

Forsknings- och innovationsstrategi för en biobaserad samhällsekonomi



Forsknings- och innovationsstrategi för en biobaserad samhällsekonomi



Förord

Regeringen har den 8 september 2011 gett i uppdrag åt Formas att i samråd med VINNOVA och Energimyndigheten utarbeta en nationell strategi för utvecklingen av en biobaserad samhällsekonomi för en hållbar utveckling. En särskild styrgrupp för projektet har bildats bestående av Anna Ledin Formas, ordförande och, Jan Svensson och Sara Österman från Formas, Martin Svensson från VINNOVA och Svante Söderholm från Energimyndigheten. Magnus Brandel, MB-energistrategi AB har fungerat som styrgruppens sekreterare. Kontakter och diskussioner har skett med ett stort antal aktörer i Sverige och utomlands som är berörda av arbetet med en biobaserad samhällsekonomi.

6 februari 2012

Rolf Annerberg
Generaldirektör

Anna Ledin
Huvudsekreterare



Rolf Annerberg
Generaldirektör Formas



Anna Ledin
Huvudsekreterare Formas

Innehållsförteckning

Förord	5
Sammanfattning	9
Syfte och mål med uppdraget	13
Bakgrund	13
Metod för att genomföra uppdraget	16
Definition av biobaserad samhällsekonomi	16
Utmaningar för omställning till en biobaserad ekonomi	17
Bioekonomins värdekedjor – kretslopp som inkluderar ekosystem och konsument	17
Inhemsk potential – resurser, aktörer och utvecklingsmöjligheter	20
Strategi för forskning utveckling och innovation för en biobaserad samhällsekonomi	23
Inriktning och angreppssätt	23
Forsknings- och utvecklingsinsatser	23
Innovationsfrämjande åtgärder	29
Samordningsbehov mellan forskningsfinansiärer, forskningsutförare och näringsliv	32



Sammanfattning

Omställningen till en biobaserad samhällsekonomi innebär en övergång från en ekonomi som till stor del baseras på fossila råvaror till en resurseffektivare ekonomi grundad på förnybara råvaror producerade genom en hållbar användning av ekosystemtjänster från mark och vatten.

Vi har definierat en biobaserad samhällsekonomi som en ekonomi som utgår från:

- En hållbar produktion av biomassa för att möjliggöra en ökad användning inom en rad olika samhällssektorer. Syftet är att minska klimatpåverkan och användningen av fossila råvaror.
- Ett ökat förädlingsvärde av biomassa, samtidigt som energiåtgången minimeras och näring och energi tas tillvara från slutprodukterna. Syftet är att optimera ekosystemtjänsternas värde och bidrag till ekonomin.

Vår analys visar att Sverige, jämfört med många andra länder, har goda förutsättningar för att ställa om till en biobaserad samhällsekonomi. En omställning från fossila råvaror till förnybara kan medföra ökad konkurrens om råvaran. Den ger också nya möjligheter att komplettera traditionella produkter med nya produkter och tjänster för att behålla och öka Sveriges konkurrenskraft. Förutom potentialen inom industrisektorer som länge varit baserade på jord- och skogsbruk, medför utvecklingen av en biobaserad ekonomi goda möjligheter till en ökad användning av råvaran biomassa inom andra delar av näringslivet. Det gäller till exempel transportsektorn, fordonsindustrin, byggsektorn och kemiindustrin.

Vi har definierat följande behov av forskning och utveckling:

- *Ersättning av fossila råvaror med biobaserade råvaror*
Som exempel kan nämnas:
Intensifierad produktion av biobaserad råvara, Behovsanpassad gödsling, Växtförädling och djuravel, Odlingsystem för mångbrukande, Anpassning av grödor och produktionssystem till klimatförändringar, Nya och förbättrade egenskaper hos biomassan, Användning av andra ekosystem än åker- och skogsmark, till exempel marina ekosystem eller urbana miljöer, för produktion av biomassa.

- *Smartare produkter och smartare användning av råvara*
Som exempel kan nämnas:
Vidareförädling av biomassa till produkt, Bi- och avfallsprodukter blir råvaror, Nya produkter, Bioraffinaderier.
- *Ändrade konsumtionsvanor och attityder*
Som exempel kan nämnas:
Ökad livslängd på produkter, Ökad återanvändning, Effektivare transporter, distribution och lagring, Nya tjänster, Konsumentbeteende.
- *Prioritering och val mellan åtgärder*
Som exempel kan nämnas:
Miljökonsekvenser, Socioekonomiska konsekvenser, Målkonflikter, Styrmedel.

Forskning och utveckling behöver kompletteras med innovationsfrämjande insatser och åtgärder som särskilt tar upp bioekonomins utmaningar. Utmaningarnas karaktär och omfattning kräver en bred samverkan mellan aktörer och att sektorer arbetar tillsammans för att kunna hantera de komplexa frågor och krav på lösningar som utmaningarna ger upphov till.

Detta innebär bland annat att:

- Stimulera branschöverskridande forsknings- och utvecklingsarbeten för att utveckla och implementera lösningar som bidrar till en växande biobaserad samhällsekonomi. Akademien och forskningsinstituten spelar en central roll i att skapa kopplingarna i dessa samarbeten, men även offentliga aktörer och det civila samhället har viktiga roller.
- Stimulera framväxten av starka forsknings- och innovationsmiljöer som bidrar till att relevant kunskap tas fram och förutsättningar skapas för innovationer inom området. Dessa starka miljöer samlar svensk kompetens och aktörer, och förstärker regioners och organisationers innovativa förmåga.
- Påskynda utveckling, verifiering och kommersialisering av nya biobaserade lösningar och ge fortsatt stöd till demonstration av andra produkter, system och tjänster än drivmedel och energitekniska lösningar.
- Erbjud stöd till små och medelstora företag för kommersialisering av ny teknik. Det gäller särskilt samarbeten mellan dessa och större företag för att påskynda utveckling och innovation.

Formas, VINNOVA och Energimyndigheten anser att organisationen av finansieringen av forskning, utveckling och innovation inom området biobaserad ekonomi fungerar

väl. Av analysen framgår emellertid att det finns ett behov av att närmare involvera avnämarna vid prioriteringar av kunskapsluckor och nya problemområden. Formas kommer att bilda ett *Avnämningarforum* som kan fungera som rådgivande till forskningsfinansiärerna.

En hel del av arbetet med att genomföra strategin kan genomföras inom ramen för befintliga resurser. Om en stor ny satsning på området ska genomföras kommer ytterligare resurser att behövas. Detta förutsätter emellertid att det finns ett statsfinansiellt utrymme.



Syfte och mål med uppdraget

Bakgrund

Omställningen till en biobaserad samhällsekonomi innebär en övergång från en ekonomi som till stor del baseras på fossila råvaror till en resurseffektivare ekonomi baserad på förnybara råvaror. Dessa råvaror bör vara producerade genom en hållbar användning av ekosystemtjänster från mark och vatten. För att uppnå detta krävs såväl ny kunskap som att redan befintlig kunskap utnyttjas bättre. Utvecklingen av den biobaserade samhällsekonomin kommer att kräva ny kunskap som endast kan genereras via forskning och utveckling samt därtill kopplade innovationsfrämjande åtgärder. Det gäller även att utveckla övergripande och tvärvetenskaplig kunskap om hur man ska implementera ny teknik och nya produkter i en i stor utsträckning fossilbaserad samhällsekonomi.

Regeringen gav den 8 september 2011 (Dnr. L2011/2399) i uppdrag åt Formas att i samråd med VINNOVA och Energimyndigheten lämna ett förslag till en nationell strategi för utveckling av en biobaserad samhällsekonomi samt föreslå en svensk definition av detta begrepp. Enligt uppdraget bör strategin omfatta forsknings- och utvecklingsbehov, behov av innovationsfrämjande insatser, samordningsbehov mellan forskningsfinansiärer, forskningsutförare och näringsliv samt inhemsk potential.

Uppdraget ska utgöra ett underlag för arbetet med den forsknings- och innovations-proposition som regeringen planerar att förelägga riksdagen hösten 2012. Regeringen behöver ett underlag om de kunskapsbehov och förutsättningar Sverige har inför omställningen till ett hållbart samhälle som baseras på råvaror och produkter från förnybar biomassa. Som viktiga drivkrafter för uppdraget anges behovet av att minska beroendet av fossila råvaror och utsläppen av koldioxid och andra växthusgaser. I uppdraget hänvisas bland annat till de insatser som sker för att göra den svenska fordonsflottan oberoende av fossila bränslen. En central åtgärd för att uppnå detta mål är att utveckla användningen och förädlingen av förnybar biomassa från jord- och skogsbruket samt marina och akvatiska organismer. En annan åtgärd är att utveckla biologiska processer för användning i processindustrin.

Vi har tolkat vår uppgift som att utarbeta en strategi för vilka insatser som behövs inom forskning, utveckling och innovation för att ta fram den kunskap som krävs för övergången till en biobaserad samhällsekonomi. Strategin ska också



innehålla förslag på organisatoriska åtgärder när det gäller forskning, utveckling och innovationsinsatser, om sådana anses behövas.

De naturgeografiska förutsättningarna i Sverige har gjort att produkter från jord- och skogsbruk samt fiske alltid har haft en stor betydelse för samhällsutvecklingen. Byggnadsmateriel och fiberbaserade produkter i form av papper och textilier är bara några exempel. Oljekriserna under 1970- och 1980-talen och den nu aktuella klimatfrågan har bidragit till nya användningsområden för bioråvaror. Drivkrafterna för omställningen har varit kraftigt stigande kostnader för råolja i kombination med politiskt beslutade åtgärder, till exempel i form av ökade skatter och system för handel med utsläppsrätter. Som exempel på omställning kan nämnas att under de senaste 30 åren har användningen av fossila bränslen för uppvärmning nästan helt ersatts av biobränslen. Inom drivmedelssektorn återstår dock betydande insatser för att ersätta fossila drivmedel med biobaserade. I framtiden förutsätts användningen av biobränslen öka även inom transportsektorn. En rapport från år 2011 med titeln *Fossilbränsleberoende transportsektor 2030 – hur långt når fordonstekniken?* från myndigheten Trafikanalys visar emellertid på ett betydande fossil-beroende år 2030 även med det mest utvecklade teknikscenariot.

EU-kommissionen presenterade år 2002 strategin för *Europe on life sciences and biotechnology* med prioriteringar på forskning rörande kunskapsbaserad bioekonomi under sjunde ramprogrammet för forskning och teknikutveckling (FP7). År 2010 infogades bioekonomi som en viktig del i det så kallade *Innovation Union Flagship Initiative*. I förberedelserna för framtagandet av kommissionens rapport *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe* har EU identifierat följande övergripande utmaningar:

- Tryggad matförsörjning
- Hållbar förvaltning av naturresurser
- Minskat beroende av icke-förnybara resurser
- Motverkande av och anpassning till klimatförändringarna
- Fler arbetstillfällen och bibehållen europeisk konkurrenskraft

Biobaserad samhällsekonomi är ett brett område. Det gör att det kommer att behövas kunskap från många källor. Det handlar om naturvetenskaplig forskning inom jord- och skogsbruk samt fiske inklusive ekologi och miljö. Det handlar också om teknisk forskning inom framförallt bioteknik, nanoteknik, generell materialteknik och miljöteknik. Vidare krävs forskning inom samhällsvetenskap och humaniora, såsom ekonomi, beteendevetenskap och samhällsplanering samt information och kommunikation. Många av de övergripande frågorna kräver inter- och transdisciplinära satsningar. Avsevärda insatser för utveckling och innovation är också nödvändiga.

Strategier för biobaserad och grön ekonomi i andra länder

Många länder utvecklar strategier för en biobaserad och fossiloberoende ekonomi. Några exempel på genomförda och påbörjade initiativ till sådana strategier är följande:

- Danmark – *Agreement on Green Growth, Miljöministeriet (juni 2009)*, http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/54887891-D450-4CD7-B823-CD5B12C6867A/0/DanishAgreementonGreenGrowth_300909.pdf
- Europeiska unionen, där bioekonomin är en viktig utmaning i nästa ramprogram Horizon 2020- I februari 2012 kommer EU:s rapport *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe* att lanseras efter att man under 2011 tagit in synpunkter i en konsultationsprocess, http://ec.europa.eu/research/consultations/bioeconomy/consultation_en.htm
- Finland – *A Natural Resource Strategy for Finland: Using natural resources intelligently (april 2009) samt Sustainable Bio-economy: Potential, Challenges and Opportunities in Finland, Sitra, the Finnish Innovation Fund (mars 2011)*, <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2051.pdf>
- Irland – *Developing the Green Economy in Ireland, Department of Enterprise, Trade and Employment (November 2009)*, http://www.forfas.ie/media/dete091202_green_economy.pdf
- OECD – *Toward Green Growth, OECD (2011)*, <http://www.oecd.org/greengrowth>
- Tyskland – *National Research Strategy BioEconomy 2030: Our Route towards a biobased economy BMBF- Federal Ministry of Education and Research (2011)*, http://www.bmbf.de/pub/bioeconomy_2030.pdf
- USA – där president Obamas administration ska lägga fram en strategi under 2012, *The National Bioeconomy Blueprint*, Office of Science and Technology Policy, The White House Administration, US Government, <http://www.whitehouse.gov/blog/2011/10/12/building-bioeconomy>

Metod för att genomföra uppdraget

I samband med genomförandet av uppdraget har vi erhållit ett stort antal förslag till fortsatt forskning, utveckling och innovation för biobaserad samhällsekonomi. Vi har samtalat med ett antal personer, bland annat representanter för forskning, företag och bransch-organisationer och då diskuterat en mångfald av frågor inom området en biobaserad samhällsutveckling.

Det finns generellt ett stort intresse från industrins sida att ta en aktiv del i arbetet med att ställa om samhället genom en övergång till en biobaserad samhällsekonomi. Det gäller bland annat skogsindustrin som presenterat ett förslag till samverkansprogram med staten särskilt inriktat mot utveckling av nya produkter och material. Även inom den kemiska industrin pågår arbete inom detta område bland annat hos företagen i Stenungsund och inom branschföreningen Plast- & Kemiföretagen. Den svenska teknikplattformen för livsmedel som ansluter till den europeiska *European Technology Platform – Food for Life* har tagit fram en samlad forskningsagenda på livsmedels- och nutritionsområdet. Ett exempel på samverkan mellan forskare och företag är *Bio4Energy*, ett av regeringens 20 nationella strategiska forskningsområden, med visionen att skapa miljövänliga och hållbara tekniker som gör det möjligt att ersätta dagens oljeraffinaderier med bioraffinaderier.

Definition av biobaserad samhällsekonomi

Omställningen till en biobaserad samhällsekonomi innebär 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. Detta innebär omvandling av biomassa till olika typer av produkter som till exempel livsmedel, energi och andra industriella produkter (hushållsprodukter, kompositmaterial, läkemedel, papper, textilier etc.).

För att uppnå en effektiv användning av förnybar biomassa i processen från råvara till färdiga produkter, inklusive en effektiv användning av bi- och avfallsprodukter, krävs innovationer baserade på kunskap. Omfattande forskning och utveckling behövs för att ta fram ny kunskap. Det krävs också insatser för att befintlig kunskap snabbare ska komma till användning. I en hållbar bioekonomi ökar biomassans förädlingsvärde, samtidigt som energianvändningen minimeras, och näring och energi återvinns från slutprodukterna.

Vi har definierat en biobaserad samhällsekonomi som en ekonomi som utgår från:

- En hållbar produktion av biomassa för att möjliggöra en ökad användning inom en rad olika samhällssektorer. Syftet är att minska klimatpåverkan och användningen av fossila råvaror.
- Ett ökat förädlingsvärde av biomassa, samtidigt som energiåtgången minimeras och näring och energi tas tillvara från slutprodukterna. Syftet är att optimera ekosystemtjänsternas värde och bidrag till ekonomin.

Utmaningar för omställning till en biobaserad ekonomi

Vi har identifierat några större utmaningar som vi utgår från för att beskriva den forskning och utveckling samt innovationsfrämjande åtgärder som krävs för en omställning till en biobaserad ekonomi.

I. Ersättning av fossila råvaror med biobaserade råvaror

Exempel kan vara:

- Produktion av livsmedel, nya källor för protein
- Produktion av drivmedel, plast och läkemedel

II. Smartare produkter och smartare användning av råvara

Exempel kan vara:

- Hälsobefrämjande livsmedel
- Användning av fibrer för till exempel textilier, kompositmaterial, nya papper, byggmaterial
- Effektivare användning av biprodukter och slutna kretslopp

III. Ändrade konsumtionsvanor och attityder

Exempel kan vara:

- Nya produkter och tjänster, samt nya former av livsmedel
- Persontransporter

IV. Prioritering och val mellan åtgärder

Exempel kan vara:

- Konsekvensanalys, målkonflikter
- Systemoptimering
- Styrmedel

Bioekonomins värdekedjor – kretslopp som inkluderar ekosystem och konsument

Ekosystemtjänster – grunden för en biobaserad samhällsekonomi:
Råvarorna till den biobaserade ekonomin har sitt ursprung i produktionen från olika ekosystem. Ramarna för en biobaserad samhällsekonomi sätts således av begränsningarna i de ekosystemtjänster som bidrar till produktionen. Ekosystemtjänster utgör de nyttor som människor kan utvinna ur ekosystemen, och delas in i följande kategorier:

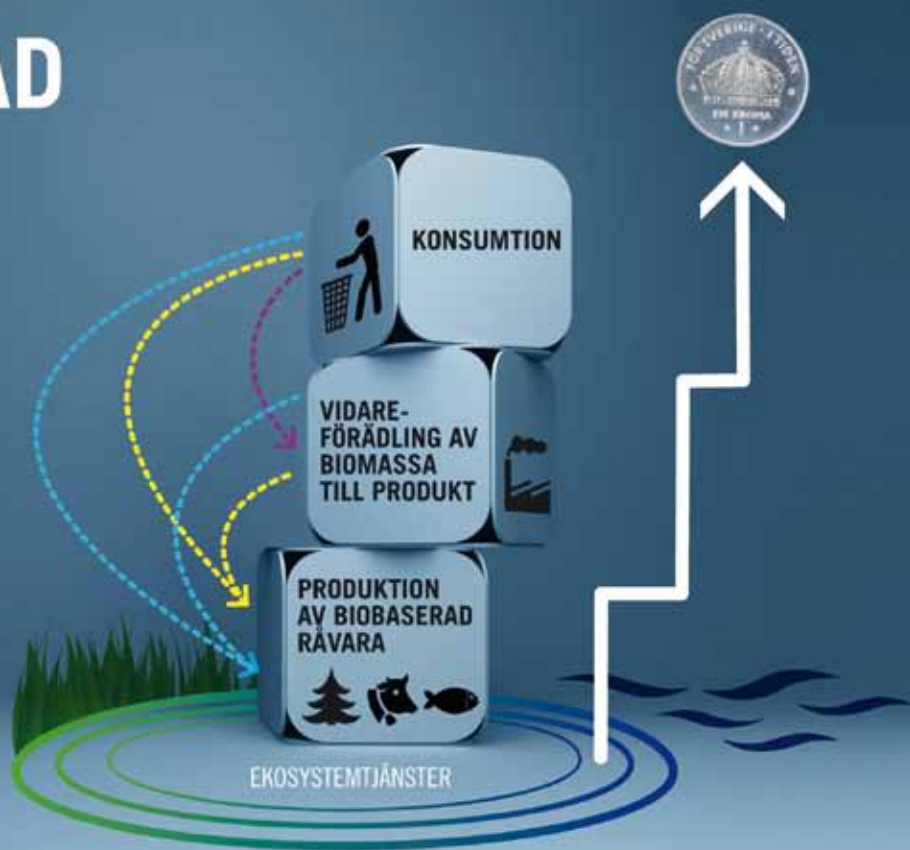


BIOBASERAD EKONOMI

ÅTERFÖRING

ÅTERVINNING

MILJÖPÅVERKAN



Figur 1. Förädlingssteg med forsknings-, utvecklings- och innovationsfrämjande insatser. Förädlingsstegen visar den ekonomiska värdeökningen av råvarorna fram till konsumtion.

- Producerande ekosystemtjänster – livsmedel, dricksvatten, trä, biomassa, m.m.
- Stödjande och reglerande ekosystemtjänster – produktion och omsättning av näringsämnen, kol och syre, reglering av klimat och luftkvalitet, pollinering, reglering av översvämningar, m.m.
- Kulturella ekosystemtjänster – rekreation, turism, etiska och estetiska värden av att bevara naturtyper och växt- och djurarter, kulturarv, m.m.

Ökad användning av en ekosystemtjänst får ofta konsekvenser för en annan ekosystemtjänst och kan skapa målkonflikter. Hänsyn måste tas till detta vid förvaltning av ekosystem och uttag av olika ekosystemtjänster. Vid denna avvägning är det viktigt att beakta de värdekedjor som omsätter ekosystemtjänsterna till en biobaserad samhälls ekonomi samt de utmaningar detta leder till. Figur 1 illustrerar värdekedjan från ekosystemtjänster till konsument via olika förädlingssteg.

Produktion av biobaserad råvara: Genom olika former av brukande produceras råvaran till den biobaserade ekonomin från land- och vattenbaserade ekosystem. En utmaning för att tillfredsställa en växande biobaserad ekonomi och minskad användning av fossila råvaror, är hur produktionsvolymen och kvaliteten på råvaran kan öka. Detta gäller både animalisk och vegetabilisk råvara och förutsätter att sociala, ekonomiska och ekologiska konsekvenser beaktas.

Vidareförädling av biomassa till produkter: Förädlingskedjans längd varierar beroende på slutprodukten, men syftar alltid till att öka värdet på biomassan. Många jordbruksprodukter har idag en kort väg till slutprodukt medan råvaran från skogen oftast kräver mer vidare-förädling. Dock finns det i båda fallen en stor potential för att skapa mervärden i vidareförädling och användning av biprodukter. Utmaningen i denna del av värdekedjan är att åstadkomma ”smartare” produkter och effektivare förädling och därigenom en växande biobaserad ekonomi och ökad sysselsättning. Vidare kan nuvarande förädlingsprocesser effektiviseras och medföra mindre negativ miljöpåverkan. Det finns stora möjligheter att både förbättra befintliga och skapa nya lönsamma värdekedjor.

Konsumtion: En biobaserad samhällsekonomi realiseras först när utvecklade material och produkter avsätts på en marknad. Varor och produkter som introduceras måste vara lika bra eller mer attraktiva än de som de ska ersätta. Utmaningen här är förutom att erbjuda attraktiva och konkurrenskraftiga produkter också att åstadkomma en medvetenhet och vilja hos konsumenten att bidra till omställningen till en biobaserad ekonomi, till exempel genom förändrade köp- och resbeteenden. Nya tjänster i kombination med biobaserade produkter kan också bidra till att skapa mervärden i en biobaserad ekonomi. Tjänster behöver i många fall inte vara kopplade till förbrukning av resurser och kan på så vis bidra till tillväxt utan att energi eller material förbrukas.

Återföring och återvinning: En resurseffektiv och hållbar bioekonomi förutsätter att råvaran används optimalt för att skapa mervärde och inkomster för samhället. Biprodukter och avfall kan bli nya råvaror som kan bli energi eller förädlas till nya produkter i värdekedjan. För att behålla ekosystemens produktionskapacitet behöver bortförandet av växtnäringssämnen och andra ämnen som är viktiga för mark- och vattensystemens funktion (till exempel pH-höjande och buffrande ämnen) kompenseras. För detta krävs utveckling av effektiva system för återföring av näring och markförbättringsmedel, till exempel användning av aska och avloppsslam.

Dessa värdekedjor är naturligtvis inte helt nya. Sverige har goda förutsättningar att bygga vidare på befintliga strukturer inom värdekedjornas alla steg. Det finns därför goda förutsättningar att förstärka den biobaserade samhälls ekonomin genom att fokusera på forskning, utveckling och därtill kopplade innovationsfrämjande insatser. Vi måste emellertid finna lösningar på problem som är mångfacetterade och komplicerade för att vara framgångsrika i den globala konkurrensen inom området. För detta krävs ett globalt systemperspektiv och initiativ för samverkan och tvärvetenskaplig



forskning, utveckling och innovation. Vi måste också kunna prioritera och analysera konsekvenser av och målkonflikter mellan olika åtgärder.

Inhemsk potential – resurser, aktörer och utvecklingsmöjligheter

Sverige har jämfört med många andra länder goda förutsättningar för omställning till en biobaserad samhällsekonomi. Traditionellt har produktion och förädling av biomassa bidragit med en betydande del till landets ekonomi genom sysselsättning och ett relativt stort exportnetto. Ökad produktion och skörd av biomassa genom genetisk förädling, effektivare bruksmetoder och vidareförädling har medfört att industrin behållit sin konkurrenskraft. En omställning från fossila råvaror till förnybara kan medföra nya utmaningar i form av ökad konkurrens om råvaran, men det medför också nya möjligheter att komplettera de traditionella produkterna med nya produkter och tjänster.

Förutom potentialen inom de traditionella industrisektorerna, baserade på jord- och skogsbruk, medför utvecklingen av en biobaserad ekonomi även goda möjligheter till en ökad användning av råvaran biomassa inom andra näringslivssektorer. Att utveckla biobaserade drivmedel och teknik för att effektivt använda dessa som energikälla är en utmaning för bland annat transportsektorn och fordonsindustrin. Potential finns även inom byggsektorn, där utveckling av biobaserade material med nya egenskaper kan ersätta stål och betong. Kemiindustrins beroende av fossila råvaror kan minska genom nya produkter baserade på förnybar biomassa. Tvärsektorieella systemlösningar är också en möjlighet, till exempel för bioraffinaderier i form av kombinationer och samarbete mellan kemi-, skogs- och energiföretag.

Regering och riksdag anger de övergripande förutsättningarna i form av lagstiftning, ekonomiska styrmedel etc. för att främja övergången till en biobaserad samhällsekonomi.

Andra viktiga aktörer för att skapa förutsättningar för en omställning till en biobaserad ekonomi är universitet, högskolor och forskningsinstitut samt regioner, kommuner och näringsliv. För att förverkliga en biobaserad samhällsekonomi krävs systemövergripande lösningar. För att utveckla dessa behövs såväl disciplinär som interdisciplinär forskning och särskilt transdisciplinära forskningsprojekt där forskare och användare samverkar och utbyter kunskap, för att identifiera och utveckla dessa lösningar. Att stärka tvärvetenskaplig forskning, utveckling och innovation – gärna utifrån ett systemperspektiv är nödvändigt.

Regioner och kommuner med deras förvaltnings- och utvecklingsorganisationer är en drivkraft då de ofta utarbetar regionala forsknings- och innovationsstrategier gemensamt

med näringslivet för att tillvarata samlade resurser mer effektivt. Det finns flera exempel på sådana framgångsrika kluster av aktörer i svenska regioner. Även berörda myndigheter har en viktig roll för en omställning till en biobaserad samhälls-ekonomi.

Universitet, högskolor och forskningsinstitut har stor betydelse för tillväxt, innovations- och konkurrenskraft. Därför ställs allt större krav på dem att medverka med kunskap och kompetens för utvecklingen av en biobaserad samhälls-ekonomi. Förmågan att samspela med det omgivande samhället och samtidigt ligga i framkant vad gäller kunskap och kompetens är av stor betydelse. Forskningsinstitut som Skogforsk, IVL-Svenska Miljöinstitutet, SP-Sveriges tekniska forskningsinstitut och Innventia samarbetar med industri och akademi inom flera relevanta projekt för utvecklingen av bioekonomin.

En viktig aktör på området är också *små innovationsdrivna företag* som kan vara avknoppade från universitet och högskolor.

En viktig roll i sammanhanget har konsumenternas val av varor och tjänster för att skapa efterfrågan som kan medverka till omställningen till en biobaserad ekonomi.

Statliga och andra forskningsfinansiärer liksom universitet och näringsliv har betydelse genom att finansiera forskning och utveckling för att stimulera en övergång till en biobaserad samhälls-ekonomi. En hel del av den forskning som stöds i dag har kopplingar till biobaserad samhälls-ekonomi. Större satsningar för att möta klimatförändringarna och globaliseringen har initieras genom forskningsstiftelsen Mistras stöd till *Future Forests* liksom SLU:s egen kraftsamling kring framtidens lantbruk *Future Agriculture*. VINNOVA och Energimyndigheten ger ett långsiktigt stöd till utvecklingen av framtidens bioraffinaderi i Örnsköldsvik.

Det är viktigt att fortsätta att utveckla samarbetet inom forskning och innovation med bland annat EU och dess medlemsländer. Det gäller till exempel förslaget till EU:s nya forskningsprogram Horizon 2020 och de industriella teknologiplattformarna för livsmedelsindustrin respektive skogsindustrin, European Technology Platform – Food for Life och Forest-based sector Technology Platform, där svensk industri varit drivande. Inom Norden finns flera fördelar när det gäller samverkan för forskning och innovation för utveckling av den biobaserade ekonomin, då förutsättningar och behov är relativt lika mellan länderna.



337

Strategi för forskning utveckling och innovation för en biobaserad samhällsekonomi

Inriktning och angreppssätt

En forsknings- och innovationsstrategi som syftar till att främja utveckling av en biobaserad samhällsekonomi bör ha både *ett kort- och ett långsiktigt perspektiv*. Samverkan mellan staten, näringslivet och forskningsutförarna utgör en viktig förutsättning för att strategin ska kunna genomföras. Utgångspunkt är en analys av samhällets och näringslivets behov av kunskap för att kunna genomföra de planer som finns för att trygga utvecklingen av en biobaserad samhällsekonomi. Utifrån dessa behov kan inriktningen på forskning, utveckling och innovationsinsatser definieras på olika områden längs hela värdekedjan för biomassa–produktion – förädling – konsumtion.

Forsknings- och utvecklingsinsatser

Vi har valt att strukturera våra bedömningar av behov av forskning, utveckling och innovation med utgångspunkt i de fyra utmaningarna på sidan 17. För att en biobaserad ekonomi ska realiseras krävs det utöver forskning och utveckling också demonstration och innovationsfrämjande åtgärder. Dessutom behövs styrmedel och investeringar i demonstratorer. Detta ligger dock utanför denna strategi.

I. Ersättning av fossila råvaror med biobaserade råvaror *Intensifierad produktion av biobaserad råvara*

Tillgången på biomassa kan ökas genom att den direkta produktionen per arealenhet ökar, att större arealer kan brukas eller genom att mer av nuvarande produktion av biomassa kan vidareförädlas. Med hjälp av ökad kunskap om ekosystemen och de tjänster som dessa kan utföra, kan produktionen av nyttigheter också öka. Hållbar användning är en grundförutsättning för att ekosystemen ska kunna behålla sin produktionskapacitet och stabilitet eller resiliens, och att negativ miljöpåverkan kan undvikas eller motverkas. Några exempel på områden för intensifierad produktion:

Behovsanpassad gödsling – effektivare användning av näring och vatten för produktion av biomassa. Kunskap om hur växtnäring och vatten cirkulerar, friläggs och fastläggs i ekosystemen skapar förutsättningar att styra tillgången efter grödans behov i tid och rum.

Växtförädling och djuravel – genetisk förädling och avel bidrar genom korsningar och selektion till produktion av växter och djur som uppnår de kvaliteter som efterfrågas på marknaden. Kunskap om samspelet mellan genetik, fysiologi och ekologi öppnar för effektivare styrning av egenskaper så att mer produktion och bättre kvaliteter kan uppnås, med mindre känslighet för klimatvariationer och mindre insatser av gödningsmedel eller andra kemikalier, till exempel bekämpningsmedel och antibiotika.

Odlingssystem för mångbrukande – biomassan kan användas som råvara inom olika industrisektorer beroende på kvalitet och pris. Skogs- och jordbruksmarken utför även andra ekosystemtjänster vilkas värden för samhällsekonomin bör beaktas när det gäller att välja bruksmetoder. Energi från biomassa kan tas ut antingen direkt från skogen/åkern (energi-grödor) till förbränningsanläggning eller som biprodukt från skörden av jordbruksgrödan eller virket till skogsindustrin (energisortiment). Hantering av bio-energisoriment från råvaruproduktionen till livsmedels- och skogsindustrin kräver kunskap om logistik och teknik för effektivt och hållbart uttag i samverkan med utveckling av tekniken för odling och skörd av ordinarie grödor/skogsträd. Bioenergins värdekedja omfattar även frågor som rör återföring av aska och näringsämnen.

Anpassning av grödor och produktionssystem till klimatförändringar – intensifierad produktion och användning av biobaserad råvara förutsätter även att vi kan förutse och motverka negativ påverkan på ekosystemen på grund av klimatförändringar. Förutom direkta klimatskador på grund av torka, översvämning, storm och onormala perioder av värme och frost så kan klimatförändringar gynna både befintliga och nya skadegörare. Dessa risker bör tas med i programmen för genetisk förädling liksom i utvecklingen av effektivare odlings/produktionssystem.

Nya och förbättrade egenskaper hos biomassan – förutom genom genetisk förädling kan råvarans egenskaper förbättras genom odlings- och skördeteknik inklusive lagring som minskar skador och kvalitetsnedsättningar. Nya egenskaper hos råvaran kan också medföra att energigåtången i vidareförädlingen minskar och att kvaliteten kan behållas även efter en längre tids lagring etc.

Användning av andra ekosystem för produktion av biomassa – potentialen för att öka tillgången på biomassa kan öka genom att öppna för brukande av nya områden/ekosystem för biomassaproduktion. Exempel på områden med potential för ökad produktion är:

- *Havs- och vattenbruk* – Utveckla akvakultur med avseende på såväl, vattenbruksdjur/organismer, avel som hållbar produktionsteknik. Hållbart brukande av marina resurser.

- *Gröna miljöer i städerna* – Urbana miljöer för biomassa-produktion men även för miljöförbättring och andra ekosystemtjänster
- *Hållbart torvbruk* – Bättre urvalsmetoder för täkter, förbättrad produktionsteknik, utveckla efterbehandlingsmetoder och konsekvensanalyser.

II. Smartare produkter och smartare användning av råvara *Vidareförädling av biomassa till produkt*

Det finns en stor potential i att öka förädlingsvärdet hos de förnybara råvaror som dagens processindustri använder. En effektivare användning av råvaran och användning av rester, biprodukter och avfall minskar belastningen på ekosystemen och kan även bidra med råvara för nya produkter. Råvaran kan vidareförädlas mekaniskt, kemiskt och biologiskt genom till exempel bioteknik för att få fram önskvärda egenskaper. Det är en utmaning att identifiera och lyfta fram nya produkter som fyller konsumenternas behov i en biobaserad





ekonomi. Ett sätt att effektivisera användningen av råvara, biprodukter och skapa nya produkter är genom bioraffinaderier (biokombinat), där biomassan används för att producera material (till exempel tillvarata värdefulla strukturer i växtmaterial), värme, elektricitet, biodrivmedel och organiska kemikalier. Här behövs forskning som ur ett systemperspektiv belyser den optimala resursanvändningen vid vidareförädlingen.

Bi- och avfallsprodukter blir råvaror – För att uppnå målet med en biobaserad ekonomi krävs ett förbättrat resursutnyttjande genom minskat spill och ökad effektivitet i tillvaratagande av bi- och avfallsprodukter. En stor fördel med produkter av biomassa är att de kan återanvändas. Det kan vara i form av biprodukter från olika processer som i slutänden omvandlas till energi genom förbränning. Det är viktigt att den slutprodukt, som vi av tradition har hanterat som avfall, också betraktas som en resurs. En återföring i form av aska eller mull till marken ger jordförbättring och växtnäring. Här krävs ett systemtänkande, kring hur man på bästa sätt kan använda den återförda näringen optimalt och hur de ekologiska och hygieniska riskerna minimeras.

Nya produkter – En biobaserad ekonomi bör vara kunskapsbaserad och resurseffektiv. För att kunna konkurrera prismässigt krävs effektiv användning av material och energi när man tar fram produkter. Nya högt värderade produkter kan bidra till att bi-produkter från processen blir mer konkurrenskraftiga, gentemot fossilt baserade produkter, än om dessa skulle ha utgjort den enda produkten från vidareförädlingen. Biomimetik – att kopiera naturens lösningar – är ett mycket intressant forskningsområde där biologin inspirerar till bland annat utveckling av nya material och tekniska lösningar. Andra exempel på nya material och produkter baserade på förnybara råvaror är förpackningsmaterial för livsmedelsindustrin, byggmaterial, biobaserade plaster och kompositer för flera ändamål, kolfiber, textilier och organiska kemikalier. Dessa produkter ger höga förädlingsvärden och bygger på både högkvalitativ forskning och en effektiv innovationsprocess. Vi behöver bättre kunskaper både om de biokemiska processerna i våra kulturväxter och om hur processerna i gröna raffinaderier kan utformas. Det krävs också en effektiv växtförädling som tar tillvara alla de möjligheter som de nya förädlingsteknikerna ger. Framställning och användning av nya produkter bör föregås av relevanta riskbedömningar.

Bioraffinaderier – Här definieras ett bioraffinaderi som en anläggning där olika komponenter i en biobaserad råvara delas upp i ett antal beståndsdelar, för annat utnyttjande än enbart energi. Redan idag utnyttjas olika komponenter av biomassan i industriella processer, men processerna är i allmänhet inriktade på att producera en specifik komponent

och de övriga används inte alltid på ett sätt som ger ett högt förädlingsvärde. Systemstudier inom bioraffinaderiområdet, där olika typer av anläggningar som använder biomassa som råvara bryts ned i delsystem och vidare ned på komponentnivå, skapar förutsättningar för att dela in dessa i moduler som flexibelt kan sättas samman till de olika typer av bioraffinaderier som samhället kräver. De direkta fördelarna med detta angreppssätt är att:

- energi- och råvarueffektiva delprocesser kan användas som komponenter i ett framtida bioraffinaderi. Forskning, utveckling och kommersialisering sker på delsystems- och komponentnivå, vilket gör dem mindre kapitalintensiva och därmed enklare att finansiera.
- indelning i delsystem kan skapa en struktur för insatser inom FoU och kommersialisering där det finns möjlighet till samordning av insatser.

Även om en stor del av systemstudierna kommer att vara fokuserade på produktionsledet är det viktigt att det även görs systemstudier där fokus vidgas till att inkludera de senare delarna av de framtida biobaserade värdekedjorna, företrädesvis användarleden. En ökad kunskap om den biologiska råvarans egenskaper i olika processer, samt olika processers inverkan på slutprodukternas egenskaper bör styra FoU-insatserna. FoU-insatserna kan i flera fall behöva kompletteras med stöd till demonstrationsanläggningar.

III. Ändrade konsumtionsvanor och attityder

För att kunna uppnå ett kretsloppsanpassat samhälle baserat på bioråvaror krävs en förändrad syn på konsumtion och förändrade konsumtionsmönster hos både producenter och konsumenter.

Livslängd, återanvändning – Biobaserade produkter som genom pris, kvalitet eller användningsområde är likvärdiga eller bättre än befintliga produkter är en förutsättning för förändrade konsumtionsmönster.

Varor med längre livslängd är en väg att gå som minskar konsumtionen av varor utan att nämnvärt påverka konsumenternas levnadsstandard. Detta kan uppnås antingen genom en högre kvalitet på produkter, exempelvis kläder, eller genom beaktande av produktens hela livscykel, till exempel retursystem, andrahandsmarknader och produktens slutliga återanvändning. Förpackningar bör vara återanvändbara och anpassade för att minska spill av till exempel livsmedel.

Transporter – För omställningen till användning av biobränslen som huvudsaklig energikälla för transporter är en storskalig och resurseffektiv produktion av biobaserade drivmedel samt en bred distribution av central betydelse. För att en omställning till biobränslen ska vara möjlig krävs både en

minskad konsumtion av drivmedel och mer energieffektiva kraftkällor. Detta kan till exempel uppnås med mer effektiva trafiksystem där transportkapaciteten utnyttjas optimalt.

Distribution och lagring – För att få till stånd en mer klimat-effektiv konsumtion (exempelvis genom minskat matavfall) krävs forskning om samspelet mellan producenter och konsumenter. Viktiga frågeställningar är till exempel hur distributionen av varor kan förbättras och vilka nya produkter för skydd och förvaring som behövs.

Nya tjänster – Nya tjänster i kombination med biobaserade produkter bidrar till ekonomisk tillväxt. Tjänster behöver i många fall inte vara kopplade till förbrukning av resurser och kan på så vis bidra till tillväxt utan att energi eller material förbrukas.

Konsumentbeteenden – För att få tillstånd ett ändrat konsumtionsmönster krävs forskning om hur konsumenternas beteende kan påverkas.

IV. Prioritering och val mellan åtgärder

Miljökonsekvenser – Såväl ökad produktivitet från ekosystemen som produktion av nya typer av biomassa, det vill säga nya grödor, djurhållningssystem etc. påverkar miljön. Detsamma gäller även vidareförädlingsindustrins verksamhet och konsumenternas användning av produkter och hantering av avfall. Systemets samlade miljöpåverkan, såväl positiv som negativ sådan, måste vara en utgångspunkt för hållbar produktion och användning.

Utmaningen är att hitta lösningar som ökar både den kommersiella och den miljömässiga nyttan. Det kan handla om brukningsmetoder som bidrar till att bevara eller öka den biologiska mångfalden, minskar användning och läckage av till exempel näringsämnen, bekämpningsmedel och antibiotika. En ytterligare uppgift är att integrera icke prissatta ekosystemtjänster och biologisk mångfald i affärsmodeller och samhällets beslutsprocesser, något som kräver forskning som kombinerar humaniora och samhällsvetenskap med naturvetenskap.

Ett annat viktigt perspektiv är tillgång till rent vatten, där vattenreglering och vattenhushållning i såväl skog som på åkermark kan integreras i produktionen av biomassa. Forskning med hela systemet i fokus, kommer därför behövas för att säkerställa att omställningen till biobaserad samhällsekonomi inte sker på bekostnad av miljön.

Socioekonomiska konsekvenser – Ökad produktivitet och produktion av nya typer av biomassa kan påverka andra användare av mark, skog och vatten. Det handlar till exempel om rennäring, rekreation, bär- och svampplockning, jakt

och fiske. Här gäller det att identifiera potentiella konflikter och skapa lösningar som både maximerar nyttan och kan accepteras av intressenterna.

Utveckling av en biobaserad ekonomi skapar förutsättningar för nya industrier och andra företag inom bioekonomins värdekedjor. Detta får konsekvenser när det gäller till exempel infrastruktur, transporter, stads- och landsbygdsutveckling, utbildning och sysselsättning.

Målkonflikter – Att lösa målkonflikter kring markanvändning är ett viktigt forskningsområde. Hög och intensiv produktion av bioråvaror kan komma i konflikt med bland annat annan markanvändning, miljöintressen och djurvälstånd. För att hitta lösningar på sådana konflikter behövs forskning om hur målkonflikter på alla nivåer kan hanteras det vill säga på global, regional och lokal nivå inklusive sambandet mellan dem. Internationella och nationella organisationers roll i sammanhanget behöver belysas.

Styrmedel – Hittills har mycket av forskningen och utvecklingen på styrmedelsområdet saknat ett livscykelerspektiv och främst rört enskilda styrmedel, enstaka sektorer eller led i produktkedjor snarare än hela system. På senare år har dock behovet att förändra produkters funktion/utformning och konsumtion uppmärksammas. Denna utveckling bör fortsätta vad gäller alla typer av styrmedel. Styrmedlen har olika egenskaper beträffande förändringsintention och ändringspotential. Det gäller att utveckla styrmedel som både är kostnadseffektiva och dynamiskt effektiva, det vill säga ger tillräckliga incitament till aktörerna att utveckla och implementera ny biobaserad teknik. Det behövs också forskning som identifierar administrativa, ekonomiska och andra hinder som begränsar möjligheterna att introducera biobaserade produkter.

Innovationsfrämjande åtgärder

En målsättning med forsknings- och utvecklingsinsatser är att skapa förutsättningar för att produkter och tjänster utvecklas. Nyttan för samhället realiserar först när utvecklade produkter och tjänster når relevant spridning i samhället. Det är därför viktigt att satsningar på forskning och utveckling kompletteras med innovationsfrämjande insatser.

Innovationsfrämjande insatser har sin utgångspunkt i de olika aktörerna i innovationssystemet, såsom företag, universitet, högskolor, institut och regioner. Omkring dessa aktörer har olika kluster bildats, och kompetensen i dessa kan stärkas genom gränsöverskridande samverkan med andra branscher och sektorer. Eftersom de biologiska resurserna (skog, jordbruksmark, våtmark etc.) är spridda över landet bidrar dessa kluster också till ett regionalt tillväxtarbete och insatser kan kombineras med en effektiv användning av EU:s strukturfonder.

I ett kort tidsperspektiv (inom 3–5 år) bör satsningarna inriktas på att den kunskap som byggts upp om biobaserade råvaror, vidareutvecklas genom demonstration vilket påskyndar produktutveckling och kommersialisering. Det handlar om såväl nya tillämpningar för tjänsteföretag och utrustningsleverantörer som tillverkning av slutprodukter.

I ett längre tidsperspektiv handlar det om att, med ledning av den kunskap som utvecklats genom forskning och utveckling, skapa förutsättningar för att utnyttja biomassans fulla potential. För att nå detta mål behövs utvecklad kunskap om råvarornas egenskaper och metoder för att påverka dessa, samt utveckling inom processteknik, materialteknik och systemlösningar som möjliggör effektiv och hållbar produktutveckling. Metoder och verktyg behöver utvecklas som kan analysera och utvärdera hållbarhetsaspekter relaterade till framför allt bioraffinaderier. Beakta hur institutionella förutsättningar, lagar, policy, standardisering, inverkar på innovationssystemet och möjligheterna att utveckla nya produkter och tjänster i den biobaserade ekonomin.

Nedanstående insatser har som utgångspunkt att ur ett systemperspektiv utveckla sambanden i hela värdekedjan från råvara till marknad. Detta gäller tekniska aspekter såväl som resurseffektivitet och affärsmässighet. För att öka den kommersiella potentialen och för att säkerställa långsiktig hållbarhet i satsningar som görs av olika aktörer är det viktigt att besluten kan grundas på en övergripande systemsyn. Vi föreslår följande åtgärder:

- Utveckla insatser som specifikt tar upp bioekonomins utmaningar. Med utmaningarna som utgångspunkt och drivkraft kan nya lösningar skapas som leder till långsiktig, hållbar tillväxt. Detta är särskilt viktigt för ett litet, exportberoende land som Sverige. Utmaningarna är av sådan karaktär att de kräver en bred samverkan mellan företag, sektorer, universitet, högskolor, forskningsinstitut och offentliga verksamheter. Ny teknik och kunskap kräver att flera discipliner, ämnesområden och sektorer arbetar tillsammans för att kunna hantera de komplexa frågor och krav på lösningar som utmaningarna ger upphov till.
- Stimulera branschöverskridande forsknings- och utvecklingssamarbeten för att utveckla och implementera lösningar som på olika sätt bidrar till en växande biobaserad samhällsekonomi. Akademin och instituten spelar en central roll i att skapa kopplingarna i dessa samarbeten, men även offentliga aktörer och det civila samhället har viktiga roller. Lösningar och innovationer begränsas inte till enbart nya produkter och processer. När marknader och finansiella mekanismer för ekosystemtjänster växer fram, finns det också en begynnande vilja att betala för väl fungerande ekosystem. Sverige bör genom sina väl



utvecklade areella näringar och lång tradition av institutionella ramverk för miljö- och naturvårdshänsyn, ligga mycket bra till för att bli ledande inom nya tjänsteinnovationer.

- Stimulera framväxten av starka forsknings- och innovationsmiljöer som bidrar till att relevant kunskap tas fram och förutsättningar skapas för innovationer inom området. Dessa starka miljöer samlar svensk kompetens och förstärker regioners och organisationers innovativa förmåga. En förutsättning för att kunna bidra till stärkt konkurrenskraft är att dessa miljöer även ska utgöra en internationell spets-kompetens och en tydlig attraktionskraft för utländska aktörer att bedriva forsknings- och utvecklingsarbetet i Sverige. Sådana satsningar kan även inriktas mot att stimulera nya värdekedjor baserade på ny kunskap och tekniska eller affärsmässiga möjligheter.

- Påskynda utveckling, verifiering och kommersialisering av nya biobaserade lösningar och ge fortsatt stöd till demonstration liknande det som ges via Energimyndigheten, men utvidgat till att demonstrera produktion av andra produkter, system och tjänster än drivmedel och energitekniska lösningar.
- Främja marknadsintroduktion av förnybara energibärare, kemikalier, material och teknik och en hållbar resursanvändning genom översyn och utveckling av långsiktiga styrmedel. Ett exempel är stöd till utveckling av policyåtgärder för att stimulera introduktion av biobaserade produkter, till exempel standardisering, märkning, upphandling, certifiering och skatter/lagstiftning.
- Erbjud stöd till små och medelstora företag för kommersialisering av ny teknik, liknande de affärsutvecklings- och tillväxtstöd som Energimyndigheten erbjuder idag, samt uppmuntra till samarbeten mellan små, medelstora och större företag för att påskynda utveckling och innovation.
- Det pågår stora satsningar inom bioraffinaderiområdet, i Europa och globalt. Därför är ett internationellt perspektiv på alla satsningar centralt, både avseende samverkan med andra länder och uppföljning av var kunskap och teknik kan hämtas hem. Aktuella europeiska beslut kring en gemensam energistrategi och hållbarhetskriterier för bioenergi kommer dessutom att innebära nya förutsättningar.

Samordningsbehov mellan forskningsfinansiärer, forskningsutförare och näringsliv

För att genomföra en forsknings- och innovationsstrategi för en biobaserad samhälls-ekonomi krävs en nära samverkan mellan Formas, VINNOVA och Energimyndigheten. Ansvars- och rollfördelning är enligt vår uppfattning tydlig och fungerande men kommer att utvecklas ytterligare. Mellan Formas och VINNOVA och mellan Formas och Energimyndigheten finns idag avtal om samverkan. Dessa avtal kan utgöra en grund för en mer utvecklad form av samarbete mellan myndigheterna inom detta område.

Idag pågår samarbete i olika former mellan myndigheterna där program antingen samfinansieras (t ex Tvärlivs) eller där vi deltar i gemensamma utlysningar med andra finansiärer (t ex Toppforskningsinitiativet, Era-Net). Inom strategiska områden pågår koordinering av insatser (t ex transportområdet).

Myndigheterna avser att fortsatt stödja insatserna enligt förslagen i denna strategi och i samband med genomförandet kommer ansvars- och rollfördelningen att kontinuerligt stämmas av. Syftet med detta är att ta fram synergieffekter

i insatserna och kunna följa upp de samlade effekterna på en biobaserade samhällsekonomi. En hel del av detta arbete kan genomföras inom ramen för befintliga resurser. Om en stor ny satsning på området ska genomföras kommer ytterligare resurser att behövas. Detta förutsätter emellertid att det finns ett statsfinansiellt utrymme.

Formas kommer att inrätta ett *Avnämningarforum* bestående av företrädare för avnämare (myndigheter, företag, det civila samhället) och andra nationella och internationella intressenter.

Formas stödjer grundforskning och behovsstyrd forskning inom områdena miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Formas främjar en ekologiskt hållbar tillväxt och utveckling i samhället.



Energimyndigheten
Swedish Energy Agency
Box 130, SE-631 04 Eskilstuna. Besöksadress: Kungsgatan 43
Tel: 016 544 2000, Fax: 016 544 2099
E-post: registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se



VINNOVA
101 58 Stockholm. Besöksadress: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: 08 473 30 00. Fax: 08 473 30 05
E-post: VINNOVA@VINNOVA.se
www.VINNOVA.se



Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Formas
The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning
Box 1206, SE-111 82 Stockholm. Besöksadress: Kungsbron 21
Tel: 08 775 40 00, Fax: 08 775 40 10
E-post: registrator@formas.se
www.formas.se