



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.  
The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

Stockholm 10 november 2023

Dnr: KVA/2023/216/76

*Hans Ellegren/hs*  
*Ständig sekreterare*  
*Telefon: 08 - 673 95 55*  
*E-post: amanda.walldoff@kva.se*

Klimat- och näringslivsdepartementet  
[kn.registrator@regeringskansliet.se](mailto:kn.registrator@regeringskansliet.se)  
[kn.e.remissvar@regeringskansliet.se](mailto:kn.e.remissvar@regeringskansliet.se).

## Inspel från Vetenskapsakademien inför energiforskningspropositionen

### Introduktion

Kungl. Vetenskapsakademien har inbjudits av Klimat- och näringslivsdepartementet att bidra med förslag och synpunkter till dess arbete inför den kommande energiforskningspropositionen. Vi börjar med att kort sammanfatta vår grundläggande syn på förutsättningarna för omställningen av energisystemet och de överordnade principer våra förslag tar sin utgångspunkt i. Därefter redogör vi för ett antal områden och aspekter inom energiforskningen som vi anser vara speciellt angelägna.

### Sammanfattning

Omställningen till hållbara energilösningar kommer att ta årtionden, så en stor politisk utmaning är långsiktighet. I demokratier kräver detta en röstande befolkning som känner till energiproblemen och är villiga att stödja omställningen. Beslutsfattare i hela världen, och de som röstar på dem, behöver tillgång till förståelig och trovärdig information om möjliga energikällor och sätt att genomföra en omställning till ett hållbart energisystem.

Som all annan forskning, måste energiforskning vila på en solid vetenskaplig grund och använda sig av vedertagna vetenskapliga metoder. Energisystemet är ett komplext system i sig men har även ett flertal kopplingar till andra system som är viktiga för det moderna samhället. Ett systemperspektiv är därför fullständigt nödvändigt för att en omställning ska kunna genomföras. För att ett modernt välfärdssamhälle ska fungera måste energisystemet ha en hög försörjningssäkerhet, på kort och lång sikt, och vara kostnadseffektivt. Detta är en förutsättning för vårt höga ekonomiska välstånd, men även för uppfyllandet av fundamentala mänskliga behov som tillgång till rent vatten, livsviktig sjukvård och en hälsosam livsmiljö.

Vi kan således sammanfatta våra överordnade principer för energiforskningen:

- Energiforskningen måste vila på vetenskaplig grund
- Energiforskningen måste styras av systemtänkande
- Energiforskningen måste bidra till att trygga försörjningssäkerheten

### Områden och aspekter som bör prioriteras i energiforskningen

#### ***Energiforskningen måste vila på vetenskaplig grund***

Energisystemet är ett socioekonomiskt infrastruktursystem vars kärna är baserad på fysikaliska, kemiska och tekniska processer samt geovetenskapliga resurser, vilka kan beskrivas och förstås utifrån naturvetenskapliga lagar och principer. Detta fysikaliska systems växelverkan med det omgivande



samhället, dvs med energianvändare, energiproducenter, investerare, lagstiftare, etcetera, analyseras genom att använda metoder från samhällsvetenskaperna, i första hand ekonomi, sociologi och statsvetenskap, men även psykologi och juridik. Energisystemet är, om alla dess delar betraktas, ett av de mest komplexa och allomfattande system som mänskligheten skapat och vetenskapen är den enda metod som kan hantera denna komplexitet och systemstorlek på ett nöjaktigt sätt.

En grundläggande, och övergripande, princip för all forskning inom energiområdet är därför att den vilar på en vetenskaplig grund. Andra samhällsekonomiska aspekter, såsom regional- och arbetsmarknadsstöd, ska inte vara styrande. Vidare, vid bedömning av projektansökningar ska vetenskaplig kompetens och skicklighet vara de absolut viktigaste kriterierna vid utdelande av projektmedel. Detta är nödvändiga förutsättningar för att svensk energiforskning ska kunna bidra till att skapa ett energisystem i Sverige enligt uppsatta mål, men även för att svensk energiforskning ska kunna bidra till utvecklingen internationellt, framför allt i Europa.

### **Stimulera kompetensförsörjning på lägre och högre nivåer**

Det finns en stor brist på arbetskraft inom många yrkesgrupper som är centrala för omställningen till en framtida hållbar energiförsörjning, och detta bör hanteras på kort, såväl som på lång sikt. Kortsiktigt genom ytterligare satsningar på fler utbildningsplatser inom relevanta utbildningar på högskolenivå, liknande det som nyligen gjorts med en förstärkning av ersättningsnivåer för kurser definierade inom naturvetenskap och teknik samt nya utbildningsplatser (inom fler områden av relevans för energi än den nyligen annonserade satsningen på batteriområdet). Långsiktigt behöver man stimulera kompetensförsörjningen genom att stärka utbildning i matematik, naturvetenskap och teknik inom grundskolan. Detta bör göras både genom att tydliggöra vikten av dessa ämnen i läroplaner och att stärka lärarnas kompetens inom dessa områden.

### ***Ge stöd till energirelaterad grundforskning***

Det finns gränser för hur snabbt nya energitekniker kan etableras. Orsaken är att det tar tid att bygga kompetens, industriell kapacitet och regelverk för signifikanta förändringar av energisystemet. Historiska data visar att det tar cirka 30 år för en energiteknik att gå från "i princip tillgänglig" till att den bidrar med en procent av världens energimix. Att designa reformpaket som förbättrar denna historiska etableringstakt är nästan omöjligt på grund av den globala skalan och trögheten i energisystemet. Det är därför viktigt att följa flera parallella vägar, där varje enskild väg (energislåg) tar flera tiotals år att nå en procent, men där den totala effekten utvecklas snabbare än så.

En viktig del av detta är att hela tiden, genom utbildning och forskning, bygga upp den mänskliga potential som krävs för att accelerera den första fasen, tiden det tar för en ny energikälla att nå en procent. Även om de nu existerande hållbara energikällorna kanske kan ta oss genom de närmaste tiotal åren, behöver vi ändå till slut revolutionerande, fundamentalt nya storskaliga koldioxidfria energikällor. För att utveckla dessa behövs grundforskning inom energiområdet, på en bred palett av ämnen. Vi vill framhålla att riktigt revolutionerande tekniker ofta har sitt ursprung i grundforskning, till exempel har grundforskning om elektricitet och halvledarteknik fått enorm betydelse i dagens samhälle.



Utveckling av många olika energikällor är viktigt av flera anledningar. Olika energikällor är bäst lämpade i olika sammanhang och att en smart balans av energikällor kan lösa en del av intermittensproblemet som vissa förnyelsebara källor lider av. Men, ännu viktigare, det finns ingen chans att snabba upp och parallellisera energiomställningen om vi har en energi-monokultur.

*Vi föreslår att energirelaterad grundforskning får en tydlig roll i energiforskningspropositionen.*

### **Försörjningssäkerhet**

I en geopolitiskt mer instabil omvärld är det centralt att ha kunskap på nationell nivå om tillgång till centrala resurser för energiproduktionen, det gäller energiresurserna (till exempel sol, vind och uran, vatten och skog), men också naturresurser centrala för möjligheterna att producera energi (till exempel mineraler för produktion av batterier, sällsynta metaller som behövs vid tillverkning av vindkraftverk). Utökad nationell gruvdrift innebär målkonflikter som behöver lösas. Då behövs förstärkt forskning inom ett brett spektrum av områden som inkluderar miljöpåverkan, reningsmetoder och acceptans hos människor och samhällen.

Under den bredare rubriken försörjningssäkerhet skulle man också kunna inkludera kompetensförsörjning (se ovan) och tillgång till centrala komponenter i avancerade system (till exempel halvledare). Eftersom el i allmänhet inte produceras där de stora behoven finns (i tid och rum) behövs ökad kunskap gällande lagring (batterier, men också andra möjligheter till lagring) och transport (till exempel elnät). Detta är också en del av ett bredare systemperspektiv på energifrågeställningar (se nedan).

*Vi föreslår att forskning avseende mineralresurser (förekomst och brytning på ett miljömässigt sätt) får en framskjuten roll i den framtida energiforskningen.*

### **Systemperspektivet blir allt viktigare**

Som konstaterats ovan är energisystemet ett av de största och mest komplexa system som människan skapat. Att bygga en modell som detaljerat beskriver detta system, inklusive dess ömsesidiga påverkan med andra system, är naturligtvis en omöjlighet; men icke desto mindre behövs metoder och verktyg som gör det möjligt att studera totalsystemet i olika avseenden. Det kan gälla studier och analyser av olika tänkbara energiscenarier, konsekvensanalyser av politiska och ekonomiska beslut, trafikens och trafikflödenas inverkan på den framtida elförbrukningen, driftsäkerheten i system med en stor andel intermittenta och väderberoende energikällor, etcetera. Dimensionering och placering av energilager kräver också studier med hjälp av lämpliga modeller. För att kunna fatta riktiga beslut och designa systemet på ett kostnadseffektivt och ändamålsenligt sätt kommer behovet av tillförlitliga modeller som beskriver systemet för olika ändamål och i olika tidsskalor att vara oundgängliga.

Det finns idag ett stort antal modeller vid olika forskningsmiljöer, myndigheter och organisationer, och dessa modeller har använts och används för olika syften. Tyvärr är dessa modeller inte alltid transparenta och allmänt tillgängliga, vilket har till följd att resultat från dessa inte kan kontrolleras eller användas av andra forskare eller aktörer. Detta ser vi som en brist på vetenskaplighet som bör präglade användandet och utvecklingen av systemmodeller, och vi föreslår därför att ett nationellt och



allmänt tillgängligt modellbibliotek byggs upp. Exakt vilka modeller som ska ingå och hur ett modellbibliotek ska organiseras bör utredas närmare i ett första steg. Övergripande krav på de modeller som ska ingå i ett sådant bibliotek är transparens, solid vetenskaplig grund och relevans för det svenska energisystemet med integrerade system. Samtidigt bör nationella databaser avseende systemdata, till exempel förbruknings- och kostnadsdata, samt andra parametrar etableras. Vi är övertygade om att dessa åtgärder skulle vara till stort gagn för energiforskningen i Sverige.

*Vi föreslår att det byggs upp ett allmänt nationellt modellbibliotek för systemmodeller.*

### ***Informations- och kommunikationssystem blir allt viktigare***

Redan idag utgör ett stort antal styr- och övervakningssystem en integrerad del av energisystemet och utan dessa skulle energiförsörjningen inte fungera på ett säkert och kostnadseffektivt sätt. Dessa system är uppbyggda av moderna och avancerade informations- och kommunikationssystem (ICT) och de utnyttjar i allt högre grad internet för olika funktioner. Samtidigt som detta har ökat energisystemets verkningsgrad och säkerhet utgör de också en risk för oönskade störningar, som i värsta fall kan leda till att energiförsörjningen slås ut för stora områden med allvarliga konsekvenser som följd. Internationella studier visar att större störningar i elsystemen under de senaste decennierna mycket sällan orsakas av fel i den så kallade primär-utrustningen, det vill säga högspänningsledning, transformatorer, etcetera, utan oftast av att styr- och övervakningssystemen har fallerat eller inte fungerat som avsett. Anledningen är den allt ökande komplexiteten i systemen som gör det i stort sett omöjligt att förutse alla tänkbara händelseförlopp. Med en ökad användning av internet i energisystemet måste även risken för hacker-attacker uppmärksammas och cybersäkerhet är således en viktig aspekt för energiförsörjningen.

I ett framtida energisystem, där ett mycket stort antal intermittenta och väderberoende energikällor, dvs vindkraft och solpaneler, måste samverka med ett antal större kraftverk, är avancerade informations- och kommunikationssystem en helt oundgänglig förutsättning för stabil och säker drift. ICT kommer att få en alltmer framträdande roll när man ska bestämma leveranssäkerheten i energisystemet. Internet kommer att bli allt viktigare för energiförsörjningen och en hög cybersäkerhet kommer att vara en nödvändighet.

*Vi föreslår att forskning avseende ICT och cybersäkerhet får en framskjuten roll i den framtida energiforskningen.*

Beslut i detta ärende har fattats av ständige sekreteraren efter förberedande arbete av Göran Andersson, Tünde Fülöp och Anna Rutgerström, samtliga ledamöter av Kungl. Vetenskapsakademiens kommitté för miljö och energi.

Hans Ellegren  
Ständig sekreterare