

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Från flis till flygplan i Småland (FFS)	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Flying on forest residues in Småland (FFS)	
Universitet/högskola/företag RISE Innventia AB	Avdelning/institution Bioraffinaderi och energi
Adress Box 5604 114 86 STOCKHOLM	
Namn på projektledare Johanna Mossberg	
Namn på ev övriga projektdeltagare Erik Furusjö, Sennai Mesfun, Henrik Brodin, Johan Isaksson, Sven Hermansson, Paul Terstegge, Gijs van Popta, Carina Bergqvist, Jurriaan de Jonge, Henrik Johansson, Eric Wickell, Marlene Blomgren Svensson, Jakob Lagercrantz, Elisabeth Wetterlund, Fredrik Granberg, Ragnhild Oskarsson, Erik Tellgren, Misha Valk och Tijmen van Loon	
Nyckelord: 5-7 st bioflygbränsle, biodrivmedel, skogsrester, integration, genomförbarhetsstudie	

Förord

Projektet har erhållit stöd från Energimyndighetens *Uppdrag att främja hållbara biobränslen för flyg 2018-04-26 (dnr N2018/02705/FÖF)*. Projektet har finansierats av Energimyndigheten tillsammans med projektparterna.

I projektet har följande organisationer deltagit och aktivt bidragit till projektets samlade resultat: RISE, Södra, KLM, Växjö Kommun, Småland Airport, Fores/2030-Sekretariatet, LTU, Växjö Energi och SkyNRG.

Ett antal teknikleverantörer har under NDA bidragit med kvalificerad indata, dialog och beräkningar vilket möjliggjort ett gott genomförande av projektets inledande tekniskscreening.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	3
Inledning/Bakgrund	3
Syfte med projektet	3
Utvecklingen av hållbara bioflygbränslen	4
Bioflygbränslen och miljödebatten	4
Genomförande	6
Deltagare	6
Resultat	7
Hållbarhet och substrat	7
Strikt kontroll av bioflygbränslen	8

Bioflygbränsleproduktion idag	9
FFS projektets teknikval	9
Vad kostar det att producera bioflygbränsle?	10
FFS projektet, två alternativa lokaliseringar	10
Marknadsåtgärder för att stödja biojetbränsle.....	12
Recommendations to policy makers	13
Referenser, källor.....	15
Bilagor	15

Sammanfattning

Flyget står för en liten med snabbt växande del av den globala klimatpåverkan. Vi flyger som aldrig förr. Antalet flygmil har ökat med mellan 4 och 8 procent per år de senaste 15 åren med undantag för den finansiella krisen 2008. Coronakrisen kommer naturligtvis att innebära en kraftig nedgång i flygandet 2020 och åren därefter.

Flyget står för omkring två procent av den globala klimatpåverkan, räknar man in den indirekta effekten av utsläpp på hög höjd är siffran närmare 5 procent och den växer i takt med ökningen i flygresande. På hög höjd leder utsläppen till att små vattenkristaller formas, de vita spåren efter flygplan på hög höjd, och detta bidrar till växthuseffekten. Att flyga på lägre höjd ger alltså lägre klimatpåverkan.

Det finns andra åtgärder att minska utsläppen, utöver att ransonera sitt flygande, och i denna korta skrift skall vi studera utvecklingen av biobränsle för flyget. Men det betyder inte att andra sätt att minska flygets klimatpåverkan är mindre viktiga. Nyare motorer, flyga på lägre höjd, flyga långsammare, förbättrad logistik i luftrummet för att optimera sträckor är några viktiga delar i pusslet för att minska flygets klimatpåverkan.

Eldrift för flygplan, eller vätgasdrift, är andra alternativ som diskuteras idag. Elflygplan finns redan och planeras testas inom några år i kommersiell drift. En större implementering lär dröja, och elflygplan lär passa på främst kortare distanser. Men de kommer att vara ett mycket viktigt komplement till andra klimatlösningar för flygindustrin.

Bioflygbränslemarknaden växer snabbt. I en rapport av Research and Markets anges tillväxttakten för hållbara bioflygbränslen vara 24 procent 2020-2028. En omsättning på 8,24 miljarder dollar 2020, till hela 48 miljarder 2028.

I denna rapport visar vi på hur hållbara flygbränslen (SAF) från skogsrester i Småland kan produceras integrerat med antingen ett massabruk eller med ett kraftvärmeverk. Vi visar resultat för hur detta kan göras på ett hållbart sätt utan att äventyra skogens långsiktiga livskraft och heller inte i konkurrens med andra industrisektorer, som uppvärmning med biomassa. Rapporten visar också tydligt på de komparativa fördelarna med att samlokalisera produktionen med redan existerande industri.

Ett antal teknologier har utvärderats och genom detaljerade beräkningar kompletterat med platsbesök har en specifik teknik valts ut som mest intressant,

en förgasningsteknik med efterföljande Fisher-Trops steg som ger ett certifierat bioflygbränsle. Produktionskapaciteten är cirka 16 000 ton SAF, vilket motsvarar ungefär en tiondel av det bränsle som förbrukas för inrikes resor i Sverige.

Summary

The environmental footprint of the aviation industry is challenged. One of the most important ways to meet the challenge is sustainable aviation fuels.

In this report we show that sustainable aviation fuels (SAF) from forest residues in Småland can be produced in the locations reviewed in the project. It can be done sustainably, without endangering the long-term viability of the forest, nor does it compete with other industrial sectors, like heating with biomass. On the contrary, there are comparative advantages in co-locating production.

A number of technologies have been reviewed and through site visits a few have been identified as suitable.

The production capacity reviewed in this project is about 16 000 tons of SAF, corresponding to about one tenth of the domestic aviation demand in Sweden.

Inledning/Bakgrund

Projektet ”Flyga på Flis från Småland (FFS) ”inleddes 2018 och avslutas 2020. Syftet var att undersöka potentialen för produktion av bioflygbränsle i Småland samt att identifiera de regionalt mest lovande värdekedjorna genom en kvantitativ och platsspecifik analys av ett antal produktionstekniker, i olika tidsperspektiv.

Kortfattat handlade det om att se om det går att få ekonomi i att producera flygbränsle i Sverige från avfall från skogsindustrin. Sverige har Europas största skogar, hela 68 procent av Sverige är täckt av skog. Trots att avverkningen är stor, ökar både skogstillväxten och virkesförrådet varje år.

Syfte med projektet

Syftet med projektet var att undersöka potentialen för produktion av bioflygbränsle i

Småland samt att identifiera de regionalt mest lovande värdekedjorna genom en kvantitativ och platsspecifik analys av ett antal produktionstekniker, i olika tidsperspektiv.

Detta är precis vad projektet levererat, och svaren utvecklas i denna rapport.

- Det finns potential för bioflygbränsleproduktion i Småland
- Flera värdekedjor har identifierats och de mest lovande har beskrivits
- Två platser för möjlig produktion har identifierats och kvantifierats
- Affärsmodeller och finansiella modeller har presenterats

Men i vårt avsnitt ”rekommendationer till politiken” identifierar vi ett antal faktorer som måste finnas på plats för att projektet skall kunna bli verklighet.

Projektet genomfördes i form av sex arbetspaket:

1. Projektledning, rapportering och kommunikation
2. Teknikinventering och urval
3. Råvarupotential och integrationsmöjligheter
4. Tekno-ekonomisk analys av alternativ för lokal produktion
5. Efterfrågan och distribution
6. Affärsmodellsanalys och färdplan

Utvecklingen av hållbara bioflygbränslen

Alla konventionella drivmedel består av kolkedjor anpassade för förbränningsmotorer. Genom historien har alternativ till olja som råvara testats. Under andra världskriget skapade Tyskland flygbränsle med så kallad Fischer-Tropsch-teknik från kol, och denna teknik används idag för att skapa bioflygbränsle från biomaterial.

Redan 1988 flög ryska forskare med en ryskt Tupolevplan på vätgas och senare med flytande naturgas. Den moderna utvecklingen av hållbara bioflygbränslen startade dock först 2007 när GreenFlight International flög på 100 procent biobaserat flygbränsle en stor del av sträckan från Reno i Nevada till Florida. Flygplanet var ett litet militärt träningsflygplan. Året därpå flög Virgin Atlantic en testflygning med en Boeing 747, alltså ett traditionellt passagerarplan, med 20 procent biobränsle till en av fyra motorer. En 747 kan mycket väl flyga på tre motorer, så säkerheten var väl tillgodosedd. Råvaran denna gång var kokosnötsolja och en växt som heter babassu, ett oljehaltigt palmträd. Under de följande åren testades många olika typer av biobränsle i olika militära och civila flygplan. Svenska flygvapnet testade bioflygbränsle i enmotoriga Gripen den 28 mars 2017. Drivmedlet var rapsbaserat.

Den första kommersiella flygningen gjordes av KLM den 30 juni 2011. En tvåmotorers Boeing 737 flög mellan Amsterdam och Paris med 171 passagerare med 50 procent biobränsle. Sedan dess har över 150 000 flygningar genomförts med upp till 50 procent (maximum enligt dagens regler) biobränsle i tankarna. Den 14 maj 2018 gick KLMs första flygning från Växjö till Amsterdam med inblandning av biobränsle. Det var i samband med denna satsning som diskussionerna för detta projekt startade.

Bioflygbränslen och miljödebatten

Bioflygbränsle är ett biodrivmedel och tillverkas av växande substrat (biomassa), som kan processas på olika sätt för att skapa ett hållbart flygbränsle.

Det finns olika källor till biobaserat flygbränsle. Den råvara som dominerar idag är frityroljor och andra fettrika avfall. Här är dock konkurrensen stor, och råvaruutbudet är begränsat. I Brasilien satsas stora resurser på att göra bioflygbränsle från sockerrörsrester, men detta anses ännu vara en dyr metod. En

tredje metod är att förgasa olika typer av avfall eller restprodukter, till exempel från skogen eller industrier. Här finns det mycket råmaterial, och detta kan bli en av de stora källorna till bioflygbränsle.

Det är givetvis viktigt att se till att uttaget av biomaterial är långsiktigt hållbart. I Sverige har vi en nettotillväxt av skog, och vi har ett skogsbruk som blir allt mer skonsamt i takt med att vi lär oss naturens begränsningar. 68 procent av Sveriges yta är täckt av skog, där det mesta är brukad (planterad) skog efter flera hundra år av kommersiellt skogsbruk. Naturvårdsverket beräknar att den svenska skogen tar upp nästan lika mycket koldioxid som Sverige släpper ut. Vi är nära nettonoll redan idag. Vi får dock aldrig glömma att skogen har andra mycket viktiga biologiska och miljömässiga värden. Därför är det viktigt att hela tiden utveckla avverkning och kommersiellt skogsbruk för att klara även andra miljömål än klimatmålet.

Det pågår dock en debatt kring skogens miljöpåverkan hos politiska beslutsfattare, inte minst i Bryssel. Ett träd tar upp koldioxid under större delen av dess naturliga livscykel. Mindre de första åren då plantorna är små, mer som snabbväxande träd och väldigt lite de sista åren. Det optimala är att låta ett träd växa till dess trädet inte längre fångar in koldioxid, omkring 60-120 år beroende på var trädet växer, och sedan använda det. Ett träd som används till exempel i ett husbygge kan ersätta andra material med större koldioxidavtryck, som betong. Livslängden för träd som används på detta sätt kan vara mycket lång och på så sätt binds koldioxid som tagits upp från atmosfären i hus. När huset nått sin maximala livslängd går träet återvinna som bränsle – som i sin tur kan ersätta fossila bränslen.

Vissa säger att vi behöver maximera koldioxidupptaget fram till 2030/2040. Därför hävdar de att avverkningen bör begränsas kraftigt fram tills dess. Men har man ett längre tidsperspektiv bör träden ur koldioxidsynpunkt stå kvar så länge som det är optimalt. Nya träd, i sin tillväxtfas, konsumerar mer koldioxid än gamla träd. Därför tjänar vi på ett utbyte.

En annan viktig faktor är att uttaget av virke till sågning eller massa- och pappersproduktion motsvarar bara knappt hälften av trädens vikt. En del lämnas som rester redan i skogen, som grenar, toppar och stubbar, och en del blir biprodukter vid sågning och massatillverkning (bark, sågspån, flis, och så kallad svartlut). Dessa rester och biprodukter kan användas för drivmedelsproduktion eller för energiändamål för att producera el och fjärrvärme. Eftersom det är rester som används för energiändamål går inte detta ut över virkesproduktionen, och det är inte heller drivmedelsproduktionen som ligger till grund för skogsbruket i sig.

Klimatnyttan av att använda bioflygbränslen beror på råmaterial och process, men man brukar räkna med 70-90 procent minskad klimatpåverkan jämfört med fossila flygbränslen.

Genomförande

Initiativet till projektet kom från industriella partners, Södra och KLM som såg gemensamma intressen kring möjligheten att starta en produktion av flygbränsle i Småland, en decentraliserad produktion, nära substrattillgång och med närhet till regionala flygplatser.

Genom att SkyNRG, VEAB, den regionala flygplatsen och kommunen deltar, blir värdekedjan komplett. Kombinationen av den offentliga sektorn, forskning, producenter, flygplats och flygbolag har varit en förutsättning för ett lyckat projekt.

Forskningsinstitutet RISE ombads att samordna projektet, LTU forskar på tillgångar av hållbara substrat, och 2030-sekretariatet deltar kring kommunikation och informationsspridning. Tillsammans finns både kundkrav, industriell kompetens och tuffa miljökrav, kopplat med en vilja att finna lösningar och skapa en grund för industriell utveckling.

I projektet har substrattillgången och hållbarhetsaspekter studerats, olika tekniska lösningar har utvärderats platsspecifikt, och leveranskedja och affärsmodell för produkterna har undersökts. Deltagarna i projektet beskrivs mer ingående nedan.

Deltagare

Projektet startades av ett brett konsortium som representerar hela värdekedjan från skogsbruk, och energi, till flygplatser och flygbolag. Projektledningen sköts av svenska RISE.

Flera av deltagarna är pionjärer inom flyg- och biobränsle, och tillsammans står de för hela kedjan från råvara till flygning.

RISE Research Institutes of Sweden är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis på en lång rad områden. De spelar en viktig roll i flera av Sveriges bioflygbränsleprojekt och har en stor avdelning som arbetar med biodrivmedel.

2030-sekretariatet grundades 2013 för att stötta den svenska utvecklingen till en fossiloberoende fordonsflotta. 2030-sekretariatet har ett 70-tal partners från olika delar av omställningen, och är oberoende av teknik eller politiska ideologier. 2030-sekretariatet bidrar med hållbarhetsperspektiv och kommunikationsspridning.

KLM bildades för 101 år sedan och är ett nederländskt bolag med bas i Amsterdam. KLM arbetar i allians med Air France. KLM genomförde 2011 den första biobränsleflygningen med betalande passagerare, och har sedan dess gjort mer än 1500 flygningar med inblandning av biobränsle och KLM köpte 6 911 ton bioflygbränsle under 2019.

Luleå tekniska universitet (LTU) etablerades på 1970-talet, och har en stor kompetens inom hållbar energiteknik, inklusive produktion av och råvaror för avancerade biodrivmedel. Kompetensen finns inte minst inom bioenergi-/bioraffinadertechnik.

SkyNRG är ett nederländskt bolag och är sedan starten 2010 en av de verkliga pionjerna kring att mäkla flygbränsle. De har levererat bioflygbränsle till många av de stora flygbolagen på alla kontinenter. De har de senaste åren valt att projektera för en egen produktionsanläggning i Nederländerna.

Småland airport är en internationell flygplats bara fem kilometer norr om Växjö. Flygplatsen invigdes 1975, och har idag inrikestrafik till Stockholm och direktflyg till åtta europeiska destinationer. Flygplatsen samverkar med de regionala flygplatserna i Sverige, och har ett aktivt miljöarbete.

Södra är Sveriges största skogsägarförening med 52 000 medlemmar, och har funnits som förening sedan 1938. Södra producerar både massa och virke, och började 2019 leverera egenproducerad metanol och är delägare i de två biodrivmedelsföretagen Silva Green Fuel och SunPine. Södra arbetar med flera olika utvecklingsprojekt som spänner brett – från återanvändning av textilier till bioflygbränsle

Växjö Energi (VEAB) är det kommunala energibolaget i Växjö, och producerar fjärrvärme, fjärrkyla och el från anläggningen i Växjö. Verksamheten blev fossilfri 2019 – sedan dess produceras alla energibärare av förnybart skogsbränsle.

Växjö kommun stack ut hakan redan 1996 och satte som mål att vara en fossilbränslefri kommun. Detta gäller hela det geografiska området och ska vara uppnått 2030. Genom en lång rad satsningar i allt från transporter till energi väntas de lokala koldioxidutsläppen understiga 1600 kg per invånare år 2020 för att sen fortsätta minska. I hållbarhetsprogrammet från 2019 vidgas klimatmålen till att växjöborna år 2030 inte ska ha någon negativ klimatpåverkan, vilket inkluderar påverkan ur ett konsumtionsperspektiv.

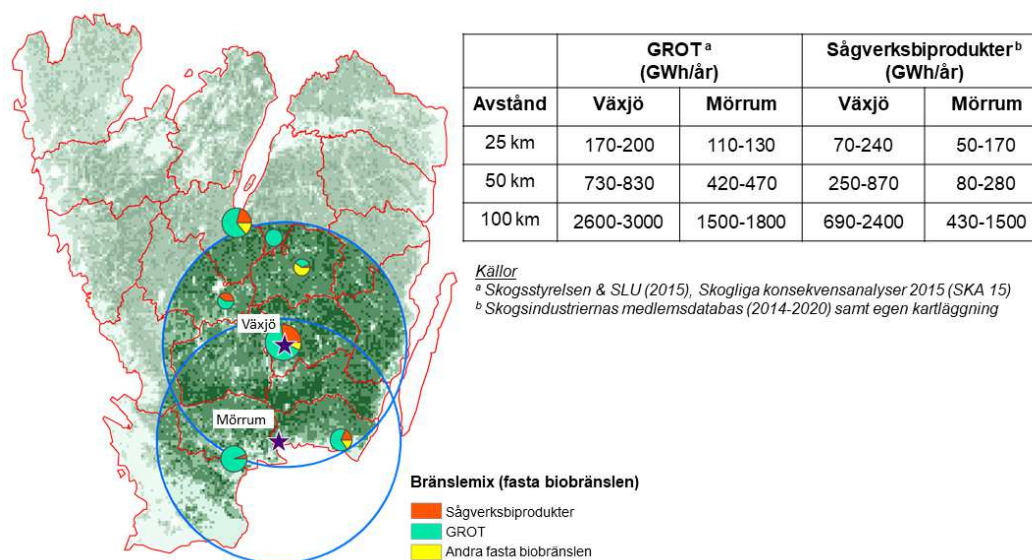
Resultat

Hållbarhet och substrat

Oavsett vad man producerar idag går det åt energi och råmaterial. Råmaterial är kanske den mest känsliga frågan eftersom projektet varken vill leda till att en mindre andel av avverkat träd går till sågat virke, att avverkningen ökar i omfattning, eller att det får negativa konsekvenser för de svenska miljömålen.

FFS-projektet bygger på att spill från massabruk och sågverk (framförallt bark) tillsammans med grenar och toppar (GROT) från avverkning används som råvara. I projektet har vi studerat tillgången på substrat inom 25, 50 och 100 kilometers radie från de föreslagna anläggningarna i Växjö respektive Mörrum (se nedan).

Om behovet för en anläggning är cirka 465 GWh/år så framgår av figuren nedan att ett uppsamlingsavstånd på 50 kilometer räcker för att täcka behovet med råge. Det finns dock konkurrerande behov som måste täckas in i beräkningen. Idag beräknas det konkurrerande behovet inom ett geografiskt relevant område vara cirka 2500-3400 GWh/år (färgade tårtdiagram i figuren). Det talar för ett större insamlingsområde. SKA 15 är den regionala Skogliga konsekvensanalysen 2015 (Skogsstyrelsen och SLU).



Strikt kontroll av bioflygbränslen

Alla flygbränslen kontrolleras noga i flera steg innan de tankas i planet. Det finns en internationell standard, ASTM International (ursprungligen American Society for Testing and Materials), som definierar prestanda och krav på bränslen för flyg. Idag har ASTM godkänt sju olika produktionsmetoder för bioflygbränsle, med olika godkännande för olika råvaror och produktionsmetoder.

Benämning	Namn	Godkänd	Substrat	Kommentar
FT-SPK	Fischer-Tropsch Synthetic Paraffinic Kerosene	2009 (50 procent inblandning)	Biomaterial	Här konverteras biomaterial till en syntetisk gas som sedan görs om till flygbränsle.
HEFA	Hydroprocessed Fatty Acid Esters and Free Fatty Acid	2011 (50 procent inblandning)	Fetter av olika slag; slaktavfall, frityrrester, vegetabiliska oljor	En av de billigaste produktionsmetoderna, dock risk för råvarubrist.
HFS-SIP	Hydroprocessing of Fermented Sugars - Synthetic Iso-Paraffinic kerosene	2014 (10 procent inblandning)	Socketarter som modifieras till flygbränsle	Socketarter är en av de största källorna globalt för biodrivmedel.
FT-SPK/A	Detta är en variant av FT-SPK	2015 (50 procent inblandning)		

TJ-SPK	Alcohol-to-Jet-Synthetic Paraffinic Kerosene	2016 (50 procent inblandning)	Alkoholer konverteras till flygbränsle	Socketarter är en av de största källorna globalt för biodrivmedel.
Co-processing	Biomaterial blandas in i produktionen av konventionella flygbränslen	2018 (5 procent inblandning)	Fetter av olika slag; slaktavfall, frityrrester, vegetabiliska oljor)	
CHJ	Catalytic hydrothermolysis jet (CHJ)	2019 (50 procent inblandning)	Fetter av olika slag; slaktavfall, frityrrester, vegetabiliska oljor)	

Att få en process godkänd av ASTM är både dyrt och tidskrävande.

Bioflygbränsleproduktion idag

Pionjären var AltAir i Kalifornien, nu uppköpt av World Energy. De dominerade länge marknaden, men med en ganska liten produktion i förhållande till behovet. [Internationella Energiorganet \(IEA\) beräknar](#) att bara 0,1 procent av allt flygbränsle, eller omkring 15 miljoner liter, var biobaserat år 2018. På senare år har dock nya aktörer stigit fram och det finns flera pilotprojekt som byggs just nu, varav de viktigaste nämns nedan.

FFS projektet kan producera 27 000 ton årligen, fördelat på ca 60% procent flygbränsle och resten bionafte.

Bolag	Produktion sedan/planeras	Produktion per år (ton)	Process (enligt ASTM)
World Energy		>100 000	HEFA
Neste	2019/2022	100 000/ 1 000 000	HEFA
SkyNRG	2022	100 000	HEFA
St1	2022	<200 000	HEFA
BP/Johnston Matthey	2022	30 000	FT-SPK
Velocys/EMT	2022	43 000	FT-SPK

Flera andra projekt har presenterats, men många har blivit försenade eller har stött på tekniska problem. Andra har svårt att finna finansiering. Det visar att detta är en omogen marknad med stora svängningar, och att tydliga offentliga styrmedel krävs.

FFS projektets teknikval

Projektet hade att utgå från en substratkälla från de småländska skogarna. Baserat på en utvärdering av olika varianter av sju olika tekniker under projektets första fas föll valet på förgasning och Fischer-Tropsch-teknik. Båda stegen bygger på beprövad teknik, och kombinationen utvecklas och testas samtidigt på andra platser. Några generella kriterier som använts är att tekniken skall vara tillräckligt mogen för att kunna ge en produktionsanläggning i drift inom 5-10 år samt att den skall passa in i kommande regelverk, och därigenom kunna få stöd.

I tabellen nedan jämförs tre projekt, där Flyga på Flis från Småland är det tredje. De två till vänster är något större, drivs av mycket stora bolag, och har redan stöd från nationella regeringar.

Alla projekten använder samma teknik, och de två senare använder skogsavfall. Stödnivån på de nordamerikanska projekten är cirka 20 procent, och de har i olika grad en garanterad avsättning av de första årens produktion, och garanterade råvarupriser i olika grad.

Comparing the results to two commercial projects under construction

The comparison with two examples of commercial projects shines light on some of the large uncertainties in the model assumptions

- ▶ The CAPEX calculated in our project is substantially lower compared to the other 2 projects
- ▶ Both Fulcrum and Red Rock depend on ~20% grants and have relatively low shares of equity financing
- ▶ Both plants have secured long term feedstock contracts, as well as substantial offtake contracts for the first years of operation

	Fulcrum Bioenergy	Red Rock Biofuels	FFS facility
Technology	Gasification + FT	Gasification + FT + upgrading	Gasification + FT + upgrading
FT tech supplier	BP/Johnson Matthey	Velocys + Emerging Fuels Technology	
Tech proven on	Demonstration scale in operation	Demonstration scale, not for integrated system	Demonstration scale, not for integrated system
Current status	Under construction	Under construction	
Fuel products	Mainly renewable diesel	SAF + diesel + naphtha	SAF + naphtha
Feedstock	Municipal solid waste	Forestry residues	Forestry residues
Total investment	€315M	€304M	€151M – €174M
Capitalization	33% equity 19% grant 48% debt	5% equity 22% grant 73% debt	50% equity (assumed) 50% debt (assumed)
Fuel volume	30,000 mt/y	43,000 mt/y	27,000 mt/y
Construction term	27 months	24 months	
Offtake contracts	100% for 3 years at market	40% for 8 years at market	
Feedstock contracts	100% for 20 years at fixed price	70% for 8 years at fixed price	



Vad kostar det att producera bioflygbränsle?

Bränsle är en av de största kostnaderna för flygbolagen, och står för hela 20-30 procent av driftkostnaderna. Högre kostnader slår hårt mot en flygindustri som idag är i sin historiskt kanske största kris.

Produktion av bioflygbränsle är fortfarande ny teknik, och kostnaderna är, beroende på hur mogen och komplex produktionstekniken är, två till fyra gånger högre¹. Kostnaden är dock i hög grad beroende på kapitalkostnader för att bygga nya fabriker, och lär sjunka i takt med att produktionen ökar. Projektets specifika kostnadsberäkningar utgör en del av det icke offentliga underlaget för framtida investeringar.

FFS projektet, två alternativa lokaliseringar

I FFS projektet har vi undersökt möjligheten att producera nära råvarukällan, och i anslutning till anläggningar där man kan dra nytta av närhet till utrustning, transportvägar och kompetent personal.

¹ <https://www.ica.org/commentaries/are-aviation-biofuels-ready-for-take-off>

Råvaran är avfall från skogen, en råvara som det finns mycket av, även om tekniken är dyrare att använda än exempelvis använd frityrolja. Den resursen är dock begränsad. Dessutom finns skogsavfallet utanför industrigrindarna.

Vi har studerat ett flertal alternativ och baserat på detta valt två potentiella platser för anläggningar, VEABs fjärrvärmeanläggning i Växjö, och Södras massabruk i Mörrum. Genom flera besök på anläggningarna, även med potentiella teknikleverantörer, har vi kunnat definiera bra lokaliseringar.

VEAB site

- Re-use existing biomass supply and feeding system
- New dryer
- Sectioning of BFB boiler cost efficient gasification technology
 - Capacity to maintain district heating requirement
- Tentative re-use of existing tanks for product
- Tentative localization of biofuels plant and storage used for cost calculation

9 RISE — Erik Furusjö



Mörrum mill

- Re-use existing biomass supply and feeding system
- New dryer
- Sectioning of bark boiler cost efficient gasification technology
 - Somewhat lower steam peak capacity
- Re-use existing pipe bridge
- Tentative localization of biofuels plant and storage used for cost calculation
- Focus on fuel products: bio-oil export, tentative use as renewable lime kiln fuel

8 RISE — Erik Furusjö



Anläggningens föreslagna utformning är vald efter tekniska begränsningar, ekonomiska förutsättningar och teknisk mognad. Den skall även passa in, inte

minst tekniskt, i de verksamheter som bedrivs på platsen. Från sju olika tekniska processer

Marknadsåtgärder för att stödja biojetbränsle

Norge var det första landet att införa en kvotplikt för biobränsle för flyg som tankas i Norge, alltså både nationella och internationella flyg. Den införs med 0,5 procent redan 2020, och skall vara 20 procent år 2030.

I Sverige har ett förslag på bioflygbränslekvot utretts². Den börjar på 0,8 procent koldioxidreduktion, och slutar på hela 30 procent 2030. Skillnaden är att Norge bara tillåter avancerade (avfall och skog) biodrivmedel. Kvoten föreslås införas första halvåret 2021.

I sviterna av coronakrisen har rekordbelopp, enligt Transport & Environments ”bailout tracker³” hela 32 miljarder euro, lovats till flygbolagen i form av stöd eller lån. Få av dessa finansiella stöd har kopplats till miljökrav. Hittills har dock Austrian Airlines angett att de skall använda 2 procent bioflygbränsle, Air France anger att de skall blanda in lika mycket 2025, och KLM har i partnerskap med SkyNRG beslutat att köpa 75 000 ton per år från 2022.

Inom EU-kommissionen väcks nu röster att förstärka stödet för bioflygbränsle. I ett [brev](#) i maj 2020 krävde ministrar från sex medlemsländer - Finland, Frankrike, Tyskland, Luxemburg, Nederländerna och Spanien – att sätta minimigränser för inblandning av hållbara bioflygbränslen för att stötta europeisk produktion av bioflygbränslen.

De avslutar med att:

Call upon the Commission to quickly define a coherent framework to ensure the deployment of sustainable aviation fuels and to propose a European binding minimum share for sustainable aviation fuels from renewable sources for member states achievable by obligations on a national level such as a blending mandate, as well as other relevant supporting policies such as EU financial funding mechanism as they constitute concrete short term instruments to reduce emissions significantly within the aviation sector;

Inom EU reglerar Renewable Energy Directive (RED) flygbränsle, i USA heter motsvarigheten Renewable Fuel Standard (RFS2). De sätter inte krav på inblandning, men skapar incitament för produktion av bland annat flygbränsle.

2

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiy2o7zh_pAhVlwMQBHZh5D4UQFjAEegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.regeringen.se%2F493238%2Fcontentassets%2F6d591e58fd9b4cad8171af2cd7e59f6f%2Fbiojet-for-flyget-sou-201911&usq=AOvVaw21XCqVkBZtS_ttcJoXYb9

³ <https://www.transportenvironment.org/what-we-do/flying-and-climate-change/bailout-tracker>

Recommendations to policy makers

We are looking at an intense decade for sustainable aviation fuels (SAF). The demand, and production, is projected to increase substantially over the coming years.

Producing sustainable aviation fuel often means using new technologies, and with combinations of production technologies not tried before. The sourcing of raw material is another challenge, not only finding enough of it, but also in securing the sustainability of the substrates.

In the project “Flyga från Flis från Småland” we have identified technologies and locations for such a project. So, what is needed from society to incentivise investing a heavily in novel technologies? We list five recommendations below. It is all about creating long term market conditions to decrease risk for investors.

1. Apply a holistic approach to sustainability

Using high sustainability standards should be at the core of the sustainable aviation fuel (SAF) industry and this should be reflected in any supporting policy. As recognized in the proposed Swedish reduction quota, SAF can contribute to one important sustainability aspect: the reduction of greenhouse gas emissions. The SAF industry can bring much more than mere GHG savings, however: if the policy framework is designed well the industry can enable healthier soils, higher biodiversity, creation of jobs, energy security and much more.

Therefore, it is advised to take a holistic approach to sustainability, such as the 12 Sustainability Themes of CORSIA or the 12 Principles of RSB do. It is also important to recognize that narrow definitions of allowed feedstocks, such as the Annex IX of RED II, are failing to grasp the situational nature of sustainability and only prevent diversifying the feedstock portfolio. A feedstock cannot be categorized as being sustainable or unsustainable, this is always depending on the way a feedstock is grown, acquired, and/ or used. Simple solutions for complex challenges should be prevented.

2. Support domestic production

Given Sweden’s large sustainable feedstock potential (in particular coming from Sweden’s sustainable forestry practices) and its surplus of cheap green electricity, Sweden has the elements needed to create domestic SAF production. While the proposed reduction quota does not feature specific incentives for domestic production, it is strongly advised to do so: an EU wide SAF policy incentive (such as an EU wide SAF blend mandate) is seriously considered in the light of the Green Deal. When implemented, we expect SAF prices to surge in the EU; countries with domestic production in place will have a large advantage over countries that do not. Without domestic SAF production, Sweden will depend on SAF import in a market with a limited amount of volumes available.

Obviously, Sweden based production will come with additional benefits: jobs will be created, knowledge on SAF production and distribution will be gathered, and Sweden will extend its status as global sustainability hub.

3. Support developing technologies

To guarantee sustainable scale-up of the SAF industry, technology diversification is needed. Current commercial SAF production comes from a single technology, HEFA, that converts (waste) oils and fats into SAF. HEFA based SAF is currently the most cost-effective technology available, but the available sustainable feedstocks left for this technology and this industry are fairly limited.

A range of other SAF technologies, capable of converting a wide variety of sustainable feedstocks, are proven in demo and pre-commercial facilities but have not reached commercial scale yet. Policies should focus on maturing these pathways, as they could enable commercial SAF production from local feedstocks.

4. Support SAF from local sustainable feedstocks separately

Support local and regional production technologies to enable a decentralized production network. The proximity to substrates is a strategic advantage, and regional airports could benefit from local/regional production.

5. Establish policies for the long term

Long term and stable policy support is needed, preferably around 15 years, to ensure confidence amongst investors to step into these innovative but expensive commercial facilities.

Furthermore, when introducing a new policy or an addition to an existing incentive, a smooth transition between these policies should be guaranteed. The new or altered policy incentive should directly follow the previous incentive and this incentive should cover the price gap between fossil and sustainable kerosene equally or more.

Referenser, källor

Se fotnoter.

Bilagor

Mer information om projektet samt en inspelning av slutseminariet återfinns här:

<https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/fran-flis-till-flygplan-i-smaland-ffs>

Administrativ slutrapport

Layoutad slutrapport för distribution