Stiftelsen för strategisk forskning	1,66
Energimyndigheten	1,64
Formas	1,34
Vetenskapsrådet	1,31
VINNOVA	1,27
Forte	1,25
Genomsnitt	1,42

Även i ett internationellt perspektiv håller svenska artiklar om minskning av växthusgaser hög kvalitet. Svensk forskning som direkt och indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser citeras i högre grad än genomsnittet i världen [13]. Undersökningen visar också att svensk klimatforskning citeras oftare än svensk forskning i stort [13] vilket kan tyda på att det är ett forskningsfält med generellt hög kvalitet jämfört med annan svensk forskning.

3.2 Samverkan med näringslivet säkerställer relevans och kvalitet

En övervägande del av Energimyndighetens forskning och innovation samfinansieras. Under 2014 utgjorde Energimyndighetens finansiering 55 procent och samfinansieringen 45 procent av totalt 2,5 miljarder kronor vilket innebär en väsentlig uppväxling av anslaget.

Förutom en substantiell ökning av energiforskningsanslaget bidrar samfinansieringen även till att höja kvaliteten på insatserna. En brittisk studie visar exempelvis att inom teknikvetenskaperna är det forskarna från de bästa institutionerna som mest intensivt samverkar med företag, vilket uppges bero på att akademisk forskning och teknikutveckling kompletterar varandra [22]. Samverkan leder, bredvid hög kvalitet och relevans även till andra nyttor som resurs-, kompetens och lärande-, väglednings- och nätverkseffekter [23].

Dessa effekter stämmer väl överens med de som identifierats i den metautvärdering som genomförts över Energimyndighetens tidigare satsningar under perioden 2000-2012 [20]. Metautvärderingen visar att den vanligaste tidiga nyttan i satsningarna var olika aspekter av samverkan och kompetensutveckling, tätt följda av kunskapsutveckling och kunskapsspridning. Utöver dessa listades teknikspridning, skapande av nätverk, ökad konkurrenskraft, nya arbetssätt, kompetensförsörjning, teknikutveckling, bidrag till skapande av forsknings- och innovationssystemet samt nya produkter och utrustning.

Ofta bidrar statlig finansiering till att teknikutveckling genomförs som inte annars skulle blivit av [24]. Statlig samfinansiering bidrar även till att lyfta av risk och på det sättet påskynda utveckling av produkter och processer. En nyligen publicerad studie visar även att unga företag som bedriver forskning och utveckling (FoU) och erhåller olika former av offentligt FoU-stöd uppvisar en betydligt högre sysselsättningstillväxt än motsvarande företag som inte erhåller stöd. Dessutom har de lämnat en högre andel patentansökningar än sina jämförelseföretag [25]. Det har också visat sig att statlig samfinansiering kan öka handlingsutrymmet inom stora företag att fortsätta med en ännu omogen teknikgren som inte bär sig ekonomiskt men som på sikt kan leda till nya innovativa lösningar.

3.3 Sverige i patenttoppen

Innovationer inom grön miljöteknik bidrar till att lösa våra klimat- och energiutmaningar. Det kan också skapa sysselsättning, stärka Sveriges konkurrenskraft och främja en hållbar grön tillväxt.

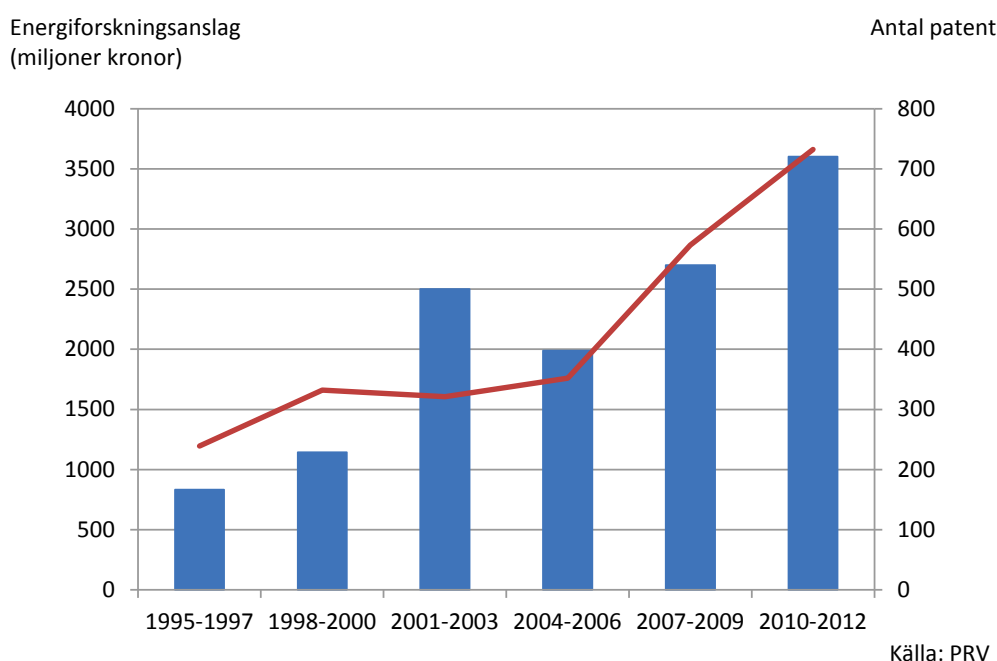
Patent brukar användas som indikator på innovationskraft, eftersom det är komplicerat att enkelt härleda innovationsaktiviteter till forsknings- och utvecklingssatsningar.

Sverige har under flera år rankats som ett av världens mest innovativa länder och är enligt EU:s index Innovation Union Scoreboard det ledande innovationslandet i EU. Det gäller speciellt patent som rör miljöområdet där Sverige presterar

betydligt bättre än resten av EU och även USA (5,46 patentansökningar/ miljoner invånare jämfört med 4,27 och 2,59) [26].

Statistiken visar att forskningsinsatser inom ett område ofta samvarierar i form av ett ökat antal patentansökningar. Till exempel är Tyskland, kanske tack vare sin satsning på *Energiewende*, det land som har flest antal klimatrelaterade patentansökningar per capita i världen. I sammanhanget är det därför intressant att notera hur antalet energirelaterade patentansökningar i Sverige samvarierar med energiforskningsanslagets storlek över tid (Figur 4).

Figur 4. Energiforskningsanslaget (nettoutgifter) ■ och antalet svenska internationella patentansökningar inom energiområdet — i treårsmedeltal.



Sett utifrån antalet patent finns alltså en stor potential för kommersialisering och export av svensk miljöteknik. För att uppfylla potentialen krävs det ökat fokus på entreprenörskap och kommersialisering i hela innovationssystemet, från forskning och utveckling och miljöpolitiska styrmedel till exportfrämjande insatser [27]. I Riksrevisionens rapport "Svensk klimatforskning – vad kostar den?" framkommer det att patent som resultatindikator på innovationer har sina begränsningar. Stöd till forskning och utveckling bidrar tillsammans med andra viktiga faktorer i innovationsprocessen. Exempel på avgörande faktorer för kommersialisering är andra samverkande styrmedel, statligt investeringsstöd och tillgång till riskkapital.

3.4 Innovativa nya växande företag

För att få ett gott innovationsklimat behövs bland annat nya, växande innovativa företag som är bärare av nya idéer, produkter och processer. I sådana företag står entreprenörskapet i centrum.

Dessa företag står dock inför betydande utmaningar för att kunna bli konkurrenskraftiga på internationella marknader. Det handlar ofta om att de behöver stöd i ett tidigt skede av sin produkt- och affärsutveckling, eftersom innovationsprocesser ofta präglas av stor osäkerhet. En första genomförd affär kan vara nödvändig för att säkra referenser och produktion [12].

Data från SCB och Sveriges miljöteknikråd (Swentec) tyder på att både omsättning och export från svenska klimatinriktade företag har ökat med 250 procent under 2003 till 2009. Men i en internationell jämförelse av gröna teknikers försäljningsvärde ligger Sverige lägre än exempelvis Finland och Danmark [13].

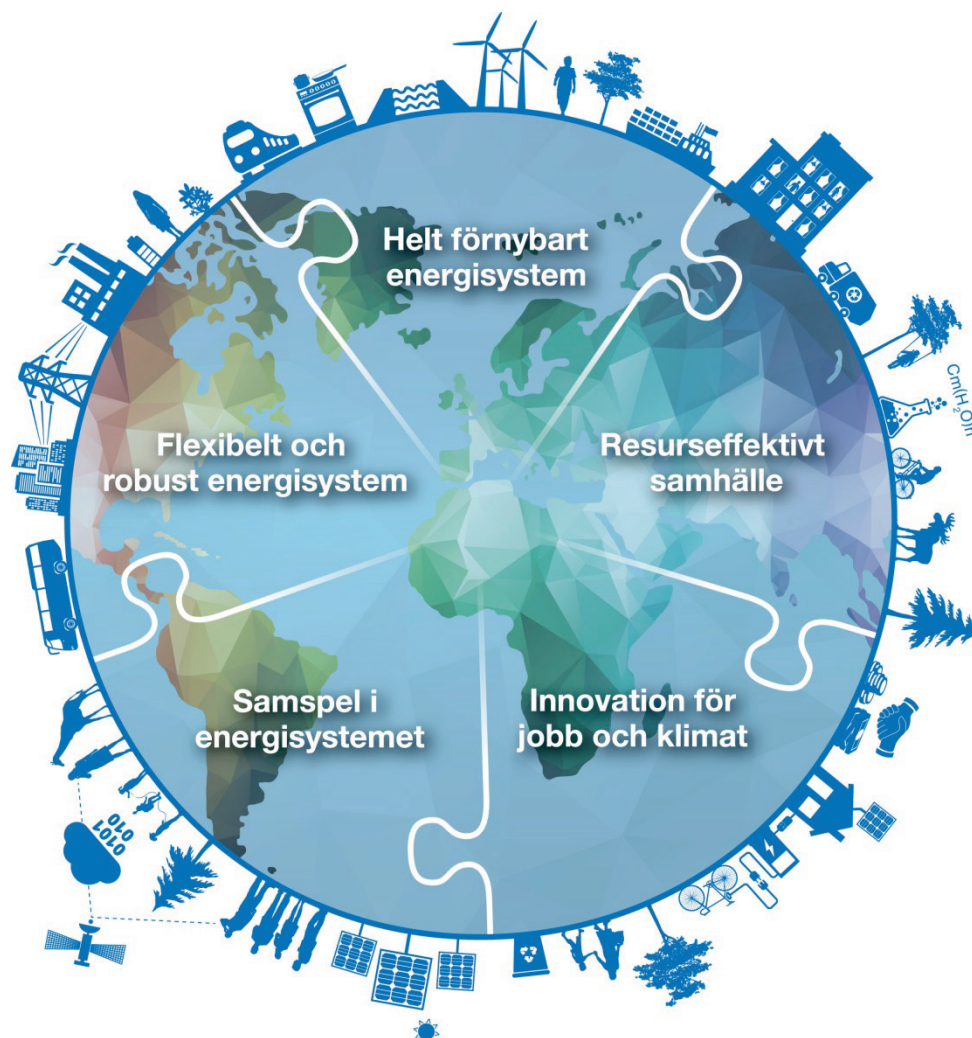
För att underlätta teknikutveckling och kommersialisering av nya svenska idéer, produkter och processer agerar Energimyndigheten marknadskompletterande och tar en större risk än privata aktörer.

4 Forskning och innovation för energiområdet 2017-2020

Energimyndigheten pekar ut fem övergripande utmaningar för energisystemet. Med utgångspunkt i dessa utmaningar föreslår myndigheten ett antal prioriterade huvudinriktningar för forsknings- och innovationsinsatser inom energiområdet under 2017–2020.

Energimyndighetens strategiprocess för prioritering av forskningsinsatserna har visat på fem tätt sammanflätade utmaningar (Figur 5).

Figur 5. Övergripande utmaningar för energisystemet som behöver mötas med forskning och innovation.



I strategiprocessen för att ta fram prioriterade forsknings- och innovationsbehov för 2017–2020 har nio avdelningsövergripande grupper på Energimyndigheten tagit fram ett antal effektmål och viktiga omvärldsfaktorer för att kunna formulera behov av forskning och innovation inom respektive temaområde. Som utgångspunkt har de tillsammans med annat relevant underlag haft de sex utvecklingsplattformarnas rådgivande rapporter, se bilagorna 4–9. Efter en samlad analys framträdde ett antal övergripande utmaningar vilka presenteras i bilden ovan.

De fem utmaningarna greppar gemensamt över det område som adresseras för att bidra till ett hållbart energisystem. Framtidens energiförsörjning kräver nya lösningar som ger en trygg, kostnadseffektiv och klimatanpassad tillgång till energi. Genom att möta dessa utmaningar bidrar forskning och innovation, tillsammans med andra styrmedel, till att nå de uppställda energi- och klimatpolitiska målen för ett hållbart energisystem.

Ett *helt förnybart energisystem* som tar hänsyn till miljöpåverkan från de förnybara energislagen har goda förutsättningar att uppnå ekologisk hållbarhet. Ett *flexibelt och robust energisystem* kan säkerställa en trygg energiförsörjning. Ett *resurseffektivt samhälle* medför att tillgängliga resurser utnyttjas effektivt och bidrar därför också till konkurrenskraft. För att få utvecklingen att ta fart krävs också *samspel i energisystemet* mellan olika aktörer och sektorer och de spelregler som skapar förutsättningar för omställningen. Det krävs också ökade insatser för *innovationer för jobb och klimat* om Sverige ska vara ett föregångsland i omställningen till ett hållbart energisystem och samtidigt möjliggöra en utveckling av näringslivet.

De fem övergripande utmaningarna kommer att vägleda de konkreta prioriteringar som görs inom Energimyndighetens nio temaområden för forskning och innovation. Temaområdena som beskrivs nedan överlappar i varierande utsträckning med varandra och bidrar gemensamt och i skiftande utsträckning till de fem utmaningarna.

Några temaområden är sektorsorienterade (*transportsystemet, bioenergi, byggnader i energisystemet, elproduktion och elsystem, industri*). Dessa har fokus på delsystemet (dess tillförsel, distribution och användning) men kommer i ökad utsträckning att ta in användarfrågor och beteendeperspektiv, styrmedelsfrågor, marknadsperspektiv samt affärsmodeller som relaterar till sektorn.

Utöver dessa fem sektorsinriktade temaområden finns även temaområden som är mera övergripande och samhällsinriktade. Det finns behov av att knyta ihop de olika sektorernas infrastruktur och system i samhälleliga satsningar som syftar till att testa och ta fram helhetslösningar för ett hållbart samhälle. Många viktiga fortsatta forsknings- och innovationsbehov finns just i tvärsnittet mellan sektorsområden och användarperspektiv.

Det behövs också ett fortsatt helhetsperspektiv där systemets olika delar och sektorer analyseras i relation till de aktörer, styrmedel och marknadsaspekter som

omgärdar hela energisystemet. Detta görs inom temaområdet *Allmänna Energisystemstudier*.

Dessutom behöver alla temaområden en internationell dimension, likväl som att samtliga satsningar för att utveckla produkter och processer inom respektive temaområde också syftar till att sprida och kommersialisera lösningar.

Temaområdena är:



Transportsystemet: Området omfattar energi- och resurseffektivisering av transportsystemet, omställning av fordon till att använda förnybara drivmedel, samt produktion av förnybara drivmedel³.



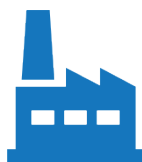
Bioenergi: Området omfattar produktion och förädling av biobränslen (inklusive avfall) samt omvandling till el, värme och kyla.



Byggnader i energisystemet: Området omfattar bebyggelsens hela energianvändning 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 överskottsenergi. Dessutom ingår ökad användning av förnybara energibärare och bränslen, samt utveckling av förnybara och resurseffektiva material och produkter.



Hållbart samhälle: Området omfattar samhällsplanering och integration av samhällets olika infrastrukturer med fokus på energisystemlösningar för hållbara samhällen.

³ Transportsystemet definieras här framför allt som de FoI-frågor som ligger inom ramen för Energimyndighetens uppdrag. Energieffektiv infrastrukturhållning är även ett viktigt forskningsområde men detta tillhör till största delen Trafikverket.



Allmänna energisystemstudier: Inom området analyseras energisystemet ur ett helhetsperspektiv. Politik, ekonomi, styrmedel och marknader samt de olika aktörer som verkar inom systemet och dessas agerande behövs det ökad kunskap om.



Affärsutveckling och kommersialisering: Området omfattar stöd till demonstration, 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.

4.1 Ett helt förnybart energisystem

4.1.1 Utmaningen

Energiomställningen i samhället är avgörande för att motverka klimatförändringar till följd av en förstärkt växthuseffekt. Sverige kan bli ett föregångsland och en internationell förebild tack vare hög kompetens och erfarenhet av omställning av energisystemet, i kombination med landets stora naturtillgångar.

Trots detta är det en stor utmaning att åstadkomma ett helt förnybart energisystem i Sverige med bibehållen konkurrenskraft och försörjningstrygghet. Det finns behov av att förstå och planera för hur energisystemet ska anpassas när befintliga kärnkraftreaktorer börjar fasas ut. Här kommer energieffektivisering tillsammans med förnybara energiresurser att spela en nyckelroll. Det kommer att kräva helhetssyn och systemperspektiv på utvecklingen av energisystemet.

Transportsektorn är den användarsektor i det svenska energisystemet som är mest beroende av fossila bränslen och denna sektor utgör därmed den kanske största utmaningen. För att möta framtidens behov är det dock inte tillräckligt att ersätta dagens användning av fossila drivmedel med samma mängd förnybar energi [19], utan det krävs även ändrade beteenden och åtgärder för att minska energianvändningen i hela transportsektorn inklusive infrastrukturen.

Att nå en helt förnybar industrisektor är också en stor utmaning, eftersom vissa processer och produkter fortfarande är beroende av fossila insatsvaror och bränslen. Ett helt förnybart energisystem kan också innebära nya möjligheter för kostnadseffektiv produktion, exempelvis genom att utnyttja att elpriset periodvis är mycket lågt genom att driva nya och utvecklade processer som kan följa elprisets variation.

4.1.2 Energimyndigheten fokuserar på följande forsknings- och innovationsbehov



Omställningen till ett hållbart transportsystem kräver fortsatta insatser kring energieffektivisering av fordon, utveckling av resurseffektiva el- och hybridfordon (inklusive tillhörande delsystem) samt omställning av fordon till förnybara drivmedel. Effektivisering behöver ske av hela fordonet och inte bara av motorn eller energiomvandlaren. Till exempel behövs ökad kunskap kring hur lättviktsmaterial kan introduceras i fordonen på ett hållbart och kostnadseffektivt sätt. Kostnadsreduktion av teknik för el- och hybridfordon krävs för att tekniken ska få genomslag.



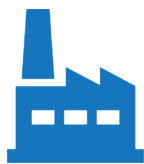
För att uppnå ett helt förnybart elsystem krävs ytterligare kunskap om hur variabel elproduktion utnyttjas på bästa sätt i ett smart elnät. Lagring i olika former kommer vara en viktig komponent i det framtida elnätet. Det behövs ökad kunskap om hur olika marknads-konstruktioner påverkar vilka investeringar som görs, hur elen används, vilka drivkrafter som styr användare och prosumenter (alltså konsumenter som samtidigt är producenter av el), samt hur marknaden styr förutsättningarna för olika elproduktionstekniker. Ett helt förnybart elsystem kommer kräva nya affärsmodeller hos många av dagens aktörer. Det behövs ökad kompetens när det gäller att använda informationsteknologi bättre i elsystemet och i styrningen av elnäten.

Utbyggnaden av förnybar elproduktion behöver underlättas, vilket bland mycket annat innefattar fortsatt behov av kostnadsminskningar, effektivitetsökningar och lösningar för att motverka barriärer i regelverk och planeringsprocesser. Vidare behövs kunskap och lösningar för att motverka den negativa påverkan som förnybar elproduktion ibland ger upphov till på miljö och människor. Dessutom behövs större inslag av visionär och tvärspektoriell forskning, för att förbereda elsystemet för utmaningar på längre sikt.



Biomassa kommer att användas i nya processer för att producera livsmedel, industriråvaror och material som kan ersätta fossila alternativ, och för att tillföra förnybar energi i form av biodrivmedel och bioenergi. Globalt sett finns stora klimatvinster att hämta genom att ersätta fossil el- och värmeproduktion med förnybar bioenergi, baserad på svensk kunskap och teknik. Biobränslen står i dag för en stor del av Sveriges förnybara energianvändning. I omställningen till ett helt förnybart elsystem förväntas biokraften kunna bidra med reglerbar, lagringsbar och flexibel kraftproduktion. För att möjliggöra en sådan utveckling kommer hållbar, kostnads- och resurseffektiv biobränsleproduktion och kraftvärme som möter en dynamisk efterfrågan att behövas. Denna utveckling förutsätter fortsatta insatser kring miljöaspekterna av bio- och avfallseldad el- och värmeproduktion, hållbarhet i biobränslekedjorna, olika styrmedels utformning och konsekvenser för såväl

tillförsel som användning av biobränslen, samt systemstudier kring hur bioenergin bäst kompletterar andra förnybara energislag och hur den bidrar till bioekonomi⁴.



Ny kunskap och nya tekniklösningar behövs för att förnybara råvaror, insatsvaror och energibärare ska kunna introduceras i flera industriella processer och därmed minska utsläppen av växthusgaser. Ett utvecklingsområde är högkvalitativa mellanliggande energibärare. Dessa kan vidareförädlas eller ersätta fossila energibärare i många olika branscher, exempelvis vid produktion av järn, stål, mineral och kemiska produkter, samt vid produktion av drivmedel och viss elkraft. Det finns även behov av kompletterande insatser för kunskapsuppbyggnad kring effektiv infångning och lagring av koldioxid – Carbon Capture and Storage (CCS och bio-CCS). Frågan är främst angelägen för cement- samt järn- och stålindustrin som har stora punktutsläpp av fossil koldioxid från sina processer.

4.2 Ett flexibelt och robust energisystem

4.2.1 Utmaningen

Utmaningen ligger i att skapa ett energisystem som bygger på en säker och tillförlitlig infrastruktur som samtidigt är flexibel och kan hantera diversifierade produktions- och konsumtionsmönster, samt att samhället får tillgång till en trygg och resurseffektiv energiförsörjning.

För att nå ett helt förnybart energisystem kommer ytterligare utbyggnad av energiresurser som sol och vind att behövas. Detta innebär en ökad andel variabel tillförsel i systemet och därmed en ökad utmaning att behålla effektbalansen i elsystemet vid alla tillfällen. Det pågår även en utveckling mot att allt fler elkonsumenter äger elproduktionsanläggningar, vilket introducerar mer småskaliga och decentraliserade lösningar i elsystemet. Ett decentraliserat system kan skapa möjligheter till ökad redundans och minskad sårbarhet, men det skiljer sig från dagens centraliserade system och kommer därför kräva nya lösningar för att balansera och styra systemet på ett effektivt och flexibelt sätt.

Det pågår även en utveckling mot en mer nordisk och europeisk integration av elnät och elmarknad vilket medför både möjligheter och utmaningar. Samtidigt finns utmaningar i att hantera integritetsfrågor kopplade till flexibel efterfrågestyrning på ett tillfredsställande sätt.

⁴ ”en övergång från en ekonomi som till stor del baseras på fossila råvaror till en resurseffektivare ekonomi grundad på förnybara råvaror producerade genom ett hållbart brukande av ekosystemtjänster från mark och vatten. Det innebär omvandling av biomassa till olika typer av produkter [...]” [36].

På transportsidan finns flera olika förnybara drivmedels- och el-lösningar. En robust och tillgänglig infrastruktur är en förutsättning för nya lösningar, men det är en stor utmaning att åstadkomma ett hållbart och effektivt transportsystem med god tillgänglighet och tillförlitlighet för hela samhället.

I omvärlden syns en trend mot att säkerhetspolitiska aspekter väger allt tyngre i politiken och försörjningstryggheten är högt prioriterad.

För beslutsfattare på olika nivåer och inom olika sektorer är det centralt att säkerställa en hög kunskaps- och beställarkompetens med avseende på hållbara energisystem som kan motstå och hantera störningar i energiförsörjningen (både värme och el). I detta ingår även att svenska val behöver göras mot bakgrund av gedigna omvärldsanalyser och olika scenarier.

4.2.2 Energimyndigheten fokuserar på följande forsknings- och innovationsbehov



Övergången till ett hållbart samhälle kräver planering för samhällets förmåga att klara av förändringar samt återhämta sig och vidareutvecklas. Hållbar energinfrastruktur behövs, med fokus på helhetsgrepp för att utforma och behålla samhällets robusthet. För att öka integreringen av energiperspektiv i fysisk planering ska analyser och utveckling av planeringsprocesser genomföras. För hållbar samhällsplanering behövs systemperspektiv på helhetslösningar, exempelvis transport, byggnader, kraft och IKT (informations- och kommunikationsteknik), för att öka kunskap och testa lösningar. Hur samhällets aktörer förbereder sig för och hanterar störningar och problem i energiförsörjningen är viktiga perspektiv liksom energirelaterade försvars- och säkerhetspolitiska områden. Digitaliseringen av energiområdet blir en nyckel till ett flexibelt och robust energisystem som skapar möjligheter för tillväxt genom nya tjänster, produkter och affärsmodeller.



För att behålla robustheten i ett smart och helt förnybart elsystem krävs ökad planerbarhet i den variabla elproduktionen från till exempel vindkraft och solkraft, samt kunskap om hur de systemtjänster som de kan bidra med, som frekvensreglering, faktiskt kommer till användning. Vi behöver också bättre förstå hur olika produktionsslag samverkar i elsystemet, och hur omvandling mellan olika energibärare, exempelvis mellan el och värme, kan bidra till stabilitet i systemet. Olika former av energilagring kommer spela en stor roll, men vidare utveckling behövs för att förstå hur, och för att ta fram kostnadseffektiva lösningar.

Vidare behöver vi bättre förstå hur nya aktörer, som prosumenter, aggregatorer (som agerar mellanhand mellan elhandlare, nätägare och konsument) och olika elanvändare kan bidra till flexibilitet och stabilitet. Vi behöver förstå mer om hur marknaden kan utformas för att säkerställa att den effekt som behövs finns tillgänglig. Det behövs nya affärsmodeller och energitjänster som tar hänsyn till den snabba digitaliseringen, samt ny teknik för att möjliggöra nya tjänster. Samtidigt är integritetsfrågor kopplade till digitaliseringen också en viktig aspekt

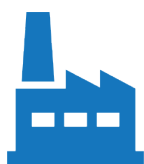
att studera och ta hänsyn till. Frågor kring import och export och hur Sverige bidrar i ett europeiskt perspektiv är också viktiga.



Insatser bör göras för att främja utvecklingen av robust teknik särskilt anpassad för näranollenergibyggnader. För att bygga upp ett hållbart energisystem behövs också samhällsbyggnads- och arkitekturkompetens. 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 exempelvis hur man kan utnyttja solenergi i arkitekturen. Det finns därför behov av ökad kunskap kring samverkansprocesser mellan olika professioner inom samhällsplanering.



Transporter står för en betydande del av Sveriges energianvändning. Det finns en stor potential för effektivisering på systemnivå i det svenska transportsystemet, men omställningen till ett hållbart transportsystem kräver ett helhetsgrepp där effektiva lösningar ur ett systemperspektiv skapas. Det behövs kunskap kring hur man bör planera och implementera integrerade effektiva energi- och transportlösningar som inkluderar tillgänglighetsaspekter och IT-lösningar – både i städer och på landsbygd. Kunskap om elektrifiering av transporter och de konsekvenser det ger på distributionsnätens stabilitet är viktigt för att hitta lösningar för ett robust system.



Ökad kunskap behövs också kring hur industrin kan bidra med systemtjänster som svängmassa (som stöd för balansen i elnätet) och nya och utvecklade typer av flexibel produktion som följer elpriset (power-to-product). Detta kan skapa nya affärsmöjligheter för industrin och bidra till ökad systemeffektivitet genom att det går att undvika energiförluster vid i- och urladdning av energilager. Det kan dessutom skapa nya intäktsströmmar för industrin, kopplat till de systemtjänster industrin erbjuder.



Bio- och avfallseldad kraftproduktion kan bidra till både robusthet och flexibilitet i ett helt förnybart elsystem. För att använda denna resurs på bästa sätt behövs ökad bränsle- och driftflexibilitet, ökad tillgänglighet och tekniker för högre elutbyte, men också bättre förståelse för kraftvärmens roll i morgondagens energisystem, med såväl tekniska, systemiska och ekonomiska förutsättningar.

4.3 Ett resurseffektivt samhälle

4.3.1 Utmaningen

Effektiv användning av energi och andra resurser är en viktig del av ett hållbart samhälle. Även om betydande framsteg gjorts med ökad energieffektivisering inom många sektorer så är potentialen för fortsatt effektivisering och resurs-

effektivitet fortfarande mycket stor. Tillgängliga resurser behöver användas så effektivt som möjligt – detta blir allt viktigare i ljuset av klimatförändringar, ökad urbanisering och befolkningsökningar. För att nå dit behövs en ökad helhetssyn på flöden av energi, råvaror och material.

Det finns utmaningar kopplade till att behovet av tillförd energi måste mötas på ett resurs- och kostnadseffektivt sätt. Materialflöden ska i så stor utsträckning som möjligt vara cirkulära, vilket innebär återanvändning och återvinning av material och produkter. Detta innebär utmaningar att åstadkomma nya effektivare produkter och tillverkningsprocesser, energieffektivisering i näringsliv och i bebyggelse, samt mer resurseffektiva transportlösningar och transportmedel. En annan utmaning är att renovera befintlig bebyggelse, särskilt miljonprogramsområdena, energieffektivt och samtidigt se till att människor som bor i dessa områden fortfarande har råd att bo kvar. Det är centralt att använda tillgängliga resurser effektivt och skapa förutsättningar för en hållbar samhällsplanering.

För att utnyttja biobränslen och avfall för energiutvinning på ett resurseffektivt sätt behöver man i många fall få ekonomisk avsättning för värmen. Värmesystemet knyter ihop många olika delar av energisystemet. Frågan är hur värmen ska utnyttjas i samhället i framtiden ifall uppvärmningsbehoven i bostäder minskar, eller om industriell spillvärme kan tas tillvara mer effektivt än i dag.

4.3.2 Energimyndigheten prioriterar följande forsknings- och innovationsbehov



Resurseffektiv tillförsel av förnybara bränslen för bio- och avfallseldad kraftvärme samt för industrin kräver fortsatt utveckling av frågor kring tillförsel och beredning av biobränslen, inklusive avfall och restprodukter. Det behövs kunskap om den framtida sammansättningen av avfallsbränslen och rötningssubstrat från olika biomassaflöden och avfallsfraktioner samt robusta tekniska lösningar för hantering av desamma. Även bättre lösningar för minimering av avfall, inklusive återanvändning och materialåtervinning samt kostnadseffektiva förädlingsprocesser behövs.

Det finns behov av att med helhetssyn utveckla hur värmen resurseffektivt, ur ett samhällsperspektiv, kan få avsättning. Aktuella utvecklingsområden är elproduktion från låggradig värme, kombinerade processer för el, värme, drivmedel och andra produkter, teknik och system för fjärrvärme samt systemstudier knutet till dessa frågor.



Transportsystemet är mycket komplext, med många aktörer och beroenden till kringliggande områden. För att skapa ett resurseffektivt samhälle behövs det ökad kunskap om hur ett energi- och resurseffektivt transportsystem kan utformas, samt hur det passar in i det större energisystemet. Metoder och incitament för att utnyttja den mest effektiva transportkedjan vid varje enskilt tillfälle, för både gods- och persontransporter, behöver utvecklas. Transporter går mot att bli tjänster och det behövs ökad kunskap om affärsmodeller och om effekterna av de nya tjänsterna och

användarmönstren. Potentialen för energieffektivisering i samband med användning av IKT-lösningar (IKT, informations- och kommunikationsteknik), för exempelvis autonoma och semiautonoma fordon, behöver studeras ytterligare.

I och med att fordonen blir allt mer energieffektiva så står själva tillverkningen av fordonen för en allt större del av ett fordonets koldioxidutsläpp i ett livscykelperspektiv. Studier som inkluderar livscykelperspektiv och cirkulär ekonomi är viktiga. I transportsektorn kan det handla om att komponenter eller material som används för fordonstillverkning redan i designen utformas så att de kan återanvändas eller återvinnas med maximal resurseffektivitet.



Behovet är fortsatt stort av att öka effektiviteten i industrins energianvändning. Det behövs kunskap om både stegvisa mindre effektiviseringsåtgärder, stora genomgripande förändringar och helt nya, i dag okända processer och produktionssteg. Ett helhetsperspektiv är önskvärt i utvecklingen av värdekedjor för att undvika suboptimeringar. Viktiga utvecklingsområden är elektrifiering av industriella processer, digitalisering och automation. Det behövs även ökat fokus på systemfrågor och återvinning av råvaror och insatsvaror.

Systemperspektivet behöver utvecklas när det gäller företagande samt utveckling av metoder och verktyg för utvärdering och beslutsstöd, t.ex. inför nya investeringar. Samverkan mellan industrier och företag, offentlig sektor och konsumenter skapar nya effektiviseringsmöjligheter, samtidigt som nya affärsmodeller utvecklas i digitaliseringens spår. Skarpare krav på hållbarhet påverkar förutsättningarna för industrin, men ger också nya affärsmöjligheter och utrymme för innovationer. Forskning och utveckling behövs som stöd för utveckling av förbättrade livscykelprestanda för industrins produkter.



En viktig del är att studera och förstå samverkan mellan byggnaders tekniska och arkitektoniska utformning, installationstekniska komponenter och energiförsörjningssystem samt brukarnas och andra aktörers drivkraft, kunskap och incitament för energieffektivisering. Inom bebyggelseområdet finns ett behov av integrerade forskningsperspektiv och tvärvetenskapliga angreppssätt. Teknisk forskning bör samverka med samhälls- och beteendevetenskaplig forskning.

Mer kunskap behövs om hur energihushållningsåtgärder kan implementeras i den befintliga bebyggelsen och särskilt inom miljonprogramsområdena. För att rusta upp äldre bostadsområden, inklusive miljonprogramsområden, behövs utveckling av paketlösningar och innovativa systemlösningar för energiåtgärder tillsammans med andra förbättringar. Det finns ett behov av ökad kunskap och utveckling kring plan- och byggprocessen, metoder och dess involverade aktörer ur ett energiperspektiv. Byggprocessen består av olika faser där olika aktörer är ansvariga för olika delmoment från idé, planering, utformning, byggande och överlämning till förvaltning och användande, och så småningom rivning.

Fokus bör ökas på byggskedets energianvändning. Ny kunskap behövs därför om hur val av byggmaterial och byggsystem samt utformning av byggnader och

byggdelar kan bidra till en mer energi- och klimateffektiv bebyggelse i ett livscykelperspektiv.

4.4 Innovation för jobb och klimat

4.4.1 Utmaningen

Svensk export är en grundbult i vår ekonomi som skapar tillväxt, sysselsättning och ökat välstånd. Globaliseringen innebär att ekonomierna i världens länder blir alltmer sammanflätade och för ett modernt land med välutvecklad exportindustri som Sverige skapar det enorma möjligheter.

Det svenska näringslivet behöver stärka sin internationella konkurrenskraft samtidigt som Sverige ska möta högt ställda miljö- och klimatpolitiska ambitioner. Det är inom små och medelstora företag som många av framtidens exportsuccéer kommer att finnas och majoriteten av framtidens arbetstillfällen kommer att skapas. Att dessa företag växer och internationaliseras är avgörande för svensk välfärd [12].

Regeringen har ambitionen att Sverige ska vara ett föregångsland för utveckling och spridning av avancerad energi- och miljöteknik. Utmaningen för Sverige är att ännu bättre dra nytta av sin kompetens för att innovationer ska bli framgångsrika och kunna skalas upp. Det finns även utrymme för att ytterligare utveckla den offentliga sektorns roll i omställningsarbetet.

I ett hållbart samhälle är det nödvändigt med innovation i form av produkter (varor och tjänster) och processer som förbättrar driftsäkerhet, produktivitet och effektivitet, samtidigt som det blir en effektivare energianvändning, mindre avfall och reducerade utsläpp. Företag med innovativa men kapitalintensiva produkter (varor och tjänster) och processer har i dag svårt att attrahera privat kapital. Inom energiområdet finns dessutom aspekter som ökar den upplevda risken i förhållande till avkastningen för privata investerare, såsom behov av storskalig teknik- och produktdemonstration, den tid det tar för en produkt att nå sin marknad samt politisk påverkan på marknadsefterfrågan.

4.4.2 Energimyndigheten prioriterar följande forsknings- och innovationsbehov



Inom Energimyndighetens samtliga temaområden behövs ett ökat fokus på att gå från resultat och patent till kommersialisering och spridning av innovation.

Som statlig aktör har Energimyndigheten en nyckelroll då stöd till innovation i förlängningen bidrar till fler arbetstillfällen och hållbar tillväxt i och utanför Sverige.

Produkter och processer som utvecklas har olika mognadsgrad och därmed olika behov av stödinsatser. Det finns behov kopplade till osäkerheter och risker förknippade med teknik-, produkt- och processutveckling samt vid affärsutveckling och marknadsintroduktion av nya produkter och processer.

Demonstration och pilotförsök av ny teknik och lösningar i liten och stor skala är ofta ett avgörande steg för att nya tekniska koncept ska kunna verifieras och utvecklas till färdiga innovationer som kan implementeras och nå marknaden.

Det finns behov av ökade insatser för kommersialisering, med fokus på små och medelstora företag. Utgångspunkten är de behov som noterats för innovativa tillväxtföretag i energisektorn och den kunskap som finns kring energisystem och energimarknader. Samtidigt är det fortsatt viktigt att främja innovationer som kan tas upp inom stora företag och offentlig sektor och som kan bidra till en omställning av energisystemet.

För utmaningar som handlar om marknadsrelaterade risker finns behov av stöd kopplat till frågor om immaterialrätt, marknadsanpassning, lansering, affärstävlingar, affärsutveckling och partnerskap. I syfte att samverka och sprida idéer blir stödfunktioner som mässor och konferenser, utbildning och kunskaps-spridning viktiga. Det finns även ett behov av ökat fokus på att utveckla och anpassa styrmedel och stödjande verktyg i enlighet med marknads behov och intentionerna med EU:s regelverk.



Ledtiden mellan forskningsresultat, teknikutveckling och marknadsintroduktion kan kortas genom att testa och demonstrera lösningar i skarpa miljöer med helhetsperspektiv. Det behövs integrerad infrastruktur som möjliggör innovativa systemlösningar för hållbara och attraktiva samhällen. Det gäller även tester och analyser av affärsmodeller, livscykelkostnader och cirkulär ekonomi. Dessa demonstrationer kräver bred samverkan mellan kommuner, företag, akademi och medborgare och är ett viktigt redskap för både innovation och spridning av hållbara lösningar.



Det behövs ökad kunskap om och utveckling av hur den petroleumbaserade processindustrin kan öka användningen av biomassa. Utveckling behövs även i den biobaserade industrin där fler restströmmar kan tas tillvara. Inom detta område krävs utveckling av nya processer, produkter och affärsmodeller där samordning av kompetenser från olika branscher kan leda till ny industriell verksamhet med förstärkt konkurrenskraft. Utvecklingen kan ge många värdefulla produkter och exportmöjligheter.



Myndigheten kommer också att verka för en ökad närvaro och för ökat samarbete för både forskare och små och medelstora företag på exportmarknader och s.k. utvecklingsmarknader. Det sker genom att bygga upp en långsiktig närvaro på en eller flera strategiskt utvalda globala utvecklingsmarknader genom konkreta bilaterala och multilaterala samarbeten inom forskning och innovation, och genom att förbättra kreditfinansiering i samarbete med AB Svensk Exportkredit och Exportkreditnämnden till små och medelstora företag för att förbättra möjligheter till export. Energimyndigheten medverkar även i den svenska gröna investeringsfond som ska inrättas med medel från bland annat EU. Fonden ska bidra till att investeringar genomförs i tidiga faser i små och medelstora företag som har stor tillväxt-

potential och som arbetar med innovationer, produkter (varor och tjänster) och processer inom områden som bidrar till en minskad klimatpåverkan.

4.5 Samspel i energisystemet

4.5.1 Utmaningen

Det är viktigt med kunskap om hur energisystemets delar kan bli förnybara, effektiviseras, eller fungera flexibelt och robust. Sådan kunskap behöver kombineras med ökad förståelse för energisystemets marknader samt dess olika aktörer och deras agerande.

En viktig utmaning är att få till breda koalitioner som arbetar för ett gemensamt mål, samtidigt som det är viktigt med mångfald och konkurrens för att främja och testa olika tänkbara lösningar. Offentlig sektor, till exempel kommuner, kan spela en viktig roll i att driva förändring tillsammans med aktörer från akademi, näringsliv och civilt samhälle. Att söka sig utanför invanda mönster och vanor och samverka i nya konstellationer över samhällssektorer och/eller discipliner är en annan utmaning för finansiärer, utförare och användare i forsknings- och innovationsprocessen.

Det finns också en utmaning för beslutsfattare inom olika sektorer och på olika nivåer i samhället när det gäller att behandla komplexa och mångfacetterade frågeställningar i en föränderlig värld – där framtiden är oviss och det ofta handlar om att hantera flera tänkbara framtidsalternativ. Vad betyder det för elsystemets robusthet att kärnkraften fasas ut? Hur kan digitalisering och nya konsumtionsmönster påverka olika framtidsbilder? Hur kan hållbara livsstilar för olika faser i livet se ut? Vad kan vi lära av existerande konsumtionsvanor för att bättre forma styrmedel framåt?

Energisystemets komplexitet och inbördes relationer är viktiga att förstå. En svårighet är att styrmedel och mål för de olika delarna och sektorerna ibland kan leda till konflikter och oförutsedda konsekvenser i energisystemet som helhet.

En viktig knäckfråga för utvecklingen av ett hållbart energisystem är att använda samhällsvetenskap och humaniora i ökad utsträckning, eftersom dessa ger viktiga kunskapsbidrag och har en ofta underutnyttjad innovationspotential. Detta eftersom dessa forskningsinriktningar tar sin utgångspunkt i människan och hennes samspel med sin omgivning.

4.5.2 Energimyndigheten prioriterar följande forsknings- och innovationsbehov



Det finns ett behov av att studera energisystemet som helhet, samtidigt som systemperspektiv såväl tekniska, som samhällsvetenskapliga och humanistiska perspektiv också är viktiga inom de andra temaområdena. Utmaningen samspel i energisystemet rymmer insatser inom och mellan samtliga temaområden.

Ökad kunskap om energisystemets roll och funktionssätt, om samspel och målkonflikter mellan dess delar och helhet är viktigt för att förstå ett energisystem i förändring. Det finns behov av att analysera energisystemets utveckling tillsammans med andra samhällssektorer för att analysera hur det påverkar och påverkas av samhällsutvecklingen i stort. Inom energipolitiken är framåtblickande studier, modeller och olika slags scenarior viktiga hjälpmedel för att fatta beslut i en osäker framtid. Det finns ett behov av modellutveckling för att fånga in förändring och få gedigna kunskapsbaserade verktyg för ökad systemförståelse.

Kritisk forskning om mål och beslutsprocesser på internationell, nationell och lokal nivå kan utveckla beslutsfattande. Ökad kunskap om målkonflikter och synergier och de svåra avvägningar som leder fram till målformuleringar och styrmedel behövs för att bidra till effektivare styrning. Viktiga kunskaper finns att hämta för energisystemets förändring i jämförande studier (historiska såväl som studier av andra sektorer och system) och i kritiska analyser. Kunskap behövs om val av styrmedel samt om hur man kan implementera och kombinera styrmedel. Dessutom behövs kunskap om uppföljning av hur effektiva styrmedel är och i vilken grad de bidrar till måluppfyllelse. Det behövs även mera kunskap om styrmedel av mera horisontell och frivillig karaktär, som exempelvis frivillig miljömärkning, beställarnätverk och valarkitektur ("nudges").

Ytterligare forskning krävs för att förstå människors val, livsstilar, värderingar och agerande i relation till sin omgivning och energiomställningen. Såväl genusstudier som studier av olika subgrupper i samhället behövs, exempelvis studier över ungas val, livsstilar och vanor. Det finns ett ökat behov av att förstå och belysa vad som påverkar olika aktörers energi- och transportval och vanor (konsumtionsmönster, användarmönster och prosumenters mönster).



Det är viktigt att inom forskning och innovation arbeta proaktivt och strategiskt i internationella fora genom samarbete på både europeisk och global nivå (se även under kapitel 5.1.3). Nationsgränser överskrids på olika sätt och digitaliseringen kommer att skapa nya förutsättningar för hela samhället. Global omvärldsbevakning behövs som belyser energimarknadernas utveckling och geopolitiska förhållanden, långsiktiga trender och omvärldsförändringar, medias rapportering och opinionsbildning. Jämförelser med andra politikområden behövs också. Allt detta påverkar aktörerna i energisystemet, och förändrade roller skapar nya förutsättningar för omställningsprocesser.



Det behövs tester och demonstrationer av livsstilar, val och vanor tillsammans med integrerad infrastruktur för ökad helhetssyn på energisystemet. Vi behöver veta mera om och utvärdera konsumenters faktiska val med relevans för energi och klimat. Att uppmuntra och stödja bredd i lösningarna och bidra till mångfald och konkurrens är viktigt, liksom att analysera hinder och möjligheter för olika lösningar att implementeras och nå marknader. Det behövs även mötesplatser och gemensamma agendor mellan relevanta företrädare för offentlig sektor, näringsliv och forskning för att

samproducera ny kunskap och innovation och samverka för att implementera hållbara lösningar.



Det är viktigt att marknadernas aktörer, deras drivkrafter och incitament analyseras, liksom marknadernas spelregler och styrmedel. Hållbara affärsmodeller behöver utvecklas och testas.

Det behövs ökad kunskap om förändringsprocesser eftersom energisystemet står inför stora förändringar som det brådskar att förstå. Vidare behövs det ökat fokus på företagande och entreprenörskap, organisationskultur och beslutsfattande, arbetssätt och affärsmodeller i relation till energi.

5 Verkt yg för att möta utmaningarna

De nationella och globala energi- och klimatutmaningarna g r att vi behöver öka takten i att finna lösningar för ett hållbart energisystem. I detta kapitel redovisas Energimyndighetens uppfattning om verktyg och former för forskning och innovation som, tillsammans med Energimyndighetens  vriga verktyg,  r särskilt angelägna att kraftsamla kring för att m ta de fem övergripande utmaningarna som behöver antas för att nå ett hållbart energisystem.

De verktyg och former för forskning och innovation som presenteras tillgodoser de förändringar som anses nödvändiga för att m ta de utpekade övergripande utmaningarna om ett helt förnybart, flexibelt och robust energisystem, ett resurseffektivt samhälle, innovationer f r jobb och klimat samt samspel i energisystemet. I Kapitel 4 redogörs dessa utmaningar och de forsknings- och innovationsbehov som identifierats inom de nio temaområden som myndigheten organiserar sin forskning i: Allmänna energisystemstudier, Transportsystemet, Bioenergi, Industri, Byggnader i energisystemet, Elproduktion och elsystem, Hållbart samhälle, Affärsutveckling och kommersialisering samt Internationella samarbeten.

Energimyndigheten finansierar en portfölj av projekt med hög kvalitet och relevans som bidrar till omställningen till ett hållbart energisystem. Insatserna omfattar stora delar av innovationssystemet, grundforskning, tillämpad forskning och experimentell utveckling, demonstration, kommersialisering samt spridning av forskningsbaserad kunskap och resultat. En beskrivning av Energimyndighetens forsknings- och innovationsinsatser och vanliga former för hur s tsningarna organiseras presenteras i Energiforskningsläget, som publiceras i januari 2016. Se bilaga 1.

Myndigheten bedömer att det kommer att krävas ökade resurser för forskning och innovation för att tillgodose de ökade behoven av kunskap, kompetens samt lösningar för att m ta de utpekade utmaningarna och de ökade ambitionerna om att snabbare åstadkomma en omställning av energisystemet.

5.1  kade resurser för forskning och innovation inom energiområdet

Energimyndigheten konstaterar att:

-  kade resurser krävs för att möjliggöra utökade och intensifierade insatser nationellt och internationellt för att snabba upp kommersialisering och implementering av innovationer.

- Vi står inför stora och kraftigt ökande investeringsbehov globalt där svenskt näringsliv kan bidra med kompetens samt nya produkter och processer vilket i sin tur leder till arbetstillfällen.
- Energiforskningen har trots de stora samhällsutmaningarna på området inte ökat sin andel av de offentliga forskningsinsatserna under de senaste tio åren.

Energimyndigheten rekommenderar att:

- Insatserna för energiforskning och -innovation, som i dag ligger på ca 1,3 miljarder kronor, ökar till 1,76 miljarder kronor per år från 2017. Ökningen föreslås bli finansierad genom omfördelning av forskningsanslagen.
- Ökningen utgörs av:
 - 300 miljoner kronor som avser utökade och vidareutvecklade forskningsinsatser med tonvikt på tvärsektoriell och tvärvetenskaplig forskning och forskningsdemonstration,
 - 100 miljoner kronor samt en utökning av förvaltningsanslaget motsvarande tre tjänster för att intensifiera den internationella verksamheten,
 - 60 miljoner kronor för utökade insatser inom Strategiska innovationsområden (en ökning till 145 miljoner kronor från dagens 85 miljoner kronor).

5.1.1 Snabbare utveckling, spridning och användning av innovationer

Energimyndigheten kommer att utöka och vidareutveckla insatserna för att testa och demonstrera lösningar i verkliga eller verklighetstroga miljöer för att bidra till de övergripande utmaningarna som energisystemet står inför genom att:

- tillgodose behovet att underlätta för kommersialisering och implementering av lösningar för ett hållbart energisystem,
- stödja näringslivet, akademi och offentlig sektor i Sverige för att ta en framstående internationell position inom energiområdet,

Statliga insatser är i flera sammanhang avgörande för att kommersialisera och få ut nya produkter och processer på marknaden. Detta eftersom etablerade alternativ ofta har kortsiktiga kostnadsfördelar eller att risknivån bedöms som lägre för dessa. Kunder kan ha invanda beteenden eller sakna kunskap om nya alternativ.

Det kan ofta vara svårt för företag att hitta finansiering för att testa en första prototyp av någon ny produkt (vara eller tjänst) eller process. Stöd för demonstrationer kan vara avgörande i ett sådant skede. Energimyndigheten kommer att öka dessa insatser, liksom lägga tydlig vikt vid kommersialiseringsaspekter i demonstrationsprojekt.

Att testa och demonstrera teknik, system och samspelet mellan användare och styrmedel är ett viktigt steg för att nyttiggöra forskning, genom implementering

och kommersialisering av ny kunskap och nya produkter/system och tjänster. Utveckling, spridning och användning av innovationer skapar även goda möjligheter till jobb, tillväxt och export för Sverige.

Energimyndigheten har även utarbetat ett verktyg i form av en process för att facilitera innovationsupphandling, för att snabba på utveckling, spridning och användning av innovationer genom att arbeta med utmaningsdrivna innovationer tillsammans med offentliga aktörer. Energimyndigheten har för avsikt att arbeta mer med innovationsupphandling. Initialt väljs ett antal energirelaterade utmaningar ut och kommuner eller landsting som är lämpliga i förhållande till valda utmaningar engageras i arbetet.

Insatser inom området:

- Forskningsdemonstrationer, pilotanläggningar, demonstration i förkommersiell fas.
- Affärsutvecklingsstöd.
- Innovationsupphandling.

5.1.2 Tvärsektoriell och tvärvetenskaplig forskning och innovation

För att möta de övergripande utmaningarna med ett förnybart, robust och flexibelt samt resurseffektivt energisystem i en värld där de globala ekonomiska, politiska och ekologiska systemen bjuder på ett stort mått av osäkerhet behövs problemorienterade och tvärvetenskapliga förhållningssätt. Det kan innebära att olika typer av tekniska och naturvetenskapliga perspektiv och metoder kombineras med design, informations- och kommunikationsteknik samt samhälls- och beteendevetenskapliga perspektiv.

En problemorienterad och utmaningsdriven ansats ökar även behovet av humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning, som tar sin utgångspunkt i människan och hennes samspel med sin omgivning genom att exempelvis bidra med jämförelser i tid och rum, helhetssyn och kritisk analys.

Energimyndigheten kommer att öka och vidareutveckla tvärsektoriella och tvärvetenskapliga forsknings- och innovationsinsatser, där humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning inkluderas i ökad utsträckning.

Innovationer uppstår ofta i gränssytor mellan organisationer och aktörer men även i gränssytor mellan kunskapsområden. För att lösa gemensamma samhällsutmaningar och bidra till social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet behöver forskningen omfatta olika infallsvinklar och exempelvis knyta ihop olika ämnesdiscipliner för nya forskningsspår. Energimyndigheten ser det som viktigt att initiera nya och katalysera befintliga tvärvetenskapliga forskningsinsatser.

Insatser inom området:

- Initiera och katalysera nya och befintliga tvärvetenskapliga och tvärsektoriella forsknings- och innovationsinsatser.

- Ökade inslag av humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning i dessa satsningar.

5.1.3 Ökade internationella insatser

Sveriges forskning, utveckling och demonstration på energiområdet motsvarar en knapp procent av världens samlade satsningar. För att verka effektivt i en snabbt föränderlig värld och möta de övergripande utmaningar som det svenska energisystemet står inför samt bidra till de globala utmaningarna som är förknippade med klimatförändringar och ett uthålligt energisystem blir internationellt samarbete alltmer betydelsefullt. En utökning av multilaterala och bilaterala forskningssamarbeten kan ge väsentlig utväxling i form av kunskap och främjande vilket är nödvändigt för att hantera klimatfrågan. Internationellt samarbete på energiområdet bidrar också till att stärka och utveckla den svenska energi- och klimatpolitiken.

Energimyndighetens bedömning är att stärkta internationella insatser krävs för att möta de ökande behoven av internationellt forsknings- och tekniksamarbete. Energimyndigheten kommer att intensifiera den internationella verksamheten kopplat till forskning och innovation. En ökad internationell satsning är en förutsättning för att effektivisera forskningen genom att dela kunskap, samtidigt som internationellt samarbete inom tillämpade områden kan vara en språngbräda för svenska exportsatsningar. Internationella organisationer såsom EU och IEA ökar sina ambitioner för att underlätta och stödja internationellt samarbete (se bilaga 3).

I det nya ramprogrammet Horisont 2020 har EU utökat fokus på energiforskning och -innovation genom en ökning av de energiinriktade medlen. De europeiska investeringarna har därmed en potential att vara en betydande finansieringskälla för svenskt näringsliv, offentlig sektor, universitet och högskolor. För att utnyttja dessa internationella finansieringsmöjligheter på bästa sätt bör samordningen mellan svenska myndigheter och aktörer förstärkas och utvecklas i enlighet med det förslag som presenteras i det myndighetsgemensamma underlaget till forskningspropositionen [28].

EU-samarbetet har också nyligen omorganiserats i ett nytt sätt att arbeta med den uppdaterade SET-planen (Strategic Energy Technology Plan) vilket bland annat innebär att svensk energiforskning på ett bättre sätt kan utveckla synergier med EU:s inriktning.

Att bidra till export av grön innovation är en viktig del i Energimyndighetens strategi. Myndighetens bedömning är att internationella investeringar i koldioxidsnål teknik kommer att öka och att befintliga internationella samarbetsorganisationer erbjuder goda möjligheter för effektiva samarbeten. Detta ger också goda möjligheter till affärer för svenska miljöteknikföretag att expandera sin verksamhet. Det rör sig ofta om små och medelstora företag. Insatserna bör öka för att dessa företag i högre utsträckning ska nå tillväxtmarknaderna för att stödja konkurrenskraft och möjlighet till export av grön innovation. Internationalisering får ökad betydelse eftersom den stora marknaden för vissa

miljöteknikföretag ofta finns utanför Sverige, även om hemmamarknaden också är viktig som testmarknad.

Energimyndighetens samlade bedömning är att behoven ovan kommer att kräva ökade internationella insatser av Energimyndigheten varför Energimyndigheten äskar utökade resurser för en sådan ambitionshöjning.

Insatser inom området:

- Bilateral forskningssamarbeten med utvalda utomeuropeiska länder inklusive tillväxtmarknader.
- EU-samarbetet ska utökas för att utveckla bättre synergier med SET-planen.
- Utökad samordning med andra myndigheter för att bättre utnyttja den europeiska och internationella finansiering och samarbetsmöjligheterna.
- Utökning av främjandearbete och kapacitetshöjande insatser i utvecklingsländer i samverkan med andra myndigheter.

5.1.4 Samverkan och strategiska innovationsområden

Samverkan mellan offentlig sektor, näringsliv och akademi leder som visats tidigare till hög kvalitet och samhällsrelevans, och skapar synergier för spridning och implementering av ny kunskap samt nya produkter, processer och tjänster. Innovationer är så gott som alltid resultatet av samarbete mellan olika aktörer. De fem övergripande utmaningarna som identifierats för energiforskning och -innovation behöver adresseras genom tvärsektoriella och tvärvetenskapliga insatser inom och över temaområdena.

Kunskap om energisystemet är en förutsättning för en omställning. Behovet av kunskapsbärare mellan forskningsutförare och mellan forskningsutförare och det övriga samhället är stort. Interaktion och dialog är, liksom personrörlighet mellan olika sektorer och discipliner, nödvändig för ett ökat utbyte och samproduktion av idéer och resultat. Energimyndigheten har en viktig roll i energisystemet som finansiär med hög kompetens som utgör en nod mellan akademi, näringsliv och det övriga samhället. Energimyndigheten arbetar aktivt med programsatser och samverkansformer av olika slag, där samverkan med olika branscher och näringslivsrepresentanter ingår. Samfinansiering och samverkan kommer även i fortsättningen att vara viktiga i främjandet av nytänkande och innovation.

Sådana insatser förstärks ytterligare genom samverkan mellan forskningsfinansiärer genom att programmen kan bidra till kraftsamling och användande av befintliga resurser. I enlighet med budskapet i det gemensamma underlaget från forskningsfinansiärerna anser Energimyndigheten att det pågående samarbetet mellan myndigheterna ska utvecklas ytterligare. Energimyndigheten vill öka satsningarna på Strategiska innovationsområden (SIO), i samverkan med Vinnova och Formas för att bättre tackla områden som griper över myndigheternas ansvarsområden och kräver en bred aktörskonstellation.

Energimyndigheten samarbetar redan idag med ett stort antal myndigheter. Exempel på samarbeten är det med Vetenskapsrådet vad gäller riktad grundforskning inom energiområdet. Ett annat tydligt myndighetssamarbete är Fordonsstrategisk Forskning och Innovation (FFI). Det är ett samarbete mellan staten (Energimyndigheten, Trafikverket och Vinnova) och fordonsindustrin om gemensam finansiering av forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena klimat, miljö samt säkerhet.

Energimyndigheten vill fortsätta utveckla samarbetet mellan svenska offentliga forskningsfinansierande myndigheter för att på ett resurseffektivt sätt kunna ta sig an bredare tvärsektoriella och tvärvetenskapliga forskningsområden och undvika att tvärgående viktiga utmaningar faller mellan stolarna eller får onödigt överlapp. Som exempel på sådana områden kan nämnas stads- och samhällsplanering, energimarknad och infrastruktur, miljöeffekter, samt bioekonomi och biomassaressursen.

Insatser inom området

- Energimyndigheten ska fortsätta fungera som en brygga mellan akademi, näringsliv, offentlig sektor och civilsamhälle.
- Energimyndigheten ska fortsätta främja kunskapsutbyten och rörlighet mellan akademi, näringsliv och offentlig sektor.
- Energimyndigheten ska fortsätta arbeta med olika samverkansformer för att säkerställa relevans och kvalitet, samt öka satsningarna på Strategiska innovationsområden.
- Energimyndigheten ska utveckla samarbetet med andra forskningsfinansierande myndigheter kring gemensamma utmaningar.

5.2 Genomförande av forskningsstrategin

Energimyndigheten konstaterar att:

- Det krävs en helhetssyn på energisystemet, dess aktörer och spelregler för omställningen till ett hållbart energisystem. Det krävs också en god samverkan mellan energisystemets aktörer för att länka energiforskningen och energisystemets utveckling till samhällets och näringslivets utveckling.

Energimyndigheten rekommenderar att:

- Forskning och innovation på energiområdet även fortsättningsvis bör genomföras som en strategisk, samlad insats som spänner över hela innovationssystemet för att komplettera övriga energipolitiska insatser och styrmedel, i syfte att bidra till de energi- och klimatpolitiska målen.
- Den forskningsstrategi som Energimyndigheten tagit fram ska användas för styrning av forskning och innovation på energiområdet under åren 2017–2020.
- Ett ökat samarbete sker mellan Energimyndigheten och Regeringskansliet kring utformningen av förordningar och regelverk som ökar myndighetens

möjlighet att ge stöd till innovativa företags väg till en kommersiell framgång, både nationellt och internationellt.

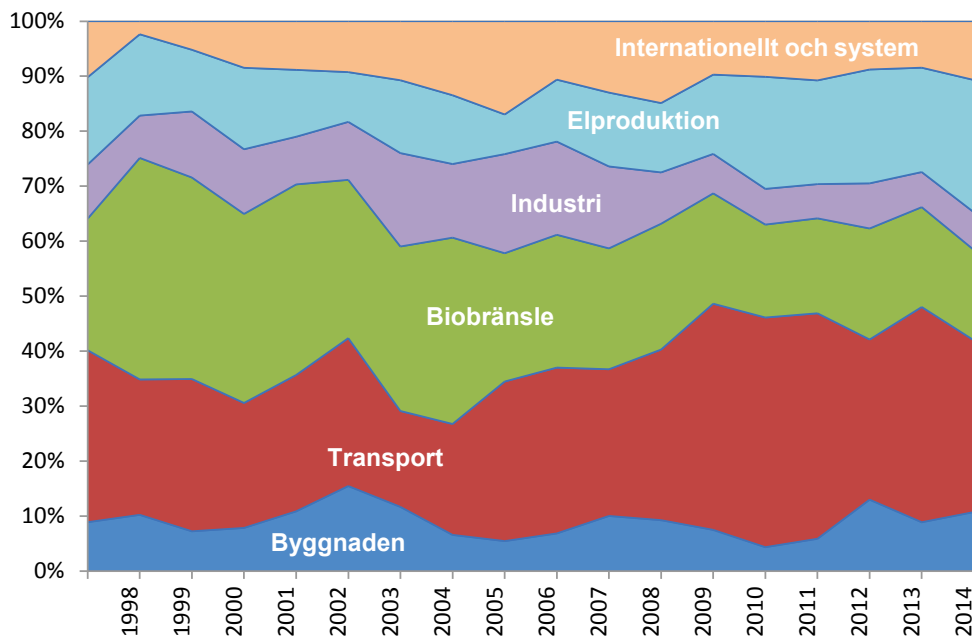
5.2.1 Energimyndighetens strategiska process

Energimyndighetens strategiarbete genomförs regelbundet och utvecklas fortlöpande. Hörnstenar i arbetet är dialog och samverkan med innovationssystemets aktörer utifrån energi- och klimatpolitikens mål.

Omvärlden förändras ständigt och utvecklingstakten är mycket hög inom vissa områden. Samtidigt behöver forskningsinsatser drivas med ett långsiktigt perspektiv. En förutsättning för att kunna möta detta är att ha robusta men ändå flexibla strategier. Strategiarbetet involverar ett stort antal medarbetare inom Energimyndigheten och bedrivs på flera nivåer. Strategierna ska i slutändan kunna tjäna som beslutsunderlag för olika forskningsinsatser. Huvudinriktningar pekas ut liksom bevakningsområden. Även lågprioriterade områden tydliggörs.

I arbetet används underlag från en mängd olika rapporter, utvärderingar och analyser [29] [30]. Bland inspelen ingår rapporterna från temaområdenas utvecklingsplattformar som består av sammanlagt ett 90-tal representanter för samhällets olika delar (näringsliv, offentlig sektor och akademi). Utvecklingsplattformarna levererar rådgivande underlag till Energimyndigheten som finns bifogade till denna rapport.

Figur 6. Energiforskningens procentuella fördelning på olika forskningsområden under åren 1998 till 2014.



Strategierna ses över återkommande för att säkerställa att inriktningen är fortsatt relevant. Denna arbetsmetodik har lett till ständiga förändringar i energiforskningsanslagets fördelning. Exempelvis har andelen som satsas på

bioenergi sjunkit från 40 till 16 procentenheter i takt med att potentialen för kraftvärme byggts ut. Samtidigt har transportforskningen fått ett ökat fokus i takt med ökade ambitioner för en fossilfri fordonsflotta 2030 (Figur 6).

Energimyndigheten följer löpande upp och utvecklar strategiprocessen för att ytterligare förbättra arbetet. I arbetet med att ta fram strategier för 2017–2020 har exempelvis uppföljning av tidigare arbetsprocesser utmynnat i att ambitionerna i strategiarbetet ökat vad gäller internationella prioriteringar och omvärldsanalyser. Samtidigt har tvärgående teman som löper över flera temaområden fått ett ökat fokus i arbetet. Detta har fått konkreta utfall i strategin för 2017–2020 i form av fler tvärgående temaområden för att bättre fånga upp viktiga behov som ligger mellan temaområden. För närmare beskrivning av processen för framtagandet av strategierna i den här rapporten se bilaga 2.

Energimyndigheten har en organisation för att kunna möta utmaningarna och behoven inom de olika temaområdena. I enlighet med kapitel 4 så kommer utmaningarna att ställa än högre krav på samverkan mellan de olika temaområdena. Som svar på detta har myndigheten inrättat funktioner för de tvärgående områdena: samhälle, demonstration, internationella samarbeten, samt Allmänna energisystemstudier.

Utmaningsdriven strategisk forskning i samverkan med näringsliv, offentlig sektor och universitet och högskolor stärker Sveriges konkurrenskraft och position som forskningsnation.

Energimyndigheten har en viktig roll när det gäller att bygga upp kompetens om energisystemet, med koppling till de områden som pekats ut i föregående kapitel.

5.2.2 En projektportfölj som möter forskningsstrategin

Energimyndigheten har ansvar för hela innovationssystemet och har bred kompetens med en helhetssyn på energisystemet. Målet är att fördela insatserna där de ger störst nytta för att nå de övergripande målen för energiforskning och -innovation. Den forskningsstrategi som tagits fram kommer myndigheten att använda för styrning av forsknings- och innovationsinsatser. De fem utmaningarna ger Energimyndigheten möjlighet att arbeta mera funktionellt utifrån en helhetssyn där portföljrelevans är ett aktivt verktyg. Både vid konkretisering av forsknings- och innovationsinsatser där de gör störst nytta för energiforskningens mål och vid uppföljning av dessa insatser.

Sammantaget medför detta portföljtänkande att myndigheten har goda förutsättningar att fördela tillgängliga medel efter behoven kopplade till utmaningar och mål, samt erbjuda rätt finansiering för ett forskningsområde beroende på vilken utvecklingsfas området befinner sig i.

Utvecklingen av ett hållbart energisystem kräver både stegvis och radikal innovation, samt både kortsiktiga och mer långsiktiga forskningsinsatser. Energimyndigheten stödjer insatser över hela dessa skalor, men de insatser som avser marknadsnära aktiviteter kräver en högre grad av samfinansiering än insatser av grundforskningskaraktär.

Energimyndigheten kommer att fortsätta att premiera såväl forskning med akademisk excellens som marknadsnära insatser med hög kvalitet och relevans. Det ligger i forskningens natur att det inte i förväg går att veta exakt vilka resultat man kommer landa i. Forskning med hög akademisk excellens leder till många positiva indirekta effekter, som hög kompetens hos doktorander som kan gå vidare till andra arbeten, och möjliga spin-off-upptäckter. Marknadsnära utveckling behövs eftersom hindren ofta är stora för särskilt småföretag att nå ut med sina produkter.

Forskningsstrategin som presenteras i denna rapport lyfter upp en mängd angelägna insatsområden. Mycket görs redan i dag inom det befintliga energiforskningsprogrammet, men det behövs också fler och vidareutvecklade insatser. Samtidigt finns det också möjligheter till nedprioriteringar. Det gäller framförallt insatser där Energimyndigheten bedömer att risken för utföraren är relativt låg och att insatserna är så marknadsnära att utföraren bör ta ett större ansvar för utvecklingen själv.

För att bedöma en enskild ansökans potentiella bidrag till måluppfyllelse i relation till övriga potentiella insatser använder Energimyndigheten kriterier för prioritering. Kriterierna bidrar även till en transparent redovisning av Energimyndighetens avgränsningar inom forsknings- och innovationsuppdraget, både mot utförare och mot uppdragsgivaren. Dessa justeras över tid för att möta omvärldens behov och målformuleringar. De övergripande kriterier för prioritering som myndigheten kommer använda sig av är:

- **Omställningspotential för energisystemet**, alltså potential att bidra till målen för forskning och innovation på energiområdet [1] och de fem utmaningar som Energimyndigheten pekat ut.
- **Vetenskaplig excellens och innovationshöjd**, nyhetsvärde och vetenskaplig och/eller innovativ kvalitet. Ju närmare marknad/implementering en satsning befinner sig, desto närmare kopplas detta kriterium till resonemang om innovativ kvalitet och genomförbarhet.
- **Genomförande**. Är det rätt konstellation av aktörer/parter för att genomföra satsningen? En riskanalys av exempelvis den ekonomiska situationen av samverkande parter genomförs, liksom en analys av de ingående parternas respektive kompetens i relation till satsningens syfte.
- **Nyttiggörande och spridning**, uppbyggnad/bevarande av kunskapsmiljöer och kompetens samt spridning av kunskap och kompetens på olika sätt. Potential för kommersialisering av nya produkter i form av varor och tjänster samt processer och tjänster i Sverige och utomlands. Potential för tillämpning och implementering av produkter, processer, tjänster och kunskap för ett hållbart energisystem i Sverige och utomlands.
- **Portföljrelevans** innebär i korthet att myndighetens portfölj av insatser för forskning och innovation följer en effektlogik där de sammansatta insatserna möter upp samtliga av de fem utpekade utmaningarna. Samt där insatserna

inom respektive (del)område innehåller en väl avvägd samling insatser i förhållande till den strategiska ambitionen för det aktuella behovsområdet och för de övergripande målen som helhet (t.ex. avseende satsningar med lång respektive kort tidshorisont, samt satsningar med högre respektive lägre risktagande).

- För **internationella insatser** finns särskilda kriterier framtagna i dialog mellan Regeringskansliet och Energimyndigheten för att säkerställa att satsningarna är målinriktade. I dessa kriterier ligger även att en potentiell insats ska samspela med Energimyndighetens forskningsstrategi.

5.2.3 Statsstödsreglerna behöver anpassas för proaktiva insatser

Myndigheten efterfrågar ett mer proaktivt arbete med forskningsförordningen och gruppundantagsförordningen så att dessa i ännu högre grad överensstämmer med företagets behov och kan öka myndighetens möjligheter att ge stöd till innovativa företags väg till marknaden.

Energimyndigheten bör få större möjligheter att stödja företag i hela den fas där privata finansiärer fortfarande upplever för stor risk. Det handlar om att kunna ge en stöd till att arbeta med det som är marknadsfokuserad utveckling. Dels från tidig fas då den experimentella utvecklingen fortfarande pågår, men även i den fas där teknikutvecklingen är så gott som slutförd, men där man ännu inte har nått kommersiell framgång.

Många företag inom energiområdet har inte Sverige som första eller största marknad. Därför bör stöd till exportrelaterad verksamhet ses över inom energiområdet. Med uppdraget att innovationer ska nå och utvecklas på en kommersiell marknad i Sverige, såväl som på andra marknader, följer naturligt att företagets ambitioner måste vara att nå en marknad utanför Sveriges gränser.

Det handlar också om att se över statsstödsreglerna i de sammanhang där de i dag kan medföra hinder för centrala offentliga aktörers medverkan. Forskning inom stadsplanering har exempelvis behov av samverkan med bl.a. stadsplanerare och miljöstrateger i städer och kommuner. Men eftersom deras medverkan i dagsläget inte alltid kan räknas som medfinansiering (räknas som statsstöd) kan det verka hindrande på dessa aktörers möjligheter att bidra i projekt då de, i likhet med privata partners, har behov av stöd för att våga satsa på utvecklingsprojekt förknippade med de risker och osäkerheter som finns med nya lösningar.

Ett mer proaktivt förhållningsätt eftersträvas när det gäller nya regler och förordningar inom energiområdet. Ett ökat samarbete behövs mellan Energimyndigheten och Regeringskansliet kring utformningen av förordningar och regelverk som ökar myndighetens möjlighet att ge stöd till innovativa företags väg till en kommersiell framgång, både nationellt och internationellt.

5.3 Fokus på resultat och effekter

Energimyndigheten konstaterar att:

- Svensk energiforskning och -innovation håller hög kvalitet, både nationellt och internationellt.
- Energiforskning i samverkan med andra styrmedel för ett hållbart energisystem bidrar till nytta i samhället genom kunskapsspridning, teknik- och samhällsutveckling samt genom att innovationer når marknaden. Energimyndigheten konstaterar också att det krävs ett aktivt arbete för att resultat från forsknings- och innovationsinsatserna ska komma till nytta.
- Uppföljning och utvärdering är en viktig del i myndighetens strategiska arbete. Det är också ett prioriterat område där Energimyndigheten har intensifierat sitt arbete och har inrättat en funktion som ska utveckla och intensifiera arbetet med uppföljning och utvärdering av forsknings- och innovationsinsatser.

5.3.1 Forskning och innovation bidrar till långsiktiga samhällsförändringar

Sett utifrån ett samhällsperspektiv är det viktigt att följa upp effekterna av FoI-satsningar i samhället, på marknaden och inom energisystemet. Effekter [31] kan vara svåra att fånga upp och härleda, och oftast uppstår de först på lång sikt (efter 10–20 år, ibland längre tid). Effekter kan även röra flera parallella områden och ibland uppstår oväntade effekter.

För de satsningar som Energimyndigheten finansierar är målformuleringar som kopplar till de energi- och klimatpolitiska målen viktiga, som ökad energieffektivisering (kWh), ökad andel förnybar energi och/eller minskade utsläpp av växthusgaser. Ett sätt att på en övergripande nivå följa utvecklingen av exempelvis energieffektivisering inom industrisektorn (och därmed minskade utsläpp av växthusgaser) är att utgå från Energimyndighetens energiindikatorer [32]. Utifrån utvecklingen av dessa indikatorer går det att dra slutsatser angående utvecklingen över tid. Denna utveckling kan sedan utgöra underlag för analys av hur exempelvis FoI-insatserna inom området och dessas resultat bidragit över tid och kanske framförallt hur forskning framöver ska bidra.

Ett annat viktigt målområde rör effekter som avser de svenska företagens konkurrenskraft samt sysselsättning och tillväxt i samhället. Energimyndighetens satsningar på forskning och innovation ger både direkta och indirekta effekter genom stöd till introduktion, utveckling och tillämpning av ny teknik samt genom att stärka den tekniska kompetensen i den svenska industrin, vilket bland annat manifesterats i en studie av industriella effekter av deltagande i det svenska kompetenscentrumprogrammet där Energimyndigheten varit en av finansiärerna [33]. På det sättet stärks även de viktiga länkarna i det nationella innovationssystemet mellan akademiska forskargrupper, industriell FoU och aktörer i den offentliga sektorn. De olika typer av effekter som påvisas i studien är:

- Direkta effekter i industrin, genom omedelbart användbar output.
- Direkta effekter genom beteendeeffekt, inklusive skapande av kunskapsnätverk.
- Ekonomiska effekter i deltagande företag.
- Ekonomisk utveckling i små och medelstora företag, vilka deltagit i programmet.
- Indirekta effekter genom tillskott till företagens interna resurser.
- Spridningseffekter från programdeltagare till övriga aktörer.
- Indirekta effekter på företag, via universitetssystemet.

Effektanalys på fordonsområdet [34]

Under 2015 har en effektanalys som baserades på sex fallstudier genomförts på transportområdet, här är ett urval av resultaten:

Satsningarna rörande miljövänliga och energieffektiva fordon har varit framgångsrika och lett till teknikutveckling som kommersialiserats och implementerats.

- Energimyndighetens stöd har lett till att företagen kunnat ägna mer tid till innovationsarbetet vilket inneburit att de tagit större risker och genomfört projekt som annars inte skulle kommit till stånd.
- Satsningen har bidragit till att kommunikationen mellan universitet och högskolor och näringslivet har utvecklats och att de nu naturligt söker samarbete med varandra.
- Energimyndighetens långsiktiga satsningar kombinerat med en mångfald av finansieringsformer i form av programsatsningar, centrumsatsningar och enskilda projekt har skapat etablerade och förtroendefulla samarbeten mellan forskare och näringsliv.
- Energimyndighetens stöd var avgörande för att behålla företagsinterna utvecklingsinsatser i Sverige och få igång produktionen av den färdiga innovationen.

5.3.2 Fortsatta utvecklingsbehov för ökat lärande

Energimyndigheten kommer att genomföra systematiska effektanalyser över temaområden eller delområden för att bättre förstå forsknings- och innovationssatsningarnas betydelse i ett 10–20-årigt perspektiv.

Energimyndigheten ser det som ett viktigt utvecklingsarbete att kartlägga genusaspekter i energisystemets omställning.

Myndigheten har under 2015 etablerat en funktion för utvärdering och uppföljning. Syftet är att utforma en myndighetsgemensamma kriterier för urval av

projekt eller insatser, samt att utveckla och intensifiera arbetet med uppföljning, utvärdering och effektanalys.

I detta arbete kommer också statistikutveckling, studier av teknologiska innovationssystem (TIS), samhällsekonomisk analys, samt kvalitativ och kvantitativ metodologi, jämställdhetsperspektiv för att följa upp och utvärdera olika satsningar att ingå.

Arbetet ska leda till en systematisk insamling, analys och förståelse av empiriska data om verksamheten samt dess resultat och effekt, samt till att myndighetens projektportfölj utvärderas som en helhet.

En ändamålsenligt fungerande funktion för utvärdering och uppföljning skapar ett betydande mervärde genom att grunderna läggs för:

- att på ett bättre sätt kunna beskriva, förstå och besvara frågor om verksamheten och vad som kännetecknar den.
- att mer framgångsrikt kunna kommunicera vad verksamheten leder till, i form av resultat och effekt.
- ett bättre underlag som input i egna och andras besluts- och policyprocesser.
- bättre måluppfyllelse och ökad kostnadseffektivitet.

Litteraturförteckning

- [1] "Proposition 12/13:21 Forskning och innovation för ett långsiktigt hållbart energisystem".
 - [2] Tillväxtanalys, "Prioriteringsprocesser för offentlig forskning och innovation inom energiområdet - en internationell utblick Dnr 2013/164," Tillväxtanalys, 2014.
 - [3] B.-Å. Lundvall, "Product Innovation and user- Producer Interaction," Aalborg: Aalborg University Press, 1985.
 - [4] IEA, International Energy Agency, "Energy Technology Perspectives 2015 - Mobilising innovation to accelerate climate action," International Energy Agency, 2015.
 - [5] Regeringen, "regeringen.se," 30 11 2015. [Online]. Available: <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2015/11/sverige-fordubblar-forskning-och-innovation-for-ren-energiteknik/>. [Använd 04 12 2015].
 - [6] Working group II, "Summary for policymakers, Impacts, Adaptation and Vulnerability," IPCC, Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge, 2014.
 - [7] "www.energinet.dk," 30 04 2015. [Online]. Available: <http://www.energinet.dk/DA/KLIMA-OG-MILJOE/Miljoerapportering/Termisk-produktion/Sider/Termisk-produktion.aspx>. [Använd 04 12 2015].
 - [8] C. Morris och M. Pehnt, "Energy transition Key findings," Heinrich Böll foundation, 2015.
 - [9] S. o. utredningar, "Planera för effekt! Slutbetänkande från Samordningsrådet för smarta elnät," Stockholm, 2014:84.
 - [10] E. rådet, "http://www.consilium.europa.eu/sv/policies/energy-union/," 11 06 2015. [Online]. [Använd 09 12 2015].
 - [11] Swerea AB, "Framtidens Industri," Swerea AB , Kista, 2015.
 - [12] Regeringskansliet, "Sveriges exportstrategi," Sveriges regering, Stockholm, 2015.
 - [13] Riksrevisionen, "Svensk klimatforskning, vad kostar den och vad har den gett?," Riksrevisionen, 2012.
 - [14] A. v. d. Slot och Berg, "Clean economy, Living planet. The race to the top of the global clean tech market.," WWF, 2012.
 - [15] M. Parad, "The global clean tech innovation Index," WWF, 2014.
 - [16] IPCC, "Summary for policy makers," i *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 2014.
 - [17] "Europeiska unionens råd," Bryssel, 30 oktober 2009.
 - [18] Regeringen, "regeringen.se," 26 06 2015. [Online]. Available:
-

- <http://www.regeringen.se/debattartiklar/2015/06/asa-romson-och-ibrahim-baylan-vi-siktar-pa-100-procent-fornybart/>. [Använd 04 12 2015].
- [19] Statens offentliga utredningar, "Fossilfrihet på väg," SoU 2013:84, Stockholm, 2013.
 - [20] "Metautvärdering av utvärderingar genomförda på Energimyndighetens uppdrag 2000-2012," Faugerts & Co Technopolis Group, Stockholm, 2013.
 - [21] Vetenskapsrådet, "Rapport från pilotstudie 2. Bibliometrisk effekter av Vetenskapsrådets finansiering," Dnr 351-2014-7356, Stockholm, 2015.
 - [22] M. Perkmann, Z. King och S. Pavelin, "Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry," *Research policy*, vol. 40, pp. 539-552, 2011.
 - [23] P. V. Eugenia, H. Tomas, F. Niklas, H. Hans och M. Stefan, "Universitets och högskolors samverkansmönster och dess effekter," Vinnova, 2014:09.
 - [24] Riksrevisionen, "Statens insatser för riskkapitalförsörjningen - i senaste laget," Riksrevisionen 2014:1, Stockholm, 2014.
 - [25] U. Canter och S. Kösters, "Public R&D support for newly founded firms – effects on patent activity and employment growth," *Journal of Innovation Economics and Management*, vol. 1, nr 16, pp. 7-37, 2015.
 - [26] State of the Energy Union, "Country factsheet Sweden," *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK*, p. 13, 18 November 2015.
 - [27] Energimyndigheten, "Ökad tillväxt inom miljöteknik," Energimyndigheten 2011:07, Eskilstuna, 2011:07.
 - [28] Energimyndigheten, Vetenskapsrådet, Vinnova, Forte, Formas och Rymdstyrelsen, "Analys och förslag till regeringens forsknings och innovationsproposition," Vetenskapsrådet, 2015.
 - [29] Energimyndigheten, "Teknologiska innovationssystem inom energiområdet. En praktisk vägledning till identifiering av systemsvagheter som motiverar särskilda politiska åtaganden. 2014:23," Energimyndigheten, 2014.
 - [30] Energimyndigheten, "Vägval och utmaningar för energisystemet 2015:10," Energimyndigheten, 2015.
 - [31] Energimyndigheten, "Indikatorer för FoI," Energimyndigheten 2013:30, 2015.
 - [32] Energimyndigheten, "Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål," Energimyndigheten 2012:20, 2012.
 - [33] P. Stern, E. Arnold, M. Carlberg, T. Fridholm, C. Rosenberg och M. Terrell, "Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres," Vinnova 2013:10, 2013.
 - [34] Faugert & Co Utvärderings AB, Technopolis Group, "Effektanalys av forskning finansierad av Energimyndigheten inom fordonsområdet," Faugert & Co Utvärderings AB, Technopolis Group, 2015.

- [35] ”Bråttom med insatser för en hållbar energiomställning,” Energimyndigheten, 2015.
- [36] Formas, ”Forsknings-, och innovationsstrategi för en biobaserad samhällsekonomi,” Formas R2:2012, 2012.
- [37] A. Kaiser och P. Blomqvist, ”Stora tekniska system. En introduktion till forskningsfältet,” i *Den konstruerade världen. Tekniska system i historiskt perspektiv.*, Eslöv, Brutus Östlings Bokförlag, 2007, pp. 19-43.

Bilaga 1. Urval ur kommande Energiforskningsläget

Insatser inom energiforskningsprogrammet och dess nyttor och resultat presenteras i Energiforskningsläget ET2015:16, som publiceras i januari 2016. Den publikationen kommer att innehålla en redovisning från vart och ett av de åtta områdena som Energimyndighetens insatser på forskning och innovation var organiserade i under åren 2013–2015. Den 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.

Fram tills att Energiforskningsläget är publicerad i tryckt form finns ett urval av innehållet i den samlat i pdf-filen ”Urval ur kommande Energiforskningsläget” på Energimyndighetens webbplats, se www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/fokus/

Bilaga 2. Strategiprocessen

Bakgrund och syfte med strategiprocessen

Fokus är benämningen på Energimyndighetens arbetsmetod för att ta fram strategier och prioriteringar för FoI-insatserna. Processen har genomförts i flera omgångar sedan 2004 och skapat underlag för Energimyndighetens strategiska prioriteringar för forskning och innovation på energiområdet, samt för de energiforskningspropositioner som lagts fram.

Arbetet med den senaste strategiprocessen initierades i mitten av 2013 och utmynnade 2015 i Energimyndighetens strategiska prioriteringar för forsknings- och innovationsbehov för perioden 2017–2020, vilka presenteras i rapporten ”Helhetssyn är nyckeln”.

Energimyndighetens strategiarbete genomförs regelbundet och utvecklas fortlöpande. Hörnstenar i arbetet är dialog och samverkan med innovationssystemets aktörer, både från akademien, näringslivet, myndigheter och annan offentlig verksamhet, utifrån energi- och klimatpolitikens mål.

Strategiarbetet involverar ett stort antal medarbetare inom Energimyndigheten och bedrivs på flera nivåer. I Fokus-processen tas övergripande inriktningar för de strategiska prioriteringarna fram och sammanställs. Med utgångspunkt i dessa tar Energimyndigheten sedan kontinuerligt fram områdesspecifika strategier och identifierar behov av forskningsinsatser.

Arbetet följer en metod för att se till att förslaget är både robust och förankrat i en omvärldskontext. Processen fram till det färdiga förslaget baserades på ett stort antal underlag som olika rapporter, utvärderingar och analyser som bearbetats av grupper inom Energimyndighetens nio olika temaområden.

Externt rådgivande underlag – UP rapporterna

Bland inspelen till strategiprocessen ingår rapporterna från utvecklingsplattformar (UP). UP är ett verktyg för myndigheten att samverka med samhällets aktörer i arbetet med att ta fram strategiska prioriteringar för forskning och innovation. Det finns sex plattformar: Allmänna energisystemstudier, Byggnader i energisystemet, Energiintensiv industri, Kraftsystemet, Transportsystemet, samt Bränslebaserade energisystem.

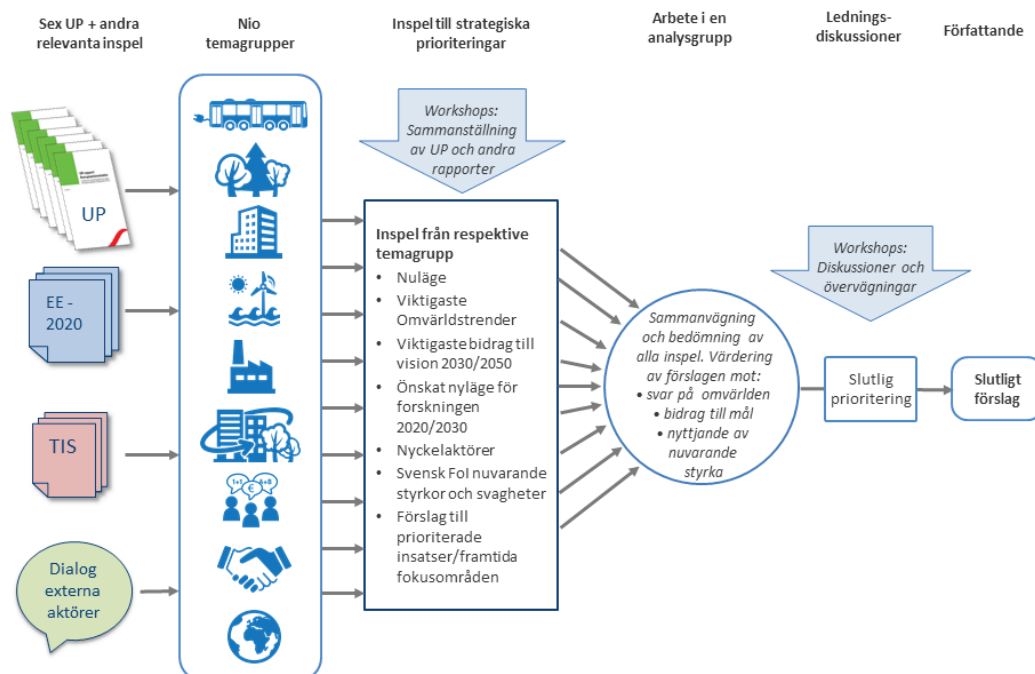
I stora drag har UP-arbetet utgjorts av att respektive plattform har skrivit en rapport där förslag på visioner, mål och prioriteringar för området formulerats. Dessa har sedan lämnats in till myndigheten som rådgivande underlag. Sammanlagt består UP av ett 90-tal representanter för samhällets olika delar (näringsliv, offentlig sektor och akademi).

Uppdaterade arbetsformer för Fokus-processen

Arbetsformer för myndighetens strategiarbete har successivt utvecklats under tidigare etapper av Fokus-processen. Inför den senaste omgången lät Energimyndigheten utvärdera tidigare omgångar av processen. Från denna utvärdering som genomfördes av Faugert AB och inrapporterades 2014 framgår det att processen har fungerat väl i förhållande till de mål den varit ägnad att uppnå och i relativt hög utsträckning tillgodosett de behov den är tänkt att möta. Processen justerades även i linje med vissa rekommendationer från utvärderingen. Energimyndighetens strategiprocess framstår även vid en internationell jämförelse som Tillväxtanalys genomfört som väl genomtänkt, öppen och välorganiserad.

Metodik för myndighetens interna strategiprocess

Grupperna inom respektive temaområde fick i uppdrag att peka ut de forsknings- och utvecklingsbehov som var mest centrala för att möta Energimyndighetens mål. Det resulterade i att ett antal centrala frågeställningar besvarades i syfte att komma med förslag på strategiska prioriteringar för området (se figur 1). Inspelen sammanställdes sedan av en analysgrupp som i dialog med Energimyndighetens ledningsgrupp tog fram ett sammanvägt förslag. För att skapa möjlighet till dialog, nytänkande och en bredare förankring och engagemang för strategin över hela myndigheten genomfördes ett antal workshops både i arbetet inom respektive temaområdesgrupp och i övergripande grupperingar.



Figur 1. Övergripande beskrivning av strategiprocessen

Metoden som användes för att ta fram en robust strategi för energiområdets forsknings- och innovationsbehov baserades på att föreslagna strategier/områden prövades mot:

- Vad **bör** göras utifrån omvärldsutvecklingen och dess framtida utmaningar och möjligheter?
- Vad **vill** uppdragsgivaren åstadkomma med övergripande mål och syfte?
- Vad **kan** vi göra som bäst utnyttjar dagens styrkor och kompetenser?

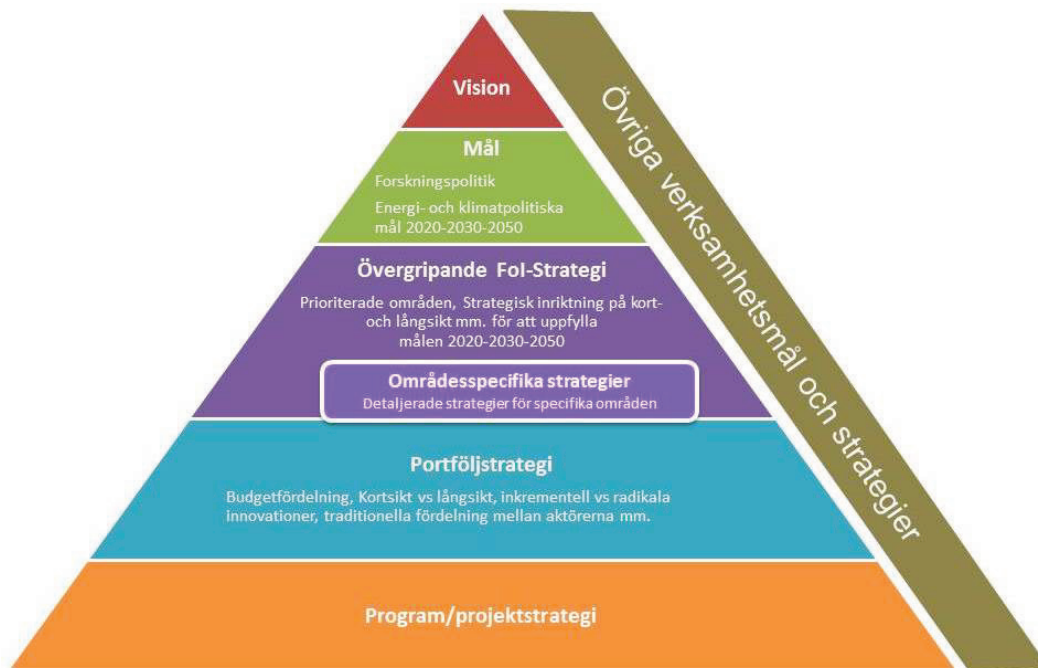
I processen analyserades sedan vilka strategiska förflyttningar som ansågs nödvändiga för att bidra till de energi- och klimatpolitiska målen, samt målen för energiforskningen.

För varje temaområde analyserades sedan vilka forskningsbehov som var mest nödvändiga för att möta de utpekade utmaningarna. Därefter har Energimyndigheten skrivit en egen samlad rapport med strategier, visioner, mål och prioriteringar för energiforskningens inriktning, se figur 2.

Intern prioritering av identifierade behov

För att säkerställa att myndighetens samlade insatser inom forskning och innovation möter upp mot den övergripande strategin och målen tillämpas en portföljstrategi. Det innebär i korthet att myndighetens portfölj av insatser för forskning och innovation följer en effektlogik, där de sammansatta insatserna möter samtliga utpekade behovsområden i den övergripande strategin och de övergripande målen för forskning och innovation på energiområdet.

Samt att insatserna inom respektive (del)område innehåller en väl avvägd samling insatser i förhållande till den strategiska ambitionen för det aktuella behovsområdet och för de övergripande målen som helhet (t.ex. satsningar med lång respektive kort tidshorisont, samt satsningar med högre respektive lägre risktagande).



Figur 2. Hierarki för Energimyndighetens mål och strategier.

I praktiken genomförs prioriteringen och fördelningen av medel mellan de olika områdena genom att Energimyndigheten beskriver vilka behov av insatser och medel de ser framför sig för respektive område i verksamhetsplaneringen för kommande år.

Detta leder slutligen till själva genomförandet av konkreta program och projekt som bidrar till visionen om ett hållbart energisystem.

Bilaga 3. Bråttom med insatser för en hållbar energiomställning

Redovisning av uppdrag att utarbeta underlag inför kommande beslut om forskning och innovation. Underlaget finns på Energimyndighetens webbplats:

<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/nyheter/2015/brattom-med-insatser-for-en-hallbar-energiomställning.pdf>

Uppdrag M2015/1172/Ee till Energimyndigheten från Regeringskansliet.

Bilaga 4–9. UP-rapporter

Utvecklingsplattformarnas rådgivande underlagsrapporter är en del av det underlag som bidragit till processen och arbetet med att ta fram myndighetens egen strategi för forskning och innovation på energiområdet i rapporten *Helhetssyn är nyckeln*. De återfinns i Energimyndighetens webbshop.

ER 2015:23 UP-rapport Allmänna energisystemstudier Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Allmänna energisystemstudier till Energimyndighetens FOKUS-process

ER 2015:24 UP-rapport Transportsystemet Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Transportsystemet till Energimyndighetens FOKUS-process

ER 2015:25 UP-rapport Kraftsystemet Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Kraftsystemet till Energimyndighetens FOKUS-process

ER 2015:26 UP-rapport Byggnader i energisystemet Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Byggnader i energisystemet till Energimyndighetens FOKUS-process

ER 2015:27 UP-rapport Bränslebaserade energisystem Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Bränslebaserade energisystem till Energimyndighetens FOKUS-process

ER 2015:28 UP-rapport Energiintensiv industri Rådgivande underlag från utvecklingsplattformen Energiintensiv industri till Energimyndighetens FOKUS-process





Ett hållbart energisystem gynnar samhället

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Förnybara energikällor får utvecklingsstöd, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.

Den här rapporten beskriver Energimyndighetens Fokus-arbete, som anger strategin för prioriterade forsknings- och innovationsbehov för perioden 2017–2020. Rapporten identifierar de utmaningar som samhället behöver möta inför omställningen till ett hållbart energisystem. Dessutom presenteras de verktyg och arbetssätt som Energimyndigheten föreslår för att möta utmaningarna.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se