

Drivmedelsproduktion

Delrapport i projektet ”Energiomställning för lokal ekonomisk utveckling”

Hassan Salman, EKS Consulting
2014-12-17

Drivmedelsproduktion via pyrolys eller katalytisk pyrolys

Efterfrågan på biodrivmedel kommer att öka i takt med att vi får allt mer skärpta klimatmål och ökade krav på utfasning av fossilt baserade drivmedel. Det ger möjlighet till produktion av biodrivmedel i regioner där det finns gott om biomassa, som exempelvis i Norrland. Vid sidan av storskaliga satsningar i bioenergikombinat med skogsindustrierna börjar det finnas intressant teknik utvecklad för mindre anläggningar för framställning av förädlade produkter vilka i sin tur kan användas till olika typer av biodrivmedel. Dessa mindre anläggningar skulle kunna placeras i Norrlands inland, nära råvaran, för att där kunna bidra med nya arbetstillfällen och en utveckling av den lokala ekonomin.

Råvaror

Norrbottnen och Västerbotten är skogslän. Totalt finns det 6,5 miljoner hektar produktiv skog i dessa två län¹. Tillväxten av skog ökar, inte minst p.g.a. klimatförändringar. SKA VB-08² spår en ökning på 25 procent om 100 år. Det finns stor potential för uttag i framtiden från skogen p.g.a. den nuvarande åldersstrukturen i svenska skog. Idag är drygt 60 procent av den svenska skogen i åldern 50 år eller yngre³. Normalt avverkas träd i åldersintervallet 80-120 år. I Norrland sker avverkningen i den övre delen av åldersintervallet. Uttagen av skog till skogsindustrierna lämnar också GROT (grenar och toppar) som idag lämnas i skogen.

GROT-uttaget i Norra Norrland låg på 0,820 TWh de senaste tre åren enligt Skogsstyrelsen. Tabellen nedan redovisar Skogsstyrelsen⁴ uppskattad potential av årlig mängd GROT vid förnygringsavverkning fördelat på tre restriktionsnivåer under perioden 2010-2019.

¹ Skogsstatistisk årsbok 2014

² Skogliga konsekvensanalyser och virkesbalanser 2008

³ Skogsstatistisk årsbok 2014

⁴ SKA-VB 08 Resultat scenariot Referens

Enhet	Nivå 1 - Brutto	Nivå 2 - Efter ekologiska restriktioner	Nivå 3 - Efter ekologiska och ekonomiska/tekniska restriktioner
Mängd i 1000 torr ton	1 327	917	625
Mängd i TWh	6,64	4,59	3,13

Rörflen är en annan resurs som hittills inte använts särskilt mycket. Odling av rörflen på obrukad åkerareal kan uppgå till 0,8 TWh, enligt bedömningar som presenterats i flera rapporter⁵.

Dessa är exempel på bioenergiressurser som kan användas för att producera drivmedel, bl a med tekniska lösningar som svenska forskare och företag har utvecklat. Det finns behov av att gå vidare med vissa av dessa tekniker från labbskala till pilot- och demoanläggningar för att kunna nå målen avseende ökad andel förnybara drivmedel. Dessa typer av anläggningar är viktiga för att kunna marknadsanpassa nya tekniker.

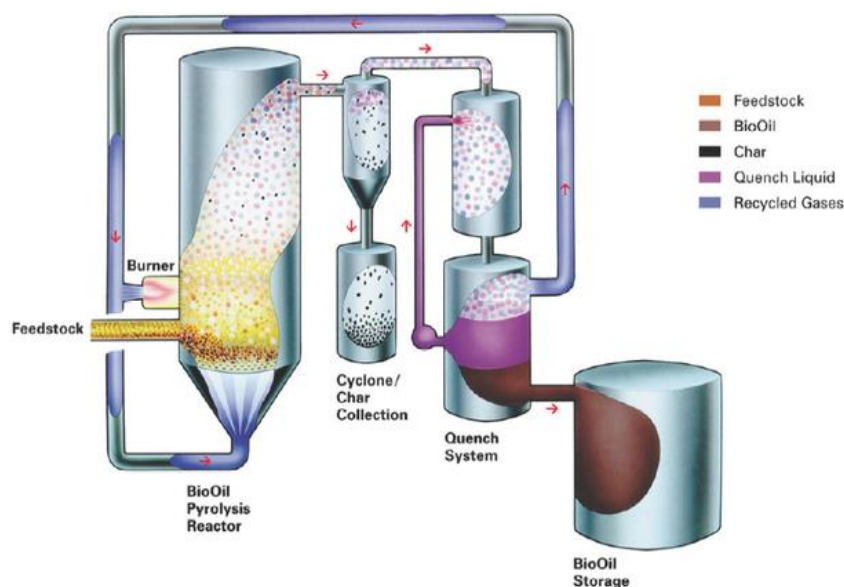
Konkurrensen om skogstillgångarna har hårdnat varför denna resurs alltid bör användas effektivt. Det är ofta långa avstånd mellan bioråvarans tillväxtområden och de stora marknaderna för förädlade bioenergiprodukter. Det är dessutom dyrt och ineffektivt att transportera GROT och stubbar långa sträckor. Såväl skogsbolagen som andra intressenter vill därför gärna förädla råvaran så nära källan som möjligt och ser framemot processer som är lämpliga för detta.

En möjlig utväg för att använda GROT, stubbar, rörflen och annan biomassa är att höja dess energidensitet. Pyrolysoljeproduktion kan vara ett alternativ. Vid pyrolysis höjs energidensiteten av skogsbiomassa från 2,2 MWh/m³ till 6 MWh/m³. Det är en klar fördel ur transportekonomisk synpunkt. Dessutom fås ett flytande bränsle som kan ersätta eldningsolja eller uppgraderas till drivmedel.

Snabb pyrolysis

Figuren nedan visar en principskiss av snabb pyrolysis-processen. Processen bygger på termisk behandling av biomassa i syrefattig miljö upp till ca 400-500 °C. Uppvärmning sker snabbt (ca 2-3 sek). Tre produkter fås; ånga, gas och koks. Ångan kyls snabbt i syfte att få pyrolysolja. Gasen och koksen kan antingen användas internt i processen eller säljas.

⁵ Se t.ex, Anna Lundmark, Slutrapport för projekt: Kretsloppsbasead bioenergi i kallt klimat 2006 – 2008, Glommers Miljöenergi AB, 2008



Figur: Principskiss på pyrolysanläggning av biomassa

Pyrolysoljan lämpar sig bäst som ersättare av tjockolja vid uppvärmning eller i gasturbiner. De försök som gjorts för att uppgradera pyrolysolja till transportbränsle har stött på stora svårigheter p.g.a. den höga vatten- och syrehalten i bränslet. Vattnet i pyrolysolja går inte att separera genom destillation utan enbart genom hydrering. De stora mängder vätgas som behövs gör hydreringsprocessen dyr och ineffektiv.

Snabb pyrolys har testats sedan 80-talet för framställning av bioolja som kan ersätta eldningsolja. Den mesta utvecklingen sker i Nordamerika. Ensyn i Kanada har den äldsta anläggningen i drift. I Europa har Fortum redan byggt en anläggning med en kapacitet på 50 000 ton per år i Joensuu/Finland. I januari 2014 påbörjades byggandet av en pyrolysanläggning i Hengelo, Nederländerna. Starten av anläggningen är planerad till slutet av 2014 eller början av 2015. I Sverige jobbar ETC⁶ och KTH⁷ med två olika processer för snabb pyrolys.

ETC jobbar med cyklonpyrolys. Framställningen baseras på cyklonprincipen, vilket innebär att oljepartiklar separeras från fasta biprodukter i en gasström, med hjälp av centrifugalkraft. I pyrolysfasen omvandlas trä till ångor (tjära), gas och den fasta restprodukten koks. Koksen separeras från gasströmmen med hjälp av centrifugalkraften. Därefter ramlar det fasta materialet ner i botten på cyklonen där det lätt kan tas tillvara. Ångorna kondenseras till en

⁶ Energitekniskt centrum i Piteå

⁷ Kungliga Tekniska Högskolan

brännbar vätska och gasen kan användas för att hålla reaktorn vid rätt temperatur. Målsättningen med projektet är att genomföra en experimentell karakterisering av cyklontillverkning av pyrolysolja. Huvudfrågeställningen är att undersöka hur produktionen av pyrolysolja och koks påverkas av processtemperaturen, uppehållstiden, råmaterialets partikelstorleksfördelning samt olika typer av råmaterial. Anläggningen har varit i drift i två år.

KTH använder fluidbädd för pyrolysis. Fluidbäddar är välkänd teknik inom pyrolysis. Tekniken är den mest använda i industriella pyrolysanläggningar i Finland och Nordamerika. KTH gör en del försök genom att hetta upp biomassa med ånga i närvaro av katalysator. Oljan som produceras på detta sätt har lägre syre- och vattenhalt än den konventionella pyrolysoljan som produceras utan katalysator, något som raffinaderierna efterfrågar. Resultaten från KTH är uppmuntrande men mer forskning behövs för att få fram en integrerad process och för att regenerera katalysatorn.

Som nämndes tidigare är det svårt att uppgradera konventionell pyrolysolja. Ett sätt att uppgradera pyrolysoljan på är trycksatt förgasning. Trycksatt förgasning av biobränsle betraktas som en av de mest effektiva vägarna för framställning av biodrivmedel. En stor utmaning i denna teknik är matningen av biobränslet från atmosfäriskt tryck till det höga trycket i förgasaren. Erfarenheter från svartlutsförgasning visar att det är mycket enklare att trycksätta ett flyttande medel än fasta bränslen. LTU driver forskningsprojektet "Biosyngas programmet" för fortsatt drift av DME⁸-anläggningen i Piteå. I detta projekt undersöks bl.a. förgasning av pyrolysoljan tillsammans med svartlut. Detta kan ge positiva effekter för svartlutsförgasning genom ökat bränslesortiment. Enligt preliminära resultat har blandning av pyrolysolja med svartlut även en positiv effekt på energiutbytet från svartlutförgasare.

Katalytisk pyrolysis

På grund av svårigheterna vid uppgradering av pyrolysolja till drivmedel har forskare och företag tagit fram en ny pyrolysisprocess. I den nya processen används en katalysator som hjälpmedel i processen. Katalysatorn kan vara en metall eller kemisk förening. Oljan som produceras med denna metod har lägre vatten- och syrehalt än traditionell pyrolysolja som produceras utan katalysator och är därmed enklare att uppgradera i ett raffinaderi.

Tabellen nedan visar en jämförelse mellan de två typerna av pyrolysolja. Tabellen visar att den oljan som produceras i de katalytiska processerna kan ha väldigt låga syrehalter. Den blir

⁸ DME: Dimetyleter är ett gasformigt bränsle som kan ersätta diesel. Några lastbilar från Volvo drivs på DME från svartlutsförgasning i Piteå

även mindre korrosiv (låg TAN-nummer⁹). Den nya oljan kan lätt behandlas i oljeraffinaderier eftersom den kan blandas med fossil olja till skillnad från konventionell pyrolysolja.

Parameter	Pyrolysolja	Katalytisk pyrolysolja ¹⁰
Syrehalt (O%)	50	1
Vatten%	20-30	<0,2
TAN (totalt syrenummer)	200	<1
Stabilitet	dålig	bra
Värmevärde kWh/kg	4,5	11,5
Bindningsförmåga med fossil olja	Nej	Mycket bra
Relativa transportkostnader per energienhet väl	1	0,3

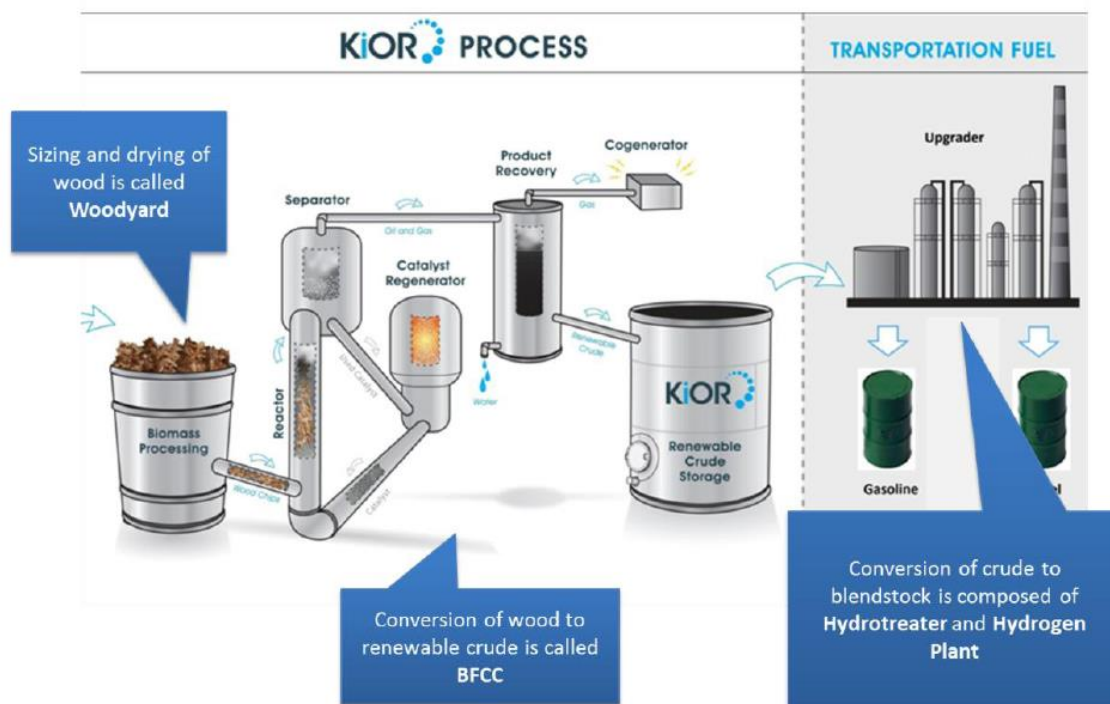
Tabell: Jämförelse mellan konventionell pyrolysolja och katalytisk pyrolysolja

Det finns ett antal processer som konkurrerar om etablering på marknaden:

1. Biomass Fluid Catalytic Cracking: Denna process utvecklades i Belgien i början av 2000-talet och såldes sedan till det amerikanska bolaget Kior. Kior har redan byggt en fullskalig anläggning med kapacitet på 500 ton biomassa per dygn i Columbus, Mississippi.

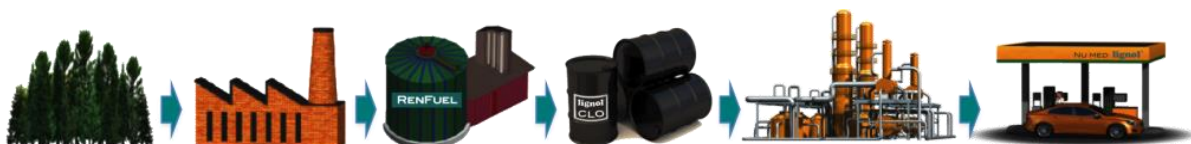
⁹ TAN: total Acid Nummber

¹⁰ Data från Gas technology Center/USA



Figur:: Kiors bioraffinaderi

2. Cool Terra™: Tekniken ägs av amerikanska bolaget Cool-Planet. Det planerar att bygga en anläggning på 10 miljoner gallon per år (ca 38 000 m³) i Alexandra, Louisiana. Anläggningar som Cool-planet inriktar sig på kan betraktas som småskaliga och är möjliga att etablera som fristående, t.ex. i inlandet. Coll-Planet planerar att använda elefantgräs som råvara.
3. Ren Fuel: Ett Svensk bolag "Ren Fuel AB" utvecklar en process för produktion av bensen och diesel från lignin. Processen utvecklades av forskare vid Uppsala universitet. Ren Fuel har fått medel från Energimyndigheten för att utveckla sin process.



Figur: Från skog via massaindustrin till raffinaderi. Beskrivning av Ren Fuel AB.

Det finns även många andra aktörer i olika delar av världen som jobbar med liknande processer och det finns stora förväntningar på dessa.

Demo i Norrland

För att nå uppsatta mål avseende förnybara drivmedel är det viktigt att stödja teknikutvecklingen. Företag och investerare kan inte förväntas satsa på obeprövad teknik. En pilotanläggning för pyrolys/katalytisk pyrolys i Norrland kan bidra till en för regionen gynnsam utveckling av denna teknik.

Det finns en del processtekniska utmaningar som inte kan studeras i labbskala. Försök i labbskala kan också vara missvisande. Ett exempel är matning av biomassa, där det har visat sig vara väldigt svårt att få till en jämn matning av biomassa i småskaliga anläggningar. Energiförlusterna överdrivs också i labbskala varmed verkningsgraden försämras.

ETC och KTH samarbetar kring sina metoder och det finns även andra kompetenser inom området på de svenska institutionerna. Pilotanläggningen bör vara en anläggning för både forskning och innovationer. Svenska företag inom skogsindustrin, processindustrin och raffinaderiindustrin kan vara intresserade av att vara med och stödja en sådan anläggning.

Det primära för pilotanläggningen är dock att demonstrera teknikens duglighet och att ge ett bra underlag för beslut om fullskaleanläggningar i och utanför regionen.

Förväntningar

Behovet av och marknadspotentialerna för biodrivmedel är stora. Utsläppen från de olika bränslena visas i tabellen nedan. Koldioxidutsläppen sänks med minst 2 kg per liter om vi antar att utsläppen från biodrivmedel som produceras med hjälp av dessa metoder motsvarar E85. En anläggning i samma storlek som den som Cool-Planet planerar kan sänka utsläppen med 76 000 ton per år. Detta motsvarar koldioxidutsläppen från mer än 36 000 personbilar¹¹.

Drivmedel	CO2-utsläpp

¹¹ Räknat på 1500 mil/bil och 0,7 lit/mil

Ren bensin	2,82 [kg CO2 ekv/liter]
Etanol i E85	0,605 [kg CO2 ekv/liter]
Fame	1,582 [kg CO2 ekv/liter bensin ekvivalent]
Pyrolys olja	0,400 [kg CO2 ekv/ liter bensin ekvivalent] ¹²
HVO/BTL (miljödiesel)	0,547 [kg CO2 ekv/Nm3]
Biogas	0,792 [kg CO2 ekv/Nm3]
Naturgas	2,43 [kg CO2 ekv/Nm3]
Bensin 95 med 4,9 % etanol*	2,71 [kg CO2 ekv/liter]
Diesel med 10,7 % biodiesel*	2,89 [kg CO2 ekv/liter]
E85*	1,03 [kg CO2 ekv/liter]
Fordonsgas*	1,47 [kg CO2 ekv/Nm3]
El (viktat 5 års medelvärde, nordisk mix)	0,083 [kg CO2 ekv/kWh]

Tabell: Utsläpp från drivmedel (well to wheel WTW)¹³

* Värdet beräknas från föregående års faktiska bränslemix enligt statistik och uppskattningar gjorda av Bilindex och Energimyndigheten.

Beroende på placeringen av anläggningen; vid processindustrin eller fristående, beräknas en kommersiell anläggning, i samma storlek som den som Cool-Planet planerar, att generera 12-40 direkta arbetstillfällen.

Antalet pyrolysanläggningar som kan byggas beror bl.a. på vilken teknik som väljs och storleken på anläggningarna. Man kan, som ett räkneexempel, bygga 5-6 anläggningar av Coll-Planets storlek (38 000 m³ per år) om man använder all den uppskattade biomassan (GROT och rörflen) i Norrbotten och Västerbotten som redovisats ovan. Det kan vara möjligt

¹² www.btg-btl.com/red_greenhouse_gas_emission_savings_of_pyrolysis

¹³ <http://www.miljofordon.se/fordon/miljopaverkan/sa-raknar-vi-miljopaverkan>

att bygga fler ifall andra biomassatillgångar, såsom flis från sågverken och bark, tas med i beräkningarna.

Pyrolysanläggningar kan vara småskaliga och kan placeras där råvaran är tillgänglig. Det är en extra fördel om dessa anläggningar kan integreras där det finns efterfrågan på billig värme (t ex i processindustrin) eller behov av en värmesänka (behov av fjärrvärme). Integration med andra processer kommer att öka den totala verkningsgraden.

Kortfattad bedömning

Kriterier	
Geografisk placering	Kust och inland men helst i anslutning till processindustrin
Teknisk mognadsgrad	Båda mogna tekniker och tekniker under utveckling
Affärsmässighet	Beroende på samhällsstöd
Regional kompetens	Bra
Råvarutillgång	Goda
Potentiell marknad	Hela landet/Export
Bidrar till energieffektivisering	Kanske
Energislag	Biomassa/Biogas



www.nenet.se