f3 och samverkansprogrammet *Förnybara drivmedel och system*

Projekt, resultat och aktiviteter, år 2014-2017

SVENSKT KUNSKAPSCENTRUM
FÖR FÖRNYBARA DRIVMEDEL

Innehållsförteckning

Förord

Del 1

Fyra års verksamhet 4
Viktiga resultat och insikter 5
Forskning i samverkan 10
Till nytta för politik, myndigheter och industri 12
Kunskap tillgänglig för alla 14
f3 som organisation 2014-2017 16

Del 2

Projekt inom samverkansprogrammet
Förnybara drivmedel och system 17
Projekt som helfinansierats av f3:s parter 47

Januari 2020
Design: Chalmers Industriteknik
Tryck: Danagård litho
Ospeciferade bilder: Mattons bildbyrå

Förord

f3 bildades redan i slutet av 2010 och närmar sig alltså nu sitt 10-årsjubileum. Under vår andra etapp hade organisationen satt sig och f3, som trovärdig kunskapskälla inom förnybara drivmedel etablerats. Dessutom hade samarbetet med Energimyndigheten utvecklats till ett strukturerat och ambitiöst gemensamt forskningsprogram; samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system.

Under etappen kunde därmed stora mängder intressant forskning genomföras, vilket lett till spännande resultat, fördjupade insikter och ökad förståelse för komplexiteten i en övergång till förnybara drivmedel för hållbara transporter. Vi såg också hur dessa resultat allt mer kom till direkt användning hos såväl f3:s egna parter som hos myndigheter och i underlag till politiska instanser. Med dessa resultat i ryggen har vi gemensamt också valt att fortsätta samverkan och är redan en bra bit in i nästa etapp – för både f3 som organisation och för samverkansprogrammet.

Jag ser därför fram mot hur systemorienterade, forskningsbaserade slutsatser fortsätter att bidra till bättre beslut och en accelererad omställning. Detta gäller såväl de resultat som presenteras i den här rapporten, som den nya kunskap som nu håller på att genereras runt om hos f3:s parter och alla andra som deltar i forskningsprojekt och samverkan.

Ingrid Nohlgren
Föreståndare f3

SVENSKT KUNSKAPSCENTRUM FÖR FÖRNYBARA DRIVMEDEL f3

f3 – Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel

f3 är ett nationellt kunskapscentrum där industri, högskolor, institut och myndigheter samverkar för en hållbar transportsektor. Det gör vi genom att gemensamt arbeta med forskningsfinansiering och genomförande, kunskapsspridning och kommunikation.

Foto: Pasi Mämmelå

Fyra års verksamhet

Perioden 2014-2017 utgjorde f3:s andra etapp som centrumbildning och den första etappen för samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system. Samverkansprogrammet finansieras och drivs gemensamt av Energimyndigheten och f3.

f3:s vision är att bidra, genom vetenskapligt grundad kunskap, till utvecklingen av miljömässigt, ekonomiskt och socialt hållbara förnybara drivmedel, som en del i ett framtida hållbart samhälle. Samverkansprogrammets övergripande syfte är att finansiera analyser som kan bidra till sådan kunskap och ligga till grund för vetenskapligt underbyggt beslutsstöd och ökad systemförståelse hos politiker, myndigheter, industri och andra organisationer.

Den här rapporten sammanfattar hur f3 och samverkansprogrammet arbetat under etappen för att uppfylla dessa visioner.[1] I rapportens första del ges dels exempel på hur resultat från systeminriktade forskningsprojekt ger oss ökad kunskap om hur aktörer, styrmedel, hållbarhetskriterier, teknikutveckling samt tillgängliga resurser kan bidra till omställningen till förnybara drivmedel. Dels beskriver vi de värden verksamheten bidragit med genom samverkan, till utveckling av konkreta beslutsunderlag och kommunikationsaktiviteter. I del 2 presenteras kort samtliga genomförda projekt under etappen: 29 olika forskningsprojekt inom samverkansprogrammet och 23 mindre f3-projekt. De mindre f3-projekten ingår som en viktig del av f3:s samlade verksamhet och finansieras av f3:s parter.

Läs gärna broschyren ”Forskningsbaserade slutsatser”, där sex mycket övergripande, men centrala, slutsatser, baserat på denna och annan forskning inom området.

[1] För samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system finns också en separat, formell, slutrapport.

Foto: Drew Beamer, Unsplash

Viktiga resultat och insikter

I Sverige ska utsläppen från inrikes transporter, förutom inrikes flyg, minska med minst 70 procent till år 2030. På längre sikt, senast 2045, ska nettoutsläppen av växthusgaser vara noll. Idag bidrar inrikes transporter med cirka en tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. Av denna tredjedel står vägtrafiken för mer än 90 procent. För att nå klimatmålen krävs omställning till ett transporteffektivt samhälle med energieffektiva fordon, som drivs fossilfritt. Detta förutsätter ökad användning av förnybara drivmedel, dvs biodrivmedel – flytande såväl som gasformiga - för väg-, flyg- och sjötransporter, förnybar el som drivmedel och förnybara drivmedel av icke-biologiskt ursprung.

Forskning med aktörsperspektiv

Flera av etappens projekt har särskilt fokuserat på olika *aktörers* syn på barriärer och drivkrafter samt möjligheter att påverka. Genomgående har efterfrågan på långsiktiga och förutsägbara styrmedel lyfts fram.

Aktörer som varit involverade i stora projekt kring skogsbaserade biodrivmedel trycker både på behovet av långsiktighet och problematiken med att förtroendet för de politiska processerna inom området, både i Sverige och inom EU, sänkts under senare år.[2] Det finns dessutom fortfarande såväl tekniska som finansiella barriärer för utveckling av biodrivmedel. Exempel på viktiga drivkrafter är å andra sidan behovet av klimatåtgärder, förändrade marknadsförutsättningar för massa- och pappersindustrin samt synergier med redan etablerad industri.[3]

[2] Projekttitel: Analys av systembarriärer för produktion av skogsbaserade drivmedel, se även s 20.
[3] Projekttitel: BeWhere – Aktörsinriktad analys av biodrivmedelsproduktion i Sverige, se även s 21.

Aktörer inom biogassystemen tryckte särskilt på behov av långsiktiga styrmedel både på produktions- och användarsidan, eftersom osäkerhet på båda sidor påverkar investeringsviljan. Dessutom visades att enskilda aktörer kan ha stor påverkan, som till exempel Swedavia, genom deras regelverk för taxibilar och kommuner, genom offentlig upphandling. [4]

Kommunala aktörer identifierade svårigheter att gå från långsiktiga, övergripande mål och visioner till konkreta delmål och aktiviteter samt i att mäta effekten av kommunens samlade aktiviteter. De betonade också vikten av politisk uthållighet över flera mandatperioder för att skapa kontinuitet i arbetet.[5]

Erfarenheterna av etanolfordon och höginblandad etanol visar att ett lägre pris på det förnybara drivmedlet är avgörande. Det är dock inte den enda faktorn, utan också osäkerhet kring drivmedlets klimatprestanda och kvalitet (om etanolen t ex orsakar motortekniska problem) påverkar, bl a via debatten i media. Dessa resultat förstärker bilden av att långsiktighet i styrmedel är viktiga, inte bara genom deras direkta påverkan. När styrmedlen för ökad etanolanvändning togs bort sändes också signaler att politiker inte längre tror på drivmedlet och till investerare att de inte kan lita på politiken.[6]

Tydliga rekommendationer om styrmedel

Några mer specifika rekommendationer för utformning av *styrmedel* har lyfts fram genom etappens forskning, till exempel avseende möjligheterna att stimulera utveckling av förnybar drivmedelsproduktion och bioraffinaderier.

Styrkor som främjar utveckling av bioraffinaderier i Sverige är framför allt att det finns en betydande och relativt storskalig forskningsinfrastruktur, starka forskare och forskningsnätverk samt långsiktig forskningsfinansiering. För att ta steget från piloter till kommersialisering krävs dock förstärkt industrideltagande och samverkan mellan olika organisationer samt mer adekvata styrmedel för marknadsintroduktion.[7]

Styrmedel behöver stödja både drivmedel och biobaserade produkter samt synergier mellan dessa, liksom nischmarknader för olika produkter från bioraffinaderierna (t ex genom offentlig upphandling och olika typer av prisgarantier). Pilot- och demonstrationsanläggningar är centrala, både för att testa och utvärdera tekniska lösningar och för marknadsintroduktion, genom att bidra till sänkta risker.[7]

Policy-verktyg för att stimulera utvecklingen av hållbara biodrivmedel bör vara teknik- och råvaruneutrala samt fokusera på de specifika systemens faktiska klimatnytta ur ett brett systemperspektiv. Om de baseras på LCA måste de vara dynamiska och kunna hantera och inkludera skillnader och förändringar i tidsmässiga och rumsliga förutsättningar. Ett annat resultat är att förnybarhetsdirektivets strikta uppdelning mellan (i) restprodukter som inte belastas med uppströms utsläpp, (ii) biprodukter som delvis belastas och (iii) primära energigrödor som enbart belastas med direkta utsläpp är oftast kontraproduktivt.[8]

Andra oönskade miljöeffekter från användning av specifika biomassaresurser måste styras med riktade policy-verktyg för just dessa effekter, och inte via styrmedel designade för att reducera växthusgaser. Ett sådant exempel är reglering av så kallade indirekta markanvändningseffekter.[8]

Offentlig upphandling kan användas för att påverka övergången till förnybara drivmedel. En kommun eller region har möjlighet att ställa långtgående miljökrav så länge den politiska viljan finns. Det finns framgångsrika exempel både på när de utformas utifrån generella funktionskrav och när de används för att tydligt styra mot t ex ökad biogasanvändning.[9]

Komplext med hållbarhetskriterier

Alla förnybara drivmedel som produceras och tankas i Sverige uppfyller EU:s högt ställda *hållbarhetskriterier* och är ur växthusgasperspektiv betydligt bättre alternativ än fossila drivmedel. Kriterierna har gradvis skärpts, men det finns hållbarhetsaspekter och systemeffekter som är svåra att fånga upp och utmaningen blir dessutom större med ökande produktionsvolymer. Etappens projekt bidrar till kunskap om hur olika faktorer påverkar hållbarheten.

Hållbarhetsbedömningen av olika drivmedel och värdekedjor påverkas av bedömningsmetoden. Det är därför viktigt för beslutsfattare att vara medvetna och uppmärksamma på vilka metoder som används. Genom transparens kan analyser med tillräckligt vida systemgränser och som ger möjlighet att beakta förändrade förutsättningar i tid och rum ge ett mer komplett underlag för politiska beslut och bidra till mer genomtänkta prioriteringar. Detta gäller både biodrivmedel baserade på restprodukter och grödor och användning av bioenergi från skogen. För den senare, med långa tidscykler är en dynamisk analys och analys på landskapsnivå särskilt viktig.[10]

[4] Projekttitel: Biogas i transportsektorn – en aktörs- och styrmedelsanalys, se även s 35.
[5] Projekttitel: Från visioner till digitala lösningar – lokal omställning till fossilbränslefria transportsystem, se även s 38.
[6] Projekttitel: Hinder för ökad användning av höginblandade biodrivmedel i den svenska fordonsflottan, se även s 25.
[7] Projekttitel: Att möjliggöra en övergång till bioekonomi: Dynamik i innovationssystem och policy, se även s 22.
[8] Projekttitel: Hållbara biodrivmedel – kritisk granskning av rådande synsätt och fallstudier med utvidgad systemanalys som ger nya perspektiv och goda exempel, se även s 39.
[9] Projekttitel: Offentlig upphandling som styrmedel för att främja spridning och användning av förnybara drivmedel, se även s 23.
[10] Projekttitlar: Metodvalets inverkan på klimatpåverkansbedömning av biodrivmedel och annan skogsråvaruanvändning / Hållbara biodrivmedel – kritisk granskning av rådande synsätt och fallstudier med utvidgad systemanalys som ger nya perspektiv och goda exempel, se även s 32 och 39.

Omställningen till en fossilfri fordonsflotta pågår. Vi samlar kunskapen i f3 och samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system.

Bioenergi baserad på skogsindustrins restprodukter bedöms vanligtvis bidra positivt till minskad klimatförändring även på kort sikt. Studier som inte beaktar dynamiska faktorer finner däremot ibland att uttag av gallringsvirke och avverkningsrester som bryts ned långsamt inte bidrar till minskade utsläpp av växthusgaser på kort eller ens medellång sikt.[8]

En hållbarhetsbedömning som inkluderar samtliga tre aspekter på hållbarhet – miljö, sociala frågor och ekonomi – visar att de olika målen kan vara delvis motstridiga och att prioriteringar därför är värderingsberoende.[11]

I ett projekt som särskilt fokuserat på nyttorna med biodrivmedelsproduktion har man beräknat den totala växthusgasreduktionen från den svenska biodrivmedelsportföljen år 2015. Denna bedömdes då vara ca 50 procent större om man inkluderar alla biprodukter, än om man enbart räknar med minskningen till följd av ersättning av fossila bränslen.[12]

En beskrivande och kvantifierad värdering av ekosystemtjänster kompletterar bilden av effekterna av biodrivmedelsproduktion. Komplexiteten gör dock att studier på landskapsnivå kan behöva begränsas till ett urval av ekosystemtjänster, vilket i sin tur gör det viktigt att involvera intressenter i urvalsprocessen.[13]

Potential för teknikutveckling

Effektiv produktion av förnybara drivmedel kan ske baserat på olika råvaror, med olika processer och till olika drivmedel och beroende på marknad kommer olika tekniklösningar att bäst motsvara krav på hög klimatprestanda och kostnadseffektivitet. Övergripande visar etappens projekt att det finns många olika sätt att uppnå höga nivåer av produktion till rimliga kostnader och att detta inte är särskilt starkt beroende av specifika tekniker eller lokalisering. För att förnybara drivmedel ska få ökat genomslag krävs dock *teknikutveckling* för förbättrad prestanda och sänkta produktionskostnader.

Modellering av biodrivmedelsproduktion i Sverige tyder på att de faktorer som hade störst potential att minska kostnaderna var skalekonomi och hög verkningsgrad, vilket gynnade storskalig förgasningsbaserad produktion.[3]

Jämförelse av tekniskspår för produktion av förnybar bensin och diesel respektive av metanol – båda med sulfatlignin eller skogsrester som råvara – visar på god potential för alla fyra tekniskspår. Dock har de olika starka och svaga sidor och produktionsteknik baserad på uppgradering av pyrolysolja i ett oljeraffinaderi verkar ha större utmaningar än övriga alternativ.[14]

Kopplat till det reduktionspliktsystem vi har i Sverige sedan 2018 och växthusgasprestanda hos olika biodrivmedel har kostnaderna för växthusgasreduktion jämförts. Av de biodrivmedel som finns på marknaden idag är då reduktionskostnaden lägst för biogas från rötning av avfall och sockerrörsbaserad etanol. Biodrivmedel baserade på raps har högst reduktionskostnad, medan resultaten för HVO varierar i hög utsträckning. Biodrivmedel som idag är under utveckling har potential att nå lägre reduktionskostnader än många av dagens produktionskedjor.[15]

Genom att samförgasa annan biomassa med svartlut från produktionen av kemisk pappersmassa och därmed utnyttja svartlutens höga reaktivitet skulle större volymer förnybara drivmedel kunna produceras med högre effektivitet.[16]

Elektrobränslen, dvs kolväten producerad från koldioxid och vatten med elektricitet som primär energikälla, skulle kunna bidra till produktionen av förnybara drivmedel. Viktiga förutsättningar för detta är dock låga elpriser, tillgång till förnybar el, teknikutveckling och relativt långa drifttider. Från utsläpp som till minst 90 procent består av koldioxid skulle det vara möjligt att producera elektrobränslen som motsvarar två procent av dagens drivmedelsbehov i Sverige.[17]

Olika perspektiv på tillgängliga resurser

Det finns betydande resurser för produktion av hållbara förnybara drivmedel. Bi- och restprodukter från jord- och skogsbruk samt avfallsströmmar från hushåll och industri kan användas till hållbar biodrivmedelsproduktion i stor skala. Samtidigt är behoven stora och etappens forskning har bidragit med ny kunskap om *tillgängliga resurser.*

4-10 TWh biodrivmedel per år skulle kunna produceras från svensk åkermarksbaserad biomassa, som bedömts ha mycket låg risk för att orsaka negativ förändrad markanvändning. Detta omfattar restprodukter från jordbruket, vall odlad på nerlagd åkermark, mellangrödor samt vall från intensifiering av befintlig odling. Potentialen för biodrivmedel från andra svenska råvaror som skogsrester, industriella biprodukter och avfall bedömdes i denna studie till 8-11 TWh/år.[18]

Marina råvaror, som makroalger och sjöpungar, för produktion av biodrivmedel har studerats utifrån betydelsen för ekosystemtjänster och ur kostnadsperspektiv. Resultaten visar på många positiva konsekvenserna av ökad odling av makroalger och sjöpungar på försörjande ekosystemtjänster är i huvudsak positiva, medan effekterna på reglerande och stödjande ekosystemtjänster är både positiva och negativa. Kostnaderna visar sig vara ytterst känsliga för priset på algerna, vilken utgör nästan 60 procent av de totala driftskostnaderna.[19]

På europeisk nivå har potentialen för biogas från jordbrukets restflöden (skörderester och stallgödsel) uppskattats till knappt 700 PJ (194 TWh).[20]

---

[11] Projekttitel: Integrerad utvärdering av fordonsbränslen med hållbarhets-LCA – sociala och miljömässiga konsekvenser i ett livscykelperspektiv, se även s 26.
[12] Projekttitel: Miljömässiga och socio-ekonomiska fördelar av biodrivmedelsproduktion i Sverige, se även s 37.
[13] Projekttitel: Biodrivmedel och ekosystemtjänster, se även s 40.
[14] Projekttitel: Teknoekonomisk utvärdering av kortsiktiga och långsiktiga teknikspår för integrerad biodrivmedelsproduktion, se även s 44.
[15] Projekttitel: Utvärdering av produktionskostnader för biodrivmedel med hänsyn till reduktionsplikten, se även s 58.
[16] Projekttitel: Metanolproduktion via svartlutsförgasning med utökad råvarubas, se även s 36.
[17] Projekttitel: Elektrobränslens roll som drivmedel: en kostnadseffektiv lösning i framtiden? , se även s 27.
[18] Projekttitel: Biodrivmedel från åkermarksbaserad biomassa – förändrad markanvändning ur ett svenskt perspektiv, se även s 34.
[19] Projekttitlar: Havsbaserade biodrivmedel och ekosystemtjänster; Fosforåtervinning i biodrivmedel baserade på makroalger, se även s 45 samt s 57.
[20] Projekttitel: Biogas från jordbrukets restflöden – var och hur mycket? , se även s 28.

Foto: Hans-Peter Gauster, Unsplash

Forskning i samverkan

f3:s forskning och all övrig verksamhet sker i nära samverkan – mellan parterna, med andra nationella organisationer, centra och nätverk samt internationellt. Forskare samt industrirepresentanter som är aktiva inom f3-relaterade projekt och i nätverket framhäver just samverkan som den stora styrkan med f3. Samverkan tillför till exempel en breddad kompetens, där den egna spetsen kompletteras med ökad kunskap och förståelse om närliggande områden. Detta gör att forskarna i högre grad kan bidra till den allmänna debatten och svara på frågor från olika typer av aktörer – från statliga utredare till kommunala upphandlare av bussar, allmänhet och media. Särskilt viktigt har detta varit för unga forskare, vars karriärer främjats eftersom både kunskap och självförtroende stärkts genom att vara endel av nätverket. För industrin innebär samverkan en direktkanal till forskning och forskare inom området, men också fördjupad kontakt med andra relevanta industriaktörer.

Nätverk och forskningsprojekt har i flera fall lett till nya projekt i nya konstellationer. Modellverktyget BeWhere, som vidareutvecklats och använts för analys i tre på varandra följande projekt relaterade till f3, används nu för analys av stålindustrin med helt nya aktörer involverade. Det tredje delprojektet, som inkluderade aktörsanalys och specialstudier av åkermarksbaserad produktion, innebar en korsbefruktning mellan både samhällsvetenskapliga och systemtekniska metoder och mellan forskarmiljöer som annars har huvudfokus på biomassa från antingen skog eller åkermark. Ett annat projekt har inneburit ett fördjupat samarbete mellan två av Sveriges största forskarprofiler inom bioenergiområdet, Pål Börjesson vid LTH och Göran Berndes på Chalmers. Resultaten från det projektet har, genom ett sedan tidigare upparbetat

samarbete inom IEA Bioenergy, kunnat spridas internationellt genom nyhetsbrev, workshops och seminarier i till exempel Göteborg, Amsterdam, Vancouver och Berlin.

Genom finansieringen av Vinnova för f3:s roll som påverkansplattform för området förnybara drivmedel inom EU har f3 också bidragit till att utveckla deltagandet av svenska aktörer i samverkan på EU-nivå. Det har skett genom ett ökat engagemang från industriparterna inom EU:s teknikplattform för bioenergi (Energy Technology and Innovation Platform Bioenergy eller ETIP Bioenergy) och arbetet med utveckling av EU:s långsiktiga strategiska energiplan (Strategic Energy Technology Plan eller SET-Plan).

f3:s organisation och verksamhet är uppbyggd så att den ska stärka såväl nationell som internationell samverkan, med syfte att bidra till forskningens kvalitet och trovärdighet. I samtliga projekt inom samverkansprogrammet deltar alltid minst två olika organisationer. Under etappen deltog totalt 39 olika organisationer - universitet och högskolor, forskningsinstitut, industriföretag, SMF, länsstyrelser och kommuner - i något projekt. Av dessa var 16 f3:s parter.

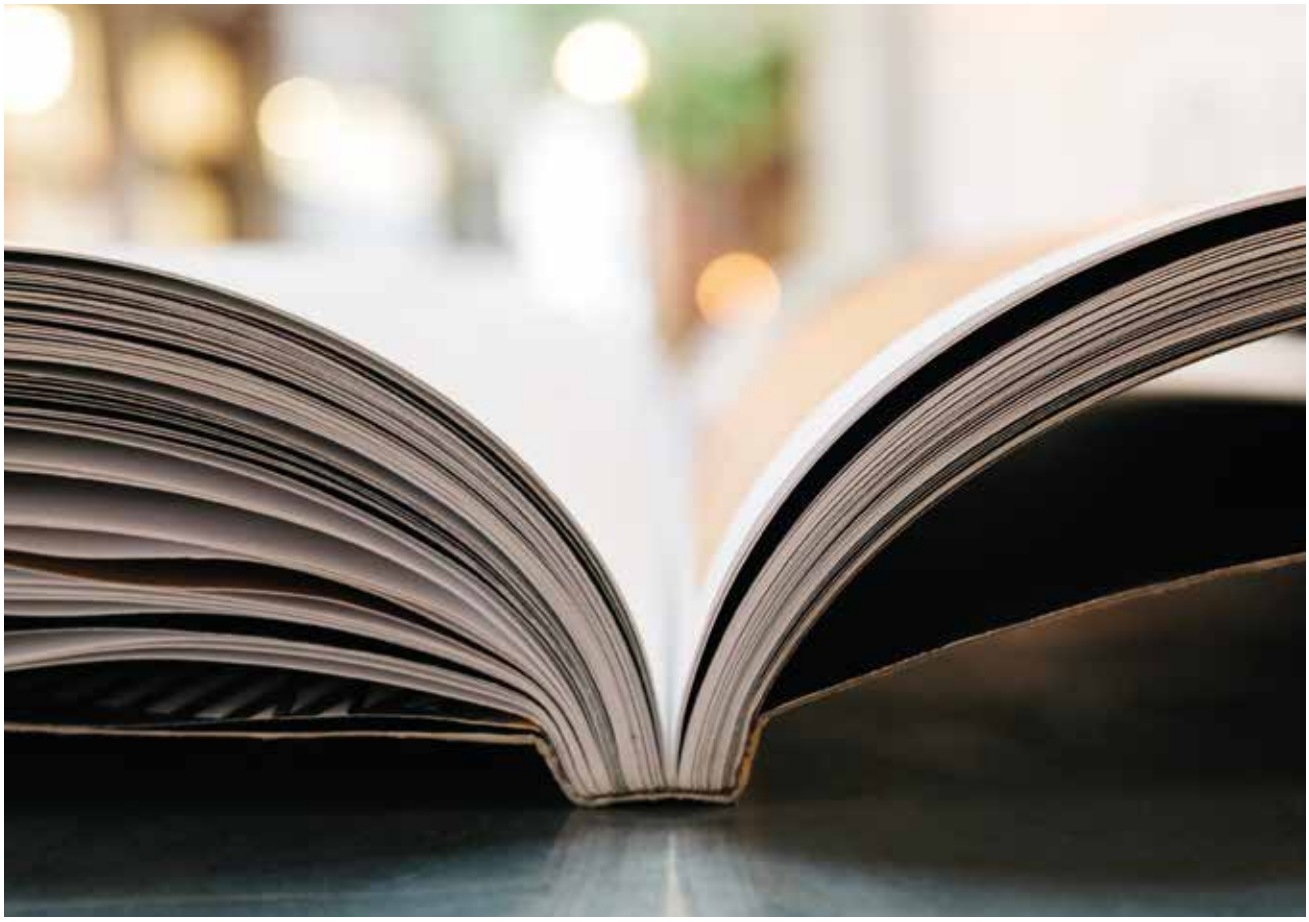
Samtliga parter inom f3 har två representanter inom organisationen – en f3-representant och en f3-koordinator, som arbetar mer operativt. Förutom i projekt samverkar parterna också genom koordinatormöten, gemensamma workshops och i samband med f3:s seminarier och konferenser.

Den internationella samverkan sker på två plan. Dels utvecklar f3:s kansli ett nätverk med andra organisationer som BiofuelNet i Kanada, Bio4Fuel i Norge och ETIP Bioenergy. Dels sker internationell samverkan inom ramen för olika projekt, t ex med universiteten i Utrecht och Pisa samt IEA Bioenergy.

Min forskning och mitt nätverk har både fördjupats och breddats genom deltagandet i f3 och f3-relaterade projekt. För min forskarkarriär har det varit mer eller mindre avgörande.”

Elisabeth Wetterlund
Bitr professor i Energiteknik
Luleå tekniska universitet

Foto: Jonas Jacobsson, Unsplash



Till nytta för politik, myndigheter och industri

Ett av f3:s viktigaste mål har från början varit att kunskapen som tas fram ska vara tillgänglig för politiska instanser och myndigheter och användas som faktaunderlag för vetenskapligt förankrade beslut. Den rollen har gradvis stärkts och under denna etapp finns flera konkreta exempel på hur f3:s underlag använts inom den offentliga sektorn (se nedan). f3:s relevans för industrin är tydlig genom det aktiva deltagandet av företag som parter, vilka bidrar med både egna insatser och kontanta medel till f3:s verksamhet. f3:s föreståndare och koordinatorer efterfrågas också som talare vid allt från industriseminarier, drivmedelskonferenser, forskningsseminarier och regionala planeringsmöten till utvecklingsdagar för landsbygden.

Under perioden juni 2017 till mars 2018 genomförde Trafikutskottets arbetsgrupp för forskningsfrågor en studie som resulterade i rapporten Fossilfria drivmedel för att minska transportsektorns klimatpåverkan.

Syftet med studien var att identifiera alternativ för att öka andelen icke-fossila drivmedel i Sverige de närmaste åren med målet att åstadkomma fossilfrihet. I rapporten beskrivs och jämförs både flytande drivmedel, gasformiga drivmedel och eldrift och studien täcker såväl vägtrafik som bantrafik, sjöfart och luftfart, men avgränsades till inrikes transporter.

Till studien knöts en referensgrupp med fyra forskare, varav Johanna Mossberg, dåvarande föreståndare för f3, var en (övriga var Pål Börjesson, Björn Sandén och Jonas Åkerman). f3:s rapporter användes i stor utsträckning som underlag för studien. En viktig utgångspunkt för studien var dessutom den tidigare statliga utredningen Fossilfrihet på väg, där f3 också bidrog aktivt genom en av de mer centrala underlagsrapporterna (under föregående etapp, 2011-2014).

På liknande sätt har den forskning som genomförts under etappen 2014-2017 bidragit till underlaget i nyare utredningar. Två viktiga exempel är den s k flygutredningen som presenterades i februari 2019 och IVAs arbete inom projektet Vägval för klimatet, som publicerade sin delrapport ”Så klarar Sveriges transporter klimatmålen” i juni 2019.

Rapporter och kunskap från f3 används som faktaunderlag för politiska instanser, myndigheter och industri i samband med strategisk planering och inför viktiga beslut. f3:s material och rapporter som tagits fram under perioden har åtminstone använts i följande sammanhang:

- Fossilfria drivmedel för att minska transportsektorns klimatpåverkan, Trafikutskottets arbetsgrupp 2017-2018
- Statliga utredningen ”Biojet för flyget”, SOU 2019:11
- IVAs delrapport ”Så klarar Sveriges transporter klimatmålen”, juni 2019
- Västra Götalandsregionens strategiarbete relaterat till miljöplan och ”Klimat 2030 – Västra Götaland ställer om”.

E.ON har använt underlag från f3 i bland annat vårt kommunikationsarbete kring biogas. Jag lyfter ofta fram f3 i olika sammanhang såsom i min roll som expert eftersom f3:s material i många fall är det mest genomarbetade som finns. ”

Björn Fredriksson-Möller
Senior Specialist
E.ON Energilösningar

Kunskap tillgänglig för alla

Spridning av kunskap om förnybara drivmedel är en av de viktigaste drivkrafterna bakom bildandet av f3. f3:s kommunikationsinsatser utgör alltså en central del av kärnverksamheten. Kunskap om förnybara drivmedel och resultaten från f3:s forskning sprids genom många olika kanaler.

f3:s nyhetsbrev

Innehåller nyheter om aktiviteter inom f3 och samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system. Under perioden publicerades **18** nyhetsbrev. I slutet av 2017 hade nyhetsbrevet ca

400 prenumeranter.

Faktablad

11 faktablad

om olika typer av drivmedel, råvaror och policy har publicerats och är tillgängliga via f3:s webbplats. Webbstatistiken visar att faktabladen är bland det mest efterfrågade innehållet på webbplatsen.

Forskningsrapporter

Samtliga projekt publiceras i rapporter. Under perioden 2014-2017 rör det sig om **28** rapporter från projekt inom samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system och **25** rapporter från olika f3-projekt.

Samtidigt publicerades minst **35** vetenskapliga artiklar kopplade till f3-relaterade projekt.

Seminarier

2014-2017 genomförde f3, totalt **sju** större, öppna seminarier och konferenser, flertalet i samverkan med andra aktörer och centrumbildningar, t ex Energimyndigheten, f3:s parter, SICEC, SFC och Lighthouse m fl. De öppna eventen samlade tillsammans drygt **520** deltagare.

Åtta miniseminarier och strategiska möten för och hos f3:s parter anordnades också.

f3:s webbplats

På f3:s webbplats publiceras nyheter, information om och resultat från projekt. Under perioden 2014–2017 har antalet besökare per år vuxit från ca **6000** till närmare

8000.

Sociala medier

f3 finns på Twitter sedan oktober 2015. Där sprids information om t ex nya rapporter, kommande event mm. I december 2017 hade f3 samlat

200 följare

som tagit del av ungefär 200 inlägg från f3.

f3 som organisation 2014-2017

f3 hade under etappen totalt 17 parter. Varje part är representerad i organisationen med en partsrepresentant och en koordinator. Den totala omsättningen under hela etappen var 41 Mkr, varav 21 Mkr användes för delfinansiering av samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system. Utöver styrelsen, har under etappen funnits en aktiv strategigrupp och en arbetsgrupp för EU-samverkan. Dessutom träffas koordinatorgruppen regelbundet. Chalmers Industriteknik var centrumvärd.

f3:s parter 2014-2017 (om inget annat anges)

- Bio4Energy
- Chalmers tekniska högskola
- Kungliga tekniska högskolan
- Lunds universitet
- Sveriges lantbruksuniversitet
- Linköpings universitet (2014-2016)
- IVL Svenska miljöinstitutet
- SP Sveriges tekniska forskningsinstitut
- Innventia
- Göteborg Energi
- E.ON Sverige
- Lantmännen Energi
- Preem
- Perstorp Bioproducts
- Bergvik Skog (2016-2017)
- Scania
- Volvo Technology

Styrelsemedlemmar (ordinarie)

- Thomas Johannesson, styrelseordförande (2014-2016)
- Annika Åhnberg, styrelseordförande (2017)
- Pål Börjesson, LTH (2014 - 2015)
- Thore Berntsson, Chalmers (2014 - 2015)
- Jenny Palm, Linköpings universitet (2014-2016)
- Per Alvfors, KTH (2016-2017)
- Joakim Lundgren, Bio4Energy (2016-2017)
- Erik Fahlbeck, SLU (2017)
- Clas Engström SP (2014-2015)
- Peter Axegård, Innventia (2016-2017)
- Eva Lind-Grennfelt, Preem (2014-2017)
- Björn Fredriksson-Möller, E.ON Sverige (2014 – 2015)
- Per Erlandsson, Lantmännen Energi (2014)
- Erika Antonsson, Göteborg Energi (2015-2017)
- Eva Iverfeldt, Scania (2016-2017)

Samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system 2014-2017

Samverkansprogrammet styrs av en separat programbeskrivning. Den totala budgeten under perioden var 43 Mkr, varav Energimyndighetens andel var 50 procent. Energimyndigheten fattar beslut om projekt inom samverkansprogrammet, med stöd av ett rådgivande programråd.

Programråd

- Thomas Johannesson, programrådsordförande (2014-2017)
- Pål Börjesson, LTH (2014 - 2015)
- Thore Berntsson, Chalmers (2014 - 2017)
- Jenny Palm, Linköpings universitet (2014-2017)
- Per Alvfors, KTH (2016-2017)
- Joakim Lundgren, Bio4Energy (2016-2017)
- Clas Engström SP (2014-2015)
- Peter Axegård, Innventia (2016-2017)
- Eva Lind-Grennfelt, Preem (2014-2017)
- Björn Fredriksson-Möller, E.ON Sverige (2014 – 2017)
- Per Erlandsson, Lantmännen Energi (2014-2015)
- Erika Antonsson, Göteborg Energi (2015-2017)
- Eva Iverfeldt, Scania (2016-2017)
- Håkan Johansson, Trafikverket (2015-2017)
- Kristina Holmgren, Energimyndigheten (2014-2015)
- Sofie Engberg, Energimyndigheten (2016)
- Linus Klackenberg, Energimyndigheten (2016-2017)
- Ulf Jonson, Energimyndigheten (2017)

Foto: Jordan Sanchez, Unsplashed (bilden är beskuren)

MELLAN ÅREN 2014-2017

På följande sidor presenteras projekt inom samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system

Foto: IADE-Michoko, Pixabay

Metan i tanken är bra för klimatet

I jämförelse med diesel och bensin har metan som drivmedel i fordon potential att minska luftföroreningar, något som är intressant särskilt i tungt trafikerade områden. Än så länge är användningen på totalnivå ganska låg, mycket på grund av att flertalet metanbaserade drivmedelssystem fortfarande är under utveckling.

Den så kallade MetDriv-studien har tittat på prestandan för energi, växthusgasutsläpp och kostnader för några svenska befintliga och nya koncept för förnybar metan, från råvara till slutanvändning. Slutsatsen är att koncepten kan ge stora vinster i minskade växthusgasutsläpp jämfört med fossilbaserade system. Den jämförda energieffektiviteten kan ligga på samma nivå eller lite lägre och kostnaderna på samma nivå eller lite högre. Eftersom val av efterbehandlings- och distributionssystem för förnybar metan som drivmedel inte påverkar utfallet hos de jämförda aspekterna kan det vara motiverat att utveckla och kommersialisera alla de system som undersökts i studien.

Fakta

Metan som drivmedel – en gate-to-wheel-studie (METDRIV)

Juli 2014 - juni 2016

Projektledare
Pål Börjesson,
Lunds universitet

Deltagare
Mikael Lantz,
Lovisa Björnsson,
Christian Hulteberg
och Helena Svensson,
Lunds universitet

Joakim Lundgren och
Jim Andersson,
Bio4Energy

Björn Fredriksson-Möller,
E.on

Magnus Fröberg och
Eva Iverfeldt, *Scania*

Per Hanarp och Anders Röj,
Volvo

Eric Zinn, *Göteborg Energi*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, Lunds universitet,
LTU, AB Volvo, Scania, Göteborg Energi och E.on

Fakta

Stora satsningar kräver svängrum

Analys av system-barriärer för produk-tion av skogsbaserade drivmedel

Augusti 2014 - maj 2016

Projektledare
Philip Peck,
Lunds universitet

Deltagare
Yuliya Voytenko,
Lunds universitet

Stefan Grönkvist och
Tomas Lönnqvist, *KTH*

Julia Hansson, *IVL*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, Lunds universitet,
KTH och IVL

Förnybara drivmedel från skogsråvara är en viktig pusselbit för den fossilfria omställningen av transportsektorn. Men trots omfattningen hos pågående forskning och utveckling av tekniska plattformar och drivmedel är det inte många investeringar som burit sig ända fram till marknaden. Genom att närmare undersöka hinder och drivkrafter för olika alternativ framträder en sammansatt bild av synergier och konkurrens kopplat till resurser, marknader och politiskt stöd, strategier hos ledande aktörer, samt uppfattningar om genomförbarheten för olika drivmedel gällande produktion, distribution och fordonsflotta.

Det här projektet har intervjuat aktörer om just det här, och den samlade bilden är nyanserad. De intervjuade anser t ex att styrmedel utformas och förändras med för korta tidsperspektiv; stora satsningar kräver mer svängrum än så för att förverkligas. Men det finns exempel på betydande framsteg i några fall. Det rör sig om projekt där det varit möjligt att justera strategin längs vägen. En annan framgångsfaktor har varit att anpassa lösningar till den existerande infrastrukturen för fossila drivmedel, för att därefter gradvis förändra den.

Den här kunskapen om möjligheterna i Sverige till en storskalig produktion av skogsbaserade drivmedel är betydelsefull och kan bidra till att fler pilotanläggningar kommersialiseras.

Energisystemmodeller skapar nytta för många

Framtida möjligheter för produktion av biodrivmedel i Sverige kan analyseras på många olika sätt. Projektet BeWhere Sweden har i tre delar arbetat med samma geografiskt explicita energisystemmodell för att öka och bredda kunskapen om optimal lokalisering av biodrivmedelsproduktion.

I den aktörsinriktade delen har modellen utvecklats och körts baserat på resultat från dialoger, intervjuer och workshops med de aktörer på området som betraktas som potentiella användare av modellen och/eller dess resultat.

Det framkom att det finns många olika sätt att uppnå höga nivåer av biodrivmedelsproduktion i Sverige till rimliga kostnader, ganska oberoende av specifika tekniker eller lokaliseringar. Skalekonomi och höga verkningsgrader visade sig ha störst effekt på möjligheterna till minskade produktionskostnader. Det är något som gynnar storskalig förgasningsbaserad produktion av biodrivmedel som används för höginblandning eller som rena bränslen.

Men för att kunna använda resultaten som beslutsunderlag är viktigt att förstå hur de påverkas både av de antaganden som har integrerats i modellen, och av faktorer som inte så lätt låter sig inkluderas. Till exempel kan sociala, politiska och riskrelaterade faktorer utgöra kritiska hinder.

BeWhere Sweden kan dock vara en användbar del av en större analysverktygslåda inför omställningen till skogsbaserad biodrivmedelsproduktion. En styrka hos modellen är den rumsliga representationen, det vill säga möjligheten att kunna modellera olika värdekedjor i detalj för att identifiera regionala ”hot-spots” för ny produktion. Modellen kan användas för att ta fram ny kunskap om vad som påverkar kostnader och miljöpåverkan från biobaserade värdekedjor. Sådan kunskap kan bidra till att robusta strategier och policyer utformas som underlättar utvecklingen av ny teknik och infrastruktur.

BeWhere kan modellera värdekedjor i detalj för att identifiera regionala ”hot-spots” för ny produktion.

Fakta

BeWhere – Aktörsinriktad analys av biodrivmedelsproduktion i Sverige

September 2014 - oktober 2017

Projektledare
Elisabeth Wetterlund, *Bio4Energy*

Deltagare
Robert Lundmark och Joakim Lundgren, *Bio4Energy*

Magdalena Fallde, *Linköpings universitet*

Karin Pettersson och Johan Torén, *SP/Chalmers*

Johanna Olofsson och Pål Börjesson, *Lunds universitet*

Marie Anheden och Valeria Lundberg, *Innventia*

Dimitris Athanassiadis, *SLU*

Erik Dotzauer, *Fortum*

Björn Fredriksson-Möller, *E.on*

Lars Lind, *Perstorp*

Marlene Mörtsell, *SEKAB*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Bio4Energy, LTU, SLU, Linköpings universitet, Lunds universitet, Chalmers, SP, Innventia, Chemrec, Sekab, Perstorp och E.on

Fakta

Bioraffinaderier är bioekonomins praktik

Att möjliggöra en övergång till bioekonomi: Dynamik i innovationssystem och policy

Juli 2014 - oktober 2016

Projektledare
Lars Coenen,
tidigare Lunds universitet

Deltagare
Fredric Bauer, Teis Hansen, Kes McCormick och Yuliya Voytenko,
Lunds universitet

Hans Hellsmark,
Chalmers

Johanna Mossberg,
SP/CIT Industriell Energi

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Lunds universitet, SP och Chalmers

Bioekonomin kan ta sig konkret uttryck i biobaserade produkter och bioenergi och manifesteras rent teknologiskt i bioraffinaderier. När de ersätter oljeraffinaderier skapas grunden för produktion av exempelvis flytande biodrivmedel för transporter.

Men samtalet om bioekonomi blir ofta teoretiskt, åtminstone i Sverige. Det beror på att tillämpningen och integrationen i industri och befintlig infrastruktur fortfarande är ganska begränsad. Ett skäl är att övergångar mellan teknologier inte enbart är tekniskt komplexa utan också påverkas av samhällsutvecklingen i stort.

Det här projektet har studerat vad som kan främja och hindra utvecklingen av integrerade bioraffinaderier i Sverige. Hur reagerar etablerade och nya företag och industrier på t ex regelverk, politiska styrmedel och regionala sammanhang? Vad fungerar? Behöver något förändras för att underlätta utvecklingen?

Svaret är att det finns både styrkor och kritiska faktorer i innovationssystemet för utveckling av svenska bioraffinaderier. Styrkorna är bl a en stark forskningsinfrastruktur med bra möjligheter till långsiktig finansiering. Men när det kommer till tillämpning finns det flera kritiska faktorer. Graden av samverkan mellan och över kunskapsområden och organisatoriska gränser är ganska låg, också på myndighetsnivå. Då finns risken att stöd och styrmedel inte utformas för att verka ”hela vägen” till att i praktiken omsätta de innovationer som forskas fram. Lösningen är att se på frågorna utifrån ett systemperspektiv, så att synergier kan utnyttjas mellan olika tekniker, produkter och aktörer inom bioekonomin.

Lösningen är att se på frågorna utifrån ett systemperspektiv. ”

Foto: Matthias Zome, Pexels

Offentlig upphandling kan styra mot olika gröna val

Genom offentlig upphandling av tjänstebilar och busstrafik kan kommuner och regioner stödja införandet av förnybara drivmedel. Men upphandlingskraven kan skilja sig åt och användas med olika syfte. Funktionskrav ställs när man inte inbördes vill prioritera olika förnybara drivmedel, medan specifika krav riktar sig mot val av särskilda drivmedel eller tekniska lösningar.

Det här projektet har studerat potentialen hos grön offentlig upphandling inom transportsektorn, och ställt frågor om praktiska erfarenheter, och om hur upphandlingen som styrmedel skulle kunna vidareutvecklas. Med hjälp av en genomgång av nyckeldokument och intervjuer med upphandlare, miljö- och kollektivtrafikstrateger, politiker och transportoperatörer har fallstudier av kommunerna Malmö och Östersund samt regionerna Skåne och Jämtland gjorts.

Även om det råder skillnader i lokala förutsättningar vad gäller politik, geografi och infrastruktur, pekar projektet ut några generella policyimplikationer. Bland annat visar man att lagstiftning och reglering inte står i vägen för att använda grön offentlig upphandling inom transportsektorn. De ökade kostnader som kan uppstå utgör inget generellt hinder, men tydliga politiska mål och politisk uppbackning är av stor betydelse. Samverkan mellan aktörer är viktigt, dels för att få ett ökat upphandlingsunderlag, dels som ett sätt att öka kunskapsbredden i upphandlingen.

Fakta

Offentlig upphandling som styrmedel för att främja spridning och användning av förnybara drivmedel

September 2014 - mars 2017

Projektledare
Jamil Khan,
Lunds universitet

Deltagare
Malin Aldenius och
Henrik Norinder,
Lunds universitet

Jenny Palm och
Fredrik Backman,
Linköpings universitet

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, Lunds universitet
och Linköpings universitet

Fakta

Färska och lagrade grödor – ett nytt sätt att organisera substratförsörjningen året runt. för en biogasanläggning

Juli 2014 - mars 2017

Projektledare
Carina Gunnarsson, *JTI (SP)*

Deltagare
Håkan Rosenqvist, *JTI (SP)*
Anneli Ahlström, *Gasum AB*
David Ljungberg, Thomas Prade och Sven-Erik Svensson, *SLU*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, JTI (SP), Gasum AB och SLU

Särskild mix av grödor kan ge billigare biogas

När man framställer biogas från grödor är kostnaden för substrat en stor del av produktionskostnaden. Konkurrensen mellan åkermark för produktion av mat respektive energi är dessutom en omdebatterad fråga, och EU vill begränsa produktionen av drivmedel baserade på grödor som odlas på åkermark. Därför blir det viktigt med effektiva system för produktion, skörd, transport och lagring. Går det att sänka substratkostnaden, och vilka grödor för biogasproduktion konkurrerar inte med livsmedelsproduktion?

I en fallstudie av två grödbaserade biogasanläggningar i Jordberga och Örebro, ville man reducera substratkostnaderna med minst 10 procent. För att nå dit organiserades tillförseln av grödor till anläggningarna på ett nytt sätt som kombinerar färska och ensilerade grödor. Studien antog att substratkostnaderna skulle kunna minskas genom att man använde färska grödor i biogasprocessen under skördeperioden. Då skulle kostnaderna för lagring minska, och förluster av torrsubstans under ensilering och lagring undvikas. Ungefär 250 potentiella substrat för de två anläggningarna vardera identifierades, vilka testades i olika scenarier med olika villkor.

Jämfört med ett referensscenario utan optimering visade det sig att två scenarier kunde reducera substratkostnaderna med minst 10 procent. Andra scenarier visade att en särskild kombination av substrat ökade kostnaderna. Men resultatet ska ses i ljuset av dagens grödbaserade biogasproduktion som enbart använder ett fåtal grödor. De testade kombinationerna i studien får också antas öka komplexiteten i systemen för skörd, transport och lagring. Med andra ord får för- och nackdelarna studeras närmare för att kunna nå ett mer robust resultat.

Priset avgör om vi tankar biodrivmedel

För att minska behovet av fossila drivmedel spelar biodrivmedel en viktig roll, både genom låginblandning under en infasningsperiod och höginblandade biodrivmedel på sikt. Men det finns saker som hindrat ökad användning av höginblandad etanol, särskilt E85, och etanoldrivna fordon. Genom att fråga 1200 flexifuel-bilägare och intervjua andra relevanta aktörer har det här projektet tagit reda på mer.

Det visade sig att den avgörande faktor för att konsumenter ska välja ett alternativt höginblandat biodrivmedel, t ex E85, är priset. Men det fanns också annat som styrde, t ex osäkerhet om etanolens klimatprestanda och hur tekniskt kompatibelt etanol är med bilens motor.

Projektet gick vidare med svaren och analyserade dem i ljuset av data, vetenskaplig litteratur, politiska beslut och medias rapportering i frågan. Då framkom det att medias beskrivningar spelar roll för vilken inställning såväl konsumenter som företag har till etanol, och samma sak gäller politiska incitament och styrmedel. Att införa eller slopa dem har en tydlig påverkan på valet av drivmedel.

Om Sverige ska ha höginblandade biodrivmedel i den framtida fordonsflottan är slutsatsen att man måste ta hänsyn till många faktorer för att minimera riskerna att fler biodrivmedel följer den kraftiga nedgång som man kunnat se för E85.

Medias beskrivningar är viktiga för konsumenternas och företagens inställning till etanol.

Fakta

Hinder för ökad användning av höginblandade biodrivmedel i den svenska fordons-flottan

Januari 2015 - januari 2017

Projektledare
Åsa Kastensson,
tidigare Bio4Energy

Deltagare
Pål Börjesson,
Lunds universitet

Joakim Lundgren,
Bio4Energy

Per Erlandsson, *Lantmännen*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, LTU,
Lunds universitet och
Lantmännen

Fakta

Integrerad utvärdering av fordonsbränslen med hållbarhets-LCA – sociala och miljö-mässiga konsekvenser i ett livscykelperspektiv

September 2014 - september 2016

Projektledare
Elisabeth Ekener, *KTH*

Deltagare
Julia Hansson, Mathias Gustavsson, Jacob Lindberg, Felipe Oliveira och Jonathan Wranne, *IVL*
Philip Peck, *Lunds universitet*
Aron Larsson, *Stockholms universitet*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, KTH, IVL och Lunds universitet

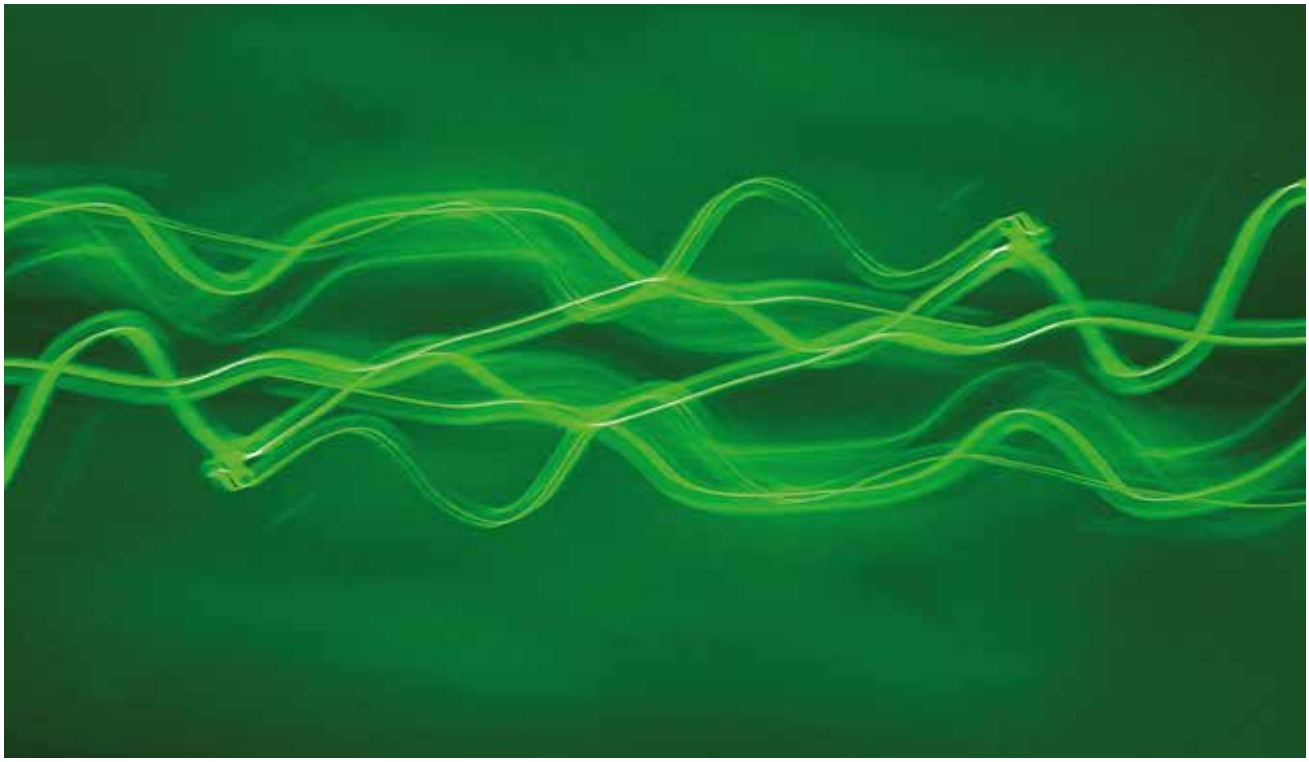
Socioekonomiska perspektiv breddar synen på hållbarhet

Utöver miljöpåverkan har produktion och användning av fordonsbränslen också sociala och socioekonomiska effekter, även om fokus oftast ligger på miljö. Men ett perspektiv som inkluderade fler aspekter av hållbarhet skulle vara betydelsefullt både för analyser och utveckling av styrmedel.

Genom att slå ihop olika hållbarhetsperspektiv till en helhetsbild har det här projektet undersökt hur LCSA, Life Cycle Sustainability Assessment, kan användas för att utvärdera hållbarhetsprestanda hos fyra fossila och förnybara drivmedel från olika delar av världen. Resultatet visar att rangordningen av de olika drivmedelskedjorna varierar utifrån vem som tillfrågas. Det beror på att hållbarhetsperspektiv baseras på värderingar, vilket innebär en osäkerhet för resultatet. Även de underliggande livscykelanalysmetoderna har begränsningar och är i olika stadier av utveckling. Ett gemensamt problemområde är bristen på robusta och uppdaterade datakällor.

Hur motiveras LCSA trots osäkerheterna? Det här projektet har velat visa vad vi kan få syn på när vi analyserar parallella företeelser tillsammans och inte var och en för sig. Genom att frångå det vanliga stuprörstänket i diskussioner och bedömningar kan innebörden av hållbarhet hos produkter och deras livscykler breddas. Det kan leda till att nya typer av frågor ställs som annars skulle förbises.

Vad kan vi få syn på när vi analyserar parallella företeelser tillsammans och inte var och en för sig?



Elektrobränslen bra alternativ till sjöss

När vädret varierar ger svensk elproduktion upphov till ett överskott. Det finns också koldioxidutsläpp från industrier att ta hand om. Genom att framställa elektrobränslen, en syntetisk bensin skapad av koldioxid, vatten och el, skulle den intermittenta elproduktionen kunna lagras. Elektrobränslen skulle också kunna spela en viktig roll som framtida fordonsbränsle eller möjliggöra ett ökat utbyte av kolväten/drivmedel från samma mängd biomassa.

Det här projektet har kartlagt den tekniska och ekonomiska potentialen hos elektrobränslen och analyserat deras roll i ett framtida energisystem med hårda krav på att minska utsläppen av koldioxid. Målet har varit att fördjupa kunskaperna om elektrobränslen både vad gäller den tekniska potentialen och produktionens roll, och plats och kostnader ur ett systemperspektiv.

Som ett exempel visar projektet på hur stor produktionspotentialen är för elektrobränslen baserade på koldioxidutsläpp från massaindustrin och från förnybara källor. Från utsläpp som till minst 90 procent består av koldioxid skulle det vara möjligt att producera elektrobränslen som motsvarar två procent av dagens bränslebehov i Sverige.

I den framtida fordonsflottan kommer elektrobränslenas roll kanske inte vara så stor på en övergripande nivå. Men det finns segment där de kan utgöra riktigt bra alternativ till fossila drivmedel, till exempel långa transporter och transporter till havs. Globalt skulle elektrobränslen kunna konkurrera med andra bränslealternativ, eller på en marknad där olika sektorer konkurrerar om samma begränsade råvaror.

Fakta

Elektrobränslens roll som drivmedel: en kostnadseffektiv lösning i framtiden?

September 2014 - maj 2016

Projektledare
Maria Grahn,
Chalmers

Deltagare
Selma Brynolf, *Chalmers*
Julia Hansson, *IVL*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, IVL och Scania

Foto: Ryan Song, Unsplash

Hur mycket dynga blir det från en ko?

Stallgödsel och skörderester är exempel på lantbruksavfall som kan användas för att producera biogas. Inom EU har det gjorts både lokala och mer översiktliga uppskattningar av produktionspotentialen för biogas från lantbrukets restflöden, men hur stor den samlade potentialen är och hur den är geografiskt fördelad har inte studerats. De tekniska eller ekonomiska begräsningarna har hittills inte heller analyserats.

Det här projektet har konstruerat en modell av förutsättningarna för biogasproduktion som har finare geografisk upplösning än i tidigare studier. Modellen har också möjliggjort en helhetsbedömning av kostnaderna för investeringar och drift av anläggningar för rötning och uppgradering till fordonsgas, liksom för transporter av substrat och rötrester.

Resultatet har blivit en karta över potentialen i hela Europa, med en fördjupad analys för Sverige. Tillgången på jordbruksavfall i hela EU uppskattas till ca 80 miljoner ton skörderester och 110 miljoner ton stallgödsel, vilket skulle kunna ge en total årlig biogaspotential på nästan 700 PJ (högre värmevärde). Biogas från jordbruksrester har alltså en stor potential, särskilt om man också räknar in de negativa effekter konventionella biodrivmedel kan ha på livsmedelspriser, fattigdom och markanvändning.

Fakta

Biogas från jordbrukets restflöden – var och hur mycket?

September 2014 - oktober 2015

Projektledare
Martin Persson, *Chalmers*

Deltagare
Christel Cederberg och Göran Berndes, *Chalmers*

Rasmus Einarsson och Johan Torén, *SP*

Emma Kreuger, *Lunds universitet*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Chalmers, SP och Lunds universitet

Vinnande styrmedels-kombination för bioraff

Ett bioraffinaderi samproducerar olika högvärdiga produkter som biodrivmedel, kemikalier, el och värme från en biobaserad råvarubas. Sverige har goda förutsättningar att utveckla olika typer av bioraffinaderikoncept genom att integrera ny teknik i existerande industriella processer, men de har hittills varit dåligt utnyttjade. En viktig anledning är att det har saknats en ändamålsenlig innovationspolitik för uppskalning av omogen teknologi med betydande kommersiell potential och klimatnytta, samtidigt som existerande förnybar teknologi ges möjlighet att konkurrera ut de fossila alternativen.

Vad finns det för olika typer av styrmedel, och vilken potential har de att bidra till förverkligandet av framtidens bioraffinaderier för produktion av framför allt förnybara drivmedel? Projektet har studerat de viktigaste styrmedlen i olika kategorier i tio olika länder och regioner och analyserat hur de stimulerar till exempel forskning och utveckling, uppskalning och spridning av ny respektive etablerad teknologi och utfasning av fossila drivmedel. Resultatet är en mosaik av implementeringar, eftersom styrmedlen kombineras på olika sätt och relaterar till olika mål.

En viktig slutsats från studien är att det behövs olika typer av styrmedel som kompletterar varandra för utformandet av en ändamålsenlig innovationspolitik. Den vinnande kombinationen är teknikstödjande, marknadsdrivande och systemövergripande styrmedel, med syfte att åstadkomma kunskapsöverföring så att befintliga lagar och regler kan anpassas till den nya tekniken. För den effektiva styrmedelsmixen inom biodrivmedelsområdet handlar det dels om långsiktiga och höga ambitioner med tydliga mål för total växthusgasreduktion för transportsektorn, tydliggjorda industrialiseringsambitioner som inte göms i allmän klimatpolitik, och att det finns ett principiellt styrmedel som fungerar som en långsiktig och generell motor i klimatpolitiken och för att nå fossilfrihet i transportsektorn.

Det behövs olika typer av styrmedel som kompletterar varandra för att utforma en ändamålsenlig innovationspolitik.

Fakta

Ett innovations-politiskt ramverk och styrmedelsalternativ för utvecklingen av bioraffinaderier

September 2016 - december 2017

Projektledare
Hans Hellsmark, *Chalmers*

Deltagare
Julia Hansson och *Tomas Lönnqvist, IVL*
Patrik Söderholm, *Bio4Energy*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, IVL, LTU, Perstorp, Preem, Göteborg Energi AB och Lantmännen

Fakta

Projekt 1.
Värdekedjor med intermediära biobränslen

December 2014 - mars 2016

Projektledare
Marie Anheden,
tidigare Innventia

Deltagare
Christian Ehn och
Valeria Lundberg, *Innventia*

Karin Pettersson, *Chalmers*

Malin Fuglesang och
Carl-Johan Hjerpe,
ÅF Industri

Åsa Håkansson, *Preem*

Ingemar Gunnarsson,
Göteborg Energi

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, Innventia
ÅF Industri, Göteborg Energi
och Preem

Nya tekniker sänker både kostnader och koldioxid-utsläpp

Med större andel förnybara drivmedel inom bioenergisektorn ökar konkurrensen om billig biomassa och det behövs nya billiga råvarualternativ. Att använda restprodukter från skogsbruk i form av GROT (grenar och toppar) och stubbar, anses ha stor potential. Svårigheren ligger i att dessa råvaror ofta är voluminösa och heterogena. Med stora avstånd mellan råvaror och tilltänkta produktionsanläggningar kan dessutom transporterna bli dyra.

Om råvaran i ett mellansteg kunde omvandlas till en mer homogen och energität produkt skulle transporterna kunna bli billigare och den slutliga omvandlingen till drivmedel underlättas. Detta var den grundläggande hypotesen i projektet Värdekedjor med intermediära biobränslen. Det visade sig dock att sambandet inte såg ut så. Sannolikt beror det på att det krävs ytterligare transport för att frakta intermediären till platsen för den slutliga omvandlingen, utöver transporten av själva råvaran. Det som gick att se genom studien var också att i jämförelse med andra poster har kostnader för transporter en ganska liten inverkan på den totala produktionskostnaden. Det som produktionskostnaderna var mest känsliga för var uppskalningseffekter, syrehalten i bioråolja och råvarukostnader.

Fakta

Projekt 2.
Potential för förbättringar i produktion av bioolja

Augusti 2016 - december 2017

Projektledare
Marie Anheden,
tidigare RISE

Deltagare
Ida Kulander, Karin Pettersson och Johan Wallinder, *RISE*

Lennart Vamling, *Chalmers*

Carl-Johan Hjerpe och Malin Fuglesang, *ÅF Industri*

Åsa Håkansson, *Preem*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, ÅF Industri och Preem

När analysen vidareutvecklades genom projektet Potential för förbättringar i produktion av bioolja var det syrehalten i bioråolja som låg i fokus. Syrehalten bestämmer hur mycket vätgas som behövs för att uppgradera bioråoljan, så att den i nästa steg kan integreras i processer i befintliga raffinaderier för drivmedelsproduktion. Antagandet i projektet var att användning av bioråolja som råvara för drivmedel skulle kunna sänka både produktionskostnaden och koldioxidutsläppen från framställningen.

För att undersöka det simulerades och analyserades värdekedjor och olika teknikalternativ baserade på GROT och sulfatlignin från massabrukens svartlutar. Två av teknikerna, hydropyrolys och hydrotermisk förvätskning, visade potential att uppnå en lägre total drivmedelsproduktionskostnad än snabb pyrolys - den metod som är närmast kommersialisering. Dessa tekniker har dock en lägre teknisk mognadsgrad, och därför finns det osäkerheter kring den data som projektet använt. Men även om man gör antaganden om sämre prestanda verkar det vara möjligt att uppnå lönsamhet i de nya teknikerna. Enligt uppskattningar gjorda i projektet skulle produktionskostnaden kunna bli lägre än för såväl konventionell produktion av biodrivmedel som för användande av snabb pyrolys.

Fakta

Metoder ger olika stora kolfotavtryck

Metodvalets inverkan på klimatpåverkansbedömning av biodrivmedel och annan skogsråvaruanvändning

December 2014 - november 2015

Projektledare
Gustav Sandin Albertsson, *SP*

Deltagare
Diego Peñaloza och Frida Røyne, *SP*
Magdalena Svanström, *Chalmers*
Louise Staffas, *IVL*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, SP och Chalmers

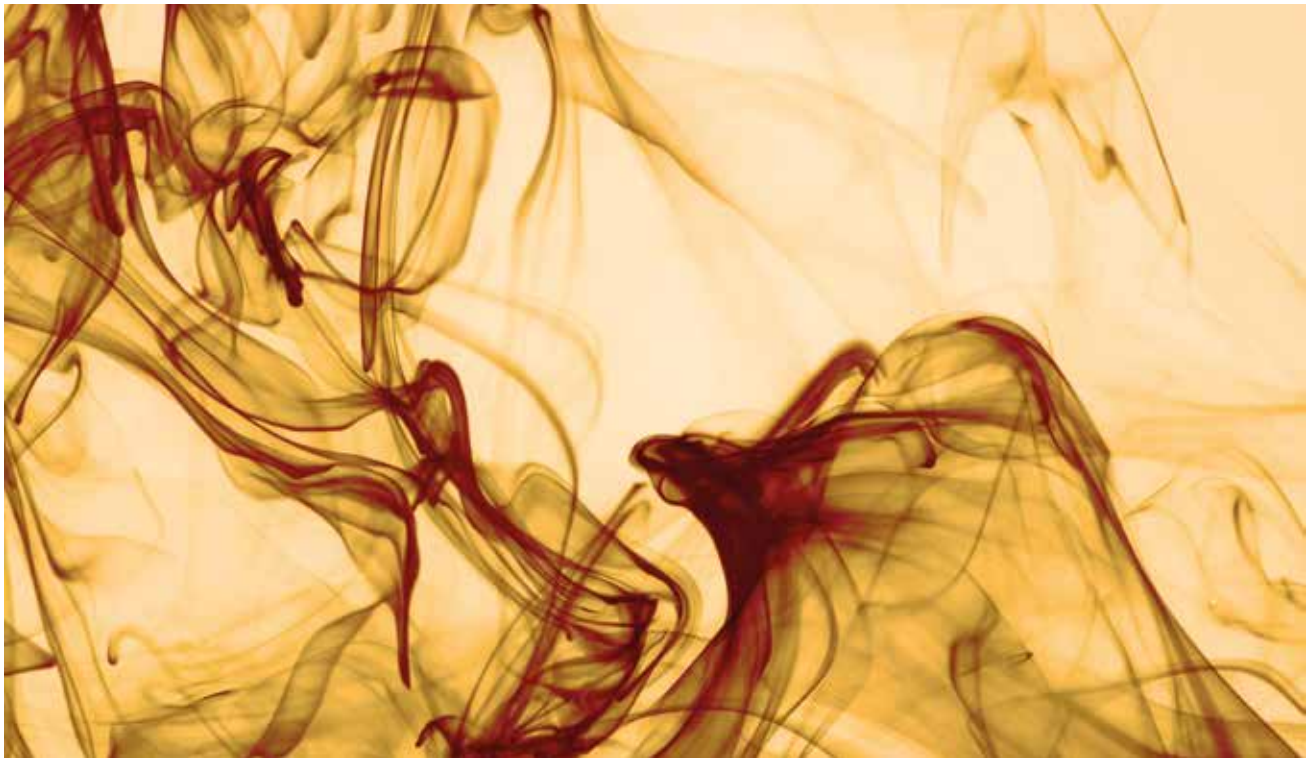
Att ställa om till bioekonomi, dvs att låta biobaserade bränslen och material ersätta icke-förnyelsebara bränslen och material, är en förändring på flera nivåer som fordrar förstående för vilken klimatpåverkan de nya biobaserade produkterna får. Ett populärt sätt att beskriva det är genom så kallat kolfotavtryck.

Det finns begränsad kunskap om hur, och hur mycket, olika faktorer bidrar till skogsprodukters kolfotavtryck. Därför är befintliga beräkningsmetoder otillräckliga för att fånga alla potentiellt relevanta faktorer. Blir dagens beräkningar av kolfotavtryck tillförlitliga? Och går det att säkerställa att kolfotavtryck bidrar till relevanta och robusta beslutsunderlag?

Skogsprodukter är inte per definition kol- och klimatneutrala eftersom fossil energi kan användas i produktionen eller transporterna av produkterna. Kolbalansen för olika skogsprodukter kan se olika ut och modelleringen beror på vilka systemgränser som sätts upp rent geografiskt.

Projektet har identifierat olika metoder för att beräkna kolfotavtryck och använt metoderna i livscykelanalyser på skogsbaserade produkter och jämförbara referensprodukter som tillverkats från andra råvaror. Därefter har resultaten jämförts för att se hur de skiljer sig, och varför. Slutsatserna är att det inte är möjligt att rekommendera en metod som är lämplig oberoende av sammanhang. Metoderna har gett olika resultat för olika produkter, beroende på vad som tagits med i beräkningarna, så huvudbudskapet blir att vara medveten och uppmärksam i alla sammanhang. Eftersom det fortfarande finns kunskapsluckor gällande samspelet mellan skog och klimat är det viktigt att vara mottaglig för ny kunskap som genereras av att metoder förbättras.

Metoderna har gett olika resultat för olika produkter, beroende på vad som tagits med i beräkningarna.



Joniska vätskor avlägsnar koldioxid i gasströmmar

Användning av uppgraderad biogas i fordonsflottan är ett effektivt medel för att reducera växthusgasutsläpp i transportsektorn. Att biogasen är uppgraderad betyder att den är renad från främst koldioxid, men de vanligaste teknikerna för biogasrening förbrukar upp till en tredjedel av gasens energi. De är alltså energiintensiva och främst anpassade till storskalig verksamhet.

Ett lovande nytt och mer energieffektivt alternativ är så kallade joniska vätskor. De har visat sig vara användbara för att avlägsna koldioxid i olika gasströmmar. Joniska vätskor har hög CO_2-löslighet (det vill säga hög absorptionskapacitet), men låga energikrav och dessutom låg kostnad.

Genom att utvärdera joniska vätskor för biogasuppgradering och undersöka potentialen hos såväl konventionella som nya joniska vätskor som lösningsmedel för biogasuppgradering, har det här projektet velat se hur vätskorna påverkar processen i svenska och norska samrötningsanläggningar. Modellkörningar av tekniken i ett simuleringsprogram jämfördes med vattenskrubberteknik. Simuleringen visar att tekniken med joniska vätskor har potential för uppgradering av biogas, speciellt när det kommer till energianvändning och mängden vätska som kan recirkuleras.

Fakta

Teknoekonomisk analys av biometanproduktion med en ny uppgraderingsteknologi

December 2014 - december 2016

Projektledare
Xiaoyan Ji,
Bio4Energy

Deltagare
Yujiao Xie och Chunyan Ma,
Bio4Energy

Johanna Björkmalm,
Karin Willquist och
Johan Yngvesson, *SP*

Ola Wallberg
Lunds universitet

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, LTU, SP och
Lunds universitet

Foto: James Baltz, Unspalsh

Fakta

Biodrivmedel från åkermarksbaserad biomassa – förändrad markanvändning ur ett svenskt perspektiv

September 2015 - augusti 2017

Projektledare
Serina Ahlgren,
tidigare SLU

Deltagare
Lovisa Björnsson och
Mikael Lantz,
Lunds universitet
Thomas Prade, *SLU*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, SLU,
Lunds universitet, E.on,
Lantmännen,
Swedish Biogas International,
Energigas Sverige,
Partnerskap Alnarp och LRF

Stor potential i effektivare markanvändning

Internationellt är frågan om biodrivmedelsproduktionens påverkan på markanvändning livligt omdebatterad. Indirekt förändrad markanvändning, förkortat ILUC efter engelskans Indirect land use change, befaras nämligen leda till stora utsläpp av växthusgaser. Men det är ont om svenska studier. Sverige importerar idag närmare 90 procent av de biodrivmedel som används i den inhemska transportsektorn. För att Sverige ska kunna nå målet med en fossilfri transportsektor år 2030 förutspås att vi behöver 20 TWh biobränslen. Om produktionen skulle äga rum i Sverige – vad skulle det få för effekter på markanvändning, drivmedelskostnader och växthusgasutsläpp?

Det här projektet visar på möjligheterna att tillgodose Sveriges behov av biodrivmedel 2030 med inhemsk råvara utan ökad åkermarksanvändning. Dessutom går det att göra på ett sätt som är hållbart ur klimatperspektiv. Förutsättningarna är att vi utnyttjar en mångfald av råvaror från olika samhällssektorer, och restprodukter från den åkermarksbaserade produktionen kan stå för en betydande del.

För att tillgängliggöra den iLUC-fria råvarupotentialen behöver det bli attraktivt att samla in befintliga oanvända odlingsrester, börja bruka nedlagd mark för vissa syften, och introducera, skörda och utnyttja mellangrödor, det vill säga det som odlas på marken i perioden mellan två skördar av huvudgrödor. Med andra ord; marken och det som odlas på den behöver helt enkelt utnyttjas mer effektivt.

Om alla ILUC-fria råvaror som kartlagts i studien utnyttjades och kombinerades med en teknik som uppnår höga biodrivmedelsutbyten, vore det möjligt att årligen producera 10 TWh biodrivmedel. iLUC-fri råvara från andra sektorer, t ex skogsrester, industriella biprodukter och avfall, bedömdes genom litteraturstudier kunna ge 8-11 TWh biodrivmedel per år. Med andra ord finns det goda möjligheter att nå de 20 TWh biobränslen som krävs år 2030, baserat på inhemsk iLUC-fri råvara.

Biogasaktörer vill ha större förutsägbarhet för styrmedel

I Sverige har biogas använts som drivmedel i över 20 år och teknologin för produktion, distribution och användning är kommersiellt etablerad i landets mer tätbefolkade områden. Trots att biogas nu är ett etablerat drivmedel och att råvaror i form av avfall och energigrödor inte är fullt utnyttjade för biogasproduktion, så är användningen av biogas väldigt begränsad i jämförelse med HVO och FAME. Vad beror det på?

Med Stockholm som utgångspunkt i en fallstudie intervjuades representanter för kommuner, kollektivtrafikoperatörer och taxibolag om sin syn på förutsättningarna för produktion, distribution och användning av biogas för transportändamål. Möjligheterna till fortsatt utveckling och tillväxt av biogasproduktion beskrevs bl a som ökad tillgång till råvaror genom förbättrad och ökad sortering av hushållsavfall, ökat utbyte i produktionsprocessen, förbättrad och ökad användning av rötrester och en mer omfattande användning av kort- och långtidskontrakt mellan parter längs värdekedjan i kombination med förbättrade samarbetsmöjligheter.

Även om samhället kan vinna på att många aktörer spelar en större roll i en cirkulär ekonomi, t ex genom att på olika sätt bidra till återvinningen av näringsämnen, visade det sig att detta inte utgjorde ett ekonomiskt incitament för biogasproducenterna. Många intervjuade påtalade att fortsatt utveckling av biogas som drivmedel främst beror på styrmedel och hur de anpassas till värdekedjan. Instabila och oförutsägbara styrmedel, t ex investeringsbidragen och skatterabatterna på miljöbilar, utgör ett stort hinder.

Oförutsägbara styrmedel, som investeringsbidragen och skatterabatterna på miljöbilar, utgör ett utvecklingshinder.

Fakta

Biogas i transportsektorn - en aktörs- och styrmedelsanalys

Juli 2015 - december 2016

Projektledare
Stefan Grönkvist, *KTH*

Deltagare
Tomas Lönnqvist och Thomas Sandberg, *KTH*

Jonas Ammenberg och Stefan Anderberg, *Linköpings universitet*

Jürgen Jacoby, *Stockholm Gas*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, KTH och Stockholm Gas AB

Fakta

Bioråvara kan åka snålskjuts på svartlut

Metanolproduktion via svartlutsförgasning med utökad råvarubas

Augusti 2015 - oktober 2017

Projektledare
Joakim Lundgren, *Bio4Energy*

Deltagare
Lara Carvalho och Elisabeth Wetterlund, *Bio4Energy*

Erik Furusjö, *IVL*

Johanna Olofsson och Pål Börjesson, *Lunds universitet*

Golnar Azimi, *Perstorp Bioproducts AB*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Lunds universitet och Perstorp Bioproducts AB

Jämfört med konventionell förbränning av svartlut i en sodapanna ger biodrivmedelsproduktion via svartlutsförgasning bättre energieffektivitet. Främst beror det på svartlutens höga reaktivitet, som kommer av dess höga koncentration av alkali. Detta kan utnyttjas för att utvidga bioråvarubasen genom att blanda in och samförgasa exempelvis pyrolysvätska, råglycerol och fermenteringsrester, som därigenom kan åka ”snålskjuts” på svartlutens höga reaktivitet. Samtidigt kan man uppnå större driftflexibilitet och en potentiellt stor kapacitetsökning i biodrivmedelsproduktionen.

Projektet har miljömässigt och teknoekonomiskt analysera samförgasning av svartlut och biprodukter från biokemisk drivmedelsproduktion samt pyrolysvätska från skogsrester för produktion av biometanol. Den svenska, tekniska produktionspotentialen av två olika metanolkvaliteter (råmetanol och grade AA) via nämnda produktionskedjor bedömdes också. Utvärderingarna baserades på mass- och energibalanser från processmodelleringar där en stor del av den ingångsdata som krävdes kom från experiment i pilot- och labbskala.

Slutsatsen från studien är att inblandning av en sekundär bioråvara i svartlut för samförgasning är ett energieffektivt och kostnadseffektivt sätt att omvandla råvaran till metanol. I jämförelse med den fossila referensen kan den producerade metanolen bidra till att reducera växthusgasutsläpp.

Inblandning av en sekundär bioråvara i svartlut för samförgasning är ett energi- och kostnadseffektivt sätt att omvandla råvaran till metanol.

Foto: Ryoji Iwata (beskuren), Unsplash

Biodrivmedel till nytta för mer än klimatet

Vilka samhällsekonomiska effekter har produktionen av biodrivmedel? Hur mäts värden som inte enbart eller direkt har att göra med koldioxidreduktioner? Ett alltför snävt fokus på koldioxidminskning gör att övriga nyttor av biodrivmedelsproduktionen inte uppmärksammas. På samma sätt innebär livscykelstudier ofta att man fokuserar på negativa socio-ekonomiska effekter av produktionen, vilket leder till att man missar eller ignorerar miljömässiga eller socio-ekonomiska fördelar.

Det här projektet vill identifiera den samlade miljönyttan från biodrivmedelsproduktionens biprodukter, när dessa ersätter konventionella produkter (till exempel gödsel och material) och tjänster (till exempel integration med andra industrier eller fjärrvärme).

Med hjälp av olika metoder går det att beräkna potentiella positiva samhällsekonomiska värden och miljöeffekter och också möjliga sysselsättningseffekter. Då blir det tydligare vad biodrivmedelssystemet som helhet bidrar med, jämfört med ett system där fossila drivmedel används. Insikterna om prestandan kan vara ett stöd i arbetet med att utveckla styrmedel för framtida biodrivmedelsproduktion.

Med nuvarande svensk biodrivmedelsportfölj kommer studien fram till att de icke drivmedelsrelaterade nyttorna kan minska växthusgasutsläppen med ytterligare 50 procent, jämfört med om man bara räknar med minskningen som uppstår till följd av de ersatta fossila bränslena. I framtida scenarier med olika bränslemixar i produktionen argumenteras för att det går att nå nära 90 procents minskning av växthusgasutsläppen.

Fakta

Miljömässiga och socio-ekonomiska fördelar av biodrivmedelsproduktion i Sverige

Juli 2015 - december 2016

Projektledare
Michael Martin, *IVL*

Deltagare
Elisabeth Wetterlund, *Bio4Energy*
Philip Peck, *Lunds universitet*
Roman Hackl och Kristina Holmgren, *IVL*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, IVL och Lunds universitet

Foto: Aleksejs Bergmanis, Pexels

Fakta

Beteendeförändringar förverkligar lokala visioner

Från visioner till digitala lösningar - lokal omställning till fossilbränslefria transportsystem

Juli 2015 - december 2016

Projektledare
Cecilia Sundberg,
SLU

Deltagare
Anna Kramers, *KTH*

Kes McCormick,
Tareq Emtairah,
Charlotte Leire, Alvar Palm och
Nicholas Dehod,
Lunds universitet

Göran Albjär,
Länsstyrelsen Uppsala län

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, SLU, KTH,
Lunds universitet,
Länsstyrelsen Uppsala län och
Heby kommun.

Kommuner och regioner har en viktig roll i övergången till fossilfria transportsystem, men det råder osäkerhet kring vilka val man ska göra vid exempelvis upphandling och långsiktig planering. Därför har det här projektet analyserat hur visioner och strategier i sexton svenska kommuner kan användas för att stärka förståelsen för vilka aktiviteter som behövs, vilken information som krävs i olika situationer och hur informationssystem och digitala tjänster kan stödja beslutsfattandet.

Trots att transportsystemet är både den viktigaste och mest utmanade sektorn för att nå visioner om fossilfrihet, visade det sig att de undersökta svenska kommunerna överlag hade klara visioner och mål för att bli fossilfria före 2050. Men det fanns stora variationer i sätten att överföra visionerna till mätbara mål och strategier för genomförande, vilket kan förklaras av olika nivåer gällande klimatplanering, tillgång på kompetens och ekonomiska resurser. De vanligaste strategierna har ett fokus på den egna organisationens verksamhet och upphandlingar, infrastrukturinvesteringar och -planering, samt strategier inriktade på beteendeförändringar.

Projektet sammanfattar de visioner och mål som kommunerna i Sverige har anammat, och redovisar hur kommunerna översätter det till mätbara mål och strategier. Det ger också en bild av hur kommuner arbetar med och använder olika styrningssätt för att främja omställningen till ett minskat beroende av fossila bränslen.

Gemensamma utgångspunkter kan få olika utfall

Bioenergiutvecklingen har skapat en omfattande debatt, både i och utanför forskarsamhället. Till exempel ifrågasätter vissa studier biodrivmedel genom att peka på ökad konkurrens om åkermark, medan andra studier visar att samproduktion av livsmedel och biobränslen kan stödja jordbruksutveckling samt skapa mer effektiva och resilienta produktionssystem.

Det finns också skilda meningar om skoglig bioenergi. Å enda sidan menar man att satsningar på skoglig bioenergi driver upp råvarupriser, skadar den biologiska mångfalden och förvärrar vår klimatpåverkan. Å andra sidan anförs att skoglig bioenergi ger god klimatnytta, att konkurrenskraften stärks för den traditionella skogsnäringen tack vare en diversifierad produktportfölj, samt att hållbarhetskrav kopplade till bioenergi kan förstärka skydd och hänsynstagande gentemot biologisk mångfald inom skogsbruket.

Som synes kan gemensamma utgångspunkter i diskussioner om bioenergi och biodrivmedelsproduktion leda till motstridiga synsätt. En orsak till det är att man har gjort olika metodval och antaganden om kritiska parametrar i de miljöutvärderingar som diskussionerna grundas på. Samtidigt gör behoven av ett mer effektivt utnyttjande av biomassaresurser, förbättrad växthusgasprestanda och ytterligare miljöfördelar (t ex ekosystemtjänster) att bioenergisystemen blir alltmer komplexa.

Det här projektet belyser vilka de viktiga aspekterna är på hållbarhetsutvärdering av biodrivmedel eftersom de kan ge väldigt varierande resultat beroende på vad som inkluderas i metoden och vilka systemgränser som dras. När utvärderingarna används i beslutsunderlag och utformning av styrmedel behövs därför en dynamisk metodik som tillåter förändringar och skillnader i tid och rum.

Behoven av ett mer effektivt utnyttjande av biomassaresurser och förbättrad växthusgasprestanda gör att bioenergisystemen blir alltmer komplexa.

Fakta

Hållbara biodrivmedel - kritisk granskning av rådande synsätt och fallstudier med utvidgad systemanalys som ger nya perspektiv och goda exempel

September 2015 - november 2017

Projektledare
Göran Berndes, *Chalmers*

Deltagare
Pål Börjesson, *Lunds universitet*
Oskar Englund och Olivia Cintas, *Chalmers*
IEA Bioenergy Task 43 - Biomass Feedstocks for Energy Markets

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Chalmers och Lunds universitet

Fakta

Biodrivmedel påverkar ekosystemtjänster

Biodrivmedel och ekosystemtjänster

Augusti 2015 - september 2016

Projektledare
Karin Hansen,
tidigare IVL

Deltagare
Julia Hansson, *IVL*
Danielle Maia de Souza, *SLU*
Gabriela Russo Lopes,
Stockholms universitet

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, IVL och SLU

Att med hjälp av politiska beslut och styrmedel göra anpassningar till klimatförändringar står högt på agendan i både nationella och internationella sammanhang, inte minst i transportsektorn.

Ofta nämns förnybara energikällor som hållbara alternativ till fossila bränslen. Men för att kunna besluta om den övergripande hållbarheten hos olika drivmedel behövs en grundlig kartläggning av miljörelaterade och sociala aspekter kopplat till produktionen av drivmedlen. Här blir kunskap om vilka ekosystemtjänster som påverkar och påverkas av biodrivmedelsproduktionen nödvändig.

Projektet har studerat ekosystemtjänster och deras indikatorer i ljuset av antaganden om en ökad svensk biodrivmedelsproduktion från skog och jordbruk. Det har inkluderat påverkan på en rad olika områden, så som markkvalitet, kolinlagring och rekreation. Som jämförelse undersöktes effekter på ekosystemtjänster kopplat till produktionen av fossil diesel.

Kartläggningen baserades på litteratur samt och gjordes med hjälp av klassificeringssystemet Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) och modellen Ecosystem Service Cascade. Generellt kom man fram till att olika faktorer och steg i biodrivmedelsproduktion från skog och jordbruk gynnar, belastar eller har neutral påverkan på olika ekosystemtjänster. Jämförelsen med fossil dieselproduktion visar att denna påverkar ekosystemtjänster på ett helt annat sätt, då den belastar andra livsmiljöer än de som påverkas vid biodrivmedelsproduktion.

Ekosystemtjänster är alla produkter och tjänster som naturens ekosystem ger människan och som bidrar till välfärd och livskvalitet.

Foto: Tookapic, Pexels

Politiska styrmedel avgörande för lönsamheten

Ökad användning av skogsbaserade biodrivmedel och el för transporter utpekas som en central del i omställning mot ett fossilfritt samhälle och en fossiloberoende transportsektor. I denna studie har avsikten varit att jämföra olika biodrivmedel, inklusive el, som energibärare ur framför allt ett tekno-ekonomiskt livscykelperspektiv. Nyckeltal i form av växthusgasemissioner samt energieffektivitet har också inkluderats. Utgångspunkten är tre olika transportsegment: en personbil, en distributionslastbil och en fjärrlastbil med släp och fyra biodrivmedelskoncept, samtliga integrerade i befintlig industri. De drivmedel det handlar om är SNG, metanol, etanol och förnybara diesel och bensin. Dessutom inkluderades el från skogsbiomassa, som antogs vara producerad i en kraftvärmeanläggning ansluten till ett fjärrvärmesystem.

Resultaten visar att när politiska styrmedel inte inkluderas, kan inget av de studerade biobaserade alternativen konkurrera med de fossila alternativen. När styrmedel inkluderas visar det sig dock att nästan alla de biobaserade alternativen kan vara lönsamma i jämförelse med de fossila referenskedjorna, och att det finns en betydande potentiell marginal för producenter och distributörer av biodrivmedel. Generellt är resultaten relativt robusta i förhållande till förändringar av olika parametrar. För vissa värdekedjor finns det emellertid kritiska faktorer som påverkar resultatet i stor utsträckning. Det viktigaste exemplet är den elbaserade värdekedjan, där bilens årliga körsträcka är helt avgörande för dess konkurrenskraft.

Sammanfattningsvis visar studien på vikten av systemperspektiv på värdekedjan för att förstå hur biobaserade respektive fossilbaserade drivmedelsalternativ kan konkurrera med varandra.

Fakta

Hållbara drivmedel – en tekno-ekonomisk Well to Weel-analys

September 2016 - april 2019

Projektledare
Karin Pettersson, *RISE*

Deltagare
Henrik Gåverud och Martin Gjörling, *Sweco*

Mårten Larsson, *Lantmännen (tidigare Sweco)*

Rickard Fornell, *RISE*

Peter Berglund Odhner, *Länsstyrelsen Skåne (tidigare Sweco)*

Eric Zinn, *Göteborg Energi AB*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, RISE, Sweco Energiguide och Göteborg Energi AB

Foto: Pixabay

Fakta

Ekonomin vid rodret när sjöfarten väljer bränsle

Utsikt för förnybara sjöfartsbränslen

September 2016 - december 2017

Projektledare
Julia Hansson, *IVL*

Deltagare
Stina Månsson och Erik Fridell, *IVL*

Selma Brynolf, Karin Andersson och Maria Grahn, *Chalmers*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, IVL och Chalmers

Till 2050 bör växthusgasutsläppen från sjöfarten minska med 50 procent jämfört med 2008, enligt International Maritime Organization, IMO. Eftersom andra åtgärder inte är tillräckliga för att nå målet krävs drivmedelsalternativ med låga utsläpp. Nya energibärare, som både uppfyller nuvarande regelverk och kan möta kommande lagar och krav, behövs.

Sjöfartssektorns årliga användning av drivmedel är uppskattningsvis 300 miljoner ton. För att ersätta den med fossilfria alternativ krävs många olika lösningar. De senaste årens ökade intresse för alternativa drivmedel inom sjöfarten har lett till att många olika möjligheter diskuteras. Men med undantag för flytande naturgas, även benämnt med den engelska förkortningen LNG (liquefied natural gas) och eldrift på kortare sträckor är de flesta projekten i pilot- eller testskala. Det handlar framför allt om projekt för metanol, biodiesel och vätgas. Men även elektrobränslen, LBG, ammoniak och andra biodrivmedel diskuteras.

De faktorer som enligt tillfrågade sjöfartsaktörer påverkar valet av drivmedel på sjöfartssidan mest är drivmedlets klimatpåverkan, om tillgången på bränslet är pålitlig, bränslepris, säkerhet, investeringskostnad och påverkan på försurning. Sammantaget väger ekonomiska faktorer tyngre än tekniska, miljömässiga och sociala faktorer. Olika aktörsgrupper – redare, bränsletillverkare, motortillverkare och myndigheter – viktar dessutom kriterierna olika, vilket påverkar resultatet.

Att utvärdera framtiden med dagens förutsättningar

Det finns många möjliga kombinationer av råvaror, förbehandlingsmetoder och omvandlingstekniker för storskalig produktion av biodrivmedel. Olika produktionsvägar har varierande prestanda vad gäller lönsamhet och koldioxidutsläpp. Det här projektet grundar sig på antaganden att utvecklingen av fossilfria drivmedel troligen kommer att ske under kraftigt förändrade framtida förutsättningar gällande kringsystem, energipriser och styrmedel. De omfattande strategiska investeringsbeslut som krävs för storskalig biodrivmedelsproduktion måste baseras på avancerade framåtblickande utvärderingsmetoder. Men att utvärdera framtida bioraffinaderikoncept med dagens förutsättningar kan leda till felaktiga slutsatser.

Projektet presenterar en fördjupad analys av de metoder och verktyg som används inom fyra svenska forskargrupper för den här typen av utvärderingar. Det är tydligt att det finns ett behov av utökat samarbete och utbyte av data mellan bioraffinaderiprocessutvecklare, värdekedjeanalytiker, teknoekonomiska analytiker och livscykelanalytiker samt energisystemmodellerare. Att kunna analysera bioraffinaderikoncept med framåtblickande teknoekonomiska metoder och livscykelanalysmetoder i kombination med scenarier som beskriver möjliga framtida utvecklingsvägar för bakgrundsenergisystemet ger stora fördelar för alla.

Som fallstudieexempel utgick projektet från den så kallade Metdriv-studien. I den utvärderades processvägar för storskalig produktion av biometan med avseende på energi-, växthusgas- och kostnadsprestanda. Genom att tillföra nya inputdata som speglar möjliga framtida utvecklingsvägar för energimarknaden, får man med framåtblickande metoder stora förändringar i både klimatpåverkan och ekonomi jämfört med tidigare studie. Ett exempel är antaganden avseende hur råvarukostnader och växthusgasutsläppsfaktorerna berörs av en framtida utökad användning av biomassa.

Att kunna analysera bioraffinaderikoncept med en tvärvetenskaplig kombination av metoder ger stora fördelar för många aktörer.

Fakta

Långsiktig hållbarhets-utvärdering av fossilfria drivmedelsproduktionskoncept

September 2016 - mars 2018

Projektledare
Simon Harvey, *Chalmers*

Deltagare
Åsa Kastensson och Joakim Lundgren, *Bio4Energy*
Pål Börjesson, *Lunds universitet*
Matty Janssen, *Chalmers*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, Chalmers, Luleå tekniska universitet och Lunds universitet

Fakta

Fortsätt utveckla tekniskpår för biodrivmedel från skogen

Teknoekonomisk utvärdering av kortsiktiga och långsiktiga tekniskpår för integrerad biodrivmedelsproduktion

Augusti 2016 - december 2017

Projektledare
Erik Furusjö,
IVL

Deltagare
Elisabeth Wetterlund och Yawer Jafri,
Bio4Energy
Marie Anheden, Ida Kulander och Johan Wallinder, *RISE*
Åsa Håkansson, *Preem*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, IVL, LTU, RISE och Preem

För att Sverige ska kunna nå målet om en fossilfri fordonsflotta till 2030 behövs på kort sikt biodrivmedel som kan användas i befintliga fordon och i befintlig infrastruktur. Det kan vara drivmedel som är identiska med bensin och diesel, eller bränslen för inblandning, så kallade drop in-bränslen. Energimyndigheten har pekat ut drivmedelstillverkning från främst lignin som ett strategiskt prioriterat område. Av energi- och resursskäl ligger fokus på längre sikt främst på höginblandade eller rena biodrivmedel, i form av cellulosabaserad etanol och förgasningsbaserade bränslen som metan, metanol och DME.

Det här projektet har studerat fyra tekniskpår som representerar två typer av råvara (kraftlignin och skogsrester) och två typer av produktionsteknik (förvätskning-vätebehandling och förgasning-katalytisk syntes). För varje tekniskpår valdes en eller flera specifika tekniker ut för analysen, utifrån vad som antogs vara kommersiellt och tekniskt relevant år 2030. I förekommande fall har man också beaktat integration med massabruk och/eller oljeraffinaderi. Därefter gjordes en utvärdering av tekniskpåren utifrån deras energieffektivitet, lönsamhet, investeringsbehov, produktionspotential, växthusgasprestanda och teknikmognad. Analysen baserades på öppen information eller information som teknikutvecklare valde att dela i projektet.

Resultaten visar på att produktionsteknik från alla fyra tekniskpåren kan ge god prestanda med hänsyn till de flesta av de utvärderade aspekterna. Men det förutsätter att den fortsatta teknikutveckling som krävs, i synnerhet för de raffinaderiintegrerade fallen, är framgångsrik och leder till demonstration av teknik som uppfyller antagandena om utbyten och kostnader.

Produktionsteknik från samtliga studerade tekniskpår kan ge god prestanda.

Sockertång och sjöpungar i framtidens drivmedel

Två av flera potentiella marina råvaror för framställning av biodrivmedel som kan odlas i Sverige är makroalger (sockertång) och sjöpungar. Att använda biomassa från havet för biodrivmedelsproduktion, istället för skogsrester och jordbruksgrödor, gör att odlingen inte behöver konkurrera med livsmedelsproduktion. Men miljökonsekvenser och sociala följder av havsbaserad biomassaproduktion måste undersökas för att kunna fastställa den övergripande hållbarheten vid en eventuell framtida ökad produktion. Det här projektet har sammanfattat den potentiella påverkan på ekosystemtjänster som en intensifiering av marin biomassaframställning för biobränsleproduktion skulle kunna leda till.

Genom att definiera lämpliga indikatorer som mäter förändringarna beskrivs de ekosystemtjänster som påverkas av produktionen av biodrivmedel. Genom en kvalitativ analysen av hur storskalig odling av marin biomassa påverkar försörjande, reglerande och underhållande samt kulturella ekosystemtjänster kommer projektet fram till att konsekvenserna av ökad odling av makroalger och sjöpungar på försörjande ekosystemtjänster i Sverige huvudsakligen är positiva.

En sådan här studie förbättrar förståelsen av hur biodrivmedelsproduktion baserad på marina råvaror påverkar ekosystemtjänster vilket är viktigt för att möjliggöra genomtänkta beslut angående hållbar biodrivmedelsproduktion som är baserad på marina råvaror.

Fakta

Havsbaserade biodrivmedel och ekosystemtjänster

Januari - december 2017

Projektledare
Karin Hansen,
tidigare på IVL

Deltagare
Roman Hackl,
Anna-Sara Krång och
Julia Hansson, *IVL*
Susanne Ekendahl och
Johan Engelbrektsson, *RISE*

Finansiärer
Energimyndigheten,
f3:s parter, IVL och RISE

Fakta

Rötrester höjer omvandlingsutbytet

Kunskapssyntes om nya värdekedjor genom termokemisk omvandling av rötrest för ökad biodrivmedels-produktion i Sverige

Januari - december 2017

Projektledare
Anna-Karin Jannasch, *RISE*

Deltagare
Kent Davidsson och Sudhansu Pawar, *RISE*
Mikael Lantz, *Lunds universitet*

Finansiärer
Energimyndigheten, f3:s parter, RISE och Lunds universitet

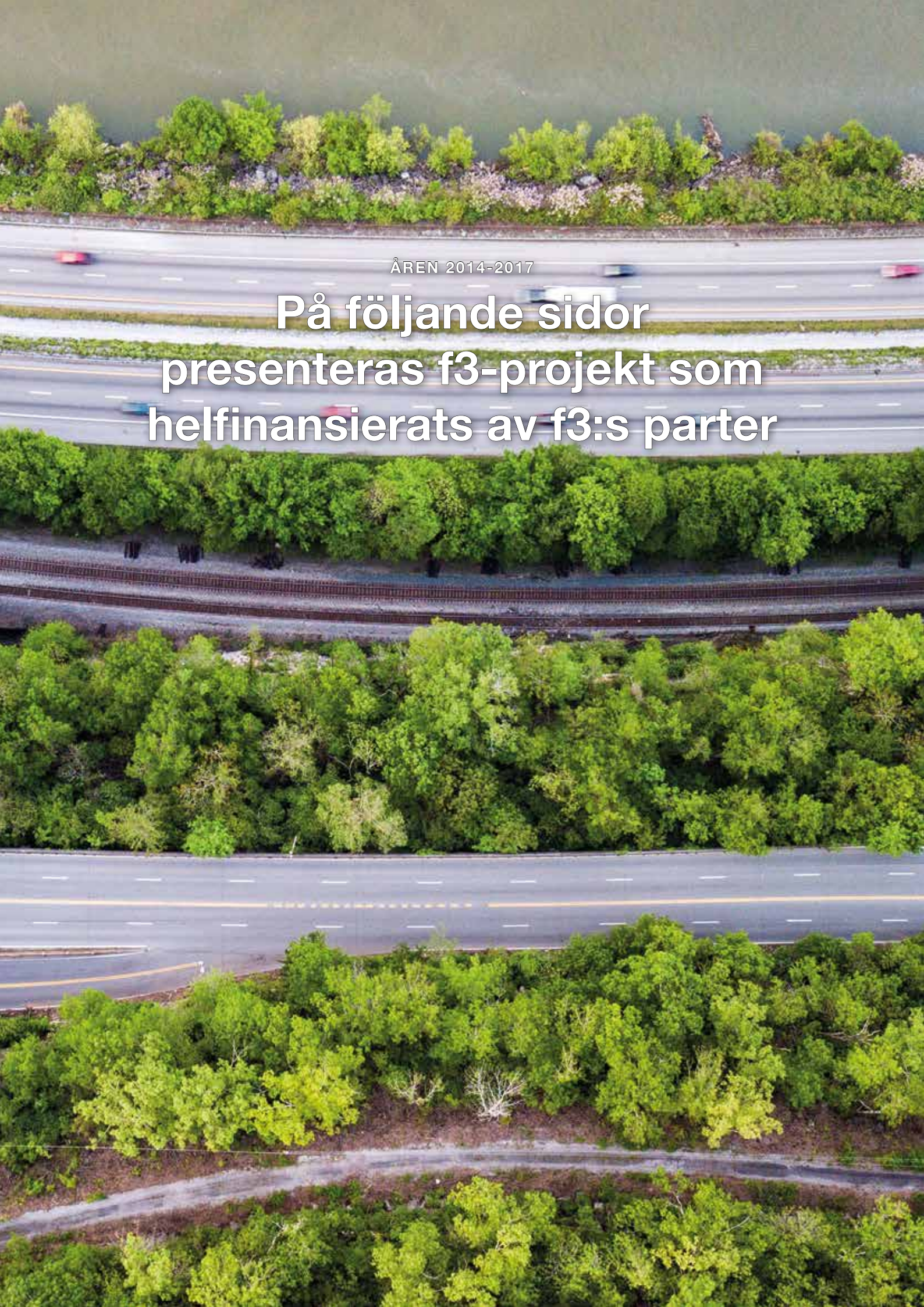
För att ersätta fossila bränslen med andra generationens biodrivmedel måste större mängder biomassabaserad råvara göras tillgänglig, och den måste användas så resurseffektivt som möjligt för att produktionen ska vara hållbar. Idag produceras redan biodrivmedel av högkvalitativa råvaror, men potentialen hos lågkvalitativa råvaror, t ex rester från jord- och skogsbruk, industri och hushåll, har ännu inte utvärderats fullt ut. Därför har det här projektet undersökt just denna potential ur ett tekno-ekonomiskt perspektiv. Specifikt har man tittat på möjligheterna till ett mer effektivt utnyttjande av biogasens råvara genom termokemisk omvandling av rötresten som ett steg i produktion av biodrivmedel.

Att utnyttja rötresten på detta sätt är bra av flera skäl. Omvandlingsutbytet från en och samma mängd biomassa förhöjs då den kemiskt bundna energin i rötresten också kommer till nytta. Dessutom undviker man att sprida rötresten på åkermark eftersom den kan ha giftigt och otillåtet innehåll av metaller, hormoner eller sjukdomsframkallande substanser.

Rötrester kan vara svåra att processa, men eftersom de är billiga kan kombination med andra råvaror bli lönsamt råmaterial för biodrivmedelsproduktion. Dessutom skulle en bredare råvarubas kunna leda till att fler sektorer i samhället bidrar till en ökad biodrivmedelsproduktion samtidigt som avfallsproblem inom samma sektorer minskar.

Den ekonomiska analysen av variabla kostnader och intäkter visar att det finns ett betydande investeringsutrymme för samtliga undersökta termokemiska omvandlingstekniker. Detta gäller även då man tar hänsyn till kostnader för transporter i samband med insamling av rötrester.

Foto: Nathan Gothier, Unsplashed (bilden är beskuren)



ÅREN 2014-2017

På följande sidor presenteras f3-projekt som helfinansierats av f3:s parter

Fördelar med integrerad enzymtillverkning

Produktion av etanol från lignocellulosa är en komplex process bestående av flera samverkande steg; förbehandling av råvaran, hydrolys, jäsning av sockel till etanol och rening av etanol. I hydrolyssteget används enzymer som bryter ner lignocellulosans polysackarider till sockermonomerer. Enzymerna kan komma från tillverkning som integreras i produktionsprocessen, eller köpas från en anläggning.

Det här projektet har syftat till att undersöka om det finns några skillnader i växthusgasutsläpp, primärenergianvändning och/eller produktionskostnad för etanol som beror på vilken typ av processalternativ för enzymer som tillämpas. Det har man gjort med hjälp av livscykelanalys. Resultaten visar inga större skillnader i primärenergiutbyte mellan tillvägagångssätten, men däremot tycks utsläpp av växthusgaser kunna minska väsentligt med integrerad enzymproduktion jämfört med om enzymerna köps in. Även ur kostnadssynpunkt kan det vara fördelaktigt med integrerad enzymproduktion. Det finns dock brister och osäkerheter i indata gällande inköpta enzymer som gör att resultaten ska tolkas med försiktighet.

Fakta

Livscykelanalys och teknoekonomisk analys av två processalternativ för enzymtillverkning i produktion av andra generationens bioetanol

September 2014 - april 2015

Projektledare
Ola Wallberg,
Lunds universitet

Kartläggning av biodrivmedel i Nordamerika

Hur ser utveckling och produktion av biodrivmedel i Kanada och USA ut? Vilka styrmedel används för att främja ökningen av biodrivmedel? Inom detta projekt har en litteraturgenomgång kombinerats med intervjuer med ledande forskare för att få en bild av rådande utveckling på biodrivmedelsområdet.

Fakta

Översikt över biodrivmedelsproduktion, policy och forskning i Kanada och USA

Januari - september 2015

Projektledare
Michael Martin, *IVL*

Fakta

Fossilfria möjligheter för kollektivtrafiken

Drivmedelsalternativ för bussar i kollektivtrafiken i Sverige

December 2014 - april 2015

Projektledare
Semida Silveira, *KTH*

Projektet har haft en referensgrupp med medlemmar från regionala och lokala trafikförvaltningar.

Kollektivtrafiken, och särskilt busstrafiken, spelar en viktig roll för att uppnå målet om en fossilfri fordonsflotta år 2030. Politisk vilja att främja fossilfrihet har snabbat upp takten vad gäller skiftet till förnybara bränslen i kollektivtrafiken, medan skattebefrielser på bränsleområdet har underlättat införandet. Hur ser då användningen av förnybara drivmedel i bussar runt om i Sverige ut och vad behövs för att främja ökad användning så att mål för ökad energieffektivisering och transportvolym kan uppfyllas?

Den här studien har tittat närmare på alternativen biodiesel, biogas, etanol och el. Valet av drivmedel i olika regioner och städer baseras på en kombination av regionala upphandlingskrav, befolkningsgrad, infrastrukturförutsättningar, bränsletillgång och motortekniska förutsättningar. Till exempel finns elbussar bara i stadstrafik, medan det huvudsakliga valet för regionala linjer oftast är biodiesel. Kostnad visade sig i studien vara det största hindret för att öka användningen av förnybara bränslen i bussflottor. Uppfyllnad av målen med ökad energieffektivisering och transportvolym kräver delvis andra insatser. Lägre bränsleförbrukning och högre beläggning är nödvändigt för att minska kostnaderna för kollektivtrafikresor och garantera attraktivitet för allmänheten. Snart kommer sannolikt andra faktorer att få större betydelse, såsom utbyggnad av angränsande infrastruktur och lönekostnaderna inom sektorn. Att stärka kollektivtrafikens roll skulle kunna bli en del av lösningen på dessa problem.

Fakta

Metan från skogen hindras av för stora investeringsrisker

Hur kan metan från skogsråvara komplettera biogas från anaerob rötning i den svenska transportsektorn?

November 2014 - juni 2015

Projektledare
Stefan Grönkvist, *KTH*

Den tekniska kunskapen om förgasning av skogsbiomassa för framställning av metan som drivmedel finns och flera svenska aktörer har utrett och förberett investeringar i produktionsanläggningar. Teknologin är dock ännu inte kommersiellt mogen och behöver stöd under en utvecklingsperiod. Men potentiella investerare har avvaktat med beslut dels för att investeringsmöjligheterna påverkats av låga oljepriser, dels på grund av oförutsägbarheten hos politiska styrmedel gällande stödet för förnyelsebar energiproduktion och -användning.

Detta projekt har genomfört en litteraturstudie samt en enkät- och intervjustudie med tre relevanta industriaktörer, med målet att svara på frågan om hur metan från skogsråvara kan komplettera biogas från anaerobrötning i fordonssektorn. Resultatet från studien pekar på att för att göra det attraktivt att investera i produktion av metan från skogsråvara så måste fordonsgasmarknaden fortsatt främjas. Att investera i en stor anläggning innebär en alltför stor risk givet storleken på dagens marknad samt osäkerheten kring dess framtida utveckling. Om metan ska spela en viktig roll i ett framtida transportsystem måste förgasningsteknologin stödjas under en utvecklingsperiod eftersom den ännu inte är kommersiellt mogen. Investerare påverkas också negativt av vad de uppfattar som en låg förutsägbarheten för styrmedel. Förutsägbarhet är viktigare än den exakta utformningen av styrmedlen.

Bredda analysen av produktionens miljöpåverkan

Biodrivmedel förs ofta fram som ett alternativ som begränsar det framtida fossilberoendet inom transportsektorn och samtidigt bidrar till att reducera geopolitisk instabilitet, öka självförsörjning av energi, stimulera till ekonomisk tillväxt och begränsa klimatpåverkan. Mycket forskning har ägnats åt att utvärdera produktionen av biodrivmedel för att säkerställa att produktionen sker på ett hållbart sätt. Ofta baseras forskningen på miljösystemanalysmetoder som till exempel livscykelanalys. Vilka miljöpåverkanskategorier som omfattas varierar mellan studier, vilket är vad detta projekt tittat närmare på.

Genom att identifiera de miljöpåverkanskategorier som inkluderas utförandet av miljösystemsanalyser går det att föra en diskussion kring urvalet; om det är för snävt och vad det i så fall kan bero på. Projektresultaten visar på ett övervägande fokus på påverkanskategorier relaterade till växthusgasemissioner och energianvändning. Motiven kan vara både analysberoende (syfte för studien, metod, osäkerhet/tillgång till data) och utgående från en rådande forskningspolitisk struktur. Även om kopplingen mellan biodrivmedel och klimat är stark, har de svenska miljömålen ett bredare perspektiv än så. Det bör utformningen av biodrivmedelsproduktionssystem i Sverige ta hänsyn till.

Fakta

Koldioxid i fokus? Genomgång av miljösystemanalyser av biodrivmedelsproduktion i Sverige

September 2014 - september 2015

Projektledare
Michael Martin, *IVL*

Svensk biodrivmedelsanvändning får konsekvenser utomlands

Den svenska biodrivmedelskonsumtionen ökade stadigt under åren 2000–2014 och det som ligger bakom den ökande konsumtionen av biobränslen är främst introduktionen och expansionen av HVO, ökad produktion och växande marknad för biogas, samt import av råvaror och bränslen från Europa och andra länder. Sammantaget har det lett till minskade utsläpp av växthusgaser i Sverige.

Inhemskt producerade biobränslen har visat sig ha överlägsen miljöprestanda, men de minskade utsläppen beror inte på att vi använder dessa biodrivmedel i Sverige, utan på att de råvaror och biobränslen som importerats haft sina utsläpp i andra länder. Det kan ge upphov till väsentliga lokala effekter utomlands, till exempel ökad potentialen för försurning och övergödning.

Det här projektet har undersökt de miljömässiga följderna av importen i ett livscykelperspektiv genom att kartlägga ursprunget av bränslens råmaterial och produktion mellan åren 2000–2014 och presenterar en omfattande översyn av konsekvenserna från biodrivmedelshandeln på den svenska marknaden.

Fakta

Miljöpåverkan från ökad biodrivmedelskonsumtion i Sverige

Februari - september 2015

Projektledare
Michael Martin, *IVL*

Foto: Pexels

Fakta

Metanol som förnybart drivmedel – en kunskapsöversikt

Februari 2015 - juni 2016

Projektledare
Ingvar Landälv,
Bio4Energy

Motiv för metanolanvändning

Globalt syns en ökning av metanolanvändning i olika applikationer och det finns flera exempel på tillämpning i transportsektorn idag. Produktionen är förhållandevis energi- och kostnadseffektiv och metanol testas i flertalet, även nya, typer av motorer. I dagens debatt om metanol saknas ofta ett långsiktigt perspektiv avseende motiven att använda eller inte använda metanol som ett alternativt bränsle, vilka erfarenheter som finns från tidigare perioder av metanolanvändning, och varför intresset för metanol som fordonsbränsle skiftat under de senaste decennierna. Projektet har tagit utgångspunkt i detta och belyser metanols potentiella roll som energibärare och fordonsbränsle i Sverige och på andra håll.

Optimal kombination för skogsbaserad bioekonomi

Skogsindustrin spelar en viktig roll för möjligheten att skifta från fossila råvaror till förnybara i det ekonomiska systemet. Omställningen till bioekonomi kan dock ställa krav på förändringar av energisystem på både den globala och lokala skalan. Detta projekt har syftat till att ge en översiktlig bild av de ekonomiska flödena genom den skogsbaserade ekonomin i Sverige med avsikt att öka förståelsen för bioekonomins struktur, för värdeskapandet inom den samt för förutsättningarna för storskalig produktion av skogsbaserade drivmedel. Ansatsen har varit att kombinera statistiska data för fysiska råvaru- och produktflöden med ekonomiska data från den offentliga statistiken och litteraturen. Genom intervjuer och mer detaljerade litteratursammanställningar har uppgifter om produktion, marknadspriser och värdekedjor sammanställts för tre utvalda produkttyper: barrsulfatmassa, dissolvingcellulosa och etanol.

Olika processvägar är sammanflätade, och biprodukter från en process kan användas som råvara i andra processer. Samproduktion av flera produkter i bioraffinaderier förefaller generellt sett vara mer effektivt än separat produktion, men komplexiteten ökar också när fler processer och produkter ska hanteras samtidigt. Att integrera drivmedelsproduktion med till exempel befintlig massaindustri kan innebära att det krävs nya affärsmodeller också för den befintliga industrin. Därför är slutsatsen från projektet är att effektiv bioraffinering handlar om att hitta den optimala kombinationen av råvarukrav, processkostnad, processflexibilitet, produktmix och produktegenskaper.

Fakta

Översikt över ekonomiska flöden genom Sveriges skogsbaserade ekonomi

Mars - juni 2015

Projektledare
Jonas Joelssson, *SP Processum*

Flexibla bioraff anpassar sig till varierande förutsättningar

En hög flexibilitet i ett bioraffinaderi ger utrymme att kontinuerligt anpassa processen till variationer i råvarutillgång och marknadens efterfrågan på en viss produkt. Det här projektet är en kunskapssyntes av forskning och erfarenheter kring flexibilitet i bioraffinaderiprocesser baserade på etanolproduktion från svenska skogs- och lantbruksråvaror med högt innehåll av lignocellulosa. Det belyser olika aspekter av flexibilitet med avseende på råvaror, produktionsprocesser, produktionsvolym och produkter, här sammanfattat som tillverkningsflexibilitet. Bland annat berörs betydelsen av likhet i kemisk sammansättning i olika råvaror, liksom teknik vid mottagning, förbehandling och produktion. En ökning av flexibiliteten för dessa faktorer är ett sätt att minska risker kopplade till osäkerheter kring efterfrågan av biobränslen i framtiden, för utöver biobränslen kan ett flexibelt bioraffinaderi generera ett antal andra produkter, kemikalier, med framtida marknadspotential.

Sammantaget är möjligheterna att öka tillverkningsflexibiliteten i bioraffinaderier många. För att kunna dra slutsatser om hur de olika stegen i processen påverkar varandra och produktionen som helhet, behövs också tekno-ekonomiska analyser och anläggningsspecifika analyser.

Fakta

Flexibilitet i bioraffinaderi-processer baserade på etanolproduktion från skogen

September 2015 - februari 2016

Projektledare
Robin Kalmendal, *SP*

Fakta

Teknik kan öka biobaserad SNG-produktion

Produktion av bio-SNG genom biomassaförgasning kombinerat med MCEC-teknik

Januari 2016 - februari 2017

Projektledare
Klas Engvall, *KTH*

Förgasning av biomassa är en attraktiv teknik för effektiv omvandling av skogsbiomassa, biomassaavfall samt andra typer av förnybara råvaror till drivmedel, kemikalier eller till exempel elkraft. Men valet av tekniska lösningar för produktgasen i efterföljande gasrenings- och konditioneringssteg före den slutliga användningen av den producerade syntesgasen kan innebära ett tekniskt hinder för implementeringen. Det här projektet har gjort en preliminär utvärdering av den tekniska och ekonomiska möjligheten att kombinera förgasning av biomassa med MCEC, en teknik med smältkarbonatelektrolyscell, i produktionssystem av biobränslebaserad syntetisk naturgas (bio-SNG). För att möjliggöra en konkret jämförelse valdes GoBiGas-anläggningen som ett referensfall. Fem olika scenarier utvärderades avseende energetisk och ekonomisk prestanda.

Den generella slutsatsen pekar i en positiv riktning; material- och energibalanser visar att produktionen av bio-SNG kan ökas med upp till 60 %, vid integration av MCEC jämfört med referensfallet GoBiGas-anläggningen.

Fakta

Då blir försörjningskedjor av skogsbiomassa kostnadseffektiva

Optimering av biodrivmedelsförsörjningskedjor baserade på förvätskningsteknik

November 2015 - oktober 2016

Projektledare
Elisabeth Wetterlund, *Bio4Energy*

Projektet var en delstudie i RENJET, Renewable Jet Fuel Supply Chain and Flight Operations var syfte var att ta fram vetenskapligt underlag för uppskalning av biobränsleproduktion för flygindustrin genom forskning och demonstrationsprojekt. f3-projektets analys genomfördes som en fallstudie av Sverige.

När försörjningskedjor för bioenergi utformas är det vanligt att man utgår ifrån en central anläggning kring vilken biomassan samlas in. I en sådan centraliserad försörjningskedja uppvägs ekonomiska skalfördelar av högre transportkostnader uppströms i kedjan; ju större produktionsskala, desto större radie för biomassans uppsamlingsområde. För att minska de uppströms transportkostnaderna föreslås det ofta ett förbehandlingssteg där biomassans energiintensitet ökas.

Det här projektet har undersökt under vilka förutsättningar som försörjningskedjor som inkluderar ett sådant förbehandlingssteg är att föredra framför centraliserade konfigurationer för fallet Sverige. Man kom fram till att gränsen för vilken lösning som var mest kostnadseffektiv gick vid en total årlig biodrivmedelsproduktion på 75 PJ (21 TWh).

Svensk styrmedelstillämpning måste följa EU-regler

Sverige har ambitiösa nationella mål för transportsektorn och en ambition att vara ett föregångsland för användning av biodrivmedel. Det kräver styrmedel som motiverar långsiktiga investeringar i produktionsanläggningar och relaterad infrastruktur. De styrmedel som har implementerats är idag i linje med EU:s direktiv och stadsstödsregler, men det har förekommit slitningar mellan Sverige och EU i några frågor. Hur olika regelverk kommer att kunna tillämpas i framtiden är oklart. I det här projektet har EU:s lagstiftning om subventioner och andra stimuli för produktion och användning av förnybara drivmedel överblickats, och man diskuterar vilka konsekvenser de innebär för svenska stimulansåtgärder.

Fakta

Konsekvenser av EU-lagstiftning på svenska stimulansåtgärder för biobränslen

Januari - juni 2016

Projektledare
Kersti Karltorp, *SP*

Input till arbetet gavs av Energimyndigheten, Finansdepartementet och Lantmännen Agroetanol

Regionala systemmöjligheter för ny teknik

El-till-gas, på engelska Power-to-gas (P2G), innebär att el används för att sönderdela vatten till vätgas och syrgas med hjälp av elektrolys. Vätgasen kan användas direkt som bränsle eller råvara, eller låtas reagera med kolmonoxid och/eller koldioxid till ett biobränsle eller en biokemikalie, t ex metan eller metanol. Med en slutprodukt i vätskeform kallas tekniken Power-to-Liquid (P2L). Idag finns tekniken främst i pilot- och demonstrationsanläggningar. Ingen av dem ligger i Sverige även om flera studier har utvärderat möjligheter och potentiella nyttor utifrån svenska förhållanden.

Piteå-Luleå-Norrbotten har pekats ut som en av de mest lämpliga lokaliseringarna för att demonstrera tekniken. Det här projektet har identifierar, analyserar och ger förslag på systemmöjligheter med P2G/P2L med hänsyn till regionens elmarknad, vätgasbehov och de expansiva planerna för förnybar kraftproduktion som finns och som skulle kräva investeringar i kapacitet för energiöverföring, -lagring och -omvandlingsprocesser. Med förverkligande också av förnybar vätgastillförsel till pilotanläggningar vid SP-ETC i Piteå skulle regionen ha många förutsättningar för ett komplett bioraffinaderi i pilotskala.

Fakta

Jämförande analys mellan P2G/P2L-system för kombinerad produktion av flytande och gasformiga biodrivmedel

April - september 2016

Projektledare
Anna-Karin Jannasch, *SP*

Input till projektet har kommit från Chalmers, IVL, Renova och Sweco

Fakta

Förgasningsbaserade drivmedel – växthusgasemissioner och lönsamhetsanalys med generella och sektorsspecifika styrmedel

Maj 2016 - november 2017

Projektledare
Kristina Holmgren, *IVL*

Projektet delfinansierades av Göteborg Energis stiftelse för forskning och utveckling

Avgörande prisnivå på koldioxidutsläpp

Förgasningsbaserade biodrivmedelproduktionssystem har en stor potential att minska utsläppen av växthusgaser. Systemens kommersiella genomförbarhet påverkas av fossilbränslepriser, priset på biomassa och politiska styrmedel, t ex kostnaden för att släppa ut koldioxid. På vilken nivå ska denna kostnad ligga för att biodrivmedelsproduktionen ska vara lönsam? Denna fråga ställdes i ett projekt som kvantifierat kostnaderna för transportsektorn baserat på förgasningsbaserade biodrivmedelssystem under olika framtida energimarknadsscenarier. Projektet gjorde också jämförelser med motsvarande kostnadsnivåer i system där biomassa istället används för elproduktion och där elen används för fordonsdrift.

Det visade sig att den sektorspecifika kostnad som krävs för lönsamhet i de förgasningsbaserade systemen inte är högre än den nuvarande koldioxidskatten för drivmedel i Sverige. De fall där biomassan används för omvandling till el i konventionella system och där elen används för fordonsdrift, visade sig ha högre lönsamhet i de undersökta scenarierna, även om analysen inte inkluderar alla systemets delar.

Utifrån analysen av växthusgasutsläpp tycks systemet med eldrift ger större reduktioner än de förgasningsbaserade systemen. Analysen inkluderar dock inte alla systemets delar (fordons- och batteritillverkning samt laddinfrastruktur är exkluderade), vilket spelar roll för resultatens generaliserbarhet.

Fakta

Kunskapssyntes om elektrobränslen från biologiska processer

Augusti 2016 - januari 2017

Projektledare
Anna-Karin Jannasch, *RISE*

Ekonomi och teknisk mognad hos elektrobränsleprocesser

Integration av elektrobränsleprocesser anses på sikt kunna bidra till mer lönsamma, produktflexibla och mindre marknadskänsliga biogasanläggningar. Biogasproducenter idag visar allt större intresse för elektrobränsleprocesser, men det är svårt att få grepp om vad den teknoekonomiska prestandan och mognadsgraden för de olika alternativen, särskilt de biobaserade. Projektet är en kunskapssyntes över elektrobränsleprocesserna in-situ och ex-situ metanisering samt biologisk gasfermentering, med termokemisk metanisering som referensprocess.

Fördelar med makroalger som drivmedelsråvara

HTL, hydrotermisk förvätskning, väcker ökat intresse som produktionsteknologi för biodrivmedel. Genom att använda makroalger som råvara går det att undvika konkurrens med matproduktion och landanvändning. Dessutom kan odling av makroalger inverka positivt på övergödda kustvatten eftersom algerna absorberar en del av de näringsämnen som orsakar övergödning, t ex fosfor.

Efter att makroalgerna behandlats genom HTL kan fosforn återvinnas för produktion av struvit, som i sin tur kan ersätta traditionella mineralgödningsmedel. Det här projektet har identifierat lönsamma och miljövänliga tekniska lösningar som sammankopplar fosforåtervinning med makroalger bearbetade med HTL, och samtidigt breddar produktutfallet från biobränsleproduktion. Resultaten visar att kostnaderna för alla undersökta processalternativ är ytterst känsliga för priset på algerna, vilken utgör nästan 60 procent av de totala driftskostnaderna.

Fakta

Fosforåtervinning i biodrivmedel baserade på makroalger

Mars - september 2017

Projektledare
Stavros Papadokonstantakis, *Chalmers*

Fakta

Infrastruktur och fordon för lastbilstransporter med el och vätgas som drivmedel

Maj 2016 - november 2017

Projektledare
Stefan Grönkvist, *KTH*

Lång väg för el och vätgas?

Det pågår intensiv forskning, utveckling och demonstration av elvägar och bränsleceller för vägbundna transporter. Två av demonstrationsprojekten för elvägar i Sandviken och Arlanda, och det här projektet har samlat ihop och uppdaterat bilden av det tekniska och ekonomiska utvecklingsläget för långväga tunga vägtransporter med el och vätgas som drivmedel utifrån svenska förutsättningar.

Fakta

Utvärdering av produktionskostnader för biodrivmedel med hänsyn till reduktionsplikten

Juni - december 2017

Projektledare
Erik Furusjö, *IVL*

En populärvetenskaplig sammanfattning av rapporten publicerades av IVL i januari 2018.

Det kostar olika mycket att följa reduktionsplikten

2017 föreslog den svenska regeringen att det skulle införas en reduktionsplikt för drivmedelsdistributörer. Den ställer krav på minskning av växthusgasutsläppen från fossil bensin och diesel genom gradvis ökad inblandning av biodrivmedel. Projektet illustrerar hur växthusgasprestanda hos olika biodrivmedel relateras till deras ekonomiska värde i det nya reduktionspliktssystemet. Det jämför också kostnaderna för växthusgasreduktion för olika typer av biodrivmedel, aktuella i Sverige.

Av de biodrivmedel som finns på marknaden idag visar resultaten att de lägsta reduktionskostnaderna erhålls för biogas producerat via rötning av avfall respektive sockerrörsbaserad etanol. Biodrivmedel baserade på raps ger höga reduktionskostnader. Eftersom HVO produceras från flera olika råvaror blir intervallet för reduktionskostnaderna stort. Det beror främst på råvarans kostnad och växthusgasbelastning. Idag är flera avancerade biodrivmedel under utveckling som har potential att nå lägre reduktionskostnader än många av dagens produktionskedjor.

Förnybart som bränsle för arbetsmarknaden

Vad finns det för tillgänglig data om positiva samhälleliga och sociala konsekvenser från förnybara fordonsbränslen? Går den att mäta och enligt vilka variabler? Det här projektet har försökt samla in primärdata för sociala positiva effekter för fyra bränslena i form av uppgifter om jobbskapande. Urvalet av bränslen gjordes med utgångspunkt från de vanligaste förnybara bränslena i ett svenskt sammanhang. De insamlade uppgifterna jämfördes med siffror från litteraturen. Resultatet redovisas som nya arbetstillfällen per producerad GWh av drivmedlet i fråga, men på grund av stora brister och osäkerheter i data och datainsamling ska det tolkas försiktigt. Sambanden mellan och inom system för drivmedelsproduktion å ena sidan, och arbetsmarknaden å andra sidan, är komplexa. Inte desto mindre finns de, och det kan argumenteras för att de bör vara föremål för vidare studier.

Fakta

Att utvärdera positiv social påverkan – organisation och strukturering av datainsamling

Maj - november 2017

Projektledare
Elisabeth Ekener, *KTH*

Möjligheter för demoanläggning utvärderade

I den kontinuerliga utvärderingen av affärsmöjligheter för Lantmännen Agroetanol har en patenterad processkombination för produktion av andra generationens transportbränslen från trä och halm uppmärksammats. Kostnadsnivåerna har visat sig vara jämförbara med nuvarande kostnader för första generationens bränslen och då den totala processen kombinerar redan befintliga tekniker krävs ingen grundläggande forskning och utveckling. Mot denna bakgrund genomfördes en studie med syfte att utvärdera möjligheterna att etablera en demonstrationsenhet i Norrköping. Projektet har gjort beräkningar rörande produktionspotential, energieffektivitet och investeringskostnader.

Fakta

Drivmedel ur lignocellulosa i kombinationsprocess

Juni - september 2017

Projektledare
Anders Holmbom, *Lantmännen*

Fakta

Liten samstämmighet i LCA-studier av godstrafik

Syntes av LCA-studier av drivmedel för tunga lastbilar

Maj - november 2017

Projektledare
Ingemar Magnusson, *Volvo GTT*

Projektet baserades på forskningsprojekt som finansierats av Energimyndigheten.

Dagens godstransporter använder i stor utsträckning fossila drivmedel och utan politiska åtgärder verkar oljeberoendet öka. Det finns flera sätt för att minska utsläppen av växthusgaser för medelstora fordon, men alternativen till diesel för tunga långdistansfordon är mindre tydliga. Livscykelanalys kan vara ett viktigt verktyg för att vägleda beslutsfattare och för att styra den tekniska utvecklingen. Går det att dra några slutsatser från genomförda studier på området? Det visade sig i detta projekt vara svårt. Tillgängliga LCA-studier av vägfordon för godstrafik ger inte tillräckligt stöd för beslut eftersom de flesta är begränsade och resultat från olika studier är svåra att jämföra och leder till olika rekommendationer.

Projektet identifierade flera problem bakom detta: antalet tillgängliga rapporter om lastbilar är begränsat, fordonsdefinitionen är oklar, metoder och systemgränser skiljer sig åt mellan studier och fokus ligger ofta på nuvarande situation och omfattar inte framtida överväganden. Dessutom inkluderar studierna sällan utrustningens livscykel, slutanvändning, analys av resursutarmning eller kostnad.

Eftersom det inte finns någon enkel lösning för att sänka utsläppen av växthusgaser från tunga transporter verkar det uppenbart att fler LCA-studier bör fokusera på denna sektor.

Fakta

Förnybar elektrovätgas mot industrins fossilberoende

Elektrolys och elektrobränslen i svensk kemi- och drivmedelsindustri: en jämförelse av kostnader och klimatnytta

Maj - november 2017

Projektledare
Anna-Karin Jannasch, *RISE*

Projektet har delvis finansierats genom Chalmers och Preems forskningssamarbete

Att nå nationella mål om en fossiloberoende fordonsflotta, en förnybar kraftproduktion och ett klimatneutralt samhälle kräver åtgärder i stor skala. Det gäller produktion av förnybara bränslen, att industrin frångår den fossila normen och att ett flexibelt elsystem med storskalig energilagring utvecklas. Ett sätt att bidra till ett balanserat kraftsystem och delvis ökad produktion av förnybara substanser, är att utnyttja den ökande tillgången på förnybar, billig el för vattenelektrolys till vätgas – elektrovätgas – och syrgas.

Förnybar elektrovätgas kan användas som energilager och som bränsle i bränslecellsfordon, men har troligtvis sin största potential som ersättare av fossila råmaterial och energibärare inom olika industriella sektorer. De kan också binda koldioxidutsläpp. Men applikationerna har olika mognadsgrad och är i allmänhet långt ifrån marknaden.

Det här projektet har sammanställt vilka förutsättningar som krävs för att elektrovätgas ska kunna betraktas som ett lönsamt alternativ för olika industrisektorer i Sverige att bli fossilfria. Analysen har fokus på den kemi- och biobränsleindustrin med cement- och stålindustrin som referens.

Uppdaterade HVO-data för livscykelanalyser

Projektet har haft som målsättning att leda till bättre data för LCA på drivmedel i Sverige, och är en uppdatering av vad som tagits fram i ett par projekt inom en tidigare etapp av f3. Syftet har varit att komplettera de livscykelinventeringsdata som presenterades där med nya data för HVO, med målet att bättre återspegla rådande förhållanden på den svenska bränslemarknaden. Projektet belyser också hur resultaten kan påverkas dels av metodval vid livscykelanalysberäkningar, dels av faktorer som lokalisering av odlade råvaror eller vilken teknologi som används i produktionsanläggningarna.

Fakta

Well-to-wheel livscykeldata för HVO-bränslen på den svenska marknaden

Juni 2017 - april 2019

Projektledare
Albin Källmén, *IVL*

Foto: Pexels

Fakta

Samverkan i industrinätverk bra för biodrivmedel

Industriell symbios och biodrivmedels-industrin

Januari - augusti 2017

Projektledare
Murat Mirata,
Linköpings universitet

Industriell symbios involverar samarbeten mellan mångfacetterade och företrädesvis lokala och regionala aktörer som tillsammans skapar ekonomiska och miljömässiga mervärden genom utbyten av biprodukter, delade verktyg och servicefunktioner och gemensamma innovationer. Fördelarna med dessa symbioslösningar är ofta större än vad en enskild aktör kan uppnå ensam. Med så tydlig miljö- och affärsnytta har konceptet med industriell symbios potential för att bidra till hållbar utveckling, t ex för utveckling av biodrivmedel. Genom två konkreta fallstudieexempel har det här projektet velat fördjupa förståelsen för det verkliga bidraget av industriell symbios till biodrivmedelsutveckling. Det visar sig ta konkret uttryck i bl a reducerade råvaru- och driftskostnader, ökad produktivitet avseende material och energi, förbättrad tillgång till substrat genom en ökad social acceptans, minskad utsatthet för marknadsfluktuationer och förbättrad miljöprestanda med differentierade marknadsfördelar.

Fakta

Vägledning för teknik- och bränsleval för lastbilar

Jämförande fallstudie med LCA av distributionslastbil med diesel- och ottodrivlina och olika drivmedel

September - december 2017

Projektledare
Per Hanarp, *Volvo GTT*

Projektet använder data från ett forskningsprojekt som finansierats av Energimyndigheten och genomförts med deltagare från IVL, Chalmers, AkzoNobel, SCA Hygiene och Volvo Group

Distributionslastbilar används för transporter av olika gods i och runt städer. Körmönstret för dem betecknas av många starter och stopp och körsträckorna är i regel korta. Distributionslastbilar kan vara försedda med olika applikationer som möjliggör användning av olika typer av drivmedel, till exempel diesel, etanol, gas eller el. Det här projektet har undersökt miljöpåverkan i form av utsläpp av koldioxidekvivalenter samt miljöskadekostnad från två olika drivlinor som i sin tur kombinerats med fossila respektive förnybara drivmedel. Metoderna som använts är livscykelanalys och EPS, Environmental Priority Strategy. Jämfört med en konventionell Well-to-Wheel-analys, ger det bredare angreppssättet en bättre förståelse för hur miljörisker kan bero av vilka val som görs i utvecklingen av teknik.

Vill du bli part eller veta mer om f3? Välkommen att kontakta oss.

Ingrid Nohlgren
Föreståndare för f3

Tel: 031-772 63 52
E-post: ingrid.nohlgren@f3centre.se

www.f3centre.se

f3 är ett nationellt kunskapscentrum där industri, högskolor, institut och myndigheter samverkar för en hållbar transportsektor. Följande organisationer är parter i f3.

Universitet och högskolor
Bio4Energy*
Chalmers tekniska högskola
Kungliga tekniska högskolan
Lunds universitet
Sveriges lantbruksuniversitet

** Bio4Energy är ett samarbete mellan Umeå universitet, Luleå tekniska universitet och Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå.*

Forskningsinstitut
IVL Svenska Miljöinstitutet
RISE Research institutes of Sweden
VTI Statens väg- och transport-forskningsinstitut

Industrier
E.ON Sverige
Lantmännen Energi
Neste
Preem
Scania
St1
Volvo Technology

Vi samarbetar med
Region Västra Götaland
Energimyndigheten

Chalmers Industriteknik är centrumvärd

SVENSKT KUNSKAPSCENTRUM
FÖR FÖRNYBARA DRIVMEDEL