



Linnéuniversitetet

Institutionen för teknik

Examensarbetet i

Användning av biooljor för biodrivmedelsproduktion i Sverige

*Usage of bio-oils for biofuels production in
Sweden*



Författare: Lina Shahin

Handledare, företag: Erik Blomgren, Energikontor Sydost

Handledare, LNU: Jan Brandin

Examinator, LNU: Ulrika Welanders

Termin: VT12 15hp

Ämne/kurskod: Bioenergiteknik/2BT01E

Sammanfattning

En hållbar energiförbrukning är centralt när det gäller EU:s och Sveriges klimat- och miljömål. EU satsar på att öka andelen förnyelsebara drivmedel till 10 % till år 2020. De stigande oljepriserna resulterar i att efterfrågan på alternativa energikällor ökar. Ett sådant alternativ är biooljor och andra flytande biobränslen.

I samarbete med Energikontor Sydost i Växjö har detta examensarbete genomförts med syftet att undersöka de flytande biobränslen som dominerar i den svenska marknaden för drivmedelsproduktion. Målet är att ge en bild av hur stora volymer av biooljor och biodiesel som används och produceras i Sverige. Arbetet ska undersöka om biooljor har en avgörande effekt i transportsektorns energianvändning med avseende på minskningen av koldioxidutsläppen. Dessutom är målet att belysa energigrödornas miljöpåverkan på odlingsplats.

Syftet med examensarbetet uppnåddes genom insamling av relevant information via litteratursökningar samt kontakt med lämpliga företag, leverantörer och föreningar.

Slutsatsen i detta examensarbete är att inte alla biooljor är miljömässigt hållbara och koldioxidneutrala. Vissa biooljor leder till ökat utsläpp av växthusgaser till atmosfären samt negativ påverkan av den biologiska mångfalden.

Tallolja är en bioolja som ökar i andel av den svenska marknaden, SunPines fabrik är avsedd att producera 100 000 m³ talldiesel varje år. Rapsolja är den mest dominerande biooljan för drivmedelsproduktion på den svenska marknaden. Sverige hade en produktionskapacitet på ca 92 867 ton rapsolja 2010, och ungefär lika mycket importerar. En ökad import av biooljor till EU kan komma att hindra exportländer av bioolja utanför EU att minska sin användning av fossil olja. Därför kan användningen av biooljor och biodrivmedel kanske minska utsläppen av växthusgaser på lokal och regional nivå, men kommer även att bidra till ökat koldioxidutsläpp i exportländerna av biooljor och därmed är inte det globala problemet löst. Således bör vi tänka globalt och agera lokalt.

Summary

Sustainable energy is a key element in the EU's and Sweden's climate and environmental goals. The EU is focusing on increasing the share of renewable fuels to 10%. Rising oil prices result in an increasing demand for alternative energy sources. One such alternative is bio-oils and other liquid biofuels.

In co-operation with Energikontor Sydost in Växjö, this thesis was conducted with the aim to investigate the liquid biofuels that is dominated in the Swedish fuel production market. The goal is to give an idea of how large the volumes of bio-oils and biodiesel used and produced in Sweden are. The work will investigate whether biofuels have a significant effect on the reduction of carbon dioxide emissions resulted by the transport sector's use of energy. Another goal is to highlight the environmental impact of energy crops cultivation site.

The aim of this work was reached through the collection of relevant information, literature studies and by contacting the appropriate companies, suppliers and associations.

This thesis shows that all bio-oils are not sustainable and carbon neutral. Some bio-oils lead to an increased amount of greenhouse gas emissions into the atmosphere and have a negative impact on biodiversity.

Pine oil is expanding very fast on the Swedish market, SunPine's factory is designed to produce 100 000 m³ diesel from pine oil every year. Rapeseed oil is the most dominant bio-oil for fuel production on the Swedish market, but there is also an importing activity of rapeseed oil to Sweden. Increased import of bio-oils to the EU may not give the non-EU countries of export any chance to decrease their own use of fossil fuels. Therefore, the use of bio-oils and biofuels may result in a reduction of greenhouse gas emissions at local and regional level, but it will also contribute to an increase of carbon dioxide emissions in bio-oils exporting countries. This means that we have not solved the problem at a global level. We should think globally and act locally.

Abstract

Syftet är att undersöka de flytande biobränslen som dominerar på den svenska marknaden för drivmedelsproduktion samt belysa miljöpåverkan av biooljeanvändningen.

Syftet med examensarbetet uppnåddes genom insamling av relevant information via litteratursökningar samt kontakt med lämpliga företag, leverantörer och föreningar.

I detta examensarbete kom det fram att alla biooljor inte är hållbara och koldioxidneutrala. Vissa biooljor leder till ökat utsläpp av växthusgaser till atmosfären samt negativ påverkan av den biologiska mångfalden.

Tallolja är en bioolja som ökar i andel på den svenska marknaden, SunPines fabrik är avsedd att producera 100 000 m³ talldiesel varje år. Rapsolja är den mest dominerande biooljan för drivmedelsproduktion på den svenska marknaden. En ökad import av biooljor till EU kommer inte ge exportländerna möjlighet att minska sin fossila oljeanvändning. Användningen av biooljor och biodrivmedel kanske minskar utsläppen av växthusgaser på lokal och regional nivå, men kommer även att bidra till ett ökat koldioxidutsläpp i exportländerna av biooljor och därmed har det globala problemet inte lösts. Således bör vi tänka globalt och agera lokalt.

Nyckelord: Bioolja, biodrivmedel, biodiesel, miljöpåverkan

Förord

Examensarbetet utfördes i samarbete med Energikontor Sydost i Växjö som kontaktades i januari 2012. Energikontor Sydost hade skickat ut en lista med förslag på examensarbeten för studenter. Jag valde att skriva om förslaget som behandlade biooljor.

Jag vill tacka min handledare Erik Blomgren på Energikontor Sydost för all handledning samt för sammanställningen av listan med alla kontakter som jag behövde under arbetets gång. Ett tack riktas också till Hans Gulliksson för den respons och feedback som givits för arbetet.

Ett stort tack riktas också till min handledare Jan Brandin på Linnéuniversitet för de givande kommentarerna på rapporten.

Jag skulle även vilja tacka Rickard Heu på Energilotsen, Lena Dahlman på SveBio och Henrik Strindberg på Svensk Raps AB för deras hjälp och bidrag med information till arbetet.

Växjö

Maj 2012

Lina Shahin

Innehållsförteckning

Sammanfattning	II
Summary	III
Abstract	IV
Förord	V
Innehållsförteckning	VI
1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metod	2
2. Teori	3
2.1 Biooljor	3
2.2 Triglycerider	3
2.3 Transestrifiering	5
2.4 Bränslegenskaper	8
3. Biooljor och biodrivmedel	9
3.1 Rapsolja	9
3.2 Sojaolja	10
3.3 Palmolja	11
3.4 Majsolja	12
3.5 Tallolja	13
3.6 FAME/RME	14
3.7 Glycerol	16
4. Tillgång av biooljor och biodrivmedel	18
5. Miljöpåverkan	23
5.1 Biooljans ursprung	23
5.2 Avskogning	23
5.3 Förbättrad levnadsstandard	24
5.4 Koldioxidutsläpp	24
5.5 Koldioxidneutralitet	26
5.6 Övriga utsläpp	26
5.7 Hållbarhetskriterier	26
6. Diskussion	28

7. Slutsatser	30
8. Referenser	31
9. Bilagor	35
BILAGA 1.....	1

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

En hållbar energiförbrukning är central när det gäller EU:s och Sveriges klimat- och miljömål. För att åstadkomma en uthållig miljö och en avsevärd reduktion av koldioxidutsläppen behövdes tuffare lagstiftning och regler. EU-kommissionen överlämnade ett förslag i mars 2007 till hur målen om förnybar energi ska uppnås år 2020. Detta genom en minskning på 20 % av växthusgaser jämfört med 1990 års nivå, förbättring av energieffektiviteten med 20 procent, ökad andel förnyelsebar energi till 20 % samt förnyelsebara drivmedel till 10 %. Förhoppningen är att dessa mål ska motverka klimatförändringarna samt öka EU:s energisäkerhet och konkurrenskraft (Eurostat, 2012).

De stigande oljepriserna resulterar i att efterfrågan på alternativa energikällor ökar. Ett sådant alternativ är bioolja och andra flytande biobränslen. Användningen av biodrivmedel i transportsektorn kan bidra till en ökad användning av förnyelsebara energikällor och minskade koldioxidutsläpp.

Användare av flytande biobränslen för eldningsändamål omfattas av lagen (2010:598) om hållbarhetskriterier för flytande biobränslen och biodrivmedel. Flytande biobränsle klassas som hållbara när de uppfyller hållbarhetskriterierna i alla steg av produktionskedjan (SveBio, 2012). Därför är det viktigt att säkerställa att de flytande biobränslena produceras på ett hållbart sätt, och inte enbart fokusera på hur en ökad användning av bioolja och andra flytande biobränslen bidrar till en ökad förbrukning av förnyelsebara drivmedel.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att undersöka de flytande biobränslen som dominerar i den svenska marknaden för drivmedelsproduktion. Målet är att ge en bild av hur stora volymer av bioolja och biodiesel som används och produceras i Sverige. Arbetet ska undersöka om biodrivmedlen har en avgörande effekt i transportsektorns energianvändning med avseende på minskningen av koldioxidutsläppen. Dessutom är målet att belysa energigrödornas miljöpåverkan på odlingsplats samt etiska aspekter på användningen av bioolja.

1.3 Avgränsningar

Det här examensarbetet avgränsas till användning av biooljor i den svenska transportsektorn. Arbetet fokuserar huvudsakligen på användningen av vegetabiliska oljor (raps-, soja-, majs- och palmolja) men även tallolja för biodieselproduktion. De etablerade biodrivmedlen på den svenska marknaden är etanol, biogas och FAME. I detta arbete har fokus varit på biodrivmedelet FAME.

1.4 Metod

Underlag och relevant information till detta arbete har insamlats genom litteratursökningar och kontakt med lämpliga företag, leverantörer och föreningar. Literaturstudierna har varit baserade på både tidigare studier inom området och elektroniska källor.

Användare av biooljor och/eller biodrivmedelsproducenter kontaktades, eller så hämtades relevant information direkt via deras hemsida.

Följande företag, leverantörer och föreningar omfattas:

- ❖ Energilotsen
- ❖ Lantmännen
- ❖ Perstorps Bioproducts
- ❖ Preem
- ❖ SunPine AB
- ❖ SveBio
- ❖ Svensk Raps AB

I den första fasen av studien genomfördes det en insamling av relevant data och information som berörde produktionen och tillgången av biooljor i Sverige samt användningen av biodrivmedel i den svenska transportsektorn.

Den andra fasen i arbetet behandlade miljöpåverkan på biooljornas odlingsplats samt vilka konsekvenser det uppstår vid användningen av biooljor och biodrivmedel, med avseende på koldioxidutsläppen men även annan positiv och negativ påverkan.

2. Teori

2.1 Bioolja

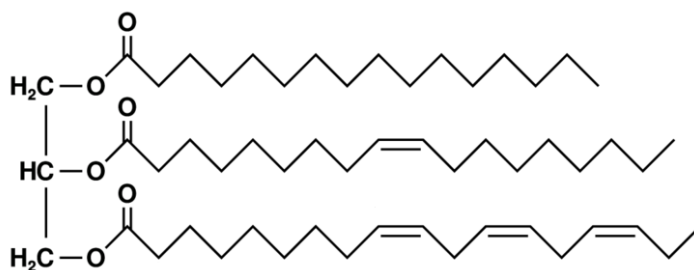
En typ av flytande biobränsle är bioolja. I detta arbete definieras bioolja som flytande fettsyror som är framställda ur biomassa. Biooljor kan ha både animaliskt och vegetabiliskt ursprung. De vanligaste flytande biobränslen som används i Sverige är vegetabiliska biooljor (Sandgren et al, 2010). De vegetabiliska biooljorna anses som viktiga råvaror i produktionen av biodiesel. Dessa råvaror kan exempelvis vara från energigrödor som raps, soja och majs. Det kan även vara palmolja från regnskogspalm eller tallolja som är en biprodukt vid massatillverkning från tall och gran. Biooljor har väldigt många användningsområden, de ingår i livsmedels-, djurfoder-, läkemedels- och kosmetikatillverkning. De senaste åren har det skett en kraftig förändring på jordbruksområdet. Oljerika grödor har börjat odlas med det huvudsakliga syftet att tillverka biobränsle eller biodrivmedel. Å andra sidan, är användningen av biooljor för energiändamål inget nytt. Användning av vegetabiliska biooljor började redan i 1900 när Rudolf Diesel uppfann sin dieselmotor. Rudolf Diesel använde vid den där tiden olja från jordnötter. Han planerade att hans dieselmotor skulle kunna drivas på en mängd olika vegetabiliska oljor, men när fossilt baserat dieselbränsle snabbt etablerade sig på marknaden kunde inte de vegetabiliska oljorna konkurrera.. Detta på grund av att de fossila bränslena visade sig vara effektivare, billigare och mer lättillgängliga (Sims, 2002a).

Flera decennier senare, närmare bestämt 1973, började oljepriserna stiga och världen började tänka på nya alternativ för att minska oljeberoendet. Internationellt började man se över produktionen och förbrukningen av energi från fossilt baserat bränsle. År 1997, kom Kyotoprotokollet som en miljööverenskommelse för stater med syfte att minska utsläppen av växthusgaser.

Under de senaste åren, har vegetabiliska oljor återigen kommit till marknaden som ett miljövänligt alternativ för drivmedelsproduktion. Nu satsas det mycket på dessa miljövänliga alternativ för att lösa miljö- och klimatproblemen. Det anses att alternativen som är baserade på biobränslen kommer att ge ett betydligt bidrag till världens energiförsörjning. I transportsektorn, är de dominerande biodrivmedlen, som finns på den svenska marknaden, etanol, biogas och biodiesel.

2.2 Triglycerider

Triglycerider är de huvudsakliga beståndsdelarna i vegetabilisk olja och brukar vara fleromättade. De finns även i mättad form i animaliska fetter. Triglycerider är uppbyggda kemiskt av en glycerolmolekyl och tre fettsyramolekyler (Smith, 2002). En schematisk strukturformel illustreras i figur 1 nedan. De animaliska och vegetabiliska triglycerider som finns i biooljor reagerar kemiskt för att producera biodiesel.



Figur 1. Strukturformel för triglycerider.

Om man jämför den kemiska sammansättningen av fossil diesel, som består av hundratals föreningar, med den kemiska sammansättningen av olika fetter och biooljor som används för biodieselproduktion konstaterar man att de är lika. Varje fett- eller oljemolekyl har en ryggrad som består av glycerol och tre kolatomer. På varje kolatom är en långkedjig fettsyra fastsatt. Fetter och oljor brukar innehålla 10 vanliga typer av fettsyror som har 12 till 22 kolatomer, men 90 % av dessa fettsyror har 16 till 18 kolatomer. Några av dessa långa fettkedjor är mättade, en del är enkelomättade och andra är fleromättade (Mendes, 2011). För att få en bild av hur detta kan vara, kan man titta på en sammanställning i tabell 1 som klargör vad rapsoljan innehåller för fettsyror (Sager et al, 2008).

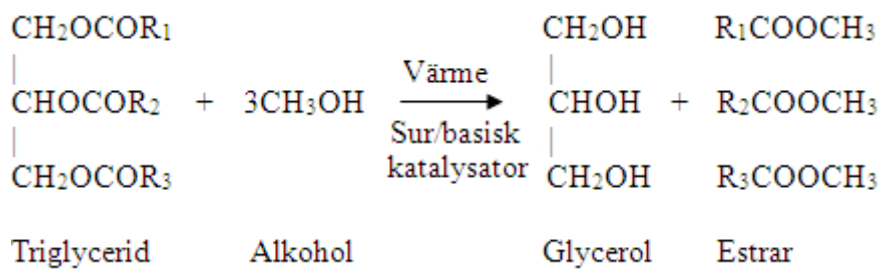
Tabell 1. Rapsoljans innehåll av olika fettsyror.

Typ av fettsyra	Antal kolatomer	Mättnadsgrad	Procentuell andel
Oljesyra	18	Enkelomättad	60
Linolsyra	18	Fleromättad	20
Linolensyra	18	Fleromättad	10
Palmintinsyra	16	Mättad	5
Stearinsyra	18	Mättad	2

När omättade oljor utsätts för syret i luft eller vatten leder detta till en oxidation. Detta betyder i sin tur att oljans trögflyttenhet, så kallad viskositet ökar och detta försvårar finfördelningen av bränslet. Oljor som innehåller många dubbelbindningar är mer utsatta för oxidation. Graden av omättnad mäts med ett så kallad jodtal. Oxidationen sker snabbare ju högre jodtal oljan har. När biooljor används till förbränning är det vanligt att man kräver ett maxvärde på jodtalet som är lika med 120. Exempelvis, har rapsolja ett jodtal som är lika med 100 (Sager et al, 2008).

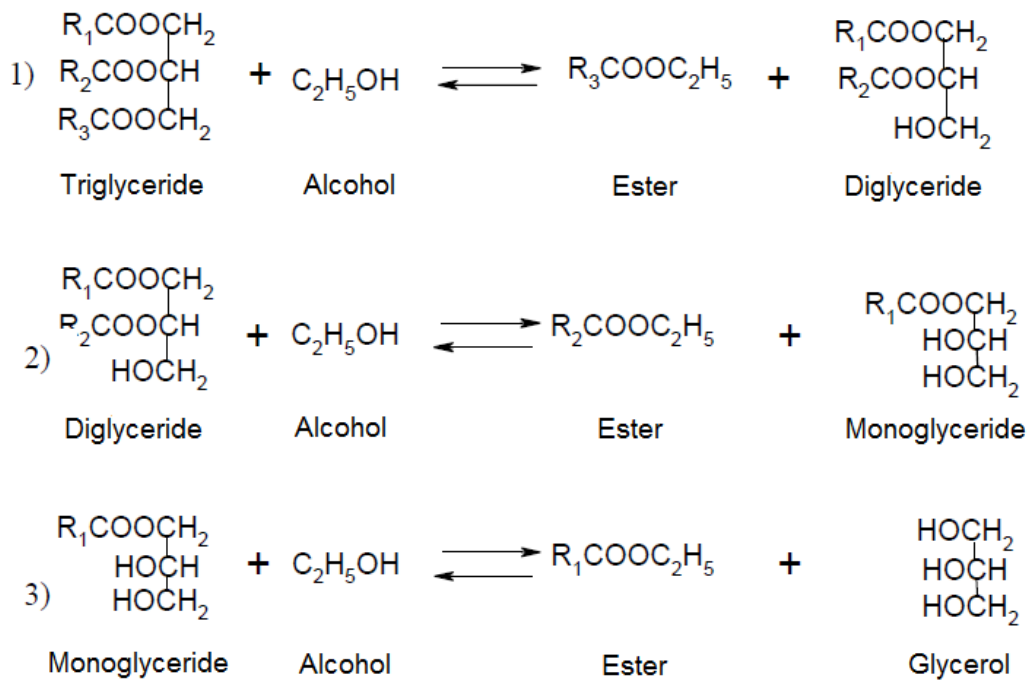
2.3 Transesterifiering

Framställning av biodiesel sker genom en process som kallas för transesterifiering. I denna process reagerar triglycerider med alkohol och en katalysator kemiskt för att producera huvudprodukten fettestrar och biprodukten glycerol, se reaktionsformeln nedan.



Grupperna R_1 , R_2 och R_3 är specifika fettsyror som beror på vad den använda triglyceriden har för ursprung, dvs. vegetabiliska oljor eller animaliska fetter (Sims, 2002b). Alkoholen som brukar användas är etanol eller metanol men vanligast förekommer metanol (Preem, 2012). Ett överskott av alkohol behövs för att styra reaktionsjämvikten i riktningen mot produktbildning.

Transesterifieringen sker i tre steg, se figur 2. Första steget styrs av massöverföring, följt av ett kinetiskt reglerat steg och sist en jämviktsfas. I det första steget mixas två oblandbara faser samman, olja och alkohol, under omrörning. Detta är viktigt för att åstadkomma stor kontaktyta mellan olja/alkohol. De mellanliggande produkterna (mono- och diglycerid) fungerar som emulgeringsmedel, vilket ökar massöverföringen och leder till ett kinetiskt kontrollerat steg (Mendes, 2011).



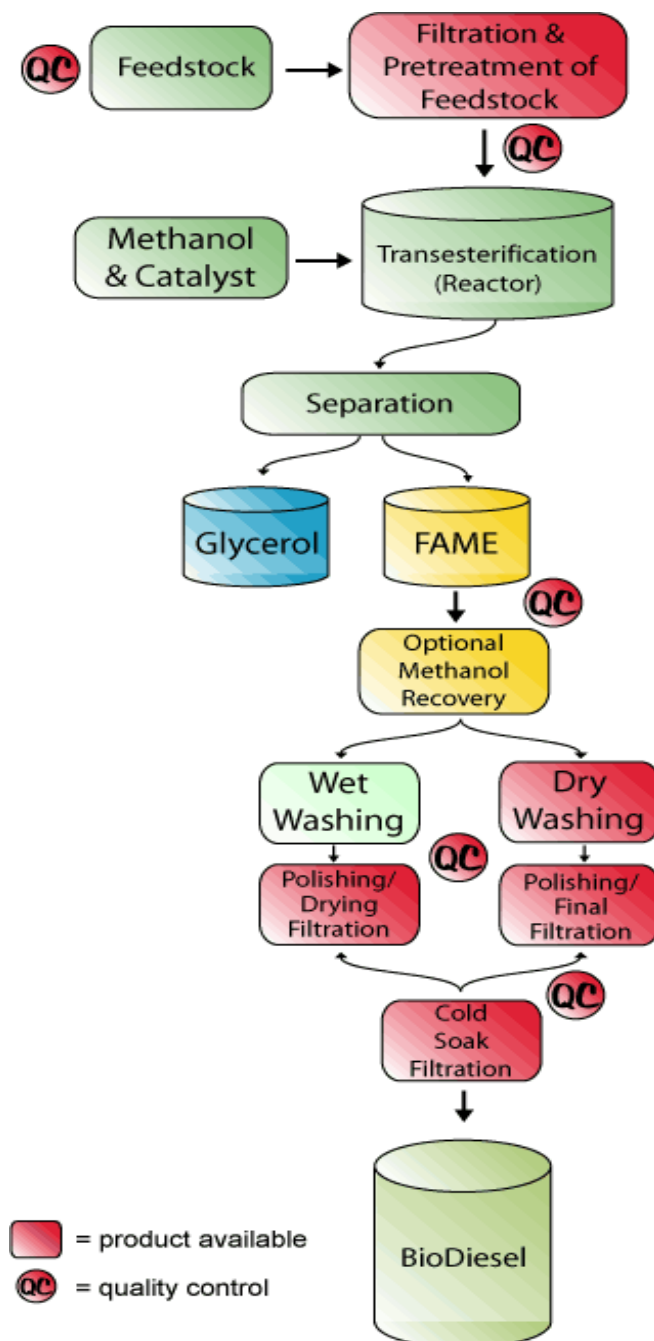
Figur 2. Reaktionsmekanismen i transesterifieringen (Mendes, 2011).

Man kan sammanfatta de olika delstegen som sker i tillverkningsprocessen av biodiesel i följande ordning (Bodin och Gideskog, 2010):

- Metanol och katalysatorn blandas i biooljan (för att bryta ner triglyceriderna till estermolekyler)
- Temperaturen i blandningen höjs genom att oljan uppvärms till 60°C
- Det sker en reaktion under omrörningen och kvar i behållaren finns metylester och glycerol.
- Metylestern har lägre densitet än glycerolen och därför sedimenterar glycerolen i botten
- Därefter avtappas glycerolen från behållarens botten.

Efter transesterifieringsreaktionen sker en separation av glycerolen och etyl- eller metylestrar som kallas för biodiesel efter att ha uppnått vissa specifikationer. Detta innebär att man får fram biodiesel efter att man har tagit bort fria glycerolmolekyler, tvål, metall-joner, överskott av alkohol och katalysator. Bland de mest använda behandlingarna för rening av biodiesel

är tvättning med vatten eller surt vatten, som är effektivt för borttagning av glycerol och metanol samt rester av natriumsalter och tvålar. Rester av natriumsalter och tvålar beror på mängden fria fettsyror som fanns i det ursprungliga materialet (Mendes, 2011). I figur 3 visar en schematisk bild över reningsprocessens uppbyggnad samt separationen av glycerolen och metylestrarna efter transestrifieringsreaktionen.



Figur 3. Schematisk bild på systemets uppbyggnad (Schroeder biofuels,2012).

2.4 Bränsleegenskaper

2.4.1 Viskositet

Viskositeten är ett mått på hur pass trögflytande ett ämne är. Viskositeten påverkar finfördelningen av bränslet. Ju lägre viskositet biooljan har desto enklare blir det att finfördela bränslet. Biooljans viskositet kan påverkas genom att biooljan värmas upp, dock bör man vara försiktig med uppvärmningen eftersom oljor kan ha försämrade egenskaper vid förhöjd temperatur. En optimal förbränning erhålls då biooljans viskositet inte överstiger 1 cst (Sager et al. 2008).

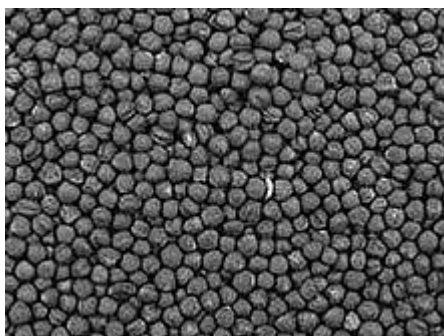
2.4.2 Cetantal/Tändvillighet

Cetantalet är ett mått på bränslets tändvillighet. Ett bränsle som har ett cetantal omkring 50 eller högre anses brännas fort, vilket innebär att man åstadkommer en fullständig förbränning. Detta i sin tur leder till högre verkningsgrad och mindre emissioner (Sims, 2002c). Vid cetantalbestämningen använder man ett referensbränsle som består av tändvillig cetan ($C_{16}H_{34}$) med cetantalet 100, och en svårantändlig alpha-metylnaftalen ($C_{11}H_{10}$) med cetantalet 0 (Alvarez, 2006). De allra första testerna som genomfördes med syfte att bestämma cetantalet gjordes på etylestrar från palmolja, som visade sig ha ett högt cetantal. Dessutom bekräftades detta resultat i senare studier som kom fram till att biodiesel baserat på vegetabiliska oljor har ett högt cetantal (Knothe, 2005).

3. Biooljor och biodrivmedel

3.1 Rapsolja

Raps är en odlad oljeväxt och tillhör familjen korsblommiga växter. Frön från sommarrapsen (*Brassica Napus* L. ssp. *Napus* f. *Annua*) och frön från vinterrapsen (*Brassica napus* L. ssp. *Napus* f. *Biennis*) pressas för att utvinna oljan ur fröna. Figur 4 visar hur rapsfröna ser ut. För att producera rapsolja kan man antingen göra en kallpressning eller en varmpressning. Den ettåriga sommarrapsen odlas under våren. Den är bättre anpassad till Nordens kalla vårar än vinterrapsen som är tvåårig och sås på hösten. Vinterrapsen måste gödslas kraftigare, men den ger däremot mer olja än sommarrapsen. Sommarrapsens frön innehåller 35 till 40 procent olja medan vinterrapsens frön består av 40 till 45 procent olja (Shenet, 2012a).



Figur 4. Rapsfrön.

(Foto: United States Department of Agriculture, 2012)

På 1800-talet började en viss odling av raps förekomma i Sverige. Rapsolja har historiskt använts som smörjmedel och för belysningsändamål. Sedan kom billiga mineraloljor till marknaden, vilket ledde till att rapsodling upphörde totalt. Under 1940-talet började man odla raps igen, och raps blev en vanlig gröda i det svenska jordbruket (Hansén och Pettersson, 2008).

Raps växer vild i Sverige på kulturmark som åkrar, vägkanter, skräpmark och varhelst det finns mullrik lerjord med mycket kväve. Ogräs konkurrerar ut rapsen i odlingen eftersom rapsen lätt angrips av bomullsmögel och skadeinsekter som t.ex. rapsbaggar. Därför besprutas rapsen väldigt kraftigt och därmed blir den, enligt svenska margarintillverkare, ”för giftig för att kunna kallpressas” (Shenet, 2012a).

Rapsolja har en låg smältpunkt (-5°C) och därmed är den passande för nordiskt klimat (Heu, 2012). Oljan från raps är sammansatt av 90 % triglycerider, vilket gör den till en högvärdig olja när det gäller biodieselproduktion via transesterifiering. Dessutom är det möjligt att utvinna ungefär 98 % av oljan i rapsfröna (Sandgren et al, 2010). Efter

pressning av rapsfröna, kan presskakan användas som djurfoder eftersom den är väldigt proteinrik. Rapsoljan består av runt 5 procent mättade fettsyror, 50 till 65 procent enkelomättade och 30 till 35 procent fleromättade (Shenet, 2012a).

Inom den svenska livsmedelsindustrin har rapsoljan använts sedan länge, men idag har användning av oljan från raps ökat på grund av biodrivmedelsproduktion. Detta har resulterat i en ökning av världsmarknadspriset för rapsolja, vilket i sin tur ledde till diskussioner om hur användningen av rapsolja till biodrivmedelsproduktion konkurrerar med produktionen av matråvaror från rapsoljan.

3.2 Sojaolja

Soja är en ettårig ärtväxt (*Glycine max* L.) och sojabönan består av 17 % olja, figur 5 visar olika sorter av sojabönor. Arten har sitt ursprung i östra Asien och har under flera tusen år odlats i Kina. Oljan från sojabönor är en av de vegetabiliska oljor som är mest använd och producerad i världen. Sojaoljan består av 55 % linolsyra, ca 20 % oljesyra, 10 % linolensyra och ungefär 10 % palmitinsyra. För att framställa oljan pressas sojabönorna mekaniskt eller extraheras genom att använda flyktiga lösningsmedel. Framförallt används sojaoljan till bland annat matolja, fritering och som en viktig ingrediens i tillverkningen av margarin och majonnäsprodukter (Hansén och Pettersson, 2008).



Figur 5. Sojabönor (Foto: Scott Bauer, 2012)

De användningsområden som soja har idag är väldigt många. Soja ingår bland annat i matråvaror och kosmetika, men sojaoljans användning för biodieselproduktion är en växande marknad. Den största framställningen av

världens sojaprodukter sker i USA, Brasilien och Argentina. Dessa tre länder utgör de största exportörer och producenter i världen. En tredjedel av USA:s skörd av sojaböner exporteras utomlands och hälften av den sydamerikanska skörden. Tidigare var även Kina en exportör av soja men nu har de börjat importera soja från Brasilien. En stor importör av soja är den europeiska unionen, De importerar soja främst för djurfodersproduktion (Sandgren et al, 2010).

Växten soja är känslig för frost och klarar inte de svenska klimatförhållandena med långa nätter och kort sommar. Eftersom den behöver väl-dränerad, näringsrik sandjord samt het, fuktig, mycket ljus och varm sommar med korta nätter (Shenet, 2012b).

3.3 Palmolja

I den tropiska regnskogen växer oljepalmen (*Elaeis guineensis*). Palmen kan växa upp till 25 meter och dess frukt innehåller är oljerikt vid 5 års ålder. Oljan kan framställas både ur fruktens kött och ur kärnorna, därav namnen palmolja och palmkärnolja. I Figur 6 kan vi se hur oljepalmens frukt och fruktkärna ser ut. Liksom presskakan från raps och soja, används även presskakan från tillverkning av palmkärnolja som djurfoder.



Figur 6. Oljepalmens frukt och fruktkärna.
(Earthfirstnews, 2012)

Palmolja ingår i många produkter som vi äter dagligen. Varje gång vi läser på förpackningen vegetabilisk fett, innebär detta att produkten innehåller palmolja. Det importeras ca 44 000 ton per år palmolja till Sverige från Indonesien och Malaysia för att möta det svenska behovet av palmolja. Med andra ord, det behövs 11 m² tropikmark per svensk för att få till den palmoljan som vi använder (WWF, 2012).

När det gäller odlingen av oljepalm, dominerar länderna i Asien med hela 90 % av den totala palmoljan som används i världen kommer från Indonesien

och Malaysia. Dessa två länder är världens största producenter av palmolja med en produktionskapacitet på 21 534 000 ton i Indonesien och 16 993 000 ton i Malaysia (FAOSTAT, 2010a). Odlingen av oljepalmen kan bara ske runt ekvatorn, dvs. den växer i ett tropiskt klimat. Eftersom den behöver värme med idealisk temperatur runt 24 till 27°C. Oljepalmen är även i behov av näringsrik jord, direkt solinstrålning och fukt (Shenet, 2012c). Plantorna i fält bör ha ett avstånd mellan 8 till 9 meter. Världens arealer av planterade oljepalmer har under de senaste trettio åren ökat med 150 procent. Oljepalmen har den högsta produktionen per hektar och år av alla oljeväxter. Globalt kommer oljepalmen på andra plats, efter sojabönan, som den mest oljeproducerande arten. Palmoljan används i matproduktion och inom kemiindustrin. Oljepalmens naturliga växtplats är Afrika, men nu har Sydostasien blivit den största producenten av palmolja (Tengnäs och Svedén, 2002).

Oljepalmen producerar en oljemängd per odlad hektar som är sex gånger högre än kommersiellt odlad raps. Med avseende på energibalansen, uttryckt som producerad energi i förhållande till tillförd energi, ger oljepalmen mer producerad energi per odlad hektar än andra kommersiellt odlade oljeväxter. ”Detta anses som en av förklaringarna till att oljepalmen producerar 22 % av världens vegetabiliska olja på bara 2 % av den mark som används till oljeväxter” (Tengnäs och Svedén, 2002).

I tabell 2 nedan visas en sammanställning av mängderna importerade raps-, soja- och palmolja till Sverige. Siffrorna är ett medelvärde på nettoimporten under åren 2007 – 2009.

Tabell 2. Sveriges nettoimport av bioolja (Flutetankar, 2012).

Typ av olja	Nettoimport [1000 ton/år]
Rapsolja	72
Sojaolja	23
Palmolja	120

3.4 Majsolja

Majs (*Zea mays* L.) är en ettårig art som tillhör familjen gräs. Arten är 3 till 6 meter hög och är snabbväxt. Växten måste besprutas mycket i stora odlingar eftersom den lätt kan bli angripen av bland annat bladlöss. Miljömässigt är majs en av de mest gödslade, besprutade, och genmanipulerade grödorna (Shenet, 2012).

Majsolja är en ung olja som började att säljas på den amerikanska markanden på 1900-talet. Hälften av den globala majsens odlas i USA och här produceras också mest majsolja.. Till stor del är majsoljan en biprodukt vid tillverkningen av stärkelse och majssirap. Majsolja består av runt 15 procent mättade fettsyror, 20 till 50 procent enkelomättade och 50 till 65 procent fleromättade (Shenet, 2012d).

Majsoljan framställs via kallpressning och varmpressning. I första steget blötläggs hela majsornen, som innehåller 5 till 6 procent olja, ett par dagar i varmt vatten samt en tillsats av svaveldioxidgas. Sedan torkas majsornen, mals och massan kan utvinnas direkt på så sätt att ytterdelarna av kornen separeras ifrån grodden som befinner sig i kornets inre. När massan utvinns får man ut bland annat stärkelse. Grodden innehåller 22 till 40 procent olja. Den mals till groddmjöl som därefter tvättas och torkas. Vid kallpressning pressas groddmjölet utan värme, temperaturen ligger kring 30°C. Däremot pressas groddmjölet vid 80 till 120°C via varmpressningen (Shenet, 2012d).

3.5 Tallolja

Vid tillverkning av pappersmassa från tall och gran, framställs en biprodukt som kallas för tallolja, bestående av fettsyror. Eftersom denna produkt är huvudingrediensen i framställning av RTD – råtalldiesel, skickas talloljan från pappers- och massaindustrin vidare till raffinaderier för förädling, d.v.s. tillverkningen av grön diesel. Enligt Sunpine i Piteå (2012) genomförs framställning av grön diesel i två steg. I första steget renas föroreningarna i talloljan bort genom förestringsreaktion av fettsyror i talloljan och därefter utförs en vakuumdestillation. Grovt beskriver man det första steget som en separation av råtalldiesel och bioolja/tallbecksolja ur talloljan. Omkring 65 till 70 % av talloljan blir råtalldiesel. Tallbecksolja är också en användbar och förnybar bioolja som huvudsakligen används för att ersätta de fossila eldningsoljorna.

Ur talloljan utvinns råtalldiesel av hög kvalitet och högt cetantal. När utvinningsprocessen har genomförts klart, lagras sedan råtalldieselen i en cistern innan den transporteras vidare till Preems raffinaderi i Göteborg där produkten genomgår det andra steget i processen, nämligen slutraffinering. Preems raffinaderi i Göteborg behandlar råtalldieseln ytterligare genom att utsätta den för vätgas under högt tryck, vilket resulterar i att slutprodukten blir ett biodieselbränsle med hög kvalitet. När syret reduceras bort ur råtalldiesel, blir den identisk i molekylstruktur med den fossila dieseln. Figur 7 nedan visar tillstånden av råtalolja, råtalldiesel och den vidareförädlade dieseln. Det som gör SunPines produktionsprocess unik är separationen av råtalolja och vidarebehandlingen till högkvalitativ diesel (SunPine, 2012). Fabriken är avsedd att producera 100000 kubikmeter biodiesel baserad på tallolja varje år (Skogsaktuellt, 2010). Detta motsvarar

ganska precis 1 TWh (Sveriges totala dieselförbrukning 2011 var 44.5 TWh (Energimyndigheten, 2012a)).



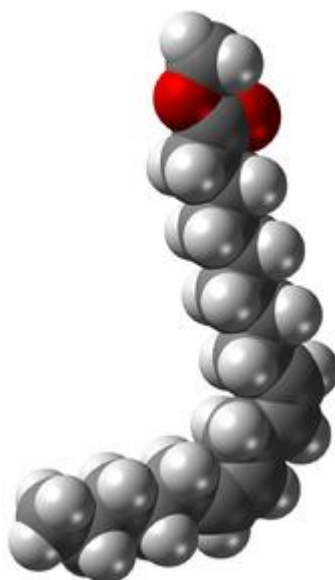
Figur 7. Råttoljan från massabruk ”raffineras till råttaldiesel på Sunpine i Piteå och vidareförädlas till en 20-procentigt grön, homogen diesel hos Preem i Göteborg” (Nyteknik, 2012).

3.6 FAME/RME

Biodiesel är ett drivmedel som tillverkas genom att reagera triglycerider med alkohol via en transesterifieringsprocess. Den vanliga formen av biodiesel är estrar. Metanolen som används i transesterifieringsprocessen är enligt Preem av fossilt ursprung vilket betyder att den producerade biodieseln är inte 100 procent förnybar utan den förnybara andelen hamnar på 93 procent. Biodiesel är giftigt och biologiskt nedbrytbar. Med biodiesel menar man att drivmedlet är biobaserat och kan användas i dieselmotorer i ren form eller blandat med fossil diesel. I Sverige är inte personbilar med dieselmotorer dominerande på samma sätt som i till exempel Frankrike och Belgien (Rönneberg, 2009). Idag finns det inga personbilar som klarar av att köra med ren RME (rapsmetylester), blandningen krävs. När det gäller andra tunga fordon finns det utvecklade biodieselmotorer som körs på 100 % RME (Eriksson och Rehnlund, 2008). Lantmännen har under 2010 testat att köra foderbulkbilar med RME. I augusti 2010 inledde lantmännen ett pilotprojekt där 12 lastbilar skulle byta drivmedlet diesel till RME (Lantmännen, 2010). Det effektiva värmevärdet för RME är 33.3 MJ/l och för konventionell diesel 38.6 MJ/l (Sims, 2002d). Flera namn har angivits till biodiesel, men det vanligaste namnet är RME. Rapsmetylester är ett biodrivmedel som är tillverkat av rapsolja och är den vanligaste formen av biodiesel i Sverige. Statistiken visar att odlingen av ”energiraps”, dvs. odling av raps för energiändamål ökar. År 2005 odlades 10 500 hektar energiraps och under

2006 ökade odlingen av energiraps till 24 500 hektar (Hansén och Pettersson, 2008).

Formellt kallas biodiesel för FAME (Fatty Acid Methyl Ester) och är ett samlingsnamn för biodiesel som är baserat på alla typer av fetter och oljor som är möjliga att använda i biodieselproduktion (Energilotsen AB, 2012). Figur 8 nedan visar strukturformeln för en metylestermolekyl i 3D (space-filling) modell.



Figur 8. Strukturformel i tredimensionell (Space-filling) modell för metylester av linolsyra, en vanlig metylester som framställs av sojaolja eller rapsolja och metanol.

EN 14214 är en europeisk standard som beskriver kraven för biodiesel. Standarden uppfylls när biodieseln uppfyller vissa krav, som till exempel att slutprodukten måste bestå av 96.5 procent FAME. Andra specifikationer som i standarden är bland annat metanol-, glycerol-, svavel-, katalysator- och vatteninnehållet i den slutliga produkten, FAME (Bodin och Gideskog, 2010). Se bilaga 1 för ytterligare specifikationer om de andra europeiska standarder som finns för FAMEs egenskaper.

Enligt en rapport från IEA (International Energy Agency) om bibränsleproduktion, beskrivs det hur biodiesel erbjuder full blandningspotential med konventionell diesel. Biodiesel erbjuder även ett högt cetantal vilket ger förbättrad förbränning i motorer med kompressionständning samt låga utsläpp av svavel och partiklar. Biodiesel är det biodrivmedel som växer snabbast. Globala produktionen av biodiesel ökade i flera länder, 75 procent ökning i Tyskland, Frankrike, Italien och Polen. Medlemsstaterna i USA

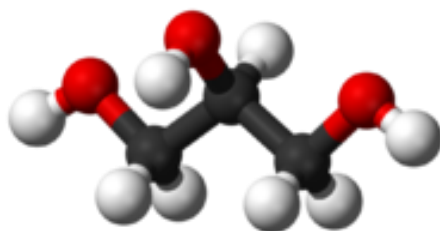
dubblade sin produktion med faktor 3. Den potentiella marknaden för biodiesel år 2050 beräknas vara i storleksordning 2.0×10^7 TJ, vilket motsvarar 5555 TWh. Detta med förutsättning att utvecklingen av tekniken för produktion av syntetiska biodrivmedel fortsätter (IEA, 2007).

Flera länder har mellan 2005 och 2006 infört en politik som berör bibränslen, som till exempel skattebefrielse och stimulansåtgärder för bibränslen. Frankrike hade som mål att uppnå 5.75 % bibränsleinblandning till 2008 och nu är nya målet 10 % bibränsleinblandning till år 2015. Tyskland krävde 2 % etanol och 4.4% biodiesel i 2007 samt en ökning till 5.75% år 2010. Andra länder i EU är även aktiva för att uppnå förslaget, som EU kommissionen har överlämnat till medlemsländerna, om att öka de förnyelsebara drivmedlen med 10 % år 2020 (IEA, 2007).

3.7 Glycerol

Glycerol är en biprodukt som produceras vid tillverkning av biodiesel via transestrifiering. Enligt Hulteberg et al (2010) anses glycerol som en förnybar källa för produktionen av LPG (Liquified Petroleum Gas), propan och andra vätske- och gasformiga bränslen. Med ökande biodieseltillverkning, har glycerol blivit allt billigare. Därför kommer produktionen av biodiesel att bli lönsammare, ju mer man kan ta vara på biprodukten som produceras. I detta område pågår forskning och utveckling med syfte att uppgradera glycerolen och använda den till högvärdeskemikalier.

Enligt IUPAC-systemet benämns glycerol till propan-1,2,3-triol, dess strukturformel är illustrerad i figur 9. Glycerol har goda egenskaper och därför är det värt att fokusera på utvecklingen av denna biprodukt ur forskningssynpunkt. Glycerolens kemiska egenskaper är bland annat: relativt hög energitäthet, ogiftigt, icke-korrosivt och bidrar inte till koldioxidutsläpp om den är från en förnyelsebar råvara (Hulteberg et al, 2010).

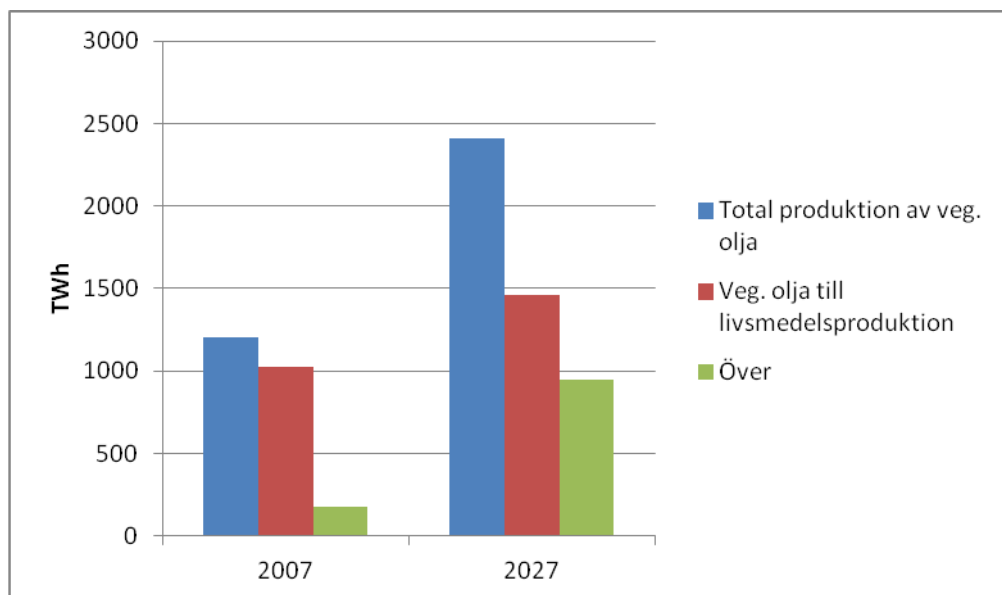


Figur 9. Strukturformel i "Ball och stick" modell för glycerol.

Forskningen inom glycerolområdet har utvecklats kraftigt under de senaste 5 till 10 åren. Från syntesen av glycerol till användningen av glycerol som en startpunkt för olika synteser. Generellt är det accepterat att den primära källan till förnybara organiska bränslen, kemikalier och material kommer från vegetabilisk biomassa. US DOE (US Department of Energy) siktar på att öka andelen förnybara kemikalier till 17 procent år 2020 och 47 procent till 2050. För att uppnå detta har det amerikanska energidepartementet identifierat 12 kemikalier som kan användas som byggstenar för högvärdiga kemikalier. Glycerol har identifierats vara en av dessa och den är lätt tillgänglig på grund av sin produktion inom biodieselindustrin (Brandin, 2008).

4. Användning och tillgång av biooljor/biodrivmedel

Den totala produktionen av vegetabiliska oljor i världen ligger på omkring 125 miljoner ton per år. Det kan ses som en väldigt stor mängd, men om man jämför siffran med den totala årliga konsumtionen av fossil olja, kommer 125 miljoner ton per år vegetabilisk olja att motsvara mindre än 3 % av den årliga användningen av fossil olja och cirka 6 % av den globala drivmedelsförbrukningen (Bülow och Stymne, 2007a). Energimässigt innebär detta att den globala produktionen av vegetabiliska oljor endast täcker 1203 TWh av totalt 40 121 TWh världsbehov av fossil respektive den globala drivmedelsförbrukningen på ca 20 000 TWh. (IEA, 2011). Enligt Bülow och Stymne (2007) måste vi räkna med att använda 85 % av de 125 miljoner tonnen vegetabilisk olja till livsmedel, och denna andel kommer att öka med tillväxten av befolkningen. Produktionen av vegetabilisk olja ökar kraftigt och det kommer att ske en fördubbling av produktionen de kommande 20 åren, anser Bülow och Stymne. Figur 10 nedan illustrerar den totala tillgången av vegetabilisk olja 2007 samt hur mycket den kommer att vara 2027. Från figur 10 framgår även andelen vegetabilisk olja som går till livsmedelsproduktionen. Värdena är beräknade genom att anta att den använda vegetabiliska oljan per person 2007 är densamma år 2027. De gröna staplarna visar andelen vegetabilisk olja som bli över och kan användas till andra ändamål. Dessa ändamål utgörs inte av endast energiproduktion utan även tvålframställning, tillverkning av färger samt produktion av skäroljor.

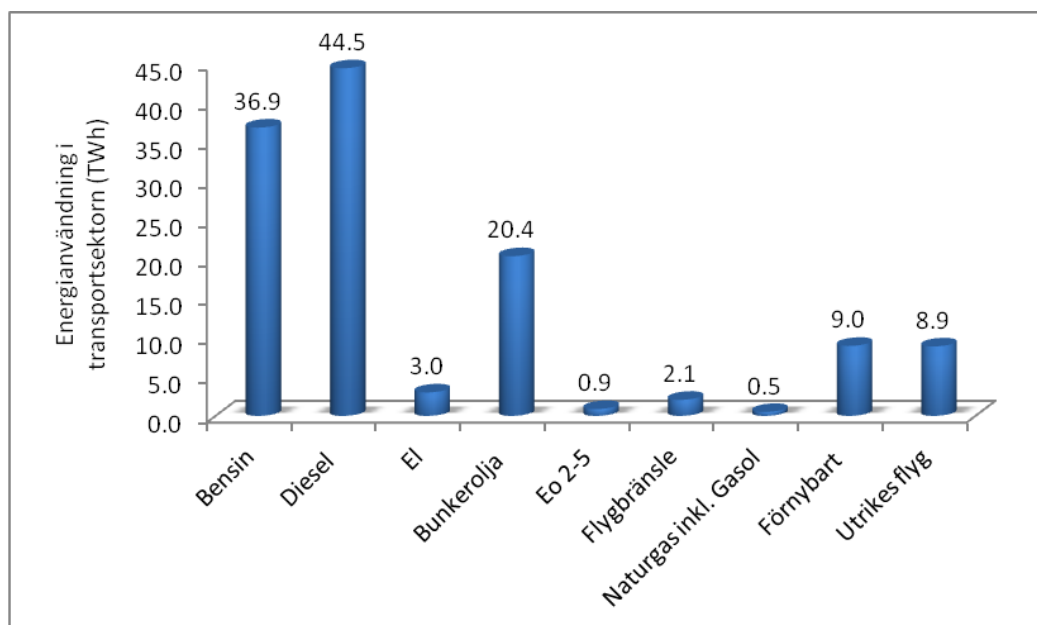


Figur 10. Tillgång av vegetabilisk olja i världen år 2007 och 2027.

I politiken har det sedan flera år tillbaka diskuterats att vi måste utveckla en biobaserad samhällsekonomi där både jordbruket och skogen samarbetar för

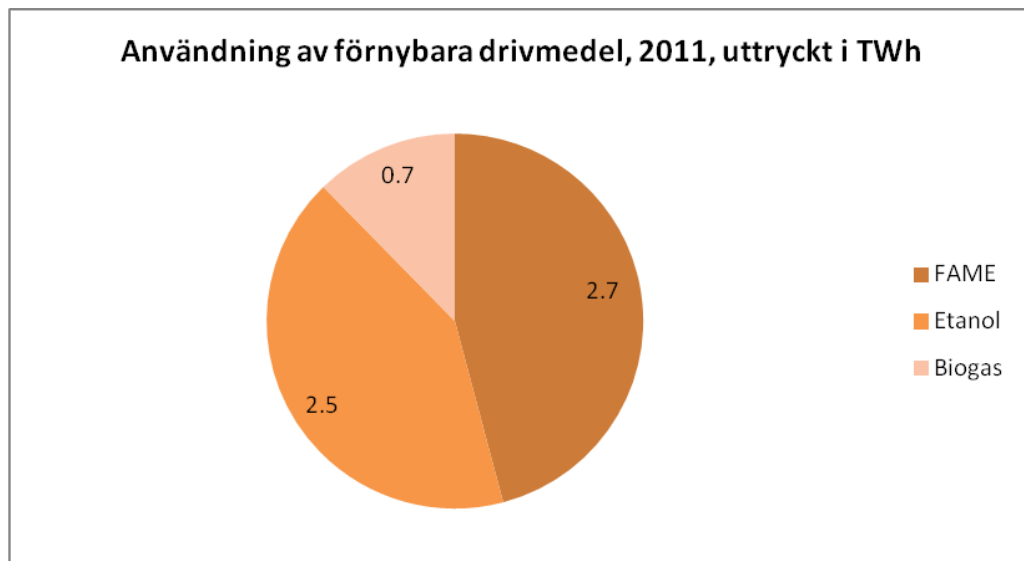
att tillräcklig göra en tillgång av råvaror som annars skulle vara baserad på fossil olja. Möjligheterna som finns för en sådan utveckling är exempelvis odling av åker och nedlagd åkermark med energigrödor och energilövträd i en utsträckning av 300 000 till 500 000 hektar (Bülow och Stymne, 2007b).

Odlingen av energirika oljeväxter har ökat i takt med den ökande förbrukningen av biodrivmedel. Den totala drivmedelsanvändningen i Sverige ökades med 70 % under åren 1970 till 2009. År 2011 var den slutliga energianvändningen i transportsektorn, inklusive utrikes transporter, 123,3 TWh. Figur 11 visar hur stor andel av de olika energikällorna som användes i Sverige via transportsektorn. Mer än 44 TWh energi förbrukades genom förbränning av fossil diesel. Om 5 TWh av olja, diesel eller bensin ersätts med förnybar energi skulle det kunna minska den totala koldioxidemissionen i transportsektorn, som motsvarar 2.0×10^7 ton per år, med 1.1×10^6 ton per år (Agroväst, 2012).



Figur 11. Slutlig energianvändning i transportsektorn, inklusive utrikes transporter år 2011, uttryckt i TWh (Energimyndigheten, 2012a).

De förnybara drivmedlen som användes i transportsektorn 2011, står för ca 9.0 % av den totala energianvändningen. Enligt bioenergiportalen (2011a) ser man en betydlig ökning i användningen av biodrivmedel sedan början av 2000-talet tills idag. Med en andel på 9.0 % förnybara drivmedel har Sverige praktiskt uppnått EU:s mål om att öka andelen förnybara drivmedel till 10 % år 2020. Biodrivmedlen som är kommersiella i Sverige är etanol, biogas och FAME. Det användes 9.0 TWh förnybara drivmedel år 2011, varav 2.7 TWh förbrukades av FAME, 2.5 TWh av etanol och 0.7 TWh av biogas. Fördelningen av biodrivmedlen illustreras även i figur 12.



Figur 12. Användning av förnybara drivmedel, 2010 (Energimyndigheten, 2012a)

Talldiesel kommer i fortsättningen att bidra med ytterligare 1 TWh till den förnyelsebara bränsleandelen. Dock kommer fortfarande lika mycket FAME sättas till denna Evolution Diesel (Preem) som i den oblandat fossila.

Det användes 205 miljoner liter FAME i Sverige år 2009, den dominerade förbrukningen var i form av dieselbränsle med låginblandning av FAME. Av de 205 miljoner liter FAME importerades det från olika ställen i EU ca 50 miljoner liter FAME till Sverige (bioenergiportalen, 2011a).

Den största tillgången av bioolja i Sverige är rapsolja. Sverige kommer i 19:e plats som det största producentlandet i världen. Den svenska produktionen av rapsfrö enligt FAO:s statistik (2010b) var 278 600 ton under 2010. Sandgren et al (2010) säger att 3 ton raps ger 1 ton rapsolja, således producerade Sverige ca 92 867 ton rapsolja år 2010. Rapsolja produktionen i Sverige räcker inte som en primär råvara i de olika användningsområdena om man tar hänsyn till att rapsolja är involverad i livsmedels- och djurfoderproduktion samt används i kosmetisk industri och för energiändamål..

I tabell 3 nedan visas en sammanställning av rapsoljebalansen i Sverige. Differensen mellan tillgången och förbrukningen av rapsolja är lika med 32 tusen ton. Detta är på grund av att värdena är tagna vid olika tidsperioder och inte nödvändigtvis samhöriga, men sammanställningen ska ge en ungefärlig bild över hur flödet av rapsolja ser ut i Sverige.

Tabell 3. Sveriges rapsoljebalans runt 2010.

Tillgång [1000 ton]			Förbrukning [1000 ton]	
Producerat i Sverige	Rapsolja	93	Livsmedel	84
			Biodiesel	182
Importerat	FAME	50		
	Rapsolja	72		
	Rapsfrön (olja)	19		
	Σ	234	Σ	266

I Stenungsund har Perstorpkoncernen byggt Skandinaviens största anläggning för produktion av RME. Anläggningen i Stenungsund producerar 160 000 ton RME per år och deras största kund är Preem. Produktionen av RME började i maj 2007 och anläggningen designades för att tillverka produkter med hög renhet (Perstorp Bioproducts, 2012).

När det gäller produktionen av sojaolja, så är det inte aktuellt här i Sverige. I Europa är Italien den största producenten av sojabönor, med en produktion på 552 500 ton år 2010 (FAOSTAT, 2010c), men enligt Rickard Heu, säljare på Energilotsen, importeras sojabönor främst från USA till Sverige. Sojadiesel är inte vanligt här i Sverige men den marknadsförs i USA med syfte att reducera beroendet av fossil olja från andra länder.

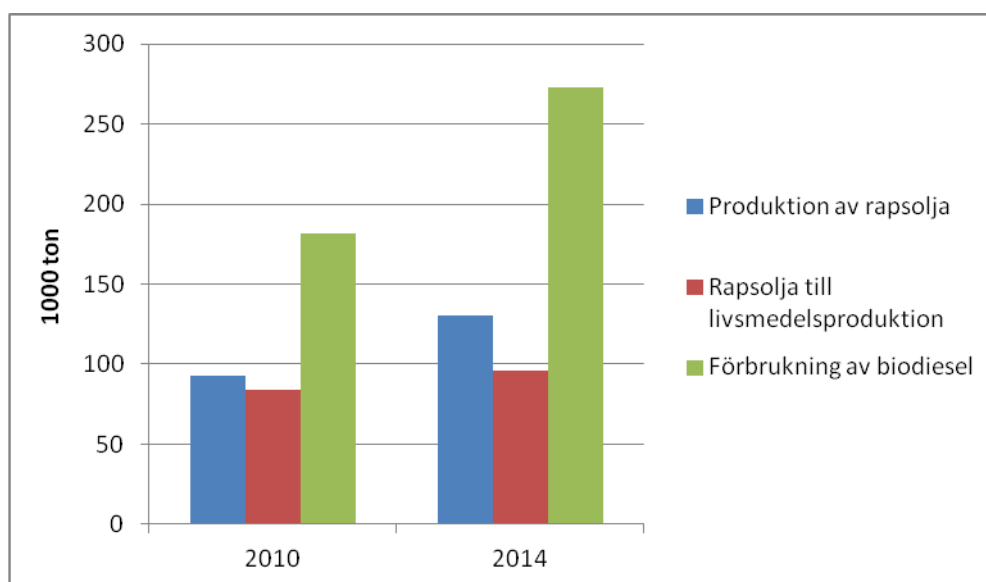
Palmolja tillsammans med sojaolja står för 55 % av världens förbrukning av vegetabiliska oljor (Heu, 2012). Diesel från palmolja är temperaturkänslig och används i mindre omfattning i Sverige, eftersom den inte är lämplig för det skandinaviska klimatet (Dahlman, 2012). Därför är rapsolja den vanligaste oljan som används här i Sverige och därmed är RME det största biodrivmedel som förbrukas här i Sverige.

Det kommer nya krav från regeringen angående andelen biobränsle i fordonstanken. Kravens syfte är att minska koldioxidutsläppen med 600 000 ton per år. Därför kommer regeringen under 2014 att ”införa en kvotplikt som dubblar inblandningen av etanol i bensin och ökar FAME-halten i diesel med 50 procent”(Bengtsson, 2012). Med andra ord, kommer inblandningen av FAME i diesel att öka från 5 % låginblandning till 7.5%. Detta kommer naturligtvis att medföra konsekvenser som till exempel ökad produktion av rapsolja och/eller ökad import av FAME. Enligt finansminister Anders Borg och energiminister Anna-Karin Hatt ska det införas, från och med 2013, en låg skatt på biodrivmedlen som har varit skattefria förut. Borg och Hatt menar också att detta inte kommer leda till en ökning i bränslepriser eftersom skatten på bensin nästa år kommer att

minskas. Ministrarna säger att ”det är angeläget att få fram drivmedel och en fordonspark som är väsentligt mindre beroende av fossila bränslen än i dag”.

Enligt Henrik Strindberg, VD på Svensk Raps AB, används under 5 % av rapsen i Sverige till biodrivmedelsproduktion. De resterande 95 % går till livsmedelsproduktion. För att möta mängden låginblandning av FAME i fordonstanken importeras det en hel del rapsolja i Sverige. Strindberg menar att de inte pressar rapsfröna själva utan importerar färdig rapsolja, huvudsakligen från Skanova i Danmark, som de sedan förestrar här i Sverige. Strindberg anser att de skulle kunna utöka de nuvarande 120 000 hektaren rapsodling med maximalt 40 000 till 50 000 hektar, dvs. produktionskapaciteten kan öka med 33 – 42 %. Han tror att kraven om ökad låginblandning från regeringen kommer att mötas genom en ökad import av rapsolja till Sverige. För närvarande är cirka 95 % (anm. ca 97 % enligt tabell 3) av all låginblandning av RME importerad, säger Henrik Strindberg.

I Figur 13 illustreras den totala produktionen av rapsolja, andelen rapsolja som går till livsmedelsproduktion och förbrukningen av biodiesel i Sverige. Staplarna är sammanställda med hjälp av de insamlade siffrorna för 2010 samt hur mycket dessa siffror tros komma att ökas till 2014 på grund av det nya kravet om en ökad FAME-halt med 50 %. För att beräkna hur stor del rapsolja som går till livsmedelsproduktion antogs det att mängden förbrukad rapsolja per person 2010 är den samma som år 2014. Därmed kommer rapsoljan som går till livsmedelsproduktion att öka från 83 700 ton till 95 710 ton då befolkningen i Sverige beräknas öka till 9 422 200 invånare i 2014 (SCB, 2010).



Fig

ur 13. Total produktion av rapsolja och förbrukning av biodiesel i Sverige år 2010 samt 2014.

5. Miljöpåverkan

Det har debatterats mycket kring hur användningen av biooljor för energiändamål konkurrerar med livsmedelsproduktionen och leder till höjda livsmedelspriser. I detta kapitel kommer några fördelar och nackdelar av biooljeanvändningen att diskuteras.

5.1 Biooljans ursprung

En hållbar användning av biooljor för biodrivmedelsproduktion omfattar inte bara av att slutanvändning sker på ett hållbart sätt, utan enligt energimyndigheten (2012b) betraktas även alla steg i produktionskedjan för att se om biooljan uppfyller hållbarhetskriterierna. Därför är det av stor betydelse att ta hänsyn till biooljans ursprung. För att en bioolja ska klassas som hållbar ska den inte komma från mark eller områden med hög biologisk mångfald. Den ska inte heller bidra till en ökning av utsläppen av växthusgaser.

När det gäller rapsen är det själva odlingen som mest påverkar miljön. Odlingen är också energikrävande eftersom rapsen odlas genom att använda konstgödsel. Konstgödseln bidrar i sin tur till höga koldioxidutsläpp. Man skulle kunna motverka detta genom ekologisk odling och på så sätt minska utsläppen av koldioxid (Sandgren et al, 2010).

Väljer man att titta i ett internationellt perspektiv för att undersöka miljöpåverkan av sojaodlingen, anser man att det är odlingen av sojabönor i Mato Grosso i mellersta Brasilien som mest kritiseras. Där sker en utrotning av vissa arter vilket i sin tur hotar den biologiska mångfalden i området. Det har även lagts märke till att sojaodlingen i området leder till att erosionen av jord och förorening av vatten stiger. En annan påverkan som uppstår och ställer till problem för både människor och miljö är de kemiska bekämpningsmedlen som används. (Sandgren et al, 2010). När det gäller oljepalmodlingens miljöpåverkan är det inte bönderna som betalar det högsta priset utan den tropiska regnskogen.

5.2 Avskogning

Tropisk regnskog har blivit ersatt av oljepalmodling på flera ställen i Asien. På grund av detta fås negativa effekter på miljön samt oönskade konsekvenser för den biologiska mångfalden i områdenas omgivning. En av de negativa konsekvenserna som kan inträffa är t.ex. utbytet av den biologiska mångfalden, som levde i det ursprungliga tropiska regnskogarna, med artfattiga monokulturer. Detta sker på grund av kalhuggning som utförs i syfte för nyplantering. Kalhuggning leder till att inga av de arter som fanns i den ursprungliga tropiska regnskogen överlever. Dessutom påverkar

kalhuggning själva jorden genom exponering, vilket gör jorden känsligare för erosion (WWF, 2012).

För att röja marken brukar man använda den vanliga och uråldriga metoden som går ut på att bränna skog. Enligt världsnaturfonden WWF är det förbjudet att bränna upp skog men trots det pågår bränder på flera ställen fortfarande.. Flera naturskyddsorganisationer befarar att odlingen av oljepalmen ska sträcka sig över stora arealer även i Centralafrika och Sydamerika. Det är inte endast regnskogarna som är hotade utan även den biologiska mångfalden som det nämndes tidigare. Djur som ses som skadedjur eller som har en negativ effekt på oljepalmsplantagerna, jagas och dödas. Det används även bekämpningsmedel och konstgödsel, vilka kan förgifta grund- och ytvattnet.. Lokalbefolkningen har ofta ingen tillgång till annan vattenkälla och på så sätt tvingas de att förbruka vatten med dålig kvalitet.

5.3 Förbättrad levnadsstandard

Planteringen av oljeväxter har även en positiv sida som t.ex. oljepalmen. Oljepalmsplantagerna har resulterat i ett högre levnadsstandard för miljontals människor i Asien. Även om många i västländerna är medvetna om att orangutanger, tigrar och tusentals andra arter i södra Asien är hotade av oljepalmsplantagerna; kan de inte bortse ifrån att många människor har fått ett bättre liv och en större chans att bygga tegelhus samt köpa motorcyklar och mobiltelefoner. Det som driver den enorma skövlingen av regnskogen är den stora avkastningen av palmolja man får per hektar odlad oljepalm. ”Ett hektar oljepalmer kan ge en skörd på upp till fem ton ren palmolja – motsvarande 6000 liter – per år”. Vissa i västländerna har jobbat för att få människor att bojkotta samtliga produkter som består av palmolja (Johansson, 2012). Men Olle Forshed som är ansvarig för tropikskogsfrågor på svenska Världsnaturfonden (WWF) menar att bojkotten inte skulle ge den önskade effekten, eftersom den stora marknaden är väletablerad i Asien.

5.4 Koldioxidutsläpp

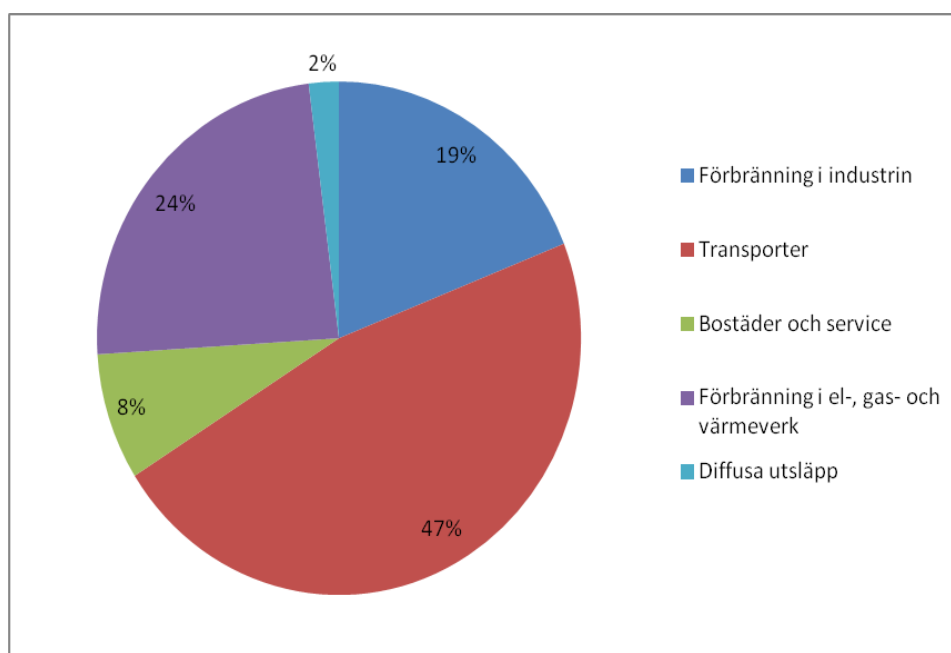
Vi behöver energikällor som leder till minskade koldioxidutsläpp. Den globala användningen av den fossila oljan har ökat med mer än 50 procent sedan 1990. Samtidigt har transporternas emissioner inom den europeiska unionen stigit med 33 %. Vägtransporter utgör den största andelen av utsläppen och står för 70 % av transportsektorns utsläpp inom EU. I Sverige har vägtransporterna resulterat i en ökning av utsläppen med 15 %, räknat från 1990 till 2010. I det svenska samhället står vägtransporterna för två tredjedelar av de totala utsläppen från transportsektorn med utrikes sjöfart och flyg inräknat (Johansson och Eklöf, 2012).

År 2009 var energisektorns utsläpp av koldioxid i Sverige 42 625 tusen ton, se tabell 4. Totalt utgjorde transporter för 20 160 tusen ton, vilket motsvarar ca 47 %. Figur 14 illustrerar fördelning av de olika källorna som bidrar till koldioxidutsläppen i Sverige (Energimyndigheten, 2012b).

Tabell 4. Utsläpp av CO₂ i Sverige 2009, uttryckt i 1000 ton

Förbränning i industrin	8 237
Transporter	20 160
Bostäder och service	3 311
Förbränning i el-, gas- och värmeverk	10 005
Diffusa utsläpp	912
Total utsläpp i energisektorn	42 625

Från figur 14 kan man direkt konstatera att transporter står för nästan hälften av energisektorns totala koldioxidutsläpp. Därför är det av stor vikt att börja öka användningen av förnybara energikällor i transportsektorn (Energimyndigheten, 2012b).



Figur 14. Procentuell fördelning av CO₂ utsläpp i Sveriges energisektor. (Energimyndigheten, 2012b).

Å andra sidan, är en ökad användning av förnybara energikällor, som t.ex. bioljor och biodrivmedel, inte en självklar lösning till minskat

koldioxidutsläpp. Vissa biooljor ger upphov till en ökad mängd utsläpp av CO₂ i atmosfären, se avsnittet 5.2 för mer information.

5.5 Koldioxidneutralitet

Begreppet koldioxidneutralitet används ofta i biobränslesammanhang och innebär att exempelvis användningen av biooljor inte ger extra utsläpp av koldioxid till atmosfären. Detta på grund av att koldioxiden tidigare har tagits upp från luften och bundits in i växten. Så är det emellertid inte alltid, utan vissa biooljor ger upphov till ett ökat koldioxidutsläpp beroende på hur dessa biooljor har odlats eller framställts. Ett exempel på en sådan bioolja är palmolja. Danielsen et al (2009) har forskat kring effekten på koldioxidutsläppen utifrån odlingen och förbrukningen av palmolja och jämförde det med framställningen och användningen av fossil olja. Forskarna har beräknat tiden det tar innan en märkbar minskning av koldioxidutsläpp uppnås genom att ersätta fossiloljeanvändningen med palmolja och uppskattat det till 75 – 93 år. Orsaken till detta är att stora mängder koldioxid frigörs när man bränner upp skog för att ersätta den med oljepalm.

5.6 Övriga utsläpp

Flera studier har genomförts av många europeiska institut med syfte att undersöka skillnader i avgasemissioner mellan biodiesel, RME, och konventionell diesel. I alla studier poängteras att det inte tillförs atmosfären något nettotillskott av koldioxid eftersom koldoxiddmängden som släpps ut vid förbränning redan, i samband med rapsodlingen, har tagits upp från luften (Oilpress, 2012). Om man väljer att inte enbart räkna med odlingen utan även transporterna, kommer den totala emissionsbalansen att förändras. Enligt Bioenergiportalen får man mindre emissioner av koldioxid och sotpartiklar, men man får räkna med högre utsläpp av kväveoxider. Brandin (2012) säger att automotiva dieselmotorer inte har någon kväveoxidrening. Tekniken finns, men har inte införts ännu.

”Hur stor minskningen av växthusgaser blir om dieselolja ersätts med RME finns det olika uppgifter om. De flesta studier visar på en halvering av mängden växthusgaser. Man tar då hänsyn till hela livscykeln – från odling av rapsen till förbränning i motorn” (Bioenergiportalen, 2011b).

5.7 Hållbarhetskriterier

Eftersom biodrivmedel framställs från olika energigrödor, odlade på många olika sätt och platser, uppstår det flera frågetecken om bränslets miljömässiga hållbarhet. ”Lagen om hållbarhetskriterier ska säkerställa att biodrivmedel och flytande biobränslen som används i Sverige uppfyller

vissa krav på hållbarhet”. Några exempel på biobränslen som omfattas av lagen är bioolja till fordonsdrift, biogas och etanol. Dessa biobränslen är hållbara om de inte har bidragit till en ökning av koldioxidutsläppen samt att de inte har förstört eller negativt påverkat miljöer med höga biologiska värden. Energimyndigheten kräver även att aktörer som är rapporteringsskyldiga ska säkerställa, genom ett kontrollsystem, att de flytande biobränslen och biodrivmedel som används i Sverige är miljömässigt hållbara (Energimyndigheten, 2012b).

6. Diskussion

Biooljor och biodrivmedel tillverkade av biooljor har blivit accepterade biobrännslor och blir alltmer vanliga i samhället. Arbetet visar att framförallt RME är det biooljebaserade drivmedel som tycks ha den största potentialen att användas här i Sverige. Biodrivmedlen har en avgörande effekt i transportsektorns totala koldioxidutsläpp. Även om det är små volymer, eller få procent, av ett drivmedelspaket som är förnybara, så har det visat sig att genom att öka låginblandning med 50 % av FAME och fördubbla etanolen i respektive diesel och bensin, leder detta till en minskning av koldioxidutsläppen med 600 000 ton per år. Detta motsvarar en minskning på cirka 3 procent av de totala koldioxidutsläppen via transportsektorn.

Frågan som uppstår är hur mycket vi verkligen kan öka produktionen av vegetabiliska oljor och biodrivmedel för att ersätta den fossila oljan. Om man tänker på de begränsade arealer av odlingsmark som vi har på jorden kommer man fram till att produktionen av biooljor kommer kanske inte att ökas speciellt mycket. Olika oljeväxter och energigrödor behöver olika mark som är lämpliga för deras odling. Odlingen av raps till exempel behöver en mullrik lerjord med mycket kväve och för att det inte ska ske någon erosion av marken, flyttas odlingen av rapsen till en annan mark varje år.

I EU satsar man på att öka andelen förnyelsebara drivmedel upp till 10 % till 2020. I så fall sker en ökning av användningen av biooljor och biodrivmedel i EU. Detta kommer i sin tur att leda till att EU:s import av vegetabiliska oljor stiger. Om EU förbrukar större andel av de tillgängliga biooljerna än vad de är berättigade till, enligt den genomsnittliga tillgången, så kommer detta i sin tur att medföra att andra länder utanför EU inte har möjligheten att minska sin förbrukning av fossila brännslor med hjälp av biooljor. Detta på grund av att den totala tillgängliga mängden bioolja täcker endast 3 % av världens fossiloljeförbrukning och att majoriteten av denna olja (85 %, 2007) går till livsmedelsförbrukning. Det är möjligt att EU ökar låginblandningen av FAME i fordonstanken och därmed minskar koldioxidutsläppen samt klimatpåverkan, men detta kommer att förstöra koldioxidbalansen i andra länder utanför EU eftersom det kommer bli brist på biobrännslor i dessa länder då de har exporterat sina resurser av bioolja och biodrivmedel.

I Sverige är inte personbilar med dieselmotorer dominerande på samma sätt som i till exempel Frankrike och Belgien, därför är det i transportsektorn mest lastbilar och tunga transporter som kan ha fördel av att använda biodiesel. Å andra sidan, om fler och fler personer i samhället väljer att köra med dieseldrivna bilar kommer efterfrågan på biodiesel att öka. Detta medför att marknaden kommer att satsa mer på att göra RME mer tillgänglig. Enligt Henrik Strindberg, VD på Svensk raps AB, kommer de nya kraven, om en ökad låginblandning, från regeringen att mötas genom en

ökad import av rapsolja till Sverige. Miljöpartiets ekonomisk-politiska talesperson, Per Bolund tycker däremot att de nya kraven till 2014 är ”för litet och kommer för sent”. Bolund menar att möjligheten för att öka låginblandningen har funnits i flera år eftersom det ha existerat en öppning i EU-reglerna om ökandet av låginblandningen.

Det är en stor och spännande utmaning att fördubbla andelen etanol i bensin och öka FAME-halten med 50 %. Ifall alla EU länder väljer att öka sin inblandning kommer detta leda till ökade priser av rapsolja. På sikt är det risk att livsmedelsindustrin kommer att ersätta rapsoljan med soja- och palmolja. Dessa biooljor har stor miljöpåverkan, därför kommer en ökad användning av soja- och palmolja kommer inte att betraktas som miljömässigt hållbar.

Det har nämligen visat sig att alla biooljor inte är koldioxidneutrala, till exempel palmolja. Det skulle ta 75 till 93 år för att en märkbar minskning av koldioxidutsläpp skulle uppnås, enligt Danielsen et al (2009). Detta betyder att det är bättre för atmosfären och den biologiska mångfalden att låta regnskogen kvar istället för att bränna upp den, och därmed frigöra det bundna koldioxiden i träden och utrota flera hundratals djur- och växtarter från sitt naturliga habitat.. Användningen av andra biooljor och biodrivmedel i EU kanske minskar utsläppen av växthusgaser på lokal och regional nivå, men kommer att bidra till att koldioxidbalansen förändras i andra länder och därmed har vi inte löst problemet globalt.

Det är stora förväntningarna på att biooljor och biodrivmedel ska bidra till en miljövänligare energiförsörjning samt att de ska lösa problemen med utsläppen av koldioxid och andra växthusgaser. Biooljor har inte möjligheten att täcka en större del av bränslebehovet. Den totala globala produktionen av vegetabiliska oljor kan ses som en väldigt stor mängd, 125 miljoner ton per år, men det motsvarar, enligt Bülow och Stymne (2007), mindre än 3 % av den årliga användningen av fossil olja och cirka 6 % av den globala drivmedelsförbrukningen. I dag används dock merparten till livsmedel och tidigast om tjugo år kommer produktionen av biooljor ha ökat så mycket att överskottet täcker 5-6 % av dieselanvändningen på 2007 års nivå. Detta innebär att vi satsar på att täcka en liten procentuell andel av det totala drivmedelsbehovet. Därför är det kanske klokare och lönsammare att använda biooljor i andra användningsområden än för energiändamål. Sådana användningsområden kan exempelvis vara kemikalie- och materialindustrin. Där man fortfarande förbrukar en del fossil olja i tillverkningsprocesserna.

I stället för import av biooljor och biodrivmedel från utlandet är det kanske klokare att investera i biogasteknik, genom rötning av matavfall, och på så sätt minska avfallsmängden samtidigt som man producerar ett miljömässigt hållbart drivmedel. För en hållbar användning av biooljor skulle man även kunna använda biooljor som är restprodukter och biprodukter vid produktionen av till exempel livsmedelsprodukter. På vissa platser sker en

organiserad insamling av t.ex. förbrukad fritureolja. Bidraget som kan erhållas med denna typ av åtgärder är nog försvinnande lågt.

Etanol är också ett alternativ på förnybara drivmedel som inte har studerats i detta arbete. Det behövs en detaljerad studie för att kunna dra slutsatsen om etanol är lönsammare och mer uthållig att använda som biodrivmedel än bioolja eller inte.

7. Slutsatser

- ❖ Rapsolja är den mest dominerande biooljan för drivmedelsproduktion i den svenska marknaden. Det pågår även en kraftig ökning av användningen av tallolja för biodieselproduktion i Sverige.
- ❖ Biooljor har inte möjligheten, varken i Sverige eller hela världen, att täcka en större del av bränslebehovet, utan endast en begränsad del.
- ❖ Produktionen av biooljor kan inte ökas speciellt mycket i Sverige, och troligtvis inte heller globalt, eftersom det behövs tillgängliga arealer och lämplig mark för odling.
- ❖ Ökar andelen importerad bioolja till EU kan detta komma att hindra andra länder utanför EU att minska sin fossila oljeanvändning.
- ❖ Vi bör tänka globalt och agera lokalt för att lösa problemet med koldioxidutsläppen. Det saknas en global överenskommelse där man arbetar mot minskat CO₂-utsläpp.
- ❖ Vissa biooljor kan leda till en ökad mängd av koldioxidutsläppen.
- ❖ Biodrivmedelet RME har visat sig vara bättre än fossil diesel när det gäller alla emissioner till atmosfären, förutom kväveoxider. På grund av att det inte finns någon effektiv rening som används idag.
- ❖ Triglycerider kan användas i andra användningsområden som t.ex. kemiindustrin, istället för energiändamål.

8. Referenser

- Agroväst, <http://www.agrovast.se/?p=10409&m=2821>, 2012-04-22
- Bengtsson T., <http://www.dn.se/nyheter/politik/krav-pa-mer-biobransle-i-tanken>, 2012-05-09
- Bioenergiportalen,(2011a), <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1443>, 2012-04-23
- Bioenergiportalen, (2011b), <http://bioenergiportalen.se/?p=1450&m=923>, 2012-05-19
- Bodin F. och Gideskog A.,(2010),
http://stud.epsilon.slu.se/1351/1/bodin_et_al_100616.pdf, 2012-05-19
- Brandin J., Hulteberg C., Nilsson A., (2008), *Bio-Propane from glycerol for biogas addition*, Svenskt Gastekniskt Center, rapport SGC 198
- Brandin J., Docent, Linnéuniversitetet, e-postkontakt, 2012-05-24
- Bülow L. och Stymne S., (2007a), *Bioenergi – till vad och hur mycker?*, Formas Fokuserar, Stockholm, sid. 277
- Bülow L. och Stymne S., (2007b), *Bioenergi – till vad och hur mycker?*, Formas Fokuserar, Stockholm, sid. 275
- Dahlman L., vice VD, SveBio, e-postkontakt, 2012-04-09
- Danielsen, F, Beukema, H, Burgess, N, Parish, F, Brühl, C, Donald, P, Murdiyarso, D, Phalan, B, Reijnders, L, Struebig, M, & Fitzherbert, E. (2009), *Biofuel Plantations on Forested Lands: Double Jeopardy for Biodiversity and Climate*, Conservation Biology, 23, 2, pp. 348-358.
- Earthfirstnews, oljepalm,
<http://earthfirstnews.wordpress.com/2012/04/09/palm-oil-found-in-50-of-grocery-store-goods-5-2/>, 2012-05-21
- Energilotsen AB, <http://www.energilotsen.se/energi/affarsomr.html>, 2012-04-02
- Energimyndigheten, (2012a),
<http://energimyndigheten.se/sv/Statistik/Transportsektorns-energianvandning/>, 2012-06-07
- Energimyndigheten, (2012b),
<http://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Energil%C3%A4get/Energil%C3%A4get%20i%20siffror%202011.pdf>, 2012-03-28

- Energimyndigheten, (2012b), <http://energimyndigheten.se/hbk>, 2012-05-04
- Eriksson, L., & Rehnlund, B. (2008), *RME – En översiktlig genomgång*, Ecotraffic, Stockholm
- Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/introduction>, 2012-03-28
- Flutetankar, <http://flutetankar.blogspot.se/2012/03/sveriges-livsmedelimport.html>, 2012-05-23
- Food and Agriculture Organization of United Nation, (2010a), *Countries by commodity – Palm oil*, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, 2012-04-09
- Food and Agriculture Organization of United Nation, (2010b), *Countries by commodity – Rapeseeds*, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, 2012-04-10
- Food and Agriculture Organization of United Nation, (2010c), *Countries by commodity – Soybeans* <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, 2012-04-10
- Hansén P. och Pettersson O., (2008), <http://www.jti.se/uploads/jti/Uppdragsrapport-RME.pdf>, 2012-04-13
- Heu R., Säljare, Energilotsen, e-postkontakt, 2012-03-29
- Hulteberg C., Brandin J., Leveau A., (2010), *Green LPG*, Svenskt Gastekniskt Center, rapport SGC 222
- IEA, (2007), <http://www.iea.org/techno/essentials2.pdf>, 2012-05-19
- IEA, (2011), http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf, 2012-05-20
- Johansson H. och Eklöf H., (2012), Trafikverket, http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/Trafikverket_Alternativa_malbilder.pdf 2012-04-28
- Johansson R. , (2012), *Oljepalmen- Naturvänners fasa folkets favorit*, Sydsvenskan, 2012-03-01
- Knothe, G., (2005), *Fuel properties*, The Biodiesel Handbook, AOCS Press

Lantmännen,(2010),http://lantmannen.com/Global/lantmannen_com/Press%20och%20media/Publikationer/Ekonomiska%20rapporter/HR2010%20sv.pdf, 2012-06-05

Mendes A., (2011), *Production of biodiesel from corn oil and ethanol by homogeneous alkali catalyzed transesterification*, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, Sverige

Nyteknik,http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/bioenergi/article3103968.ece, 2012-05-19

Oilpress,<http://www.oilpress.com/raps-information.htm#10>. Miljöpåverkan, 2012-04-05

Perstorps Bioproducts,
<http://www.perstorpbioproducts.com/WhyPerstorp/Facilities.aspx>, 2012-05-13

Rönberg, P., (2009) <http://www.iva.se/IVA-Aktuellt/IVA-aktuellt-artiklar/All-biodiesel-ar-inte-gron/> 2012-05-19

Sager A., Abrahamsson K, Gulliksson H., Berglin O., (2008), *Biooljor och andra flytande biobränslen för uppvärmning*, Energikontor sydost, Växjö

Sandgren A., Ekdahl E., Sernhed K., Lindström E., (2010), *Flytande biobränslen för el- och värmeproduktion*, värmeforsk, Stockholm

SCB,http://www.scb.se/Statistik/BE/BE0401/2010I60/BE0401_2010I60_SM_BE18SM1001.pdf, 2012-06-04

Schroederbiofuels, <http://www.schroederbiofuels.com/>, 2012-05-20

Scott Bauer, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Soybeanvarieties.jpg>, 2012-05-20

Shenet (2012a), <http://www.shenet.se/vaxter/raps.html>, 2012-04-04

Shenet (2012b), <http://www.shenet.se/vaxter/soja.html>, 2012-04-06

Shenet (2012c), <http://www.shenet.se/vaxter/oljepalm.html>, 2012-04-07

Shenet (2012d), <http://www.shenet.se/ravaror/majsolja.html>, 2012-05-17

Sims, R. (2002a) *The Brilliance of Bioenergy – in business and in practice*, James and James Ltd, UK, sid. 218

Sims, R. (2002b) *The Brilliance of Bioenergy – in business and in practice*, James and James Ltd, UK, sid. 220

Sims, R. (2002c) *The Brilliance of Bioenergy – in business and in practice*, James and James Ltd, UK, sid. 217

Sims, R. (2002d) *The Brilliance of Bioenergy – in business and in practice*, James and James Ltd, UK, sid. 219

Skogsaktuellt, <http://www.skogsaktuellt.se/?p=34008&pt=108&m=1422>, 2012-06-04

Smith, Donald A. "Triglycerides." *Encyclopedia of Public Health*. Ed. Lester Breslow. Vol. 4. New York: Macmillan Reference USA, 2002. 1225.

Strindberg H., VD, Svensk raps AB, telefonintervju, 2012-05-21

SunPine, http://www.sunpine.se/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=54, 2012-04-12

Tengnäs B. och Svedén E.,(2002), *Palmoljan – Var kommer den från och var tar den vägen?*, En redovisning för WWF Sverige

United States Department of Agriculture, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Canola.jpg>, 2012-05-19

WWF, <http://www.wwf.se/source.php/1119527/wwf-1078459-1.pdf>, 2012-04-10

9. Bilagor

Bilaga 1: Secifikation för biodrivmedlet FAME samt de relaterade europeiska standarder för FAMEs egenskaper.

BILAGA 1: Secifikation för biodrivmedlet FAME samt de relaterade europeiska standarder för FAMEs egenskaper.

Property	Units	lower limit	upper limit	Test-Method
Ester content	% (m/m)	96,5	-	EN 14103
Density at 15°C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 / EN ISO 12185.
Viscosity at 40°C	mm ² /s	3,5	5,0	EN ISO 3104
Flash point	°C	> 101	-	EN ISO 2719 / EN ISO 3679.
Sulfur content	mg/kg	-	10	- EN ISO 20846 / EN ISO 20884.
Carbon residue remnant (at 10% distillation remnant)	% (m/m)	-	0,3	EN ISO 10370
Cetane number	-	51,0	-	EN ISO 5165
Sulfated ash content	% (m/m)	-	0,02	ISO 3987
Water content	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Total contamination	mg/kg	-	24	EN 12662
Copper band corrosion (3 hours at 50 °C)	rating	Class 1	Class 1	EN ISO 2160
Oxidation stability, 110°C	hours	6	-	prEN 15751 / EN 14112
Acid value	mg KOH/g	-	0,5	EN 14104
Iodine value	-	-	120	EN 14111
Linolenic Acid Methylester	% (m/m)	-	12	EN 14103
Polyunsaturated (>= 4 Double bonds) Methylester	% (m/m)	-	1	EN 14103
Methanol content	% (m/m)	-	0,2	EN 14110I
Monoglyceride content	% (m/m)	-	0,8	EN 14105
Diglyceride content	% (m/m)	-	0,2	EN 14105
Triglyceride content	% (m/m)	-	0,2	EN 14105
Free Glycerine	% (m/m)	-	0,02	EN 14105 / EN 14106
Total Glycerine	% (m/m)	-	0,25	EN 14105
Group I metals (Na+K)	mg/kg	-	5	EN 14108 / EN 14109 / EN 14538
Group II metals (Ca+Mg)	mg/kg	-	5	EN 14538
Phosphorus content	mg/kg	-	4	EN14107

Lnu.se

Institutionen för teknik

351 95 Växjö

tel 0772-28 80 00, fax 0470-76 85 40