

Slutrapport

Allmänt om projektet

Projekttitel på svenska	BioLi2.0 - Från lignin till biobaserade drivmedel och kemikalier
Projekttitel på engelska	BioLi2.0 - From lignin to biobased transportation fuels and chemicals
Vinnovas diarienummer	2016-03330
Volym (kr) – BioInnovations bidrag och totalt	Total budget 35 966 544 kr varav bidrag från BioInnovation via Vinnova på 18 395 000 kr
Tidpunkt för start och slut	2016-08-19 - 2019-03-31
Projektledare (person)	Katarina Ohlsson
Projektledare (organisation)	RISE Innventia AB
Deltagande organisationer	RISE Innventia AB, Arbio Aktiebolag, Arkell innovations AB, Hulteberg chemistry engineering AB, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Kiram Aktiebolag, Lunds universitet, Mittuniversitetet, Näringslivssamverkan i Kristinehamn AB, Organofuel Sweden, Preem AB, RISE ETC, RISE LignoDemo AB, RISE Processum, RISE Research Institutes of Sweden AB, SCA Forest Products Aktiebolag, SEKAB e-technology AB, SP Process Development AB (numera RISE Research Institutes of Sweden AB), SUNCARBON AB, Sveaskog, PaperProvince, Valmet AB*

*I och med bildandet av RISE kommuniceras RISE Innventia AB, RISE ETC, RISE LignoDemo AB och tidigare SP Process Development AB som RISE Research Institutes of Sweden AB. De delägda dotterbolagen kommuniceras med sina bolagsnamn så som RISE Processum.

	Andel män respektive kvinnor som arbetat i projektet	Andel av arbetet (timmar) som utförts av män respektive kvinnor
Män	60%	60%
Kvinnor	40%	40%
Totalt	100 %	100 %

Short summary

The purpose of BioLi2.0 has been to develop bio-based alternatives to transportation fuels and chemicals from lignin and to integrate these value chains with existing Swedish industry. In BioLi2.0, Swedish industry has participated in the development of new processes for the production of odour free lignin, transportation fuels and the fine chemical vanillin from lignin. The processes have been validated by large-scale and pilot tests that have increased the TRLs of the technologies from 3 to 4-7. In addition, a value chain has been techno economically evaluated. New analytical methods have been developed to be able to understand and characterize products along the value chains. These results have paved the way for new demonstration plants in Sweden for utilization of lignin.

Projektets bidrag till en biobaserad samhällsekonomi

I dagsläget står vi inför några av våra livs största utmaningar och problem vad gäller vår planet och samhället i helhet. Miljökonsekvenser som klimatförändringar som påverkas genom utsläpp av växthusgaser växer i stor takt. För att bekämpa dessa globala utmaningar finns det ingen ultimata lösning utan kräver olika uppsättningar av lösningar som åtgärdar varje liten del av orsaken. Att utveckla nya och nyskapande gröna teknologier för att bekämpa dessa stora utmaningar är därför av stort behov. I detta sammanhang har övergången från petroleumbaserade kemiska processer till bioprocesser baserade på förnyelsebara råvaror betydande miljömässiga fördelar, vilket är ett måste för att upprätthålla ekonomiska hållbar tillväxt i framtiden. I detta sammanhang är biomassa som lignocellulosa ett bra alternativ för att ersätta och minska beroendet av fossila råvaror i Europa. Inom detta projekt ligger fokuset på nyttiggörandet av lignin, vilket är ett viktigt polyaromatiskt råmaterial i växter och en av de vanligaste förekommande förnyelsebara råvarorna på jorden. Dessvärre har nyttiggörandet av lignin varit begränsat där exempelvis den lignin som kommer som restprodukt från massa- och pappersprocessen har betraktats som en lågvärdig biprodukt som kan användas för energiproduktion genom förbränning.

Detta projekt har behandlat nyckelsteg och utmaningar i värdekedjan för framställning av luktfritt lignin samt förnybara drivmedel och finkemikalien vanillin från kraftlignin. Lignin som isoleras från massabruket har naturligt en doft/aram som begränsar användningsområdet för polymeren i applikationer och produkter, framförallt inomhus. Genom att demonstrera en metod i tonskala för att framställa lignin med reducerad lukt har nya möjligheter att använda lignin i framtida produkter skapats.

För drivmedelspåret har fokus varit på separation av lignin från svartlut och vidare omvandling till en ligninformulering som kan processas till förnybart drivmedel genom känd raffinaderiteknik. För finkemikaliespåret har fokus legat på att först identifiera vilken typ av lignin (Organosolv lignin, hydrolyst lignin, svart lut, Lignoboost kraft lignin) som är mest lämplig för teknologin för omvandling av lignin till vanillin samt utvärdera hur detta kan skalas upp och göras kommersiellt gångbart. Kraft lignin utsågs till den mest lämpade typen och utveckling samt uppskalning av processerna har genomförts.

Utnyttjandet av lignin i form av en restprodukt från svenska massaindustrin har stor potential som råvara för produktion av förnybara drivmedel och förväntas kunna bidra till hållbara värdekedjor på flera sätt, bland annat:

- Växthusgasreduktion tex för biodrivmedel uppemot 90 % jämfört med fossila drivmedel
- Nyttjande av nationella resurser och produktionssystem
- Nya affärsmöjligheter genom bland annat samarbete och partnerskap mellan skogsindustrin, massa- och pappersindustrin, raffinaderi- och kemikalieindustrin.

Konkreta resultat och leverabler

Inom projektet har nya processer utvecklats för att ersätta fossil-baserade drivmedel och kemikalier med biobaserade alternativ från lignin. Processerna har utvärderats med kemiska analys och teknoekonomisk utvärdering.

Analysmetoder, teknoekonomi och visualisering

Nya riktlinjer och analysmetoder för utvärdering av processer och produkter för lignin-värdekedjan har utvecklats. NMR har visat sig vara ett värdefullt instrument för utvärdering och karaktärisering. Teknoekonomiska utvärderingar och carbon footprint analyser har visat på möjligheter och hinder för de nya processerna och ligger till underlag för kommande investeringar. Resultatet har tillgängliggjorts i ett visulaiserings-verktyg.

Luktfritt lignin

Luktfritt lignin har framställt i ton-skala. Luktreduktionen har kvantifierats till 60 - 85 procents reduktion.

Eftersom luktreduktionen innefattat behandling av lignin med etanol har en stor del av arbetet inom projektet innefattat riskhantering av Etanol i industriell miljö. Genom vidtagna åtgärder och bra planering kunde försöken genomföras säkert.

Inom projektet har det också skett en vidareutveckling av analysmetoderna för att karaktärisera dom illaluktande komponenterna i ligninet.

Drivmedel från lignin

Den separation som görs av lignin från svartlut har demonstrerats under lång tid och tvättcykler av dessa membran har förbättrats och förfinats. Vidare har depolymeriseringen av lignin undersökts under många olika betingelser och det främsta resultatet är att en mycket kort uppehållstid, jämfört med de föreslagna i litteraturen, kan användas för att åstadkomma samma resultat i ett kontinuerligt system. Slutligen har det visats att med vätgas kan ett lignin med hög kvalitet producerats med reduktion av metall och syre i den resulterande produkten.

Pilottester har visat på att ligninformuleringar kan uppgraderas till bränsleprodukter under typiska processförhållanden för vätebehandling i raffinaderier. Inom projektet har ligninhaltiga matningar omsatts i slurry hydrocracking-processer till kolväteblandningar och separerats till färdiga drivmedelskomponenter. Dessutom har större förståelse för ligninets kemiska struktur och dess inverkan på uppgraderingsprocessen och resulterande slutprodukter erhållits.

Ökad kunskap om funktion och kapacitet hos olika katalytiska system och processer har erhållits. Totalt har 165 experiment med påföljande analyser genomförts inom subprojektet, vilket har resulterat i ett stort experimentellt underlag.

Vanillin från lignin

Upprenad kraft lignin har identifierats passa bäst för "vanillin teknologin", både från ett kommersiellt och tekniskt perspektiv. Högre utbyten (än den kommersiella processen som använder lignosulfonater) kunde uppnås på liter skala med LignoBoost kraft lignin. Effektivitet av katalysatorn kunde bibehållas över flera cykler med kraft lignin. Utvärdering visade att om reaktionens sidoprodukter kan kontrolleras kan vanillin utbyte uppemot 5–7% erhållas. Teknologin har testats i upp mot 10 liter skala.

Utvärdering av teknologin visar att om man kan erhålla en effektivitet runt 5% samt återanvända ligninet (biorefinery concept) skulle teknologin vara kommersiellt gångbar. Investeringskostnaderna för en sådan installation skulle återbetalas på 10 år.

Patent och annan IP:

En patent-ansökan är framtagen av RISE och Valmet för ny process för luktfritt lignin.

Vetenskapliga publikationer:

- Bacterial conversion of depolymerized Kraft lignin, K. Ravi, O. Y. Abdelaziz, M. Nöbel, J. García-Hidalgo, M. F. Gorwa-Grauslund, C. P. Hulteberg, G. Lidén, *Biotechnology for Biofuels*, 2019, 12:56, <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1397-8>
- Continuous catalytic depolymerisation and conversion of industrial kraft lignin into low-molecular-weight aromatics, O. Y. Abdelaziz, K. Li, P. Tunå, C. P. Hulteberg, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2018, Volume 8, Issue 2, pp 455–470, <https://doi.org/10.1007/s13399-017-0294-2>

Leverabler och milstones:

Deliverable number	Deliverable name	Planned (from application)	Delivered	Status
SP0 Project coordination				
D0.1	Basrapport. Rapport that provides all parties approval of the decision by the funding agency.	2016-09	2016-08-26	
D0.2a	Consortium Agreement	2016-12	2016-11-14	
D0.2b	Accession agreement	2017-02-28	2017-02-27	
D0.2c	Accession agreement with Organofuels Sweden, RISE Processum, Mid Sweden University	2017-10-31	2017-10-06	
D0.3a-f	Status report 1 to Vinnova	a)2016-11-17 b)2017-06-15 c) 2017-10-31 d)2018-03-30 e)2018-08-22 f)2019-01-31	a)2016-11-17 b)2017-06-15 c) 2017-10-31 d)2018-03-30 e)2018-08-22 f)2018-01-31	
D0.4a-d	Yearly project budget. Project budget for rolling 12 moth period.	2016-10-31, 2017-10-31, 2018-10-31, 2019-02-28	2016-11-17, 2017-09-01, 2018-11-15, 2019-02-28	

D0.5a-c	Communication plan.	2016-10-30, 2017-06-30, 2018-06-30	2016-11-29, Plan updated but not approved, 2018-09-19	
D0.6	Plan for activities related to systematic learning.	2016-11	2017-09-30	
D0.7	Final report	2019-05	2019-03-30	
SP1 Characterisation screening and vizualisation				
D1.1	A workshop during Q3/2016 giving an overview of "Characterization techniques for technical lignins and lignin bio-oils"	2016-11	2017-01-30	
D1.2	Report describing the necessary analytical methods needed within the BioLi2.0 project (including blackliquor, technical lignins and lignin-based bio-oils). The report will include recommendations on methods (if established methods are available), actors that can perform such analyses, and a survey on which characteristics there are no established and validated analytical methods available for determination.	2019-02	2019-03-30	
D1.3	Report on characterization method development. This report will include a summary of the work on development, adaptation and validation of characterization methods performed in Task 1.2.	2019-02	2019-03-30	
D1.4	Report on techno-economic performance of selected lignin value chains. Report that synthesizes the techno-economic screening results performed in Task 1. The report highlights techno-economic hot spots, a preliminary sensitivity analysis and also process integration issues.	2019-02	2019-02-28	
D1.5	Visualization tool. A dynamic visualization tool (name to be determined) that is to be used in communication of the actual impact of lignin extraction and valorization as a contribution to a biobased economy and its role in increase in resource efficiency of the forest industry.	2019-02	2019-03-30	
D1.6	D1.6 Report on critical factors for establishing a new demonstration value chain and analysis of the situation in Kristinehamns Kommun in Värmland (Paper Province)	2017-12	2018-01-22	

SP4 HTL Cracking				
D4.1	Achieve 1000 h operation under real-life conditions. Perform long-term test with membrane filtration and get operation data to satisfy both scale-up to full scale as well as supplier guarantees.	2018-08	2017-03-01	
D4.2	Scale-up completed of depolymerisation reactor. Based on experimental verification in different scales, the final reactor design will be made. In the deliverable a final design will be made, including heating, chemical, mechanical and thermo-mechanical design.	2018-08	2019-04-29	
D4.3	Final design of downstream equipment. Using the data generated in the project, a final design of the downstream separation and work-up equipment of the lignin-based bio-oil can be designed.	2018-11	2019-04-29	
D4.4	Investment and operation cost assessment. Given the information available, the investment and operation costs will be determined for a fully integrated case in a paper and pulp mill environment.	2019-02	2019-04-29	
D4.5	Improvement of product	2018-11	2019-04-29	
D4.6	Final report. A final report summarizing all the above-described activities will be authored.	2019-02		
SP6 Catalytic cracking and hydrogenation				
D6.1	Clarification of the isolated products from depolymerized lignin. Knowledge about the products formed from the depolymerized lignin as well as information about deactivation of the catalyst without disruptions from refinery feed solvent.	2018-03-31	2018-12-21	
D6.2	Upscaling of flow reactor experiments. Verification of optimized operation parameters, catalytic blends and product in a larger laboratory scale.	2018-03-31	2018-12-21	
D6.3	Verification and durability test in pilot scale. Verification of the technique with licensees of the catalytic system, as well as durability test of the catalysts.	2018-08-31	2018-11-14	
SP7 Odor-free lignin				
D7.1	Initial concept description	2017-08-31	2017-08-31	
D7.2	Demonstration plant including risk assessment	2017-08-31	2017-10-20	

D7.3	Final report from the demonstration including concept evaluation	2018-05-31	201-04-30	
SP8 Lignin to fine chemicals using green chemistry and engineering				
D8.1a,b	Tech-validation	a)2018-08-31, b) 2019-03-31	2019-04-15	
D8.2a,b	Commercial validation	a) 2018-08-31, b) 2019-03-31	2019-04-15	
D8.3	Scale up	2019-03-30	2019-04-15	
D8.4	Taking product on the market	2019-03-31	2019-04-15	

Milestones		Planned (from application)	Completion	Status
SP0 Project coordination				
M0.1	Project start	2016-08	2016-08-19	
M0.2	Project end	2019-02	2019-03-30	
M0.3	Project closure	2019-05	2019-04-30	
SP1 Characterisation screening and vizualisation				
M1.1	A decision on sample types to be included in the subproject has been made	2017-01	2017-05-05	
M1.2	The characterization needs of the other subprojects are surveyed via a workshop	2017-05	2017-05-05	
M1.3	Decision on characterization methods for lignin oils	2017-04	2017-05-05	
M1.3A	First draft of Characterization guidelines – including a list of relevant parameters – is available for the project partners	2017-09-30	2017-11-10	
M1.3B	Second draft of Characterization guidelines – including recommendations on currently existing methods for the relevant parameters – is available for the project partners	2018-02	2018-12	
M1.3C	Final version of Characterization guidelines is available for the project partners	2018-08	2019-03-30	
M1.4A	Improved NMR methods to determine molecular structure and size in samples relevant for the project are developed	2018-08	2019-03-30	
M1.4B	A quantitative method for determination of malodorous components in technical lignins is developed	2018-08	2019-03-30	

M1.4C	Initial methods for identified physio-chemical properties such as storage constancy are developed	2018-08	2019-03-30	
M1.4D	Initial improved methods to characterize bio-oils based on combinations of chromatography and mass spectrometry are developed	2019-02	2019-03-30	
M1.5	Hydrolysis lignins are supplied	2018-02	2018-08	
M1.6	Decision on value chains to be included in the techno-economic screening	2017-01	2018-10-01	
M1.7	Decision on indicators to be used in the visualization tool	2017-01	2018-01-31	
M1.8	Value chains described and agreed upon with BioLi partners	2017-05	2018-11	
M1.9	First brief techno-economic evaluation of the value chains	2017-06-30	2019-03-30	
M1.10	Preliminary lay-out of tool	2017-11	2019-01-30	
M1.11	First version of tool to be tested	2018-09	2019-03-30	
SP3 Novel separation methods for lignin				
M3.1	Detailed Engineering concluded. Decision on continued project and pilot plant investment	January 2017	decision to discontinue	
SP4 HTL Cracking				
M4.1	Pilot in operation in relevant environment	2017-02-18	2017-03-01	
M4.2	Depolymerised lignin produced in larger scale with suitable quality.	2017-08	2017-09-30	
SP6 Catalytic cracking and hydrogenation				
M6.1	Selection of model solvent for depolymerized lignin.	2016-10	2016-10-31	
M6.2	Screening of depolymerised lignin and catalytic systems in batch reactors, using model feed and refinery feed	2017-06-30	2017-06-30	
M6.3	Flow reactor experiment using model feed and refinery feed	2017-06-30	2017-06-31	
M6.4	Determination of molecular structures and semi quantitative data of products	2017-08-31	2017-08-31	
M6.5	Verification form licensee to continue in full scale operation	2018-04-30	2018-12-20	
M6.4 (M6.6)	Successful flow reactor result from large scale laboratory reactor, comparable with M6.2	2017-10-31	2018-12-21	
SP7 Odor-free lignin				
M7.1	Demonstration plant finalized and accepted	2017-08-31	2017-10-20	

M7.2	Demonstration executed and all experience collected for the final evaluation	2017-12-31	2018-11-30	
SP8 Lignin to fine chemicals using green chemistry and engineering				
M8.1	Technological verification of most suitable lignin-type completed	2018-08-31	2018-10-01	
M8.2	Commercial verification of most suitable lignin-type completed	2018-12-31	2018-10-01	
M8.3	A scalable process that can produce vanillin using kg-scale of lignin has developed	2019-03-31	2019-03-30	
M8.4	From supplier to end users – a report in which we suggest how the technology and products will be delivered to customers	2019-03-31	2019-03-30	

Utveckling enligt TRL, MRL och SRL

Teknologins mognadsgrad (TRL) låg på en nivå 3 och 4 vid projektets start för de olika värdekedjorna. Vid projektets slut estimeras mognadsgraden ha ökat till 6-7 för värdekedjorna för luktfritt lignin och drivmedelsframställning. Teknologierna har framgångsrikt demonstrerats i befintlig pilotutrustning. För vanillin-spåret har TRL nått 4-5, då teknologin kunnat köras på en simulerad miljö som speglar verklighets scenariot. Trots att mer optimering samt verifiering behövs göras (för att teknologierna skall vara kompletta och redo för kommersialisering) så har testerna verifierat den positiva potentialen av teknologierna.

Market Readiness Level (MRL) har ökat från MRL 1 till 2 under projektets gång. Teknoekonomiska utvärderingar har genomförts och behov samt identifierat potentiella kunder.

Sustainability Readiness Level (SRL) har övergått från nivå 1 till 2, då teknologins mognadsgrad ökat och kunskap genererats.

	Start	Slut
TRL	3/4	4-7
MRL	1	2
SRL	1	2

Resultatens effekter och potential

Projektet har skapat förutsättningar för fördjupad samverkan mellan nyckelaktörer från industri, forskningsinstitut och akademi där hela värdekedjan funnits representerad, vilket har varit en framgångsfaktor för projektet. Nyckelfrågor gällande den totala värdekedjan har behandlats och arbetet har resulterat i konkreta underlag för fortsatt utveckling.

Analysmetoder, teknoekonomi

Nya analysmetoder har tagits fram för ligninvärdekedjan vilka är viktiga för utvärdering av nya processer och produkter. Utvärdering enligt dessa analysmetoder är en ny tjänst som utförs på konsultbasis hos RISE.

Själva analysmetoderna finns öppet tillgängliga via RISE. Teknoekonomisk utvärdering har visat på möjliga framtida hinder och möjligheter för industriell produktion.

Luktfritt lignin

Uppskalnings-försöken i pilotskala har krävt ett nytt tag kring säkerhetsaspekter för denna process och ett säkrare arbetssätt. Inom projektet har en patentansökan tagits fram där det finns potential att ytterligare förbättra processerna för att producera ett luktfritt lignin. Ett luktfritt lignin ökar möjligheterna för vidare uppgradering till produkter för till exempel inomhusbruk i lack och limmer. Genom framställning av luktfritt lignin i tonskala öppnas nya affärsmöjligheter och lignin utvärderas i skrivande stund tillsammans med industriparters och RISE.

Drivmedel från lignin

I sin helhet har projektet varit en central del av kunskapsbyggandet inom forsknings- och utvecklingsområdet för framställning av förnybara drivmedel från ligninbaserade råvaror. En stor mängd resultat har genererats vilka är av stor betydelse för den fortsatta utvecklingen mot potentiell fullskalig industriell produktion. Den teknologiska mognadsgraden för de studerade teknologierna har genom projektet gått från labbskala till pilotskala, det vill säga en ökning från TRL 3 till 6-7.

Resultaten i för framtagning av ligninmatning gör stor skillnad för den nya värdekedjan som etablerats. Först och främst gör extraktionen av lignin att sodapannan i bruket avlastas, vilket möjliggör utökad produktion av papper och massa. Den mängd lignin som extraheras kommer att skapa ett behov av ett bränsletillskott i bruket, vilket skapar ett behov av lågkvalitativ biomassa. Detta för med sig att skogsägare kan få avsättning för mer av sin biomassa i form av GROT. Slutligen undviks straffavgift för raffinaderier som under kvotplikten är ålagd att använda en viss mängd förnybar råvara i förhållande till försäljning av fossila bränslen. Det bränsle som produceras är dessutom av inhemskt ursprung.

För att kunna utföra projektet och möjliggöra fortsatt utveckling inom området har 3 nyanställningar gjorts.

Vanillin från lignin

De resultat som levererats under detta projekt visar att teknologin har fortsatt ekonomisk och teknisk potential och att man borde fortsätta öka TRL nivån på teknologin för att kunna kommersiellt lansera teknologin. Teknologin har fortsatt potential att påverka vanillin-marknaden och även vara en symbol som kan inspirera andra bolag att det finns kommersiella möjligheter till att omvandla lignin till annat än bara energi. En nyanställning har gjorts inom delprojektet.

Samhälleliga förutsättningar

Innovationerna inom projektet är viktiga steg framåt för dagens stora samhällsutmaning vad gäller miljön och klimatförändringar och kan hjälpa till att minska utsläpp av växthusgaser. Detta skulle också innebära ett steg närmare att nå EU-målet med minskad användning av fossil-baserade produkter och processer och istället övergå till bioprocesser och produkter. Bioekonomin spelar en allt mer viktig och central roll i dagens strävan efter ett hållbart samhälle. Vilket i dagsläget också speglar sig i och med miljölagstiftningen, subventioner samt konsumenttryck gynnar ekoteknologier samt biobaserade produkter och processer, och därmed slutligen även gynnar bioekonom.

Politiska styrmedel och klimatmål ställer höga krav på minskade växthusgasutsläpp från transportsektorn. Ökad användning av förnybara drivmedel av drop-in typ, där existerande infrastruktur och fordonsflotta kan utnyttjas, är ett effektivt sätt att fasa ut fossila drivmedel och reducera utsläppen. Nya standarder och policys baserade på biobaserade drivmedel behövs.

För finkemikalien vanillin, innebär naturlig vanillin en dyrare produkt i och med att den kan märkas som "naturlig produkt" och därmed kan prissättas mellan 1 200 och 4 000 USD/Kg. Mestadels av vanillin som produceras syntetiskt märks som "artificiell" produkt, vilket ger petroleumbaserade vanillin en kostnad på cirka 10-15 USD/Kg. Samhälleliga hinder för bioekonomin i denna kontext skulle exempelvis kunna vara att konsumenten inte är redo att betala det högre marknadsvärde för vanillin härledd från lignin. Huruvida, enligt lagstiftningen som gynnar detta samt där konsumenttrycket allt mer ökar för naturliga samt organiska material verkar inte ett högrepris från konsumentens sida vara ett hinder för bioekonomin.

Sverige har unika förutsättningar för att utnyttja restprodukter från skogsindustrin och i högre grad bli självförsörjande på förnybara råvaror, vilket också skapar möjligheter för nya typer av affärer, partnerskap och arbetstillfällen inom svenskt näringsliv. Genom förbättrade och uppskalningsbara processer tillgängliggörs lignin på ett nytt sätt i samhället.

Extern synlighet

Projektet har varit representerat vid de konferenser och andra aktiviteter som BioInnovation har arrangerat: BioInnovations Generalförsamling 2017 och 2018, BioInnovations Årskonferens 2017, Forum för bioekonomi 2018, BioInnovations årsrapport 2018, BioInnovations Avslutnings/års-konferens 2019 samt deltagit i flertalet nyhetsbrev under projektiden. Fyra populärvetenskapliga artiklar har tagits fram i samverkan med BioInnovation; Viktigt genombrott för fossilfritt bränsle, Lyckad uppskalning för luktfritt lignin, Vanillin från lignin, "Analysmetoder, teknoekonomi och visualisering". Dessa fyra artiklar kommer att sammanställas i en avslutande populärvetenskaplig skrift.

Projektet har uppmärksammats i radio "Vetandets värld i P1 om framtidens bränsle – det svarta guldet från skogen" där Marie Anheden intervjuades. Projektet har också uppmärksammats i en artikel på SVT Nyhet "Ny forskning: "Trädens klister" kan bli bensin och diesel" och SVT sände ett inslag på aktuellt den 23/12-2018. I och med att Reuter plockat upp nyheten kring utveckling av ligninbränsle sågs projektet mycket i media och artiklar publicerades från Kina och Indien i öster, via Europa och mellanöstern, till USA i väster.

Projektet har presenterats på konferenser:

- Nordic symposium on catalysis, Oxidative Depolymerisation of Lignosulphonate Lignin into Low-Molecular-Weight Products: A Catalyst Screening Study , Copenhagen 2018, oral presentation, <https://doi.org/10.1007/s11244-019-01146-5>
- Program-konferens Biodrivmedel, From Lignin to Bio-based Transportation Fuels and Chemicals, 30 November 2017, Eskilstuna, Sweden. Oral Presentation.
- Lignin Gordon Research Conference (GRC), Towards Viable Solutions for Lignin Valorization, 7 August 2018, Easton, USA
- AIChE Annual Meeting, Efficient Processing of Lignin to Bioproducts and Biofuels, 29 October 2018, Pittsburgh, PA, US. Oral Presentation.

Nästa steg

De olika spåren inom projektet har olika angreppssätt för deras fortsatta väg till marknad, följdprojekt och liknande. Teknoekonomisk utvärdering, hållbarhets utvärdering och visualisering av dessa parametrar är en del av de presenterade följdprojekten.

Nya analysmetoder

RISE erbjuder analystjänster på konsultbasis samt använder den nya kunskapen inom sina fortsatta projekt inom området.

Luktfritt lignin

Arbetet fortlöper som bilateralt projekt med RISE och Valmet för att kunna erbjuda luktfritt lignin

Drivmedel från lignin

Processen som utvecklats för att ta fram ligninbaserade matningar kommer att i det närmaste perspektivet att gå igenom en förprojektering under 2019-2020 och om detta mynnar i ett positivt investeringsbeslut kommer en anläggning att byggas för att stå färdig 2022.

För att möjliggöra framtida fullskalig produktion av förnybara drivmedel från ligninbaserade matningar behöver vidare studier inriktas på tex processtabilitet för detaljoptimering av processen, teknoekonomi, värdekedjeaspekter som logistik/transport, affärsmodeller, styrmedel etc.. Detta arbete kommer drivas både av industrin själv och i offentligt finansierad samverkan.

Vanillin från lignin

Nästa steg gällande detta delprojekt finns det två tänkta vägar, 1) Organofuel Sweden söker tillsammans med samarbetspartnerna söker offentlig finansiering för att fortsätta utveckla projektet och så småningom leda produkten till marknaden. 2) Organofuel Sweden fortsätter utveckla projektet och kommersialiserar produkten på egen hand. Eventuell skulle nya projekt instiftas i för nyttiggörande av lignin till andra produkter än vanillin tillsammans med parterna involverade i detta projekt eller individuellt av Organofuel Sweden. För att projektet skall vara tekniskt samt kommersiellt intressant måste fortsatt verifiering göras på teknikens uppskalning och kontroll av sidoreaktioner samt hitta ett sätt öka effektiviteten hos katalysatorn i stor skala.

Bilder

I och med BioInnovations roll som kommunikatör i projektet finns redan bilder tillgängliga för BioInnovation. Nedan är ytterligare två bilder kopplade till Organofuel Sweden:s (OFS) teknologi.

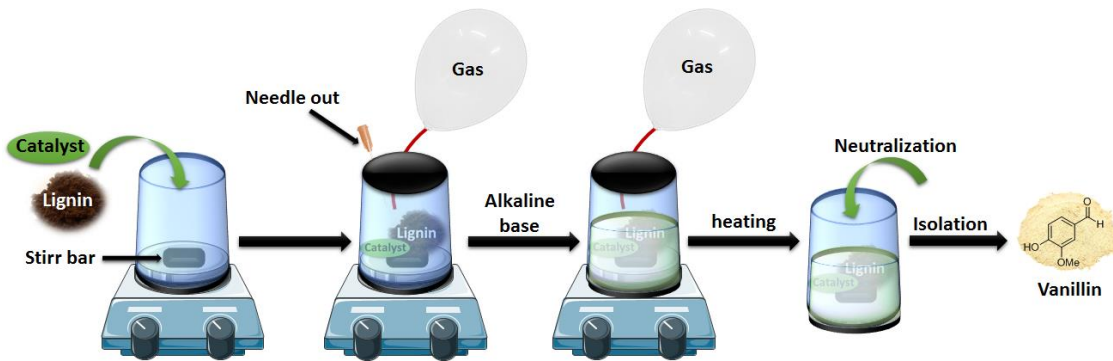


Figure 2.1. General description of the OFS technology.

A road map to commercialization

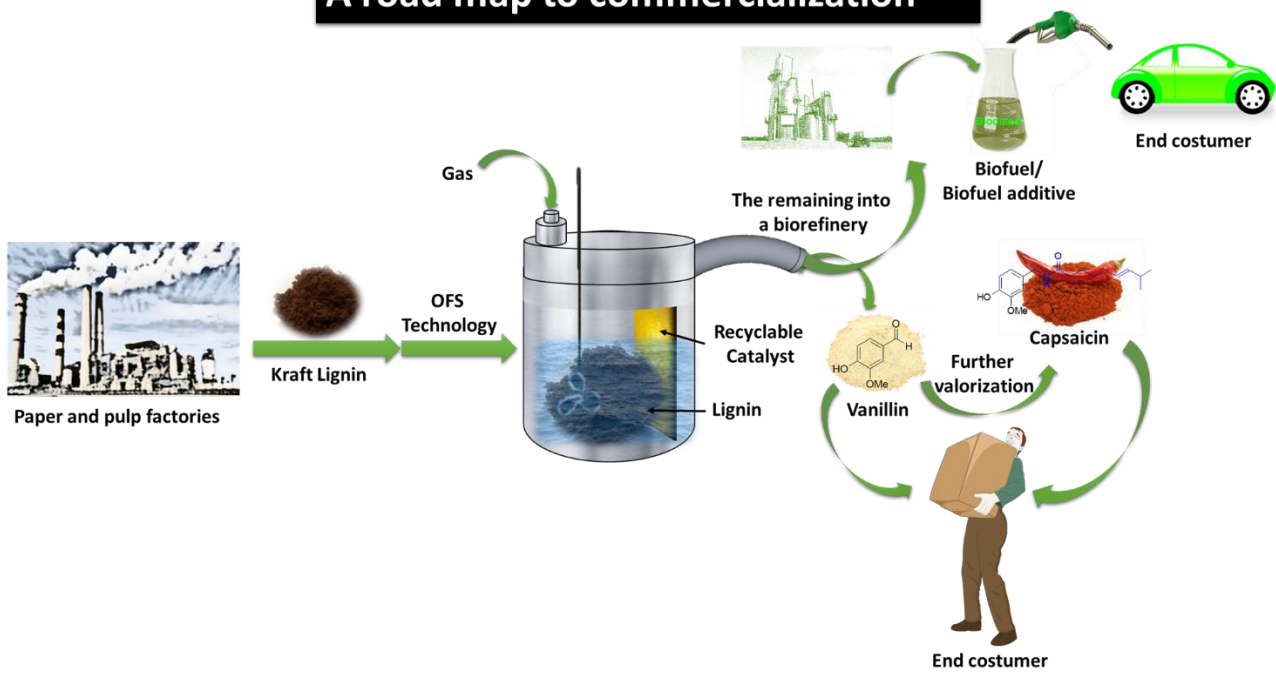


Figure 3.5. The envisioned road map from supplier all the way to the end costumer through OFS's technology.

Uppgifter för statistik

<i>Fyll i tabellen</i>	Nej (kryssa)	Ja (ange antal/värde)	Inom 5 år (gissa antal/värde)
Har projektet lett till publikationer?		3	8
Har projektet lett till patentansökningar?		1	
Har projektet lett till nya eller väsentligt förbättrade produkter?		4	1
Har projektet lett till nya eller väsentligt förbättrade processer?		4	
Har projektet lett till nya eller väsentligt förbättrade värdekedjor?		3	1
Har projektet lett till nya eller väsentligt förbättrade affärsmodeller?		1	1
Har projektet lett till nya intäkter?			3
Har projektet lett till utveckling av policy och regelverk?	X		
Har projektet lett till nya nätverk?		6	3
Har projektet lett till följdprojekt? Finansierat av vem?		3/10 MSEK delfinansiär Energimyndigheten, STEM, Preem, Suncarbon; 1 MSEK finansierat av Valmet	Det bedöms sannolikt att fler projekt följer med delvis offentlig finansiering samt direkt industri- finansierad forskning