



Biodiesel, framtid och möjligheter på Island

Sæunn Ósk Unnsteinsdóttir

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
SUAS, Swedish University of Agricultural Sciences
Institutionen för energi och teknik
Department of Energy and technology

Svensk titel: Biodiesel, framtid och möjligheter på Island

Engelsk titel: Biodiesel, future and opportunities in Iceland

Författare: Sæunn Ósk Unnsteinsdóttir

Handledare: Serina Ahlgren

Examinator: Åke Nordberg

Antal HP: 15.0 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i miljövetenskap - kandidatarbete

Kurskod: EX0688

Program: Miljövetenskap

Seriens namn: Examensarbete: 2013:03

ISSN 1654-9392

Omslagsbild: Hildur Ísdal

Uppsala 2013

Nyckelord: Biodiesel, Biodieselproduktion, Island,

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att studera möjligheter och utmaningar för framtida biodieselproduktion på Island. Island ska enligt EU direktiv 2009/28/EG om förnybara energikällor uppfylla målet att 10 % av den totala energin i transportsektorn ska komma från förnybara energikällor år 2020. Idag ligger andelen förnybara drivmedel i transportsektorn på 0.35 %. Island har lagt fram ett policydokument om att 10 % -målet även gäller för fiskindustri, som står för en stor del av den totala oljeanvändningen på Island.

Metoden i projektet har huvudsakligen varit litteraturstudier samt några intervjuer.

Projektet visar att det finns goda möjligheter att öka biodieselproduktionen på Island och även nå 10 % -målet under förutsättning att tillgången på lämpliga råvaror ökar. Enligt grova beräkningar i denna rapport kan inhemsk biodieselproduktion uppgå till 3,2 % av den totala oljeimporten år 2030. Potentiella råvaror för biodieselproduktion är grödor, fetter samt oljerikt avfall.

En slutsats av projektet är att Island inte bör fortsätta att satsa på odling av mat- och foderbaserande grödor, som t.ex. raps, för biodieselproduktion om förslag till förändringar av EU-direktivet, bland annat rörande markanvändning (iLUC), går igenom. Sådan odling beräknas nämligen ge större växthusgasutsläpp än fossil diesel. Därför bör tillgången på råvaror, som enligt EU-direktiven får dubbelräkna sitt energiinnehåll förbättras, t.ex. icke mat- och foderbaserande grödor, fetter och oljerikt avfall samt alger. Island fokuserar nu mest på odling av raps men skulle även kunna fokusera mer på odling av så kallade energigrödor d.v.s. grödor som är rika på lignocellulosa och som inte är mat- och foderbaserande. Dessa möjligheter bör uppmärksammas mer och är intressanta i kombination med revegetation samt att det idag finns obrukad mark på Island som om skulle kunna användas för sådan odling. Regelverk för avfallshantering behöver skärpas för att animaliska fetter och annat oljerikt avfall lättare ska kunna samlas in.

En iakttagelse som gjorts i projektet är att man på Island använder förnybar metanol vid biodieselproduktion till skillnad från i Sverige där man huvudsakligen använder fossil metanol.

Det är angeläget att politiska beslut på bioenergiområdet fattas så snart som möjligt på Island som en följd av EU:s direktiv.

Abstract

The aim of the project is to study the possibilities and challenges for future biodiesel production in Iceland. According to EU Directive 2009/28/EC on Renewable Energy Iceland has to fulfil the target that 10% of the fuels in the transport sector will be renewable by 2020. Today the rate of renewable fuels in the transport sector is 0.35 %. Iceland has stated in a policy document that the 10% target will apply to the fish industry as well, which is consuming a great part of the total oil supply in Iceland.

The methods used in this project are mostly literature studies and a few interviews.

It is concluded in this report that there are good possibilities to increase the biodiesel production in Iceland and also to reach the 10% target on the condition that the supply of appropriate raw material increases. According to rough estimations in this project the domestic biodiesel production can reach ca. 3.2 % of the total imported oil in 2030. The potential raw material for biodiesel production is crops, fats and oil waste.

The conclusion of the report is that Iceland should not continue to focus on cultivation of crops for food and feed, e.g. rapeseed, for biodiesel production if the proposed amendments to the EU Directive, among other things concerning indirect Land Use Change (iLUC), will be adopted. This kind of cultivation is namely supposed to increase the green house gas emissions (GHG) more than fossil fuels. Therefore the supply of raw material, whose energy contents can be counted twice according to the EU Directive, must increase and improve, e.g. non food- and feed crops, fats, oil waste and residues and algae. Today Iceland concentrates mostly on cultivation of rapeseeds but should even focus more on energy crops e.g. lingo-cellulosic crops and non food- and feed based crops. These possibilities should be more in focus and are interesting in combination with revegetation and the fact that there is uncultivated soil in Iceland that could be used for that kind of cultivation. Regulations for waste management need to be intensified to make it easier to collect animal fats and other kinds of oil waste.

It has furthermore been observed in this project that renewable methanol is used in biodiesel production in Iceland in contrast to Sweden where fossil methanol is used for the most part.

It is urgent that political decisions in the bioenergy field in Iceland will be made as soon as possible as a consequence of the EU Directive.

Ágrip

Markmiðið með ritgerðinni er að kanna framtíðarmöguleika og hugsanlegar hindranir í framleiðslu lífdísils á Íslandi. Ritgerðin er aðallega byggð á heimildum en einnig voru tekin nokkur viðtöl.

Ísland er skuldbundið til að uppfylla markmið tilskipunar 2009/28/EB um endurnýtanlega orkugjafa sem kveður á um að 10 % af heildarorkunotkun í samgöngum komi frá endurnýtanlegum orkugjöfum árið 2020. Í dag er hlutfall endurnýtanlegra orkugjafa í samgöngum á Íslandi aðeins 0.35 %. Ísland hefur lagt fram stefnuskjal þar sem segir að 10 % markmiðið muni einnig eiga við um fiskiðnaðinn sem nýtir stóran hluta af innfluttri olíu á Íslandi.

Ritgerðin leiðir í ljós að það er vel mögulegt að auka lífdísilframleiðslu á Íslandi og jafnvel að ná fyrrgreindu 10 % markmiði ef aðgengi að þeim hrávörum sem þarf við framleiðsluna eykst. Samkvæmt grófum útreikningum getur innlend lífdísilframleiðsla náð 3.2 % af heildarmagni innfluttrar olíu árið 2030. Þær hrávörur sem munu nýtast við slíka framleiðslu eru plöntur, feiti og aðrir olíuríkir afgangar.

Ein af niðurstöðum ritgerðarinnar er að Ísland ætti ekki að leggja áherslu á að rækta plöntur til lífdísilframleiðslu sem nýst geta til matvæla- og fóðurframleiðslu, eins og repju, verði breytingartillaga við tilskipun Evrópusambandsins samþykkt, sem m.a. varðar breytta jarðvegsnotkun (iLUC). Slík ræktun mun samkvæmt breytingartillögunni valda meiri losun gróðurhúsalofttegunda en venjuleg dísilolía. Vegna þessa ber að bæta aðgengi að hrávörum sem má tvöfalda orkuinnihald á, skv. tilskipuninni. Má þar nefna t.d. plöntur sem ekki nýtast fyrir matvæla- og fóðurframleiðslu, feiti aðra olíuríka afganga og þörungna. Ísland leggur nú mesta áherslu á að rækta repju en ætti frekar að leggja áherslu á að rækta svokallaðar orkuplöntur sem eru ríkar af lignin og sellulósa, þ.e.a.s. plöntur sem ekki geta nýst við matvæla- og fóðurframleiðslu. Þessir möguleikar eru allrar athygli verðir og er spennandi að skoða þá í samhengi við landgræðslu og einnig landsvæði sem ekki eru nytjuð og gætu nýst fyrir þessa ræktun. Lagamma skortir hins vegar um umhirðu á afgangum svo að nauðsynlegt magn af feiti og öðrum olíuríkum afgangum safnist saman. Vert er að benda á þá staðreynd að við lífdísilframleiðslu á Íslandi notast endurnýjanlegt metanól en í Svíþjóð notast mest óendurnýjalegt metanól.

Mikilvægt er að sem fyrst verði tekin pólitísk ákvörðun um lífdísilframleiðslu á Íslandi í samræmi við fyrrgreinda tilskipun ESB.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	4
Tabellförteckning	6
Figurförteckning	7
Förkortningar	8
1 Inledning	10
1.1 Syfte	11
1.2 Metod	11
2 Biodiesel ett förnybart drivmedel	12
2.1 Råvaror	12
2.2 Typer av biodiesel och tillverkningsprocesser	14
2.3 Beräkningar av utsläpp	16
3 Biodieselanvändning på Island	18
3.1 Typer av biodiesel och tillverkningsprocesser	19
3.2 Biodieselproduktion	20
3.3 Råvaror	22
3.4 Odlingspotential	22
3.5 Potential för biodieselproduktion till 2030	23
4 Biodieselanvändning i Sverige	25
5 Lagstiftning	26
5.1 EU-direktiv 2009/30/EG om bränslekvalitet	26
5.2 EU-direktiv 2009/28/EG om förnybara energikällor	27
5.3 Förslag om ändring i EU-direktiven	28
5.3.1 Direkt och indirekt markanvändning (iLUC och dLUC)	29
5.3.2 Förslag om förändringar av EU-direktiv 2009/30/EG (COM 595)	30
5.3.3 Förslag om förändringar av EU-direktiv 2009/28/EG (COM 595)	31
6 Isländsk lagstiftning om förnybara drivmedel	33
7 Analys och slutsatser	35
Referenslista	37

Tabellförteckning

Tabell 1. Biodieselproduktion uppdelat upp i generationer, råvaror, tillverkningsprocess och benämning.	13
Tabell 2. Insatsvaror som användas vid produktion av fettsyrametylestrar (FAME) och deras slutprodukter (efter reaktionen) i %.	14
Tabell 3. Biodieselproduktionen enligt Lífeldsneytis-projektet delat i generationer, råvaror, tillverkningsprocesser och benämning.	20
Tabell 4. Företagen som producerar biodiesel på Island år 2013.	21
Tabell 5. Potential biodieselproduktion på Island fram till år 2030.	23
Tabell 6. Totala beräkningar av växthusgaspåverkan av biodrivmedel under hela livscykeln, inklusive odling, bearbetning, transport och distribution.	27
Tabell 7. Beräknade utsläpp som orsakas genom iLUC och som ska tilläggas vid tidigare beräknade utsläpp.	30
Tabell 8. Totala beräkningar av växthusgaspåverkan av biodrivmedel under hela livscykeln, inklusive odling, bearbetning, transport och distribution i %.	31
Tabell 9. Råvaror som kan beräknas som två till fyra gånger sitt energiinnehåll.	32

Figurförteckning

<i>Figur 1. Biodiesel med hela kedjan hur LCA beräknas</i>	16
<i>Figur 2. Allokering enligt LCA</i>	17

Förkortningar

- Bio-DME** Dimetyleter från biomassa eller annat organiskt material
- BTL** Biomass to Liquid
- CO_{2ekv}** Koldioxidekvivalenter
- CTL** Coal to Liquid
- dLUC** Direkt ändrad markanvändning (Direct Land Use Change)
- DME** Dimetyleter, baserat på metanol
- FAEE** Fettsyraetyleter (Fatty Acid Ethyl Esther)
- FAME** Fettsyrametylestrar (Fatty Acid Methyl Esther)
- FQD** Direktiv om bränslekvalitet (Fuel Quality Direktive)
- FT** Fischer-Tropsch
- GTL** Gas to Liquid
- HVO** Hydrerade Vegetabiliska Oljor (Hydrogenerated Vegetable Oils)
- iLUC** Indirekt ändrad markanvändning (Indirect Land Use Change)
- NExBTL** Biodiesel producerat av Neste Oil
- RED** Direktiv om förnybara energikällor (Renewable Energy Direktive)
- RME** Rapsmetylestrar
- WAF** Avfallsfetter (Waste animal fat)
- WVO** Avfallsolja (Waste Vegetable oil)

1 Inledning

Även om Island ännu inte är något EU-land måste det på sikt räkna med att uppfylla EU:s energimål.

EU fastställde ett direktiv om förnybara energikällor redan 2009 bland annat med målet att 10 % av energin inom transportsektorn skulle komma från förnybara drivmedel år 2020. Sverige var som EU-land redan år 2011 mycket nära det målet. EU lade fram förslag om förändringar av detta direktiv år 2012 där man fokuserar på användning av nya råvaror. Skälet till detta var bland annat en ändrad markanvändning där till exempel odling av mat- och fodergrödor riskerade att trängas undan av odling av grödor som används för biodrivmedelproduktion.

Island har så sent som 27 mars 2013 stiftat en lag för att i sin egenskap av medlem i EES kunna uppfylla målet i detta EU-direktiv. Ett problem är hur Island ska kunna leva upp till detta mål när de förnybara drivmedlen idag endast uppgår till 0,35 % (Atvinnuvega - og Nýsköpunarráðuneytið, 2012).

Biodiesel är ett intressant förnybart drivmedel som kan användas både som komponent i fossila bränslen men också som oblandat drivmedel. Biodiesel bedöms vara bättre än andra biodrivmedel som exempelvis etanol eftersom det går bra att använda i vanliga dieselmotorer. Det finns flera olika typer av råvaror och tillverkningsprocesser som kan användas vid produktion av biodiesel. Om Island bestämmer sig för att satsa på biodiesel som ett av de förnybara bränslena för att uppfylla 10 % målet behövs ökad förståelse om biodieselproduktion i ett helhetsperspektiv. Detta kan inbegripa allt från kunskap om EU-direktiv till olika beräkningar av växthusgasutsläpp och förändrad markanvändning.

Det pågår för närvarande en intensiv debatt om det förändrade EU-direktivet och om produktionen av biodiesel verkligen är bra eller dålig ut miljösynpunkt. Det är viktigt för Island att ta del av denna debatt när man nu ska fokusera på att uppnå fastställda mål om förnybar energi.

1.1 Syfte

Det övergripande syftet med projektet är att undersöka möjligheterna och utmaningarna för biodieselproduktion på Island. Studien ska ge en neutral och bred bild av hur produktionen av biodiesel kan utvecklas i framtiden på Island.

Mer specifikt är syftet att:

- Beskriva biodiesel, dess råvaror och processer
- Beskriva det rådande läget för biodiesel på Island med avseende på produktion, teknik och gällande lagar
- Beskriva vilka typer av råvaror och tillverkningsprocesser som skulle kunna användas för biodieselproduktion på Island idag och vilka som planeras för framtiden
- Översiktligt beskriva potentialen för de olika råvarorna på Island
- Redogöra för rådande EU-direktiv och debatten om föreslagna förändringar av direktiven om biodrivmedel både i Sverige och i övriga EU
- Analysera hur debatten om biodrivmedel i Sverige och övriga EU kan tänkas påverka utvecklingen på Island

1.2 Metod

Metoden för detta projekt har varit att analysera statistik och studera sammansättning och produktion av biodiesel i vetenskapliga artiklar, rapporter och annat publicerat material. Dessutom har EU-direktiv, lagar och lagförslag på Island studeras och även relevanta hemsidor som inte finns i tryckt form. Direkt kontakt har tagits med energimyndigheten på Island och Island registreringsföretag, Credit info, för material som inte finns på internet eller i tryckt form. Intervjuer har gjorts vid några biodieselproduktionsföretag på Island.

2 Biodiesel ett förnybart drivmedel

Biodrivmedel kallas förnybart bränsle eftersom det har sin bas i organiskt material. De vanligaste biodrivmedlen är etanol från vete eller socker och biodiesel från oljeväxter. Enligt Demirbas (2009) är biodiesel ett syntetiskt diesel-liknande bränsle som framställs främst av vegetabiliska oljor, animaliska fetter eller avfallsmatolja. Biodiesel kan användas 100 % ren eller som inblandad i fossil dieselolja och kan användas till alla dieselmotorer utan att motor eller bränslesystem behöver förändras. (Rosillo-Calle, et al, 2007; spbi.se, 2013; Demirbas, 2011). Biodiesel som används som inblandning i fossil dieselolja kallas då B5, B7 etc. utifrån den procentuella andelen som blandas i eller B100 som innebär 100 % ren biodiesel.

2.1 Råvaror

Biomassa är en råvara i form av ett organiskt material som har använts av människan sedan urminnes tider som bränsle och varit den främsta energikällan för matlagning och uppvärmning. Under det senaste århundradet har biomassa ersatts av billigare bränslen med högre energitäthet och lättare hantering till exempel fossila bränslen som kol och olja (IEA, 2009). Biomassa har dock på senare tid börjat användas mer och mer som bränsle.

Vid produktion av biodiesel produceras biprodukter som bland annat säljs som foder eller vidareförädlas. De är också viktiga vid utsläppsberäkningar vilket förklaras i kapitel 2.3.

Biodrivmedel är vanligen uppdelad i olika generationer utifrån utvecklingsnivå/teknik och de råvaror som används, vilket visas i tabell 1. Målet med 2:a och 3:e generationens teknik är att åstadkomma en ökad hållbarhet till lägre kostnad med hjälp av ett brett spektrum av resurser som inte konkurrerar med livsmedelsproduktion och som har betydligt lägre utsläpp av växthusgaser än 1:a generationens biodrivmedel (IEA, 2009).

Tabell 1. Biodieselproduktion uppdelat upp i generationer, råvaror, tillverkningsprocess och benämning.

	1:a Generation	Hybrid mellan 1:a och 2:a generation	2:a Generation	3: Generation
Råvaror	Olja (t.ex. raps, palm, soja, tall) och animaliska fetter	Olja (t.ex. raps, palm, tall), animaliska fetter och alger	Energigrödor som är rika av lignocellulosa t.ex. halm, gräs, ved, poppel, salix, eukalyptus, Miscanthus och Jatropha. Alger	Alger och Jatropha
Tillverkningsprocess	Kemisk reaktion/Omförestring	Hydrering(förening med väte) och raffinering Pyrolys	Kemisk reaktion/Omförestring Syntetisk teknik (förgasning av biomassa) BTL, GTL, FT	Syntetisk teknik framställd av koldioxid och vatten som produceras med hjälp av el
Biodiesel¹	FAME FAEE RME	HVO NExBTL BTL, GTL Pyrolys-diesel	BTL, GTL FT, Bio-DME	

Källor: IEA 2009, 2010 och Tolke et al., 2011.

¹ Benämning av biodiesel är ofta det samma som benämning av tillverkningsprocessen t.ex. BTL (Biomass-to-liquids)

2.2 Typer av biodiesel och tillverkningsprocesser

Första generationen inkluderar mogna tekniker för produktion av biobränsle från stärkelse och oljeväxter samt animaliska fetter t.ex. raps-, soja- och palmolja (IEA, 2009).

Den vanligaste typen av biodiesel i första generationen produceras i en kemisk reaktion (omförestning) av vegetabilisk olja eller animaliskt fett med alkohol, metanol eller etanol. Reaktionen kräver en katalysator som vanligen är en stark bas såsom natrium eller kaliumhydroxid. Denna reaktion med metanol producerar nya kemiska föreningar som kallas metylestrar (Gerpen, 2005). Dessa fettsyrametylestrar har förkortningen FAME och är 98 % rena efter tillverkningsprocessen. Råvarorna innan och efter reaktionen framgår av tabell 2. Reaktionen med etanol producerar fettsyraetylester, FAEE (Tolke, Einarson, & Eklöf, 2011).

RME, rapsmetylestrar är en sort av FAME producerat från rapsolja.

Tabell 2. *Insatsvaror som användas vid produktion av fettsyrametylestrar (FAME) och deras slutprodukter (efter reaktionen) i %.*

Ingredienser		Efter reaktion	
	%		%
Olja eller fett	87	Biodiesel	86
Alkohol (metanol/etanol)	12	Glycerin	9
Katalysator (natrium/kaliumhydroxid)	1	Alkohol	4
		Gödningsmedel	1

Källa: Tolke et al., 2011.

Vid produktionen av FAME i Sverige används metanol och i dagsläget används mest fossilt metanol vid tillverkningen. Av biprodukterna kan alkoholen återanvändas i processen, glycerinet kan säljas till användning i livsmedels-, läkemedels- eller kosmetikaindustrin beroende på hur mycket det renas och gödningsmedlet kan också återanvändas (Tolke et al., 2011).

Andra generationen omfattar ett brett utbud av nya biobränslen baserade på nya råvaror men framställda med konventionell² och syntetisk teknik (IEA, 2009). Nya råvaror är t.ex., cellulosa, hemicellulosa och lignin dvs. fibrös biomassa som halm, trä, gräs, ved, poppel, salix, eukalyptus, miscanthus och olja från *Jatropha*. Dessa råvaror kallas ofta energigrödor och är icke mat- och foderbaserande (IEA, 2010).

² Konventionell teknik menas samma teknik som t.ex. FAME men med de nya råvarorna.

Syntetisk teknik innebär att biomassa, gas eller kol omvandlas genom förgasning till syntesgas som kolmonoxid (CO) och vätgas (H₂). Denna förgasningsprocess sker med en kraftig värmebehandling i närvaro av viss mängd luft eller syre. Gasen renas sedan och filtreras för att användas för tillverkningen av syntetisk diesel. Pyrolys är en annan process som också sker med en kraftig värmebehandling men i frånvaro av syre. Pyrolyprocessen är komplex där först gas produceras som sen omvandlas till pyrolysolja och den oljan kan i sin tur användas för biodieselproduktion (IEA, 2008).

Enligt Jordbruksverkets rapport om förnybara drivmedel från jordbruket är syntetiska biobränslen rena, icke giftiga och nedbrytbara. Några exempel på syntetiska biobränslen är BTL (Biogas to Liquid), GTL (Gas to Liquid), CTL (Coal to Liquid) och FT (Fischer-Tropsch) (Tolke et al., 2011). Skillnaden ligger i vilken typ av råvara som används och endast BTL är en typ av förnybar diesel d.v.s. biodiesel (Bioenergiportalen, 2013)

DME (Dimetyleter) är ett gasformigt bränsle som är baserat på metanol och kan ersätta diesel men kräver anpassad motor. Bio-DME produceras utifrån biomassa eller annat organiskt material och ger låga utsläpp (Tolke et al., 2011).

Hybrid mellan första och andra generationen är till exempel HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) som produceras via raffinering till rådiezel och som processas ytterligare genom behandling med vätgas under högt tryck till ett högkvalitativt dieselbränsle. Eftersom processen innebär användning av väte är den väl lämpad för att integreras i ett oljeraffinaderi där vätgas alstras som en del av processen. I NExBTL³ biodiesel hydreras oljorna genom en direkt process till biodiesel men bara i särskilda fabriker. HVO är en högkvalitativ biodiesel som är stabil för lagring under en lång tid (IEA, 2008). HVO biodiesel kan användas i konventionella dieselmotorer ren eller blandad med fossil dieselolja på grund av att dess fysikaliska egenskaper liknar fossil dieselolja. Ren HVO biodiesel har högt energiinnehåll per volymenhet men inget innehåll av, svavel, aromater eller aska vilket ger fördelar vid förbränningsprocessen. Däremot uppfyller HVO biodiesels densitet inte den europeiska dieselbränslestandard EN 590⁴, men upp till 30 % kan blandas in i fossil diesel för att uppfylla EN 590 (Arvidsson, et al, 2011).

Tredje generationen ofta kallad avancerade biobränslen som innefattar biobränsleproduktion som befinner sig i tidigare stadier av forskning och utveckling eller är betydligt längre från kommersialisering t.ex. alger och väte från biomassa (IEA, 2009). Exempel på framtida förnybara drivmedel utgår från alger som

³ NExBTL är biodiesel som produceras av företaget Neste Oil

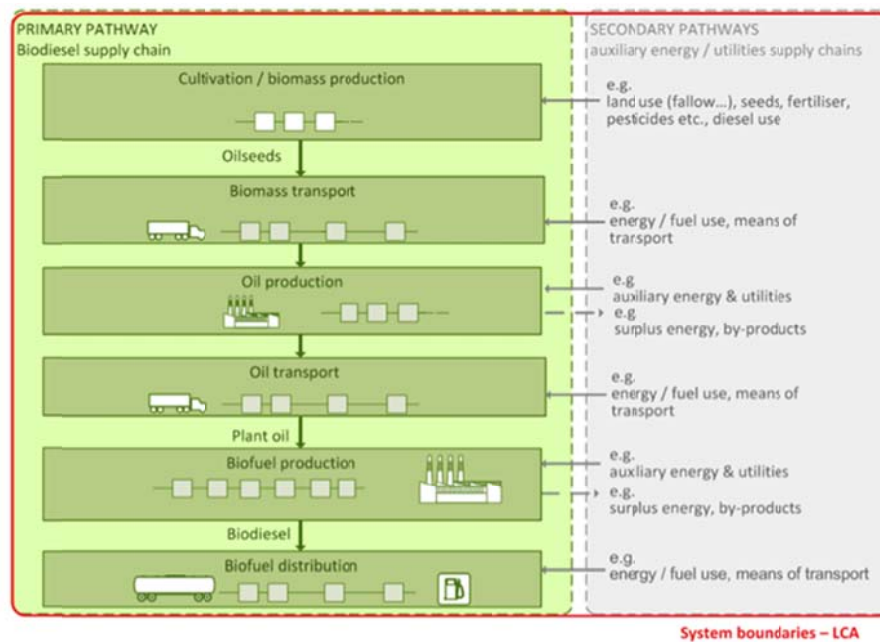
⁴ EN 590 är en europeisk dieselbränslestandard som fastställs i bränslekvälitedirektivet 2009/30/EG

råvaror eller är syntetiska drivmedel framställda av koldioxid och vatten som produceras med hjälp av el (electrofuels). Drivmedel/Råvaror som inte konkurrerar med matproduktion blir mer och mer attraktivt inom den tredje generationen (Hansson & Grahn, 2013).

2.3 Beräkningar av utsläpp

Vid produktion av biobränsle och dess användning är det mycket viktigt att utsläppen av växthusgaser beräknas på ett optimalt sätt. Sådana beräkningar har visat sig vara mycket komplexa.

För att räkna ut det totala växthusgasutsläppet måste olika faktorer beaktas enligt beräkningsmetodik där odling, process och transporter och distribution har avgörande betydelse (Ahlgren & Börjesson, 2011). Exempel på en beräkningsmetodik är livscykelanalys (LCA) som är beskriven i ISO standarden 14040 och 14044 men det finns också särskilda anvisningar för beräkningarna i EU-direktivet 2009/28/EG (Ahlgren & Börjesson, 2011). Av nedanstående figur framgår livscykeln för biodieselproduktion allt från frö till distribution och figuren visar de faktorer som används vid LCA beräkningar.

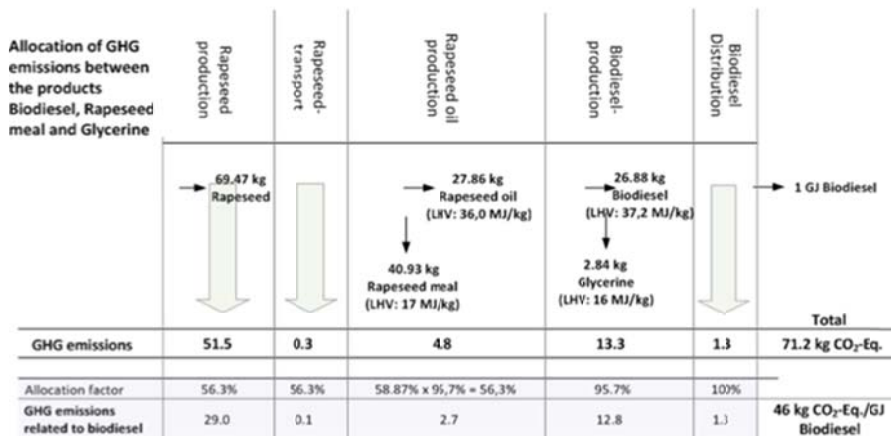


Figur 1. Biodiesel med hela kedjan hur LCA beräknas. Källa: Majer & Oehmichen, 2010.

Ekvivalenter (eq)

Vid beräkningar av växthusgasutsläpp används en gemensam måttenhet CO₂-ekvivalenter(eq). Denna enhet används för att jämföra klimatpåverkan från olika växthusgaser och innebär mätning av koldioxid, metan och lustgas. Dessa ämnen har klimatpåverkan som omvandlas till motsvarande mängd koldioxid (CO₂), 1 kg lustgas motsvarar 310 kg CO₂-ekvivalenter och 1 kg metan motsvarar 21 kg CO₂-ekvivalenter (FN:s klimatpanel, 2013).

Vid beräkningar av LCA tas alla stegen i processen med samt allokering eller fördelning av växthusgasutsläppen mellan den huvudprodukt och biprodukt som produceras. Biprodukter är viktiga för att allokera miljöpåverkan vid beräkningar enligt LCA. Vid produktion av exempelvis RME (figur 2) beräknas utsläppet för biodieselproduktionen till 71.2 kg CO₂-eq men med allokering av utsläppen mellan rapsolja och rapsfrökakan (biprodukt) och senare i processen glycerin (en annan biprodukt) blir det totala utsläppet för biodiesel 46 kg CO₂-eq/GJ biodiesel (Majer & Oehmichen, 2010).



© DBFZ 2009 based on JRC concave and EU comission values

Figur 2. Allokering enligt LCA. Källa: Majer & Oehmichen, 2010.

Beräkningsmetoden LCA kan ge mycket olika slutvärden för det totala utsläppet för biodiesel som beror på vad som räknas med i varje faktor. Skillnaden av det totala utsläppet kan bli alltifrån 15 g upp till 170 g CO₂-eq/MJ. Denna skillnad är främst en följd av allokering mellan biprodukterna och ovisshet angående N₂O utsläpp vid odlingen av råvarorna. Därför är det viktigt att beräkningarna är transparenta när växthusgasutsläppen för olika biobränslen räknas ut (Joao & Freire, 2011).

3 Biodieselanvändning på Island

Andelen förnybara drivmedel i transportsektorn på Island ligger på under 1 % eller ungefär 0,35 % (Atvinnuvega- og Nýsköpunarráðuneytið, 2012). År 2010 var den totala biodieselanvändningen 0,04 % inom fordonssektorn och metanolanvändningen 0,19 %. Detta visar att metanolproduktionen på Island har utvecklats mer än biodiesel (Mannvit, 2013). Enligt Islands energimyndighet år 2011 importerades 475 000 ton fossil olja och därav använder båtar och fordon 60 % (Orkustofnun, 2012; Græna Orkan, 2011).

Island har i likhet med Sverige fastställt mål om att 10 % av energin i transportsektorn ska komma från förnybara drivmedel före 2020 enligt EU-direktivet 2009/28/EG (Græna Orkan, 2011). Islands regering har också presenterat ett policydokument om förnybar energianvändning både inom transportsektorn respektive fiskindustrin. 10 % förnybar energi och 75 % av alla nya bilar under fem ton ska enligt detta dokument drivas med förnybara drivmedel 2020 (Forsætisráðuneytið, 2011).

Den krävs stora insatser att gå från 0.35 % till 10 % inom sju år. Utvecklingen måste gå fort och på Island finns nu innovationsfonder där man kan söka medel för utveckling av produktion av förnybara drivmedel.

Året 2010 startades ett stort treårsprojekt ”Lífeldsneyti” med statliga bidrag och med sju olika organisationer involverade; universitet i Akureyri, Islands lantbruksuniversitet, Innovation Center på Island och företagen Orkulíftækni, Prokaría, Sorpa och Mannvit. Projektets syfte är att bedriva forskning och utvecklingsarbete för produktion av förnybara drivmedel från olika råvaror på Island. Den biomassa som används som råvara för produktionen i projektet kommer från avfallsprodukter från jordbruk, hushåll och industri samt odlade grödor (lífeldsneyti.is, 2013). Lífeldsneytis forsknings- och utvecklingsarbete har varit en viktig referens för detta projekt för att se vilka råvaror Island fokuserar på och vilken potential som finns för biodieselproduktion i framtiden. Uppskattningarna i projektet av mängden biomassa som erhålls genom odling av råvaror och insamling av avfallsprodukter är bland annat beroende av viss beräknad populationsökning

till 2030 och att råvarorna inte konkurrerar med varandra. Projektet tar upp alla de potentiella typer av förnybara drivmedel som skulle kunna utvecklas på Island och fokuserar inte bara på biodiesel.

Ett annat statligt finansierat projekt om teknisk utveckling av biodieselproduktion ”Tækniþróun lífdísilframleiðslu” gjort av Mannvit som är ett stort tekniskt företag handlar om att producera biodiesel främst utifrån fetter och annat oljerikt avfall. Resultatet från detta projekt ska användas för att utveckla biodieselföretaget Orkey ehf för att göra deras produktion mer effektiv. Detta forskningsprojekt är en annan viktig referens för detta projekt.

3.1 Typer av biodiesel och tillverkningsprocesser

Målet med det projektet Lífeldsneyti är att välja sådana biodrivmedel som anses ha potential för ytterligare utveckling. I projektet delas biobränslena upp i generationer som i Sverige och i övriga EU och projektet fokuserar på första och andra generationens biobränsle. Enligt Lífeldsneyti-projektet är det två typer av biodiesel som har potential för ytterligare utveckling inom första och andra generationen. Dessa typer är Hydrogenation derived renewable diesel (HDRD) som är detsamma som HVO ofta kallad HDRD speciellt i USA enligt Nest Oil handbok (Mikkonen & NesteOil, 2012) och Fame, B5 till B100

Enligt Lífeldsneytis-projektet ska första och andra generationens biobränsle produceras från samma råvaror och det är tillverkningsprocessen som skiljer dem åt. Tabell 3 visar hur Island ska i framtiden enligt Lífeldsneytis-projektet dela biodieselproduktionen i generationer med råvaror och tillverkningsprocesser. Jämfört med tabell 1 finns det litet skillnad mellan hur Island och Sverige samt övriga EU som också delar biodieselproduktion i olika generationer. Skillnaden ligger främst i att energigrödor inte finns med som potentiella råvaror för biodieselproduktion på Island. Produktion av FAME biodiesel finns redan nu på Island men inte produktion av HVO biodiesel.

Tabell 3. Biodieselproduktionen enligt Lífeldsneytis-projektet delat i generationer, råvaror, tillverkningsprocesser och benämning.

	1:a Generation	2:a Generation	3: Generation
Råvaror	Rapsolja Avfallsolja (WVO) Animaliska avfallsfetter (WAF)	Rapsolja Avfallsolja (WVO) Animaliska avfallsfetter (WAF)	Alger
Tillverkningsprocesser	Kemisk reaktion	HVO: Hydrering Syntetisk teknik, förgasning av biomassa	
Biodiesel	FAME FAEE	HDRD/HVO BTL-diesel Fischer-Tropsch Bio-DME	

Källa: Sundberg et al., 2010.

Det sägs tidigt i rapporten från Lífeldsneyti-projektet att HVO kan användas inblandad men främst rakt av i fossil dieselolja eftersom HVO har liknande egenskaper som den fossila dieseloljan. Detta skiljer sig från beskrivningen i kapitel 2.2. där det framgår att HVO oljan inte kan användas rakt av därför att den har lägre densitet och att den inte uppfyller Europeiska bränslestandardEN 590 (Arvidsson et al., 2011). Enligt Lífeldsneytis-projektet behövs det ytterligare forskning om FAME och HVO biodiesel.

3.2 Biodieselproduktion

På Island producerades 88 ton biodiesel år 2012. Dessa 88 ton producerades av Orkey ehf på Akureyri. Orkey är det enda biodieselföretaget som Islands energimyndighet registrerar produktion från (Personlig kommunikation, b. Orkustofnun, 2013). Enligt mina efterforskningar finns det några fabriker år 2013 som producerar biodiesel registrerade hos Islandsföretagsregistrering Credit info. Av dessa företag är Orkey det enda företaget som säljer sin olja till andra företag. Tabell 4 visar de företag som producerar biodiesel, dess råvaror och tillverkningsprocesser samt information om deras produkter. Endas fem av de sex har kontaktats, Bio Diesel ehf har inga kontaktuppgifter (personliga kommunikation c, d, e, f, 2013).

Tabell 4. Företagen som producerar biodiesel på Island år 2013.

Biodieselfabriker 2013	Råvaror och tillverkningsprocesser	Information och produktion
Orkey ehf.	Avfallsolja från livsmedelsindustrin (WVO), FAME	Säljer till t.ex. stadsbussarna på Akureyri men mest till fiskindustrin. Uppskattad produktion år 2013 är ca 160-200 ton. Kan producera ca 600 ton
Íslenska Gámafélagið	Avfallolja från livsmedelsindustrin (WVO), FAME	Ett avfallföretag som utgår från avfallsolja och producerar endast endas för egna sopbilar. Produktion är ca 80 till 100 000 liter per år
Lífdísell ehf	Avfall från slakteri, FAME	Har inte påbörjat produktion
Græn Hreppaorka ehf	Importerad avfallsolja och olja från olika grödor, FAME	Producerar endast för sin egen användning och uppskattar att producera ca 100 ton år 2013. Kan producera ca 500 ton per år
Atlantic Green Energy ehf.	Importerad olja från olika grödor mest raps, FAME	Producerar och säljer biodieselfabriker till andra och producerar biodiesel till egen användning. Har pågående projekt om alger odling på Island
Bio Diesel ehf	Information saknas	Information saknas

Källor: Personliga kommunikationer c, d, e, f.

Orkey ehf är ett aktiebolag med många delägare som har producerat biodiesel sedan 2007 och har därefter genomgått en påtaglig utveckling. Orkey beräknar att producera ca 160 till 200 ton år 2013 (personlig kommunikation, d) men kan enligt Mannvitsprojektet producera upp till 600 ton per år om tillräcklig mängd av råvaror finns tillgänglig (Mannvit, 2013). Förutom att sälja sin produktion till Akureyris stadstrafik säljer de mest sin produktion till fiskindustrin (personlig kommunikation, d). Íslenska Gámafélagið är ett av Islands avfallsföretag och producerar endast för sin egen användning. De andra företagen är ganska nya entreprenörsföretag som produceras för egen användning på olika sätt både inom lantbruk och industrin.

På Island finns företag som biodieselföretagen köper metanol av för sin produktion av FAME. Carbon Recycling International (CRI) använder koldioxid från industriella utsläpp och förvandlar det till metanol (cri.is). Alla biodieselfabriker som visas i tabell 4 utom Bio Diesel ehf, använder förnybart metanol från CRI vid

sin produktion av biodiesel (personlig kommunikation a och f). I Sverige används mest fossilt metanol vid biodieselproduktion.

3.3 Råvaror

De råvaror som har potential för Islands biodieselproduktion är enligt Lífeldsneytis-projektet enbart fetter och oljerika avfallsprodukter och oljeväxter samt alger som framtida möjliga råvaror. Avfallsprodukter kommer från slakteri, fiskindustrin och som avfallolja från livsmedelsindustrin och från restauranger. Råvarorna ska endast ha sitt ursprung på Island och även oljeväxter ska vara inhemska.

Lífeldsneytis-projektet tar också upp odlingspotential för olika energigrödor. Dessa grödor beräknas endast användas till produktion av andra biobränslen, som exempelvis bioetanol och biogas och inte till biodiesel. Odling av råvaror är lika viktig som att avfall tas till vara d.v.s. att det avfall som finns verkligen sorteras för att kunna användas som råvara för biodieselproduktion.

Projekt om odling av alger för biodieselproduktion pågår på Island men inga resultat eller vetenskapliga artiklar finns.

3.4 Odlingspotential

Islands totala areal är 10 300 000 hektar varav 2 380 500 ha är betäckt av växtlighet och ca 6 453 800 ha är för närvarande ofruktbar mark. Övrig areal är sjöar och glaciärer (landmælingar.is, 2013). Den mark som skulle kunna bearbetas för biomassaodling har uppskattas i olika forskningsprojekt till allt från 600 000 ha till 1 500 000 ha beroende på bland annat höjd över havet och om marken är för grusig för odling eller inte. Uppodlad åkermark år 2010 var 169 200 ha. En stor del av Island är ofruktbar och s.k. ”revegetation” har använts på Island i över 100 år. Detta innebär odling på ofruktbar mark för att den inte ska blåsa bort. Land som har revegeterats sedan 1990 är ca 100 600 ha. (Sundberg et al., 2010).

Ett forskningsprojekt om revegetation uppskattar att den totala areal som kan användas för odling av energigrödor är minst 399 400 ha (Sundberg et al., 2010). Ett annat forskningsprojekt gjort av en student på Islands Lantbruksuniversitet visar att det finns potential att revegetera och samtidigt odla energigrödor på 2000 km² eller ca 2 % av landets totala areal (Brink, 2009). Det uppskattas i Lífeldsneyti projektet att 50 000 ha av övergiven åkermark skulle kunna användas till exempel för energigrödor (Sundberg et al., 2010).

Islands Sjöfartsverk startade 2008 projektet, Umhverfivænir orkugjafar, förnybara energiresurser, och dess syfte var att undersöka odling av raps för biodiesel-

produktion för fiskindustrin. Alltifrån odling till pressning av rapsen till olja undersöktes samt tillverkningsprocessen av biodiesel. Syftet var att använda mark som inte vanligen används för odling till matproduktion. Detta var ett stort projekt som drevs i samarbete med Islands lantbruksuniversitet och några bönder på olika delar av Island. Projektets resultat visar att det finns möjlighet för odling av raps på olika delar av Island med en odlingsperiod på 14 månader i stället för 12 månader som är medeltal för odlingen i Nordeuropa. Biodieseloljan har visat sig kunna användas i båtmotorer och det har visat sig vara värdefullt för bönder att producera raps både för att sälja den eller själva producera biodiesel. Projektet visar att bara på södra Island finns det 15 000 hektar mark som idag inte används för odling men som skulle kunna användas för sådan rapsodling och då producera 7 % av dieseloljan för fiskindustrins behov (Bernódusson, 2010).

3.5 Potential för biodieselproduktion till 2030

Potentialen för biodieselproduktion bör vara förenligt med Islands mål att 10 % av energin i transportsektorn ska komma från förnybara drivmedel. Hur detta ska delas mellan de olika biobränslena är viktigt. Potentialen för biodieselproduktionen år 2030 kan uppgå till 9500-9930 ton av FAME och 6060-6480 ton HVO enligt Lifeldsneytis-projektet. Tabell 5 visas hur råvarorna fördelas mellan produktion av de två potentiella biodieseltyperna FAME och HVO.

Tabell 5. *Potential biodieselproduktion på Island fram till år 2030.*

Råvaror	Biodiesel (FAME) (2010-2030)	Biodiesel (HVO) (2010-2030)
	(ton)	(ton)
Oljegrödor		
Oljegrödor	3850	3390
Fetter och oljerikt avfall		
Fiskavfall	50	50
Kött och slakteriavfall	2020-2340	1980-2290
Avfallsolja WVO	660-770	650-750
Avfall från torsklever oljeproduktion	2920	
Total	9500-9930	6060-6480

Källa: Sundberg et al., 2010.

I ovanstående tabell visas att 13 650 ton av oljegrödor kan producera 3850 ton FAME och 3390 ton HVO biodiesel. 10 000 till 20 000 ton av fiskavfall kan producera 50 ton av FAME och HVO biodiesel. 20 000 ton av slaktavfall kan ge 1980

till 2340 ton av FAME och HVO biodiesel. Organisk avfallsolja (WVO) kommer till större delen från livsmedelsindustrin och restauranger och kan uppskattas uppgå ca 770 ton beroende på populationsförändringar, 1,6 till 3,2 kg av WVO beräknas per person och år. Totala populationen 2010 var 317 360. Om ökningen blir 0.6 % per år blir den totala populationen 368 468 år 2030. WVO kan producera ca 650-750 ton av FAME och HVO biodiesel. Avfall från torskleveroljeproduktion kan producera 2922 ton av FAME biodiesel.

I projektet Tækniþróun í lífdísilframleiðslu dras slutsatsen att om 95 % av fetter och oljerika avfall som finns på Island skulle samlas in kan produktionen av biodiesel från dessa råvaror uppgå till mellan 2,5 % och 5,0 % av den totala fossila dieselolja som används för fordon på Island år 2012 (Mannvit & Ívarsson, 2013).

4 Biodieselanvändning i Sverige

2011 producerades i Sverige 228 666 ton biodiesel, varav 199 348 ton FAME och 29 318 ton HVO⁵ (Energimyndigheten, 2013). År 2012 stod transportsektorn för en fjärdedel av Sveriges energianvändning. Denna användning utgörs mest av fossila bränslen, bensin och diesel, men delvis av etanol, biodiesel, biogas och naturgas (Energimyndigheten, 2013).

Under de senaste åren har 60 % av den totala produktionen av biodiesel FAME och HVO varit inhemsk och även med en stor andel importerade råvaror. Importen sker i huvudsak från andra EU-länder och mest från Östersjöregionen. Från Sverige exporteras mindre mängder av biodiesel än vad som importeras. Biodiesel exporteras mest till Tyskland, Norge och Ryssland (Energimyndigheten, 2012a). Vid produktion av FAME, HVO, DME och etanol kommer 92 % från odlad biomassa och 8 % från restprodukter eller avfall (Energimyndigheten, 2012b). Nästan all den förnybara biodieselproduktionen kommer från raps och Sverige var redan före år 2011 mycket nära målet med 10 % förnybara drivmedel i transportsektorn (Energimyndigheten, 2013). Största potentialen av råvaror i Sverige är oljegrödor därefter kommer avfall från slakteri (Energimyndigheten, 2012a).

Den totala användningen av biodieselbränslena FAME och HVO var i Sverige 339 360 ton år 2012 och 247 800 ton år 2011. Av den totala användningen av förnybara drivmedel inom transportsektorn 2012 var 48 % låginblandad biodiesel och 6 % är biodiesel i ren form eller i olika varianter av högre inblandningar. Sveriges totala användning av fossilt diesel år 2012 var 4 939 000 m³ och där var 362 000 m³ låginblandad biodiesel i Sverige (Energimyndigheten, 2013).

⁵ 200 000 m³ x 840 kg /m³= 199 348 ton av FAME och 34 902 m³ x 840 = 29 318 ton av HVO, totalt 228 666 ton

5 Lagstiftning

Direktiv och lagar om bränslekvalitet och förnybara drivmedel styr den framtida biodrivmedelsproduktionen. I direktiven beräknas bland annat totala utsläpp och bedöms vilka råvaror och generationer av biodrivmedel som har framtidsmöjlighet. Med detta vill man värna om miljö och människors hälsa samt tillgodose framtida energiförsörjning.

5.1 EU-direktiv 2009/30/EG om bränslekvalitet

Direktivet 98/70/EG (FQD, Fuel Quality Directive) handlar om kvaliteten på bensin och dieselbränslen. Syftet med detta direktiv är främst att kontrollera hur växthusgasutsläpp ska övervakas och minskas samt bevaka hälsa för människor och miljöskydd. Exempel på luftföroreningar som kommer från fossila bränslen är bland annat kväveoxider, oförbrända kolväten, partiklar, bensen och andra giftiga avgasutsläpp. Dessa primära föroreningar bidrar till bildandet av sekundära föroreningar som ozon och skapar stor risk för människors hälsa och miljön. Sedan år 2000 har slutföroreningar med bly minskat kraftigt i och med begränsad försäljning av blyhaltigt bränsle och idag kör de flesta bilar på blyfri bensin (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009a).

Enligt artikel 1 i FQD, ”ett mål för minskade växthusgasutsläpp under hela livscykeln” ska nettoutsläpp av CO₂, CH₄ och N₂O minska och inkludera alla relevanta faser från extraktion eller odling inklusive ändrad markanvändning, distribution och transport, förbränning och bearbetning, oavsett om sådana utsläpp inträffar. Tabell 6 visar EU beräkningar av typiskt värde och normalvärde för det totala växthusgasutsläppet för olika typer av biodiesel. Beräkningsmetoden är LCA och inkluderar odling, process och transport och distribution.

Tabell 6. Totala beräkningar av växthusgaspåverkan av biodrivmedel under hela livscykeln, inklusive odling, bearbetning, transport och distribution.

	Typiskt värde för växthusgasutsläppen (gCO ₂ eq/MJ)	Normalvärde för växthusgasutsläppen (gCO ₂ eq/MJ)
Biodiesel av raps	46	52
Biodiesel av solros	35	41
Biodiesel av sojaböner	50	58
Biodiesel av palmolja (processen inte specificerad)	54	68
Biodiesel av palmolja (processen i oljefabriken sker med omhändertagande av metan)	32	37
Biodiesel av vegetabilisk eller animalisk avfallsolja	10	14
Vätebehandlad vegetabilisk olja av raps	41	44
Vätebehandlad vegetabilisk olja av solros	29	32
Vätebehandlad vegetabilisk olja av palmolja (processen inte specificerad)	50	62
Vätebehandlad vegetabilisk olja av palmolja (processen i oljefabriken sker med omhändertagande av metan)	27	29
Ren vegetabilisk olja av rasp	35	36

Källa: EU direktiv 2009/30/EG, (FQD).

Normalvärde för växthusgasutsläppen från fossila bränslen som bensin och diesel är däremot så mycket som 83,8 gCO₂eq/MJ (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009a).

Enligt Artikel 4 i FQD ska medlemsstaterna tillåta att diesel med en halt av FAME på över 7 % släpps ut på marknaden.

Enligt Artikel 8.1 i FQD ska medlemsstaterna övervaka att deras bensin och dieselbränsle uppfyller kraven de analysmetoder som anges i Europastandarderna EN 228:2004 och EN 590:2004.

5.2 EU-direktiv 2009/28/EG om förnybara energikällor

Direktivet 2009/28/EG (RED, Renewable Energy Directive) handlar om främjande av användning av energi från förnybara energikällor och ska kontrollera energiförbrukningen i Europa samt öka användning av energi från förnybara energikällor. Detta ska förväntas tillsammans med energisparande och förbättrad energieffektivitet, som sägs vara viktiga komponenter i detta direktiv. Också ska detta leda till att minska växthusgasutsläppen och uppfylla Kyotoprotokollet till Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar och andra åtaganden på gemenskapsnivå eller internationell nivå om att minska växthusgasutsläppen efter 2012 (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009b).

RED ska med dessa åtgärder trygga energiförsörjningen och stimulera teknisk utveckling samt innovation som kan ge möjligheter till sysselsättning och regional utveckling särskilt på landsbygdsområden och andra isolerade områden.

För transportsektorn ska direktivet mest resultera i att minska gemenskapens beroende av importerad fossil olja, skapa ekonomisk tillväxt och en hållbar konkurrenskraftig energipolitik. Det ska skapa betydande möjligheter för tillväxt och sysselsättning i medlemsstaterna och deras regioner genom investeringar i regional och lokal produktion av energi från förnybara energikällor (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009b).

Enligt kommissionens färdplan för förnybar energi från år 2007 har i RED fastställts som bindande nationella mål att andelen energi från förnybara energikällor ska motsvara 20 % av den totala energianvändningen och 10 % av användningen av drivmedel inom transportsektorn senast 2020.

För att uppnå 10 % målen inom transportsektorn kan medlemsstaterna dubbelräkna biodrivmedel som produceras från restprodukter och avfall, cellulosa och icke-livsmedel samt material som innehåller både cellulosa och lignin. Alger kan också dubbelräknas. Dessa råvaror kallas i RED för andra generationens biodrivmedel. Enligt RED är det synnerligen viktigt att utveckla och uppfylla effektiva hållbarhetskriterier för biodrivmedel och att sörja för att andra generationernas biodrivmedel finns kommersiellt tillgängliga. Det konstateras vidare att de miljömässiga och sociala konsekvenserna av produktion och användning av biodrivmedel bör utredas. Det viktigaste syftet i RED med detta bindande nationella mål är att skapa säkerhet för investerarna. Syftet är också att fastställa transparenta och entydiga regler för hur man beräknar andelen energi från förnybara energikällor. Europeiska institutet för teknik och innovation ska ge hög prioritet åt forskning och utveckling av teknik för energiproduktion från förnybara energikällor (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009b).

RED anger att de minskande växthusgasutsläppen genom användning av biobränsle ska vara åtminstone 35 % och från den 1 januari 2017 åtminstone 50 % respektive 60 % från 1 januari 2018 om biobränslet produceras i anläggning från 1 januari 2017 eller senare (Europaparlamentets och rådets direktiv, 2009b).

5.3 Förslag om ändring i EU-direktiven

Direktiven som EU stiftar är ”ramverk” för medlemsländerna att utgå från när de implementerar sina egen lagar. I EU-direktiven finns beräkningar om växthusgasutsläppen som ska följas och har visats tidigare i detta projekt. Därför är det viktigt att studera hur de räknar och att beräkningarna är transparenta d.v.s. att det visas exakt vad som är inkluderat. EU:s beräkningar har fått kritik både för att de

överskattar eller underskattar i sina beräkningar och att beräkningarna inte är transparenta. Den 17 oktober 2012 kom EU-kommissionen därför med det första förslaget (COM 595) om förändringar av direktiven och i april 2013 kom ytterligare ett reviderat förslag(2012/0288(COD)).

I rapporten från 2012 kom det första förslaget att växthusgasutsläpp till följd av indirekta ändringar av markanvändning (iLUC) ska inkluderas. Förslaget innebär också styrmedel för förbättrade produktionsprocesser, ökat marknadsgenomslag för avancerade biodrivmedel och förbättrad rapportering. Befintliga investeringar ska också skyddas fram till år 2020. Förslaget innebär ändringar av både direktiven RED och FQD och den viktigaste punkten är att högst 5 % av förnybara drivmedel i transportsektorn får komma från mat eller foderbaserade drivmedel⁶. Mängder över 5 % behöver inte rapporteras av medlemsstaterna och inget skarpt förbud mot att överskriva målet ingår i förslaget. Förslaget gynnar råvaror från icke-grödor och biodiesel från avfall, frityr och stekoljor vilket som beskrivs i kapitel 5.3.3 som kan dubbel-, och fyrdubbel räknas mot 10 % -målet (Energimyndigheten, 2012a).

5.3.1 Direkt och indirekt markanvändning (iLUC och dLUC)

Direkt och indirekt markanvändning (dLUC och iLUC) är en av de största frågorna i debatten om EU-s förslag om förändringar av direktiven RED och FQD. dLUC och iLUC är förkortningar från engelska av Direct land use change och Indirect land use change.

Vid beräkningar av utsläpp till exempel i LCA som visas i kapitel 2.3 ska dessa två faktorer ingå och de kan ha mycket stor betydelse för det totala utsläppet. Att förstå vad dLUC och iLUC innebär är därför mycket viktigt för att förstå hela debatten om EU-s förslag.

Det kallas för direkt förändrad markanvändning (dLUC) när användningen av mark ändras till exempel till odling av grödor för biodrivmedelsproduktion (IEA, 2011).

Det kallas indirekt förändrad markanvändning (iLUC) när mark undanträngs av olika aktiviteter, till exempel när odling av matgrödor trängs undan av grödor för biodrivmedelproduktion, vilket leder till ökad odling av matgrödor i andra områden. Båda dessa markförändringar påverkar utsläppen av växthusgaser. (IEA, 2011).

Ökad efterfrågan av grödor för biodrivmedelproduktion kan leda till prisökning av grödor som tidigare har används för matproduktion. Detta har haft stora effekter

⁶ Med foderbaserade drivmedel menas drivmedel som produceras från spannmål, andra stärkelserika grödor, socker eller oljegrödor(COM 595).

i världen där befolkningen inte längre haft råd att köpa grödor för sin matproduktion. Den ökade efterfrågan av biodrivmedelgrödor kan också leda till att lantbrukare ökar sin avkastning genom att öka bland annat gödsling och bevattning vilket också påverkar växthusgasutsläppen (Ahlgren & Börjesson, 2011).

5.3.2 Förslag om förändringar av EU-direktiv 2009/30/EG (COM 595)

I förslaget om förändringar av EU-direktivet har tillförts en ny tabell där ett värde på beräknade utsläpp som orsakas av indirekt ändrad markanvändning vid produktion av biodrivmedel framgår. Detta värde ska läggas till vid beräkningar av utsläppen i sin helhet. Värden som ska läggas till visas i tabell 7 (Kommissionen, 2012).

Tabell 7. Beräknade utsläpp som orsakas genom iLUC och som ska tilläggas vid tidigare beräknade utsläpp.

Grödgrupp	Beräknade utsläpp som orsakas genom indirekt ändrad markanvändning (gCO _{2eq} /MJ)
Spannmål och andra stärkelserika grödor	12
Socker	13
Oljegrödor	55

Källa: förslag av förändringar EU-direktiv 2009/30/EG (COM 595).

Beräkningen av de totala växthusgasutsläppen från till exempel första generationen FAME-biodiesel med rapsolja som råvara (RME) blir med detta tillägg:

$$52 \text{ gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ} + 55 \text{ gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ} = 107 \text{ gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$$

Normalvärde för växthusgasutsläppen från fossila bränslen som bensin och diesel är 83,8 gCO_{2eq}/MJ. Detta betyder att biodiesel från raps(RME) har 23,5 gCO_{2eq}/MJ mera växthusgasutsläpp än fossil diesel.

I förslaget om förändringar av direktivet Artikel 7a har lagts till en ny punkt om att varje år den 31 maj ska drivmedelsleverantörerna rapportera till den myndighet, som utsetts av medlemsstaten om produktionskedjor för drivmedel, aktuella volymer och växthusgasutsläpp under hela livscykeln med beräknade utsläpp som orsakas genom indirekt ändrat markanvändning. Det viktigaste med denna nya punkt är att alla råvaror som är icke-livsmedel får 0 tillagt utsläppsvärde. Detta är förklaringen till att alla grödor som kan användas till matproduktion får tilläggsvärden som visas i tabell 7 (Kommissionen, 2012).

5.3.3 Förslag om förändringar av EU-direktiv 2009/28/EG (COM 595)

Enligt förslaget om förändringar av detta EU-direktiv ska den minskning av växthusgasutsläpp som uppnås genom användningen av biobränsle tidigareläggas och vara minst 60 % för anläggningar som tas i drift den 1 juli 2014 men för de anläggningar som var i drift före 1 juli 2014 ska det vara minst 35 % till 31 december 2014 och minst 50 % till den 1 januari 2018 (Kommissionen, 2012).

Enligt bilaga V i direktivet visas i tabell 8 här nedan att om förslaget om förändringarna godkänns är det bara tre typer av biodiesel som har mer än 60 % växthusgasminskning och före 2018 måste därför nya råvaror utvecklas med minst 60 % minskning (Kommissionen, 2012).

Tabell 8. Totala beräkningar av växthusgaspåverkan av biodrivmedel under hela livscykeln, inklusive odling, bearbetning, transport och distribution i %.

Produktionskedja för biodrivmedel	Typiskt värde för minskningen av växthusgasutsläpp	Normalvärde för minskningen av växthusgasutsläpp
Biodiesel av raps	45 %	38 %
Biodiesel av solros	58 %	51 %
Biodiesel av sojaböner	40 %	31 %
Biodiesel av palmolja (processen inte specificerad)	36 %	19 %
Biodiesel av palmolja (processen i oljefabriken sker med omhändertagande av metan)	62 %	56 %
Biodiesel av vegetabilisk eller animalisk avfallsolja	88 %	83 %
Vätebehandlad vegetabilisk olja av raps	51 %	47 %
Vätebehandlad vegetabilisk olja av solros	65 %	62 %
Vätebehandlad vegetabilisk olja av palmolja (processen inte specificerad)	40 %	26 %
Vätebehandlad vegetabilisk olja av palmolja (processen i oljefabriken sker med omhändertagande av metan)	68 %	65 %
Ren vegetabilisk olja av rasp	58 %	57 %

Källa direktiv 2009/28/EG (RED)

För att uppnå 10 % förnybar energi i transportsektorn får vissa typer av råvaror räknas med två till fyra gånger sitt energiinnehåll. Enligt tabell 9 är dessa råvaror inte mat eller foderbaserande grödor utan mest avfallsprodukter från fetter och oljerikt avfall och energigrödor som innehåller lignocellulosa grödor som kallas för energigrödor men de har högt innehåll av lignocellulosa. Alger är också en typ av råvara som får räknas med fyra gånger sitt energiinnehåll. Detta innebär att länder som fokuserar på dessa typer av råvaror har bättre chans att uppnå målet med att 10 % av energi i transportsektorn ska komma från förnybara energikällor

när de kan inte längre fokuserar på råvaror som kan användas för mat-, och foderproduktion för sin biodieselproduktion.

Tabell 9. *Råvaror som kan beräknas som två till fyra gånger sitt energiinnehåll.*

Råvaror som avses vara fyra gånger så stort deras energiinnehåll	Råvaror som avses vara två gånger så stort som deras energiinnehåll
Alger	Använd matolja
Biomassafraktioner av blandat avfall, inte hushållsavfall	Animaliska fetter som inte kan användas som livsmedel
Biomassafraktioner av industriavfall	Cellulosa från icke-livsmedel
Halm	Material som innehåller lignin, utom stockar och fanér
Stallgödsel och avloppsslam	
Pressrester från palmolja framställning och tomma palmfruktsklasar	
Tallbeck	
Rå glycerin	
Bagass	
Press- och jäsningsrester från vinframställning	
Nötskal	
Skal	
Kolvar	
Bark, grenar, blad, span och flis.	

Källa: förslag av förändringar EU-direktiv 2009/28/EG (COM 595).

6 Isländsk lagstiftning om förnybara drivmedel

Islands medlemskap i EES gör att vissa direktiv från EU bland annat rörande energi ska implementeras i isländsk lagstiftning. Därför behövs förståelse för hur EU-direktiven är uppbyggda och vad de innehåller. Det är viktigt att Island tar del av debatten om förslagen till förändringar av direktiven och skaffar kunskap om vilka råvaror som bör odlas och användas. Detta kan ha stor effekt på potentialen av biodieselproduktion på Island.

På Island stiftades en lag den 27 mars 2013 om förnybara drivmedel inom transportsektorn (Lög nr. 40, 5 april 2013). Syfte med den nya lagen är att öka andelen förnybara drivmedel i transportsektorn och minska växthusgasutsläppen på ett kostnadseffektivt och produktivt sätt. Den isländska lagen implementerar därmed direktiv 2009/28/EG om förnybara energikällor men direktivet om bränslekvalitet 2009/30/EG ska implementeras senare. Den nya lagen lägger till en paragraf (paragraf nr. 3) om hur Island ska börja använda biodrivmedel och då med en lägre andel av förnybara drivmedel än som står i direktiven. Enligt tredje paragrafen i lagen ska garanteras att minst 3,5 % av den totala försäljningen av bränsle som används i transporter i hela landet kommer från förnybara drivmedel. Från 1 januari 2015 ska denna andel vara 5,0 %. Denna 5 % andel av förnybara drivmedel i transportsektorn kan senare höjas när mer erfarenhet av produktion av förnybara drivmedel finns. Det framgår också av paragraf 3 att förnybara drivmedel som produceras från råvaror från avfall, cellulosa eller lignocellulosa eller råvaror som inte används för mat- eller foderproduktion kan dubbelräkna sitt energiinnehåll för att uppnå målet med 3,5 % och senare 5 % andel av förnybara drivmedel i transportsektorn.

Som följd av den nya lagstiftningen ska produktionen av biodrivmedlen rapporteras till Island energimyndighet för att uppnå en bättre överblick av den framtida produktionen.

Enligt direktivet om bränslekvalitet ska diesel med halt av FAME på över 7 % släppas ut på marknaden. Detta är viktigt för att uppnå målet med 10 % av förnybara drivmedel i transportsektorn och fiskindustrin. Island måste inleda bränslekvalitetsdirektivet så snart som möjligt.

Lagen ska börja tillämpas redan 2013 men tredje paragrafen först den 1 januari 2014. Lagen har alltså stiftats men regelverket kring lagarna återstår att fastställa bland annat rörande skatter. Hur Island exakt ska fördela mellan olika biobränslena för att uppnå målen med 10 % förnybara drivmedel i transportsektorn före 2020 har inte ännu fastställts.

7 Analys och slutsatser

Många utmaningar återstår för Island innan målet kan uppfyllas om att 10 % av energin inom transportsektorn ska komma från förnybara drivmedel 2020. Denna andel är nu på Island endast 0,35 %. Ett stort problem i sammanhanget både på Island och i EU-länderna är att det saknas råvaror för produktion av biodiesel.

Inom Islands största forskningsprojekt på bioenergiområdet, Lífeldsneyti som har varit en viktig referens i detta projekt, har uppskattats att det skulle kunna produceras ca 9500 ton av FAME och ca 6000 ton av HVO biodiesel fram till år 2030. Denna mängd motsvarar enligt mina beräkningar i grova drag ca 3,2 % av den fossila olja som uppskattas importeras och användas för transportsektorn och fiskindustrin år 2030 (Orkustofnun, 2012). Den andra viktiga referensen i detta projekt, Tækniþróun í Lífðisilframleiðslu, drar slutsatsen att om 95 % av fetter och oljerika avfall skulle samlas in kan produktionen av biodiesel från dessa råvaror uppgå till mellan 2,5 % och 5,0 % av den totala fossila dieseloilja som används för fordon på Island år 2012. En förutsättning för en sådan omfattning av biodieselproduktionen år 2030 är att de potentiella råvarorna finns och att de samlas in. Lífeldsneytis-projektets uppskattningar av mängden biomassa som erhålls genom odling av råvaror och insamling av avfallsprodukter är bland annat beroende av viss beräknad populationsökning till 2030 och att råvarorna inte konkurrerar med varandra.

Lífeldsneytis-projektet tar inte med odling av energigrödor för produktion av biodiesel utan endast för andra biobränslen som etanol och biogas. Därför bör odlingspotentialen i form av energigrödor uppmärksammas och undersökas vidare på Island med syftet att utöka möjligheterna för biodieselproduktion. Odling av energigrödor i kombination med revegetation är också intressant att studera vidare. För produktion av de andra biobränslen som till exempel biogas finns möjlighet att använda andra råvaror än de som kan användas för biodieselproduktionen, bland annat hushållsavfall. Därför är det angeläget att energigrödorna i framtiden användas i större utsträckning för biodieselproduktion.

En annan slutsats av denna studie är att om förslagen om förändringarna av EU-direktiven går igenom kan Island inte fortsätta att satsa på odling av oljegrödor (t.ex. raps) för biodieselproduktion därför att de beräknas ge större växthusgasutsläpp än fossil diesel. Detta framgår av de framräknade iLUC-värdena som visas i kapitel 5.3.2. som ska adderas till de tidigare utsläppsvärdena.

Enligt Lífeldsneytis-projektet fokuserar Island redan idag på de råvaror som kan dubbelräkna sitt energiinnehåll för att kunna uppnå 10 % förnybar energi i transportsektorn år 2020. Dessa är till exempel fetter och oljerikt avfall. I förslaget om förändringarna av direktiven sägs att vissa råvaror t.ex. alger, halm och andra avfallsråvaror (se kapitel 5.5.3) kan räkna fyra gånger sitt energiinnehåll vid beräkningarna. Möjligheten att odla alger som råvara för biodieselproduktionen diskuteras alltmer men har ännu inte belysts vetenskapligt på Island. Om Island i framtiden ska kunna öka sin biodieselproduktion är det viktigt att förbättra tillgången på sådana råvaror som Islands olika forskningsprojekt uppskattar verkligen är tillgängliga. I detta sammanhang är det angeläget att Island i ett tidigt skede arbetar fram regelverk om avfallshantering, till exempel fetter från slakterier och avfallsolja från livsmedelsindustri och restauranger.

I mitt projekt har jag med stöd av vetenskaplig litteratur kommit fram till att användningen av ren HVO-biodiesel i dieselmotorer inte uppfyller den europeiska dieselbränslestandardEN 590. I Lífeldsneytis-projektet hävdas däremot att HVO kan användas rakt av på dieselmotorer. Därför är det angeläget att vidare undersöka de två typerna av biodiesel FAME och HVO och hur de bör användas.

Om Island fokuserar på att producera biodiesel från de råvaror som kan dubbelräknas finns goda möjligheter för biodieselproduktion på Island och även att uppnå 10 % målet år 2020.

Möjligheterna ökas ännu mer om andra biodrivmedel, som till exempel etanol och biogas, utvecklas och ökar. På Island används förnybart metanol vid biodieselproduktion av FAME till skillnad från i Sverige där det mest används fossilt metanol för sådan produktion. Biodiesel producerat på Island är därför förnybart i större utsträckning än biodiesel producerat i Sverige.

Enligt en nyutkommen rapport, *Utsikt för förnybara drivmedel i Sverige*, är det enligt producenterna av biobränsle framför allt avsaknaden av politiska beslut som bromsar utvecklingen av biodrivmedelsproduktionen i Sverige (Hansson & Grahn, 2013). I mitt projekt har jag dragit samma slutsats i fråga om biodieselproduktionen på Island och finner det därför angeläget att politiska beslut på bioenergiområdet måste fattas snarast möjligt på Island.

Referenslista

- Ahlgren, S., & Börjesson, P. (2011). *Indirekt förändrad markanvändning och biodrivmedel - en kunskapsöversikt*. Rapport nr. 73. Lund Universitet, Lund
- Arvidsson, R., Persson, S., Fröling, M., & Svanström, M. (2011). Life cycle assessment of hydrotreated vegetable oil from rape, oil palm and Jatropha. *Journal of Cleaner Production*, 19(2-3), 129–137. Tillgänglig: doi:10.1016/j.jclepro.2010.02.008
- Atvinnuvega- og Nýsköpunarráðuneytið, A. (2012). *The Icelandic National Renewable Energy Action Plan for the promotion of the use of energy from renewable source in accordance with Directive 2009/28/EC and the Commission Decision of 30 June 2009 on a template for the national renewable energy action plan*. Atvinnuvegaráðuneytið, Reykjavík. Tillgänglig: <http://www.atvinnuvegaraduneyti.is/media/Skyrslur/NREAP.pdf>
- Bernódusson, J. (2010). *Umhverfissvænir orkugjafir - Ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni díselolíu fyrir íslenskan fiskiskiptaflotann*. Siglingarstofnun Íslands. Reykjavík. Tillgänglig: <http://www.sigling.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=5350>
- Brink, S. H. (2009). *Samþætting á ræktun orkuplantna og landgræðslu - Greining með landfræðilegum upplýsingakerfum*. Landbúnaðarháskóli Íslands. Hvanneyri. Tillgänglig: http://skemman.is/stream/get/1946/7250/19420/1/BS_Ritgerd_Sigmundur_Helgi_Brink_samsett.pdf
- Demirbas, A. (2009). Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. *Applied Energy*, 86, 108–117. Tillgänglig: <http://www6.svsu.edu/~gmlange/BJLG08F09.pdf>
- Demirbas, A. (2011). Competitive liquid biofuels from biomass. *Applied Energy*, 88(1), 17–28. Tillgänglig: doi:10.1016/j.apenergy.2010.07.016

- Energimyndigheten. (2012a). *Analys av marknaderna för biodrivmedel- Aktuella marknadsfrågor för första och andra generationens biodrivmedel*. ER 2012:29. Statens energimyndighet. Tillgänglig: <http://energimyndigheten.se/PageFiles/23922/2012-1730%20Analys%20av%20marknaderna%20f%C3%B6r%20biodrivmedel.pdf>
- Energimyndigheten. (2012b). *Hållbara biodrivmedel och flytande biobränslen under 2011*. ET 2012:12. Statens energimyndighet. Tillgänglig: <http://energimyndigheten.se/Global/Press/Hallbara-biodrivmedel-o-flytande-biobransle-2011-NY.pdf>
- Energimyndigheten. (2013). *Transportsektorns energianvändning 2012*. ES 2013.02. Statens energimyndighet. Tillgänglig: https://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Transportsektorns_energi_anvandning_2012.pdf
- Europaparlamentets och rådets direktiv. (2009a). *Direktiv 2009/30/EG om ändring av direktiv 98/701/EG, vad gäller specifikationer för bensin, diesel och gasoljor och införande av ett system för hur växthusgasutsläpp ska övervakas och minskas, om ändring av rådets direktiv 1999/32/EG*. Europeiska kommissionen, Bryssel.
- Europaparlamentets och rådets direktiv. (2009b). *Direktiv 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor och om ändring och ett senare upphävande av direktiven 2001/77/EG och 2003/30/EG*. Europeiska kommissionen, Bryssel.
- Forsætisráðuneytið. (2011). *Ísland 2020 - sókn fyrir atvinnulíf og samfélag. Þekking, sjálfbærni, velferð*. Forsætisráðuneytið, Reykjavík. Tillgänglig: <http://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/island2020.pdf>
- Gerpen, J. Van. (2005). Biodiesel processing and production. *Fuel Processing Technology*, 86, 1097–1107. Tillgänglig: doi:10.1016/j.fuproc.2004.11.005
- Græna Orkan (verkefnisstjórn í samgöngum). (2011). *Orkuskipti í samgöngum Stefnumótun, markmiðasetning og aðgerðaráætlun*. Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík. Tillgänglig: <http://www.althingi.is/altext/140/s/pdf/0453.pdf>
- Hansson, J., & Grahn, M. (2013). *Utsikt för förnybara drivmedel i Sverige - Uppdatering och utvidgning av studien Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige år 2030 av Grahn och Hansson, 2010*. IVL Rapport B2083. Svenska miljöinstitutet och Chalmers tekniska högskola, Stockholm.

- IEA. (2008). *From 1st - TO 2nd GENERATION BIOFUEL TECHNOLOGIES An overview of current industry and RD&D activities*. International Energy Agency. Tillgänglig:
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2nd_Biofuel_En.pdf
- IEA. (2009). *Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source MAIN REPORT*. Rapport ExCo:2009:06. International Energy Agency. Tillgänglig:
https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CD4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ieabioenergy.com%2FDownload.aspx%3FDocId%3D6494&ei=2mqsUeCUPiictQaC1YDgDg&usg=AFQjCNEDqrokSw9_k4XR3S-d9o5I-mSSHg&sig2=XMfiJ__pOUJeq6sdu_clvA&bvm=bv.47244034,d.Yms&cad=rjt
- IEA. (2010). *Sustainable production of second-generation biofuels*. International Energy Agency. Tillgänglig:
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/second_generation_biofuels.pdf
- IEA. (2011). *Bioenergy , Land Use Change and Climate Change Mitigation Background Technical*. Rapport ExCo:2011:04. International Energy Agency. Tillgänglig:
https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CD4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ieabioenergy.com%2FDownload.aspx%3FDocId%3D6928&ei=omusUczSAoWTswaj04HYDg&usg=AFQjCNGUYn6aATGdiBJ2SXn97hcwYJ884g&sig2=_LW0QUQeZWp1o7g724Y7ag&bvm=bv.47244034,d.Yms&cad=rjt
- Joao, M., & Freire, F. (2011). Life-cycle studies of biodiesel in Europe : A review addressing the variability of results and modeling issues. *ELSEVIER*, 15, 338–351. Tillgänglig: doi:10.1016/j.rser.2010.09.013
- Kommissionen, E. (2012). *Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om ändring av direktiv 98/70/EG om kvaliteten på bensin och dieselbränslen och om ändring av direktiv 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor COM(2012)595 final* (Vol. 0288). Europeiska kommissionen, Bryssel.
- Majer, S., & Oehmichen, K. (2010). *Approaches for optimising the greenhouse gas balance of biodiesel produced from rapeseed*. German Biomass Research Center. Tillgänglig:
http://www.ufop.de/files/9113/3940/7647/Uebersetzung_engl_Ansaetze_Optimierung_THG_Bilanz_von_RME.pdf

- Mannvit, & Ívarsson, Á. (2013). *Tæknipróun lífdísilframleiðslu. Lokaskýrsla vegna styrkveitinga úr orkusjóði*. Styrkverkefni nr. 28-2012(verkþáttur A). Mannvit, Reykjavík.
- Mikkonen, S., & NesteOil. (2012). *HVO , HYDROTREATED VEGETABLE OIL – A PREMIUM RENEWABLE BIOFUEL FOR DIESEL ENGINES*. Neste Oil Proprietary publication. Tillgänglig:
https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nesteoil.com%2Fbinary.asp%3F%3D7A041F14-022A-4295-B1E4-1102585F5E3F&ei=oG2sUfHxGdHIsgavp4GQDg&usg=AFQjCNG9jllaKQ3NVCIIq6Xqpnb_ChiPA&sig2=Grf3UuHJt6XN6PNQOhETVw&bvm=bv.47244034,d.Yms&cad=rjt
- Orkustofnun. (2012). *Eldsneytisspá 2012-2050*. OS-2012/01. Orkustofnun Íslands, Reykjavík. Tillgänglig: <http://os.is/media/eldsneyti/Eldsneytisspa-2012.pdf>
- Sundberg, M. (Mannvit), Guðmundsson, J. (Íslands lantbruksuniversitet), & Guðmundsson, M. (Innovation Center Iceland). (2010). *Biofuel Production in Iceland - Survey of potential raw materials and yields to 2030*. Mannvit, Reykjavík.
- Tolke, C. L., Einarson, E., & Eklöf, P. (2011). *Förnybara drivmedel från jordbruket*. Rapport 2011:14. Jordbruksverket, Jönköping.
- Rosillo-Calle, F., de Groot, P., Hemstock, S. L., & Woods, J. (2007). *The Biomass Assessment Handbok - Bioenergy for Sustainable Environment*. London: Earthscan.

Internet

- lifeldsneyti.is, Lífeldsneytis projektets hemsida, hämtad den 24 april 2013 av:
<http://lifeldsneyti.is/Um-lifeldsneyti/>
- cri.is, Carbon Recycling International hemsida hämtad den 1 maj 2013 av:
http://cri.is/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18&lang=en
- [landmælingar.is](http://www.lmi.is), Landmælingar Íslands hemsida hämtad den 6 maj 2013 av
<http://www.lmi.is/island-i-tolum/>
- spbi.se, Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet hemsida hämtad den 25 april 2013 av <http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/fame-i-diesel/>

FN:s klimatpanel, 2013, Förena Nationernas hemsida, hämtad den 2 maj 2013 av http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php

Personliga kommunikationer

Personlig kommunikation a) den 3 april 2013 med Ómar Sigurbjörnsson, Carbon Recycling International.

Personlig kommunikation b) den 26 mars 2013 och 14 maj 2013 med Ágústa Loftsdóttir och Sigurdur Ingi Friðleifsson. Orkustofnun (Islands energimyndighet).

Personlig kommunikation c) den 17 maj 2013 med Jóhannes Ó Stephensen. Credid info Island.

Personlig kommunikation d) den 17 maj 2013 med Kristinn Sigurðharðarson. Orkey ehf.

Personlig kommunikation e) 15 april 2013 med Unnsteinn Hermannson. Græn Hreppaorka ehf.

Personlig kommunikation f) den 20 maj 2013 med Sigurdur Eiríksson. Atlantic Green Energy ehf.