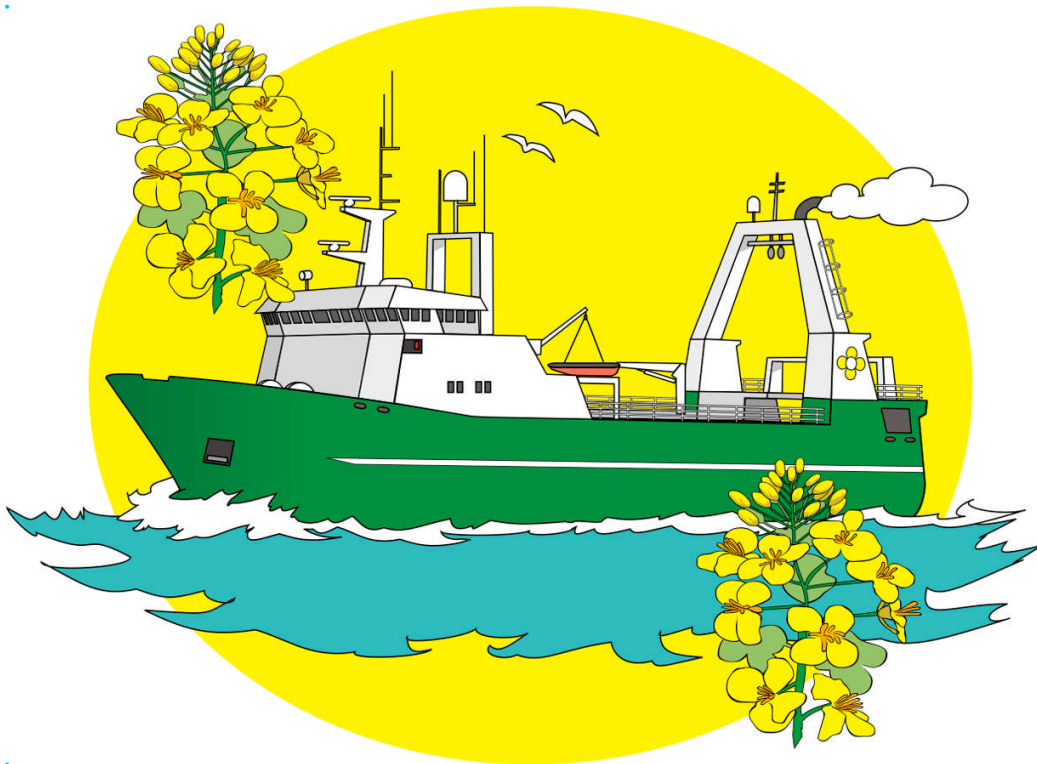


Jón Bernóðusson

Umhverfisvænir orkugjafar

*Ræktun á repju og nepju
til framleiðslu á lífrænni dísilolíu
fyrir íslenska fiskiskipaflotann*



SIGLINGASTOFNUN

2010

ISBN 978-9979-9792-6-5

Útgefandi: Siglingastofnun Íslands
Höfundur: Jón Bernóðusson

Prentað í desember 2010

Prentun: Prenttækni ehf.

Umhverfisvænir orkugjafar

*Ræktun á repju og nepju
til framleiðslu á lífrænni dísilolíu
fyrir íslenska fiskiskipaflotann*

Höfundur:
Jón Bernóðusson,
verkfræðingur, Siglingastofnun Íslands

Meðhöfundar:

Gísli Viggósson, forstöðumaður rannsókná- og þróunarsviðs Siglingastofnunar Íslands

Ásgeir Valhjálmsson, tæknifræðingur, Eignarhaldsfélagið Atlas ehf.

Pálmi Stefánsson, efnaverkfræðingur, PS Engineering.

Guðbjartur Einarsson, vélfræðingur, Véltak hf.



SIGLINGASTOFNUN

2010



Rannsóknarverkefni

Rannsóknir á umhverfisvænum orkugjöfum

Greinargerð

**um ræktun á nepju og repju
til framleiðslu á lífrænni dísilólíu
fyrir íslenska fiskiskipaflotann**

**Umsjón:
Rannsóknna- og þróunarsvið Siglingastofnunar Íslands**

Formáli

Með lögum nr. 33/2008 er mælt fyrir um samræmda áætlunargerð við framkvæmd og rekstur í samgöngumálum. Annars vegar er gert ráð fyrir áætlun til 12 ára sem taki til fjáröflunar og útgjalda vegna samgöngumála, sem endurskoðast á fjögurra ára fresti, og hins vegar áætlun til fjögurra ára sem endurskoða skal á tveggja ára fresti. Í drögum að samgönguáætlun áráanna 2007 – 2018 sem og í gildandi samgönguáætlun til fjögurra ára, 2009 – 2012, er mælt fyrir um að unnið skuli að tilteknum rannsóknar-, úttektar- og stefnumótunarverkefnum sem falla undir meginmarkmið samgönguáætlunarinnar. Eitt þessara verkefna snýr að *umhverfissvænum orkugjöfum* og tengist markmiðum um umhverfislega sjálfbærar samgöngur.

Í markmiðum samgönguáætlunar um umhverfislega sjálfbærar samgöngur er lögð áhersla á að efldar verið rannsóknir sem stuðla að umhverfissvænum samgöngum, sérstaklega rannsóknum er lúta að notkun vistvæns eldsneytis. Þessu markmiði fylgir Siglingastofnun hér eftir með verkefninu um umhverfissvæna orkugjafa.

Í tillögu til þingsályktunar um samgönguáætlun fyrir árin 2007 – 2018 hafa íslensk stjórnvöld sett sér skýr markmið að stefnumótun um umhverfislega sjálfbærar samgöngur. Eitt af markmiðunum er að minnka notkun jarðefnaeldsneytis þannig að samgöngutæki muni í framtíðinni nýta orku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum. Einnig er stefnt því að stuðla að orkusparandi aðgerðum eins fljótt og kostur er og hagkvæmt þykir.

Hér hafa íslensk stjórnvöld sett af stað tvær leiðir til að draga úr losun á koltvíoxíði (CO₂) frá skipum. Um er að ræða leiðir almenns orkusparnaðar og notkunar á umhverfissvænum orkugjöfum. Orkusparnaðurinn felst í því að minnka notkun á skipadísilólíu með leiðum eins og orkusparnaðarkerfum og notkun á orkusparandi og orkugrönnum veiðarfærum. Umhverfissvænir orkugjafar eru ný gerð orkugjafa eða orkubera sem koma í stað jarðefnaólíu.

Til að móta verkefnið um umhverfissvæna orkugjafa ákvað Siglingastofnun Íslands að velja til samstarfs einnig utanaðkomandi aðila sem hér þekkja vel til. Leitað var til Landbúnaðarháskóla Íslands þar sem þeir Jónatan Hermannsson og Þóroddur Sveinsson komu að verkefninu. Aðkoma bændanna Ólafs Eggertssonar á Þorvaldseyri og Knúts Arnars Óskarssonar á Ósum voru verkefninu afar mikilvæg enda fagmenn hér á ferð. Einnig var leitað ráðgjafar frá Ásgeiri Valhjálmsyni, véltækifræðingi, Pálma Stefánssyni, efnaverkfræðingi og Guðbjarti Einarssyni, vélfræðingi og eru þeir að hluta meðhöfundar að þessari greinargerð. Kristján Sveinsson, sagnfræðingur, las yfir texta og færði hann til betri vegar. Öllum þessum aðilum er þakkað fyrir þeirra góða framlag að verkefninu sem hefði orðið rýrara ef þeirra hefði ekki notið við.

Það er von Siglingastofnunar Íslands að greining og niðurstöður þessa verkefnis muni leiða til þess að framleiðsla á bíódísil geti hafist hér á landi og að fiskiskipaflotinn taki vel þeim hugmyndum okkar að keyra aðalvélar skipa á bíódísil kannski að öllu leyti eða sem íblöndun í hefðbundinn jarðdísil.

Summary in English

The Icelandic fishing fleet, be it deep sea trawlers or small boats, uses fossil fuel in the form of diesel oil or bunker fuel to power engines. The fleet's mean annual consumption of fuel is 175 thousand tons and the estimated carbon emission produced annually by Icelandic fishing ships and boats is 550 thousand tons.

Given the increasingly significant impact burning fossil fuels is having on the environment, the Ministry of Transport (now The Ministry of Transport, Communications and Local Government) assigned the Icelandic Maritime Administration (IMA) with the task of finding new alternative fuels to power the Icelandic fishing fleet. Among the main attributes for a plausible fuel type to replace fossil fuels are sustainability and low carbon emission.

In the spring of 2008, the IMA initiated a project in collaboration with the Agricultural University of Iceland with the main purpose of investigating the possibilities of growing rapeseed in Iceland and extracting the oil from the seeds for biodiesel production.

Different varieties of rapeseed are grown in different parts of the Northern and Southern hemisphere for the production of food and fuel. In recent years the demand for alternative fuels has led to a considerable increase of rapeseed cultivation and the technology for producing bio-diesel from rapeseed oil has become widely available. It was therefore deemed likely beforehand that the cultivation of rapeseed in Iceland and production of fuel from rapeseed oil could benefit from the experience gathered abroad. Furthermore, rapeseed oil was also considered to be an ideal alternative fuel because while growing, rapeseed plants bind two to three times the amount of CO₂ that is emitted when biodiesel is burned. Thus, the use of biodiesel from rapeseed oil would mitigate the total emission of carbon dioxide from the Icelandic fishing fleet.

Rapeseed (winter type variants of *brassica napus* var. *oleifera* and *brassica rapa* var. *oleifera*) was cultivated in 9 different sites in Iceland with overall good results, although in some sites the cultivation was not successful at all. Undoubtedly, further research into soil and weather conditions is needed to establish where and how rapeseed can be grown in Iceland with optimal results. At the sites where the cultivation of rapeseed was successful, the crop output exceeded expectations. The surprisingly high yield of some of the Icelandic rapeseed fields may be due to the long hours of sunlight in Iceland during summer.

Overall, the results of the cultivation experiments are promising and it is likely that rapeseed could become a financially lucrative crop grown in Iceland, with the

main income generators being animal fodder from flaked rapeseeds and oil extracted from the seeds.

The IMA set up a small factory at its facilities in Kópavogur to extract the oil from the rapeseed and produce biodiesel. The oil yield from the Icelandic seeds proved to be on very much the same level as that from rapeseeds in North-Europe in general. The production of biodiesel with a proven method was successful as well.

Since the cultivation of rapeseed and production of bio-diesel from rapeseed oil carried out by the IMA and its associates was promising in many ways, it is important to further develop the knowledge, ideas and methods gained during the research phase by moving forward with the cultivation of rapeseed for the production of rapeseed fodder-meal and rapeseed oil on a commercial basis within Icelandic agriculture.

Efnisyfirlit

1.	Inngangur	3
1.1	Forsendur verkefnis	
1.2	Framkvæmd verkefnis	
1.3	Helstu niðurstöður verkefnis	
<hr/>		
2.	Upplýsingaöflun	9
2.1	Almennt um upplýsingaöflun	
2.1.1	Laga- og reglugerðaumhverfi	
2.1.2	Innlent laga- og reglugerðaumhverfi	
2.1.3	Erlent laga- og reglugerðaumhverfi	
2.2	Upplýsingar	
2.2.1	Staða upplýsinga	
<hr/>		
3.	Íslenski fiskiskipaflotinn	13
3.1	Almennt um íslenska fiskiskipaflotann	
3.1.1	Almennt.	
3.2	Orka og orkusparnaður	
3.2.1	Olíunotkun fiskiskipaflotans	
3.2.2	Orkusparnaður í fiskiskipum.	
3.3	Orkunýting og umhverfisþættir	
3.3.1	Veiðiaðferðir	
3.3.2	Lífrænt eldsneyti fyrir skip	
3.3.3	Rannsóknir á umhverfisþáttum	
3.3.4	Samantekt	
<hr/>		
4.	Endurnýjanlegt eldsneyti	23
4.1	Endurnýjanlegir orkugjafar og orkuberar	
4.1.1	Almennt	
4.2	Dísileldsneyti	
4.2.1	Jarðdísill	
4.2.2	Jurtaolía	
4.2.3	Lífdísill	
4.2.4	Efnadísill (BtL)	
4.3	Alkóhól	
4.3.1	Metanól	
4.3.2	Etanól	
4.3.3	Bútanól	
4.4	Gastegundir og orkuberar	
4.4.1	Metan	
4.4.2	Dímethyleter (DME)	
4.4.3	Vetni	
4.5	Rafgeymar	
4.5.1	Rafmagn	

4.6	Samantekt	
4.6.1	Hagrænn samanburður orkugjafa og orkubera	
4.6.2	Brennsla og útblástur (CO ₂ og vatnsgufa)	
4.6.3	Umhverfi og mengun frá eldsneyti	
<hr/>		
5.	Ræktun á repju og nepju	41
5.1	Almennt um ræktun á orkujurtum	
5.1.1	Almennt	
5.1.2	Baldur Rósmund Stefánsson	
5.2	Vöxtur og útkoma	
5.2.1	Afrakstur ræktunar	
5.2.2	Jarðvinnsla og sáning	
5.2.3	Áburður	
5.2.4	Skiptiræktun	
5.2.5	Uppskeyra og þresking	
5.2.6	Hreinsun og þurrkun fræja	
5.3	Samantekt	
5.3.1	Samanburður við önnur lönd	
5.3.2	Framhald ræktunar	
<hr/>		
6.	Pressun repju- og nepjufræja	55
6.1	Almennt um pressun olíufræja	
6.1.1	Almennt	
6.2	Aðferðir við pressun	
6.2.1	Aflpressun jurtaolíu	
6.2.2	Efnaútleysing jurtaolíu	
6.2.3	Samanburður aðferðanna	
6.2.4	Síun olíunnar	
6.2.5	Skilvindun olíunnar	
6.3	Niðurstöður	
6.3.1	Almennt	
6.3.2	Tilraunir með pressun fræja	
6.4	Búnaður	
6.4.1	Olíupressur	
6.4.2	Súkerfi	
6.4.3	Skilvindur	
<hr/>		
7.	Afurðir og framleiðsla	67
7.1	Almennt um afurðir og framleiðslu	
7.1.1	Almennt	
7.2	Afurðir jurtaolíu	
7.2.1	Jurtaolía	
7.2.2	Bíodísill	
7.2.3	Steikingarolía	
7.2.4	Pólýól	
7.2.4	Repjuhrat (fóðurmjöl)	

7.3 Aðrar afurðir

- 7.3.1 Glýseról
- 7.3.2 Repjustönglar (hálmur)
- 7.3.3 Repjuhunang

7.4 Framleiðsla á bíódísil

- 7.4.1 Almenn
- 7.4.2 Framleiðsluferli
- 7.4.3 Búnaður til framleiðslu
- 7.4.4 Hættur og öryggi
- 7.4.5 Gæðaeftirlit

8. Arðsemi..... 87**8.1 Aðferðafræði og greining**

- 8.1.1 Almenn
- 8.1.2 Aðferð við arðsemismat

8.2 Þjóðhagsleg hagkvæmni

- 8.2.1 Almenn
- 8.2.2 Bændur og landbúnaður
- 8.2.3 Heilsa og hollusta
- 8.2.4 Umhverfispættir
- 8.2.5 Sjálfbærni og endurnýjanleg orka

8.3 Kostnaðargreining

- 8.3.1 Almenn
- 8.3.2 Ræktun og uppskera
- 8.3.3 Framleiðslubúnaður
- 8.3.4 Húsnæði
- 8.3.5 Framleiðsla og dreifing
- 8.3.6 Annar tilfallandi kostnaður
- 8.3.7 Samantekt

8.4 Innkoma og markaðssetning

- 8.4.1 Almenn
- 8.4.2 Aðferðir við markaðsetningu
- 8.4.3 Sala á afurðum repjunnar
- 8.4.4 Sala á afurðum bíódísilsvinnslu

8.5 Niðurstöður og samantekt

- 8.5.1 Almenn
- 8.5.2 Samanburður kostnaðar og innkomu
- 8.5.3 Alþjóðlegt samhengi

9. Heimildaskrá 105**Viðauki um framgang verkefnisins..... 113**

1. Inngangur

1.1 Forsendur verkefnis

Sívaðandi umhverfisvitund jarðarbúa og áhrif brennslu jarðefnaeldsneytis á hlýnun jarðar veldur því að ákaft er leitað að umhverfissvænum og sjálfbærum orkugjöfum. Eftir athugun á möguleikum þess að afla lífrænnar endurnýjanlegrar orku hér á Íslandi, sem komið gæti í stað jarðefnaeldsneytisins sem nú er notað, varð niðurstaða Siglingastofnunar Íslands sú að jurtaolía ætti best við lýsinguna hér að ofan. Tilraunir hafa sýnt að bæði sumar- og vetrarafbrigði repju þrífast ágætlega hérlendis og sú staðreynd að fáar jurtir eru jafn stórtækar í upptöku á koltvísýringi (CO₂) en repjan rennir stöðum undir þá skoðun að ræktun repju og framleiðsla á repjuolíu í stórum stíl hérlendis verði á allan hátt umhverfissvæn og sjálfbær.

Tvær helstu ástæður þess að litið er á repjuolíu sem ákjósanlegan og umhverfissvænan orkugjafa, t.d. fyrir fiskiskip, eru:

- **sjálfbær orka sem hægt væri að framleiða hér á landi**
- **kolefnisjöfnun því repjan nærir á koltvíoxíð (CO₂)**

Í því skyni að kanna kosti og galla við brennslu á bíódísil fékk Siglingastofnun Íslands aðstöðu í vélasal Fjölniskólans Íslands (nú Tækniskólinn – skóli atvinnulífsins) til að keyra þar eina skipavél á bíódísil og venjulegum jarðefnaelísil til samanburðar. Sú tilraun kom mjög vel út og sýndi að bíódísill kemur vel til greina sem orkugjafi fyrir íslenska skipaflotann.

Bíódísill eða lífdíselolía er endurnýjanlegt eldsneyti sem unnið er úr jurtaolímum eins og til dæmis nepju- eða repjufræjum og sólblómum. Talsverð ræktun er nú í Evrópu og Norður-Ameríku á repjufræjum til framleiðslu á eldsneytisolíu og hefur hún aukist mikið hin síðari ár. Hvað varðar losun eitrefna hafa rannsóknir sýnt að bíódísill er talinn hafa margt fram yfir hefðbundna jarðefnaolíu. Má hér nefna að eitt kg hreinnar bíódíselolíu myndar við brennslu 2,8 kg af koltvísýringi (CO₂) meðan hefðbundin jarðefnaolía myndar 3,14 kg af koltvísýringi (CO₂) við sama magn. Einnig að brennisteinsmyndun við brennslu á bíódísil er svo til engin. Svo má nefna að notkun á bíódísil minnkar rykmengun í andrúmsloftinu og rannsóknir hafa sýnt að mun minna af krabbameinsvaldandi efnum myndast við bruna á bíódísil en við hefðbundna jarðefnaolíu.

Repja er ræktuð víða um norður hluta heimsins. Þess vegna var talið að hún geti auðveldlega þrífist hér á landi. Með það að leiðarljósi ákvað Siglingastofnun að skoða þann möguleika hvort þessar jurtir geti vaxið hér á landi og í framhaldinu hvort þessi ræktun kunnir að verða lyftistöng og jákvæð viðbót fyrir jarðrækt hérlendis.

Í mörgum tilfellum er repja ræktuð til þess að hvíla akra og ræktunarland frá ræktun annarra tegunda. Repjan leggur til lífrænt efni í bíódísil en jarðefnaolía er rotnandi leifar gróðurs frá miljónum ára og hana þarf að finna og bora síðan eftir henni með tilheyrandi kostnaði og umhverfisáhættu.

Þegar repjan er að vaxa tekur hún til sín tvöfalt meira magn af koltvísýringi (CO₂) en það sem berst út í andrúmsloftið þegar bíódísilinn er brenndur. Sé miðað við ræktun á einum hektara þá taka plöntur á einum hektara til sín rúm 6 tonn af koltvísýringi meðan repjan er að vaxa en skilar tæpum 3 tonnum af koltvísýringi til baka í formi bruna á eldsneytinu. Þetta þýðir að tvöföld kolefnisjöfnun felst í notkun á bíódísil úr repjuolíu og gefur það bændum möguleika á að selja kolefniskvóta í framtíðinni eða þau rúmu 3 tonn af CO₂ sem eftir standa sem viðbótarkolefnisjöfnun á hektara.

1.2 Framkvæmd verkefnisins

Í byrjun árs 2008 hóf Siglingastofnun Íslands að móta verkefnið um umhverfissvæna orkugjafa. Eftir að skoðaðar höfðu verið heimildir um vistvænt eldsneyti varð niðurstaðan sú að skoða til hlítar ferilinn um ræktun á repju/nepju, pressun olíu úr fræjum og breytingu olíunnar í bíódísil. Sú vinna, sem lögð hafði verið í könnun á heimildum sýndi, að repjuolía hefði marga kosti fram yfir aðra vistvæna orkugjafa. Einkum vegna þess að líklegt væri að unnt reyndist að framleiða olíuna hér á landi, sem skapað gæti sparnað í erlendum gjaldeyri, aukði tekjur bænda og nýtt það ræktunarsvæði hérlendis sem ekki er nýtt við landbúnað. Einnig þótti vert að skoða þann möguleika að fínsía repjuolíuna og gera úr henni matarolíu sem er mjög verðmæt og holl afurð.

Siglingastofnun Íslands hafði í framhaldinu samband við Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ) um samstarf og verktöku til að fara af stað með tilraunaræktun á repju og eða nepju hér á landi en báðar þessar nytjajurtir eru af sama stofni og eru þekktar fóðurjurtir hérlendis. Tilraunaræktunin skyldi fara af stað á tíu dreifðum stöðum um landið. Landbúnaðarháskólinn tók að sér að meta kostnað við þessa fyrstu tilraunaræktun á vetrarafbrigðum nytjajurtanna og þá með það að markmiði að bændur gætu gróðursett og uppskorið repju til að hefja framleiðslu á lífrænni olíu á völdum stöðum á landinu sem og til uppgræðslu á Skógasandi og í Landeyjum. Verkátun unnu Jónatan Hermannsson, tilraunastjóra LbhÍ á Korpu, og Þóroddur Sveinsson, tilraunastjóra LbhÍ á Möðruvöllum, í nánú samráði við rannsókn- og þróunarsvið Siglingastofnunar.

Sem verktaki sá Landbúnaðarháskóli Íslands (LbhÍ) um jarðvinnslu og sáningu í samstarfi við bændur og valdi tilraunastaði, en að öðru leyti var hlutverk LbhÍ að bera faglega ábyrgð á framkvæmd þess hluta verkefnisins sem snýr að ræktuninni og sjá um verklýsingar fyrir bændur og undirverktaka við jarðvinnslu. Einnig skyldi LbhÍ fylgjast með framvindu ræktunarinnar, leggja mat á árangur og skila til Siglingastofnunar Íslands greinargerð um sinn hluta verkefnisins eftir uppskeru

ársins 2009. Greinargerð þessi liggur nú fyrir og má nálgast hana á vef Landbúnaðarháskóla Íslands¹.

Þess ber að geta að þau landsvæði sem til greina komu og munu koma til greina í framtíðinni sem ræktunarstaðir fyrir vetrarrepju eru ekki í samkeppni við matvælaframleiðslu enda er þetta verkefni hugsað til að nýta það landsvæði sem ekki er almennt nýtt til ræktunar.

Í þessari greinargerð verður fjallað um möguleika fiskiskipaflotans til að nýta þessa íslensku framleiðslu, hvort hún henti á skipavélar almennt og jafnvel einnig á díselvélar annarra öku- og atvinnutækja svo sem landbúnaðarvéla og bifreiða sem knúnar eru jarðefnaðísilólú. Aflað var upplýsinga um innlent laga- og reglugerðarumhverfi og endurnýjanlegir og umhverfissvænir orkugjafar bornir saman. Einnig er lagt mat á ræktun og pressun repjufræja og í framhaldinu voru framleiðsluferlar greindir. Að lokum er lagt mat á arðsemi framleiðslunnar og þá sérstaklega skoðað hvernig best sé að gera sem mest verðmæti úr öllum afurðum repjunnar.

Heildarkostnaður Siglingastofnunar Íslands við þessar rannsóknir árið 2008 var um sjö miljónir króna² og uppgjör fyrir árið 2009 sýnir kostnað upp á 13,6 miljónir. Kostnaður beggja ára hefur að mestu verið fyrir verktöku og aðkeypta ráðgjöf frá LbhÍ og til annarra samstarfsaðila sem að þessu verkefni hafa komið sem og vegna smíða á framleiðslubúnaði fyrir bíódísil. Einnig má nefna stuðning við bændur vegna ræktunar, kaupa á fræjum og áburði til sáningar. Siglingastofnun hefur því lagt töluvert fjármagn í að hrinda þessu verkefni af stað. Vitað er að hér þarf að gera meira og hefur stofnunin ákveðið að halda áfram við þessa vinnu enda er það meðal verkefna Siglingastofnunar að stuðla að því að markmið samgönguáætlunar verði að veruleika m.a með því að standa að rannsóknum á umhverfissvænum orkugjöfum með það að markmiði að stuðla að sjálfbærum samgöngum, draga úr útblæstri gróðurhúsalofttegunda og uppfylla ákvæði alþjóðasamninga. Fyrir árið 2010 má gera ráð fyrir að verkefnið kosti Siglingastofnun um 8 miljónir króna.

1.3 Helstu niðurstöður verkefnis

Helstu niðurstöður þessa rannsóknarverkefnis eru að finna í síðasta kafla þessarar greinargerðar. Þar eru teknar saman niðurstöðurnar, þær greindar og skýrðar út frá kostnaðargreiningu, innkomu og markaðssetningu. Hér eru því aðeins helstu niðurstöðurnar teknar saman en þær eru:

1. Vetrarrepja vex ágætlega á Íslandi og við góðar aðstæður er fræuppskera betri hér á landi en í Norður-Evrópu og á Norðurlöndunum. Líkleg skýring

¹ Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun á repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgæðslu“. Rit LbhÍ nr. 24. Landbúnaðarháskóli Íslands, 2009.

² Skýrsla Siglingastofnunar um framkvæmd samgönguáætlunar 2008. Siglingamálaáætlun. April 2010.

er lengri birta yfir sumartímamann og að tilraunajurtin er vetrarafbrigði sem þolir íslenska veðráttu.

2. Vinnsla á matarolíu úr repjufræjum getur verið arðbær fyrir bændur og þá sem rækta vetrarrepju. Framleiðsluferlið er afar einfalt og fjárfesting ekki hlutfallslega mikil og kostnaðarsöm miðað við mögulega innkomu.
3. Við pressun fræjanna verður til jurtaolía að einum þriðja hluta og fódurmjöl (hrat) að tveimur þriðju hluta. Verðmæti fódurmjölsins vegur svo til upp kostnaðinn af ræktuninni þannig að olían er hjáafurð og fellur í raun til án kostnaðar.
4. Fyrir hverja krónu sem sett er í ræktunina skilar uppskeran rúmum þremur krónum miðað við bestu nýtingu allra tilfallandi afurða.
5. Bíódísill, sem til verður úr repjuolíu, má nota á allar vélar sem keyra á venjulegri dísilolíu. Jurtaolíu má blanda í allt að einum þriðja hlutum í jarðdísilolíu án þess að það hafi áhrif á dísilvélar skipa og annarra farartækja.
6. Rannsóknirnar hafa gert bændum, sem tekið hafa þátt í verkefninu, kleift að afla sér þekkingar til að rækta repju, vinna úr henni jurtaolíu, fódurmjöl og lífrænt eldsneyti.
7. Repja og nepja henta vel til framleiðslu á lífrænu eldsneyti hér á landi. Gæði eldsneytisins eru á allan hátt sambærileg við það sem þekktist frá erlendri framleiðslu.
8. Arðsemisútreikningar sýna að hér eru tækifæri til að innlend framleiðsla á endurnýjanlegum orkugjafa geti dregið úr innflutningi á jarðdísil og sparað þjóðarbúinu mikla fjármuni. Einnig getur slík framleiðsla skapað fjölda starfa og þá sérstaklega á landsbyggðinni þar sem framleiðslan er tengd landbúnaðarsvæðum.
9. Repjuræktun er ákjósanleg viðbót við hefðbundna ræktun hjá bændum. Hún skilar verðmætri matarolíu, eldsneyti á dísilvélar landbúnaðartækja sem og próteinríku fódurmjöli sem blanda má í annan fóðurbæti.
10. Repjan getur nýst sem uppgræðslujurt og því mætti í framtíðinni rækta hana á svæðum sem nú eru ekki í ræktun.
11. Til að fullnægja tíunda hluta olíunotkunar íslenska fiskiskipaflotans þarf að rækta sextán til 20 þúsund hektara af repju. Þetta svæði samsvarar um það bil þeim ekki eru nýtt til ræktunar á sunnanverðu landinu.

12. Líklega er að ræktun repju og nepju sé skýrasta dæmið um það hvernig tefja megi fyrir hnattrænum loftlagsbreytingum og áhrifum þeirra á Íslandi.
13. Nauðsynlegt er að halda áfram þessari tilraunastarfsemi til að staðfesta árangur þeirra niðurstaðna sem sýndar eru í þessari greinargerð. Rannsaka þarf sérstaklega sáningartíma, notkun á lífrænum áburði, uppskerugetu, markaðssetningu fóðurmjöls, matarolíu og bíódísils sem og annarra afurða repjunnar.

2. Upplýsingaöflun

2.1 Almennt um upplýsingaöflun

2.1.1 Laga- og reglugerðaumhverfi

Þegar fjallað er um upplýsingaöflun er hér átt við laga- og reglugerðaumhverfi, hvort um sé að ræða íslenskt umhverfi eða erlent og sérstaklega það sem snýr að evrópska efnahagssvæðinu. Einnig er átt við staðla og almennar ályktanir sem settar eru fram sem tillögur eða ábendingar.

Með lögum nr. 33/2008 er mælt fyrir um samræmda áætlunargerð við framkvæmd og rekstur í samgöngumálum¹. Annars vegar er gert ráð fyrir áætlun til 12 ára sem taki til fjáröflunar og útgjalda samgöngustofnana og marka stefnu fyrir allar greinar samgöngumála². Einnig er gert ráð fyrir að áætlunin sé nánar sundurliðuð í fjögurra ára tímabil með áætlun fyrir hvert ár þar sem fram komi ábyrgð og fjárheimildir stofnana samgöngumála. Þessi fjögurra ára áætlun skal endurskoðuð á tveggja ára fresti.

Það sem snýr beint að þessu rannsóknarverkefni um umhverfissvæna orkugjafa í samgönguáætlun stjórnvalda eru áhersluatriði um hagkvæmni í uppbyggingu og rekstri samgangna, um umhverfislega sjálfbærar samgöngur sem og öryggi í samgöngum og jákvæða byggðapróun. Hagkvæmnin felst í sem mestri þátttöku einstaklinga í verkefninu og þá með ræktun á jurtum til orkuframleiðslu sem í framhaldinu kallar á umhverfislega sjálfbærar samgöngur með jákvæða byggðapróun þar sem aðilar eru dreifðir víða um land. Ef innlend framleiðsla á umhverfissvænum orkugjöfum er að einhverju leyti fyrir hendi má staðfastlega kalla slíkt öryggi í samgöngum þar sem innlend orka er tiltæk fyrir tæki og búnað landsmanna³.

2.1.2 Innlent laga- og reglugerðaumhverfi

Ekki er fyrir hendi hér á landi almennar reglur um notkun á skilgreindu umhverfissvænu eldsneyti sem framleitt er úr orkujurtum. Það sem snýr beint að laga- og reglugerðarumhverfi um orku og eldsneyti í samgöngum er í meginatriðum þrjár reglugerðir sem taka beint á verkefninu um umhverfissvæna orkugjafa. Má hér nefna reglur um fljótandi eldsneyti⁴ en markmið þeirrar reglugerðar er að draga úr hugsanlegum áhrifum eldsneytis á heilsu fólks og umhverfi. Í viðaukum reglugerðarinnar eru að finna sérstakar kröfur sem gerðar

¹ Lög um samgönguáætlun nr. 33/2008.

² Samgönguáætlun fyrir árin 2009 – 2012. (Lögð fyrir Alþingi á 138. löggjafarþingi 2009 – 2010).

³ Skýrsla Siglingastofnunar um framkvæmd samgönguáætlunar 2008. Siglingamálaáætlun. Apríl 2010.

⁴ Reglugerð nr. 560/2007 um fljótandi eldsneyti.

eru til eldsneytis eins og markaðssetningu sem og viðbótarkröfur til skipagasolíu og svartolíu. Í reglum um geymslu á eldsneyti¹ eru tilteknir sérstakir notkunarflokkar um flokkun eldsneytis og í reglum um litun á gas- og dísilolíu² er að finna ákvæði sem taka á litun olíu sem aðgreiningu vegna gjaldflokka.

2.1.3 Erlent laga- og reglugerðaumhverfi

Evrópusambandið samþykkti 23. apríl 2009 tvær mikilvægar tilskipanir er varða áherslur um að minnka notkun á jarðefnaeldsneyti og aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa. Tilskipanirnar voru báðar birtar í Stjórnartíðindum ESB 5. júní 2009. Nánar fjalla tilskipanirnar annars vegar um minnkun gróðurhúsaáhrifa frá útblæstri samgöngutækja³ og hins vegar um aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa⁴. Tilskipunin um aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa er ætlað að leysa af hólmi tvær fyrri tilskipanir sem tóku á aukinni framleiðslu á lífrænu eldsneyti⁵ og aukinni framleiðslu á rafmagni með endurnýjanlegum orkugjöfum. Fyrri tilskipunin var ekki hluti af EES-samningum en sú síðari var tekin upp í samningin og innleidd hér á landi⁶.

Í tilskipuninni um aukna notkun endurnýjanlegrar orku eru sett fram bindandi markmið fyrir einstök aðildarríki um að auka notkun endurnýjanlegra orkugjafa og er þeim ætlað að stuðla að því að hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í heildarorkunotkun sambandsins verði 20% árið 2020 sem og því að hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í samgöngum verði 10% af heildarnotkun í samgöngum árið 2020. Sérstakt ákvæði er um hvernig reikna skuli út þessi hlutföll. Þess ber að geta að Svíþjóð er með hæst hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í ESB í dag en þar var stefnt að hlutfalli endurnýjanlegra orkugjafa sem 38,9% árið 2005 í 49% árið 2020 en því hlutfalli var haldið undir 50% til að tryggja að ekkert aðildarríki sambandsins þyrfti að fara yfir það hlutfall.

Hverju aðildarríki sambandsins er skylt að gera sérstaka aðgerðaráætlun fyrir endurnýjanlega orku í samræmi við fyrirmynd sem framkvæmdastjórnin hefur gefið út en aðgerðaráætlanirnar þurfti að tilkynna til framkvæmdastjórnarinnar fyrir 30. júní 2010. Ákveðnar upplýsingar þurfa þó að liggja fyrir að minnsta kosti hálfu ári áður en frá og með desembermánuði 2011 þurfa aðildarríkin að skila inn sérstakri framvinduskýrslu á tveggja ára fresti.

¹ Reglugerð nr. 365/2008 um söfnun gagna um innflutning, geymslu og sölu á eldsneyti.

² Reglugerð nr. 283/2005 um litun á gas- og dísilolíu.

³ Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emission and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC.

⁴ Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC.

⁵ Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the council of 8. May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.

⁶ Lög nr. 30/2008 um upprunaábyrgð á raforku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum o.fl.

Í tilskipun Evrópusambandsins um aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa er einnig að finna ákvæði um tölfræðilegar færslur á orku milli aðildarríkja, sameiginleg verkefni milli þeirra og við þriðju ríki og sameiginlegar stuðningsáætlanir. Einnig er þar að finna ákvæði um upplýsingaöflun, upprunaábyrgð og faggildingu aðila sem koma að uppsetningu og viðhaldi búnaðar til vinnslu og notkunar á endurnýjanlegri orku. Að lokum má finna fjölmörg ákvæði sem varða lífrænt eldsneyti og aðra lífræna vökva. Er þar tekið á skilyrðum sem uppfylla þarf til þess að efnin geti talist sjálfbær¹.

Hjá Alþjóðasiglingamálastofnuninni (IMO) hafa verið lagðar fram hugmyndir um aukna notkun á umhverfissvænum orkugjöfum og sérstaklega sem aðgerðir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda². Einnig hafa í tímanna rás verið settir fram staðlar³ og öryggisleiðbeiningar⁴ um framleiðslu á lífrænu eldsneyti sem og í aðildarlöndum ESB (Þýskalandi) hafa verið sett sérstök lagaákvæði sem taka beint á framleiðslu lífrænna orkugjafa⁵.

2.2 Upplýsingar

2.2.1. Staða upplýsinga

Eins og sést hér að ofan er ekki hérlendis um að ræða ákveðið eða mótað laga- og reglugerðarumhverfi er varðar umhverfissvæna orkugjafa og notkun þeirra á farartæki. Innan Evrópusambandsins eru komin fram tilskilin laga- og regluskilyrði þar sem umhverfissvænir orkugjafar eru fastmótaðir í tilskipanir. Á þeim bæ er, eins og hér að ofan er upptalið, mikill áhugi á að tryggja bæði lagalegan og markaðslegan grunn umhverfissvænna orkugjafa. Einnig eru tilskipanir þaðan í stöðugri endurskoðun og þá hér á jákvæðan hátt⁶.

Ef hér á landi verður að einhverju mæli farið út í ræktun á repju og nepju til að framleiða bíódísil á farartæki þurfa stjórnvöld annað hvort að setja skýrar reglur um lagalegan og markaðslegan grunn eða að innleiða tilskipun ESB um aukna notkun endurnýjanlegrar orku og umhverfissvæna orkugjafa hér á landi.

¹ Yfirlitsskýrsla sendiráðs Íslands í Brussel, Janúar – júlí 2009, bls. 39-40.

² Preparation of IMO – Green House gas emission. Oslo 23 – 27. June 2008).

³ Biodieselnorm DIN EN 14214. Petrotech. Global Trade Company.

⁴ Öryggisleiðbeiningar – Rapeseed Oil. PREL Material safety data sheet.

⁵ Die aktuelle Biokraftstoff-Gesetzgebung. Union zur Förderung von Oel und Proteinpflanzen e.V., Claire-Waldorf-Straße 7, 10117 Berlin, Stand 01/07.

⁶ Commission Decision establishing a template for National Renewable Energy Action Plans under Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. Brussels, 30.06.2009.

3. Íslenski fiskiskipaflotinn

3.1 Almennt um íslenska fiskiskipaflotann

3.1.1 Almennt

Fiskveiðar hafa lengi verið stundaðar á Íslandi. Í byrjun síðustu aldar hófst vélvæðing fiskiskipa og í dag eru svo til öll fiskiskip drifin áfram af vélarafli sem notar jarðdísilolíu sem orkugjafa.

Þegar gert er út á fiskveiðar þarf að huga að mörgu og má þar nefna veiðiaðferð, fjarlægð á mið, vinnslu afurða og orkusparnað. Á síðari árum hafa fiskiskip stækkað og vélarafli þeirra aukist með samsvarandi aukinni notkun á eldsneyti. Einnig hefur samsetning veiðanna breyst í þá átt að togveiðar eru sífellt stærri þáttur sem veiðiaðferð. Botntroll hefur komið í stað neta- og línuveiða og flottroll í stað veiða með nót. Rannsóknir hafa sýnt að togveiðar eru orkufrek veiðiaðferð og eyða þar af leiðandi meira eldsneyti en skip sem nota orkugrónn og orkusparandi veiðarfæri eins og t.d. net, nót og línu¹.

Þegar skoðaðir eru þeir þættir sem hafa hvað mest áhrif á orku- og eldsneytisnotkun fiskiskipa er fjárhagslega eðlilegt að bera saman veiðiaðferðir og aflaverðmæti á veiðarfæri. Útgerðir vilja að sjálfsögðu draga úr kostnaði við orkunotkun og slíkur samanburður er því eðlilegur ef hugsað er um kostnað og innkomu.

Hin síðari ár hafa komið fram ýmsar hugmyndir og lausnir sem beinast að orkusparnaði í skipum. Er um að ræða orkusparnaðarkerfi, greiningu á orkufrekum og orkugrónum og orkusparandi veiðarfærum sem og notkun á endurnýjanlegum orkugjöfum sem standast allar kröfur um eldsneyti í skipum og í mörgum tilfellum má framleiða hér á landi. Og ekki má gleyma möguleikum til að nýta varmann, sem til verður frá vélbúnaði skipsins, til orkuframleiðslu. Má hér nefna hugmyndir um nýtingu varmans (glatvarmi), sem til verður í kælikerfi skipsins, og afganghitann frá aðalvélinni.

Þegar skoðaðar eru leiðir orkunýtni og umhverfisþátta er staðan á margan hátt eftirfarandi:

- a) **Orkugjafar;** það eru jarðdísill (dísilolía), svartolía, bíódísill, vetni, etanól, jurtaolía, vindorka, hreyfiorka. Jarðdísill (dísilolía) verður væntanlega aðaleldneytisgjafi aðalvéla skipa á næstu árum. Bíódísill er þó fullkomlega

¹ Emil Ragnarsson; 2006: „Orkubúskapur vinnslutogara – rannsókn á togurum Granda.“ Ægir 99(1), bls. 36 – 38, fyrri hluti og Ægir 99(2), bls. 48-51, seinni hluti

sambærilegur sem dísilolía hvað varðar gæði og orkugetu og ætti í náinni framtíð að koma meira í stað jarðdísils sem orkugjafi skipa.

- b) **Orkusparnaðarkerfi**; það eru hin ýmsu módel orkusparnaðar sem boðin hafa verið útgerðum til sölu. Þessi kerfi geta gefið um 5 – 10% olúsparnað með því að vakta og greina eldsneytisnotkunina.
- c) **Orkusparnaðarleiðir**; það eru greiningar á orkusparnaði miðað við veiðiaðferðir fiskiskipa. Breyting á veiðiaðferð fiskiskipa gæti sparað allt að 30% í brennsluolúmagni miðað við sama magn af veiddum fiski.
- d) **Búnaður til umhverfisverndar**; það er hreinsun smurólú, hreinsun á afgasi aðalvéla. Slíkur búnaður getur sparað allt að 50% notkun á smurólú og síað út um 20–50% af eitruðum lofttegundum sem annars fara út í andrúmsloftið.

3.2 Orka og orkusparnaður

3.2.1 Olíunotkun fiskiskipaflotans

Miklar sveiflur hafa verið í olíunotkun íslenskra fiskiskipa milli ára. eins og myndin um olíunotkun íslenskra fiskiskipa 1993–2009 sýnir. Á því eru þær skýringar að aukning olíunotkunar fram á miðjan síðasta áratug er vegna veiða á fjarlægðum miðum og minnkunin vegna samhliða minni fiskafla, en fiskaflinn hér á landi hefur ekki verið jafn lítill um langt skeið og það skilar sér í minni notkun á jarðdísil.

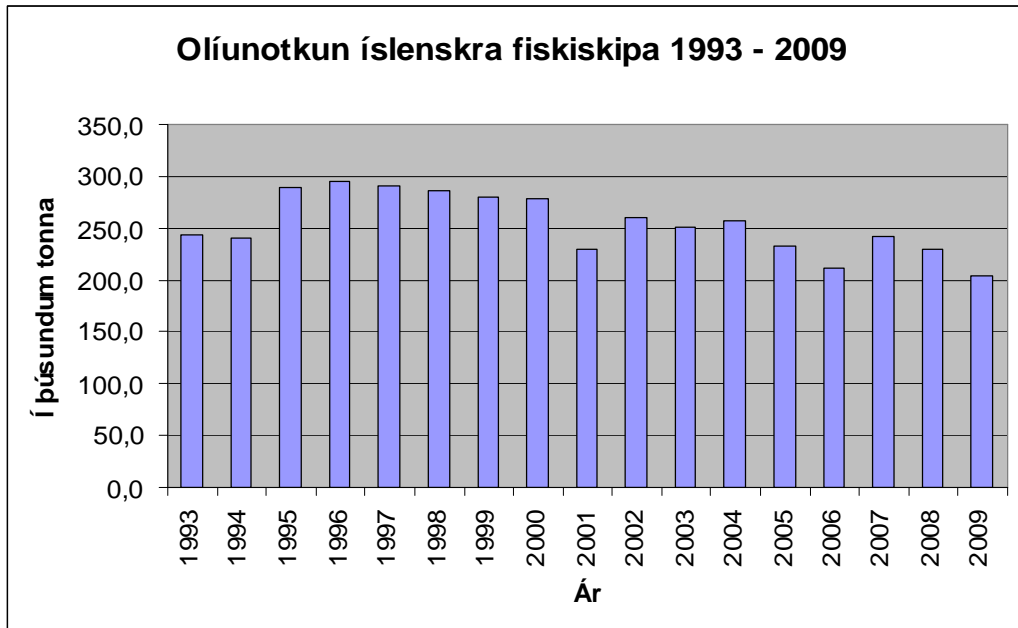
Íslenski fiskiskipaflotinn hefur verið að nota að meðaltali um 150–170 þúsund tonn af skipagasolíu á ári. Þegar svartolíu og skipaolíu, sem keypt hefur verið erlendis, hefur verið bætt við fer notkunin vel yfir 200 þúsund tonn. Notkunin samanstendur því bæði af innfluttri olíu og olíu sem íslensk fiskiskip hafa keypt erlendis¹.

Gert er ráð fyrir að á næstu 10 árum muni olíunotkun íslenskra fiskiskipa verða svipuð og í dag eða kringum 200 þúsund tonn af dísilolíu á ári. Hvað varðar spár um fjarlægari framtíð þá er áætluð aukin notkun eldsneytis fyrir fiskiskipin. Helsta ástæða þess er að mati orkuspánefndar aukin notkun á öðrum orkugjöfum en jarðeldsneyti.

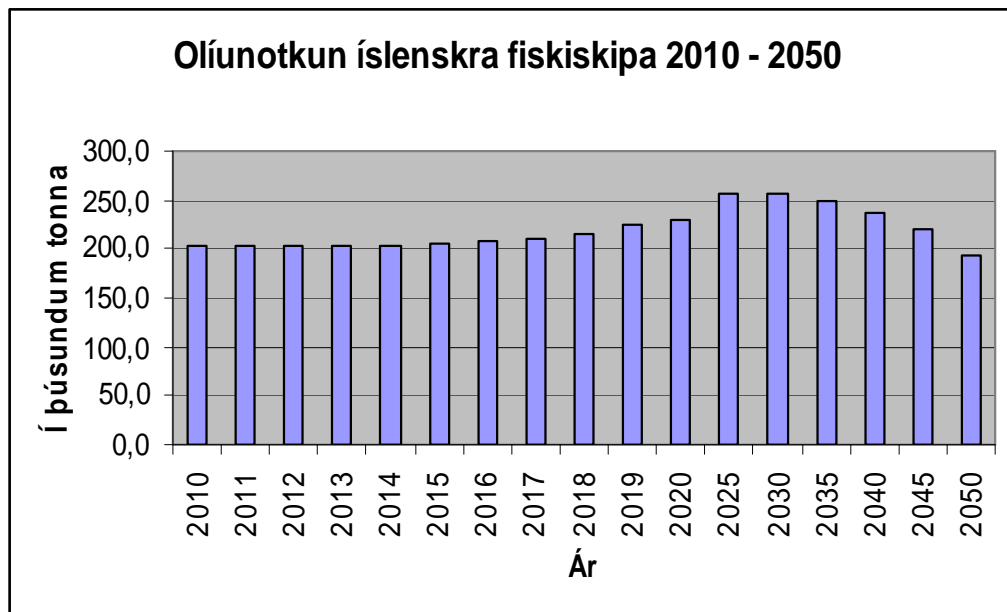
Ætla má því að endurnýjanlegir orkugjafar geti komið vel til greina í stað jarðefnadísils í íslenskum fiskiskipum. Vitað er að bíódísill, sem gerður er úr olíu vetrarrepjufræjanna, er fullkomlega sambærilegur hvað gæði áhrærir við þann jarðefnadísil sem fiskiskipaflotinn notar í dag og hefur engin skaðleg áhrif á aðalvélar skipanna nema síður sé².

¹ Orkuspánefnd; 2008: „Eldsneytisspá 2008 – 2050“. Orkustofnun 2008.

² Geitmann, Sven, 2008: „Alternative Kraftstoffe“. Womit fahre ich am Besten? Hydrogeit Verlag, 2008.



Heimild: Orkustofnun og Orkuspánefnd, 2008, bls. 44,
(tölur fyrir árin 1993 til 2007 eru rauntölur)



Heimild: Orkustofnun og Orkuspánefnd, 2008, bls. 44., (allar tölur eru spár).

Olíunotkun er mjög mismunandi eftir veiðiaðferðum. Til að geta borið saman orkunotkun og fiskafla upp úr sjó hafa verið skilgreindir svokallaðir olíunotkunarstaðlar. Þeir sýna orkunotkunina í hlutfalli við afla fyrir mismunandi veiðiaðferðir. Til að skýra myndina hafa einnig verið skilgreindir staðlar sem kallast togskipisgildi. Togskipisgildið sýnir hve olíunotkunin er mikil í hlutfalli við notkun togskipa. Þetta gildi er notað til að umreikna afla í jafngildan afla

togskipa sem síðan má deila upp í heildarnotkun ársins til að sjá hvernig olíunýting fiskiskipastólsins hefur þróast. Olíunotkunar- og togskipsígildisstuðlar gefa ágæta mynd af orkunýtingu og þá sérstaklega þegar borin eru saman orkusparandi og orkufrek veiðarfæri sem einnig geta gefið mismunandi afla.

Olíunotkunarstuðlar fiskiskipa og togskipsígildi					
Tegund skips	1997 Orkunotkun kg/olía á kg/fisk	2000 Orkunotkun kg/olía á kg/fisk	2004 Orkunotkun kg/olía á kg/fisk	Togskips- gildi	Prósentur Hluttur í notkun 2003 - 2007
Bátar<10 brl.	0,127		0,102		2,1
Bátar>10 brl.	0,178		0,220		22,9
Bátar		0,180	0,200	0,56	25,0
Togskip	0,365	0,370	0,365	1,00	17,0
Vinnsluskip	0,620	0,620	0,432	1,21	32,9
Loðna/síld	0,025	0,026	0,034	0,10	11,7
Kolmunnaskip		0,078	0,078	0,22	13,4

Heimild: Orkustofnun og orkunefnd 2008, bls.22

3.2.2 Orkusparnaður í fiskiskipum

Á síðustu árum hafa komið fram margar merkilegar hugmyndir um orkusparnað í skipum og leiðir hafa verið farnar til að ná markmiðum um aukinn orkusparnað. Ef skoðaðir eru svokallaðir olíunotkunarstuðlar fiskiskipa eftir veiðarfærum, þar sem stuðlarnir eru skilgreindir sem eitt kg af olíu á hvert eitt kg af veiddum fiski, kemur í ljós að eyðsla togskipa er mun meiri en skipa sem stunda veiðar með öðrum veiðarfærum. Athyglisverður er einnig samanburður við flotvörpu og nót við veiðar á síld, loðnu og kolmunna en kolmunninn er eingöngu veiddur í flotvörpu. Hér er flotvarpan talsvert orkufrekari, nema við síldveiðar, þar sem nótin er um þriðjungi orkufrekari en flotvarpan og er þá miðað við hvert veitt kg árið 2002.

Olíunotkunarstuðlar fiskiskipa eftir veiðarfærum 2002	
Veiðarfæri	kg/olía á kg/fisk
Lína, net, handfæri	0,119
Dragnót	0,153
Humarvarpa	0,361
Rækjuvarpa (vélskip)	0,722
Rækjuvarpa (skuttogari)	0,908
Botnvarpa (vélskip)	0,297
Botnvarpa (skuttogari)	0,416
Nót (loðna)	0,017
Flotvarpa (loðna)	0,027
Nót (síld)	0,070
Flotvarpa (síld)	0,051
Flotvarpa (kolmunni)	0,075
Flotvarpa (úthafskarfi)	0,446

Heimild: Orkustofnun og orkunefnd 2008, bls.22

Eins og sést á ofangreindri töflu eru veiðarfærin misorkufrek og kalla á mismunandi beitingu skips. Hægt er að skipta veiðarfærum í hina ýmsu megin flokka sem:

- dregin veiðarfæri (botnvarpa, flotvarpa)
- umlykjandi veiðarfæri (nót)
- kyrrstæð veiðarfæri (lína, net, handfæri)
- ýmis hreyfanleg veiðarfæri (dragnót).

Mikill munur er á orkunotkun eftir því hvort skip stunda línuveiðar eða togveiðar. Veiðigetan, sem mæld er í kg af olú á kg af fiski, er breytileg, einnig nýtingarprósenta fisktegundanna o.fl. Mismunandi veðurskilyrði og umhverfis-aðstæður, eins og vindálag og sjólag sem og veiðidýpi, eru þættir sem geta einnig haft töluverð áhrif á orkunotkun fiskiskipa¹.

Á árunum 2001-2003 var unnið að rannsóknarverkefni Orkuspar – The Energy Efficiency Improvement Simulator; fjölþjóðlegt verkefni sem hafði það að markmiði að bæta orkunýtingu í fiskiðnaði, bæði til lands og sjávar, og við sjóflutninga. Verkefnið var styrkt af Evrópusambandinu. Afrakstur verkefnisins var Orkuspar-orkuhermir, sem skiptist í þrjá hluta sem voru orkuhermar fyrir fiskiskip, flutningaskip og bolfiskvinnslu. Þátttakendur í verkefniinu voru bæði innlendir og erlendir aðilar sem komu frá Svíþjóð og Noregi. Orkuspar verkefniinu var ætlað að endurbæta orkunotkun við mismunandi veiðiaðferðir fiskiskipa. Ekki er vitað til að Orkuspar kerfið hafi verið notað um borð í fiskiskipi².

Fyrirtækið Marorka hefur sérhæft sig í orkusparandi kerfum fyrir stærri fiskiskip. Kerfi frá Marorku eru í nokkrum stærri skuttogurum hér á landi en kerfið byggir á því að minnka olíunotkun með bestun, greiningu og hermun á brennsluolíukerfi skipanna. Siglingastofnun tók þátt í að styrkja verkefni á vegum Marorku sem fjallaði um eldsneytisnotkun togara. Í því verkefni var fylgst með tveimur ísfisktogurum og eldsneytisnotkun þeirra í gegnum orkustjórnunarkerfi Marorku.

3.3 Orkunýting og umhverfisþættir

3.3.1 Veiðiaðferðir

Veiðiaðferðir fiskiskipa eru misorkufrekar. Sem dæmi má nefna að skip sem stunda botnvörpuveiðar og flottrollsveiðar þurfa mun stærri og því orkufrekari aðalvélar en fiskiskip sem stunda t.d. nóta-, línu- eða netaveiðar. Ef skipta ætti álagi aðalvéla fiskiskipa yfir tímabundna notkun, skiptist hún þannig:

- a) siglt á mið, b) veiðar stundaðar og c) siglt af miðum

¹ Emil Ragnarsson; 2006: „Orkubúskapur vinnslutogara – rannsókn á togurum Granda“. Ægir 99(1), bls. 36 – 38, fyrri hluti og Ægir 99(2), bls. 48-51, seinni hluti.

² Emil Ragnarsson; 2007.: „Orkuspar“. Smíði togarahermis með tilliti til orkuhagkvæmni. Árbók VFT / TFÍ, 2007.

kemur fram mjög mismunandi brennsluólúeyðsla miðað við veiðiaðferð. Hvað varðar þessa þrjá þætti þá eru botn- og flottrollsveiðiskip langorkufrekust enda eru aflmiklar aðalvélar þessara skipa undir fullu álagi við veiðar þegar þau draga vörpunar. Aðalvélar skipa sem stunda nóta-, línu- eða netaveiðar eru undir mun minna álagi við veiðarnar. Sumar veiðiaðferðir geta verið hlutfallslega orkusparandi miðað við veiðar á botn- og flotvörpu og ekki síður gæðahvetjandi¹.

Eðlilegt er að skoða hvort ekki mætti bæta og auka orkunýtingu um borð í skipum með nýtingu svonefnds glatvarma þar sem hiti frá afgangi eða kælivatni er notaður til að framleiða rafmagn. Rafmagnið er síðan keyrt inn á öxul aðalvélar eða nýtt að öðru leyti sem viðbótarrafmagn inn á net skipsins. Nokkrar aðferðir í þessa veru hafa verið skoðaðar og þá meðal annars þar sem hitamismunur kælivatns eða afgangur er notaður til að knýja túrbínu sem framleiðir rafmagn. Áhugi er hérlandis á að beita aðferðum af þessu tagi meðal annars til að nýta varma í kælivatni frá aðalvél fiskiskips.

Einnig er unnt að meta veiðiaðferðir í ljósi útblásturs frá aðalvélum skipa og þá með tilliti til gróðurhúsáhrifa. Að meðaltali brennir aðalvél skips um 200 gr. á hverja kWh. Þá sýna olíunotkunarstuðlar að við að skipta um veiðiaðferð, t.d. úr botnvörpu yfir í línuveiðar, væri hægt að spara um 25 – 30% af eldsneytismagni miðað við sama magn af veiddum fiski.

3.2.2 Lífrænt eldsneyti fyrir skip

Almennt er talið að miklir möguleikar séu fólgnir í því að breyta eldsneytisnotkun skipa þannig að þau noti jurtaolíu, bíódísil eða annað lífrænt eldsneyti í stað þess að nota skipagasolíu eða svartolíu². Tæknilega væri unnt að minnka losun margra gróðurhúsalofttegunda um allt að 70% á tiltölulega auðveldan hátt³.

Ef nota á jurtaolíu sem eldsneyti á skip þarf litlar breytingar á aðalvél ef hún keyrir á svartolíu en meiri breytingar keyri hún á skipagasolíu. Hvað varðar bíódísil getur það komið í stað skipagasolíu og sama gildir um efnaeldsneyti eins og BtL (Biomass to Liquid) og DME-dísil (Dímethyleter).

Brýnt er að skoða kostnað sem getur verið nauðsynlegur til að breyta aðalvélum skipa þannig að þau geti notað bæði jurtaolíu og bíódísil. Einnig ber að hafa í huga kostnað vegna herra verðs á lífrænu eldsneyti (bíódísil) um þessar mundir miðað við jarðdísil. Einnig þarf að tryggja að lífdísill, sem nota á í skip, uppfylli fyriræli, reglur og tilskipanir stjórnvalda og alþjóðlegra stofnana og sé á allan

¹ Emil Ragnarsson; 2006: „Orkunotkun og orkubúskapur fiskiskipa“. Fyrirlestur á Orkuþingi 12 og 13. október 2006.

² Sæfartssýrslan; 2007: „Maritim energi- og miljótækni som spidskompetence.“ Forsknings-, udviklings- og innovationsplatform for Det Blå Danmark. November 2007.

³ Bugge, Jacob; 2000: „Energibalance og CO₂-Balance.“ Nordvestysk Folkecenter for Vedvarende Energi, 2000.

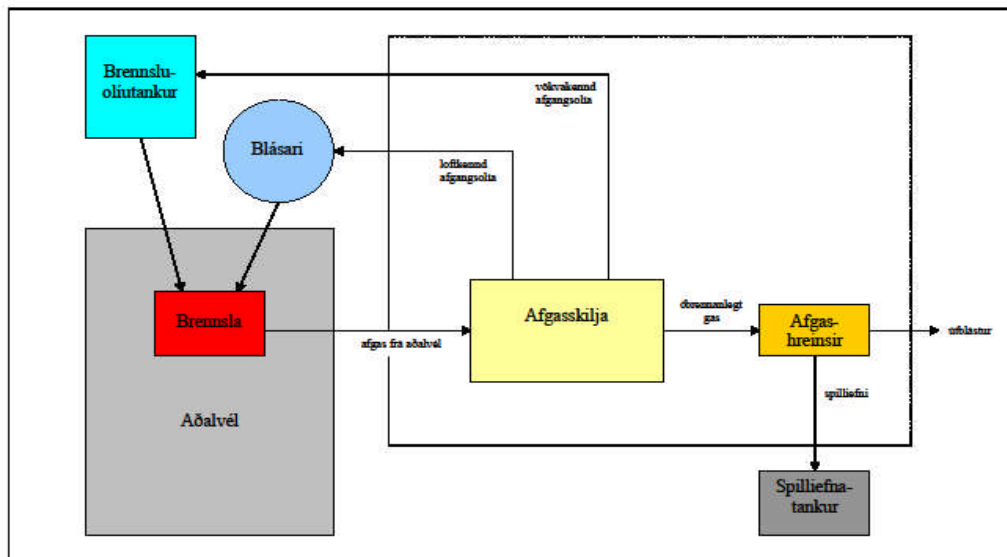
hátt umhverfisvænn¹. Meta þarf möguleika á að nota tímabundna efnahagslega hvata til að nota lífeldsneyti og skoða reynslu af notkun lífdísils í skipum erlendis².

Nauðsynlegt er að undirbúa að kostgæfni notkun bíódísils á aðalvélar íslenskra skipa með hagkvæmni og umhverfislegan ávinning að leiðarljósi. Byrja mætti í minni skipum og síðan auka sviðið jafnt og þétt.

3.3.3 Rannsóknir á umhverfisþáttum

Siglingastofnun Íslands stendur að rannsóknarverkefni um að hreinsa afgang frá aðalvéllum skipa. Rannsóknarverkefninu er skipt í tvo meginþætti sem eru afgangskilja og afgangshreinsun. Afgangskiljan tekur við afganginu sem annars er blásið beint út um skorstein skipsins. Í afgangskiljunni er afgangið kælt niður og greint í óbrennanlega og brennanlega þætti. Brennanlegu þáttunum er skipt upp í loftkennd og vökvakennd efni þar sem loftkenndu efnin eru keyrð aftur inn í brensluhólf aðalvélar í gegnum blásarann en vökvakennda efnið fer í dagtankinn sem óbrunnin brensluolía. Óbrennanlegi þátturinn fer í afgangshreinsinn, sem er í raun vöskunarkerfi, þar sem sót og afgangslufttegundir eins og CO₂ og fleiri eru hreinsaðar úr afganginu. Sótíð er skilið frá með síun og sent í spilliefnatank og koltvíoxíð er að hluta til hreinsað með efnaupplausn sem blönduð er í vöskunina. Hér er um að ræða tölurverða minnkun á eitruðum lofttegundum sem annars fara beint út í andrúmsloftið eftir bruna í strokki aðalvélar.

Afgangshreinsun (Exhaust Gas Recycling System)



Einföld skýringarmynd afgasskilju og afgangshreinsunar

¹ Development of reduction mechanisms, including their implementation. Consideration of elements needed to market mechanisms to reduce GHG emissions from international shipping. GHG-WG1/5/x 23. May 2008.

² Skips-Revyen; 2008: „Forsök með biodiesel på ferger.“ Skips-Revyen, Nr. 6/2008 – Desember 2008.

Siglingastofnun lét smíða fyrir sig sérhannaðan vöskunarbúnað þar sem afgas fer í gegnum vatnsúðun áður en það fer út í andrúmsloftið. Búnaðurinn er einkonar vothreinsibúnaður og hefur reynst vel eins og myndirnar hér að neðan sýna.



Afgasið fer í gegnum afgasröri inn í hreinsiturninn



Hreinsiturninn

Mælingar hafa sýnt að mikið magn af gróðurhúsalofttegundum situr eftir á framrennslisvatninu eftir vöskunina í búnaðinum. Fyrir utan að fjarlægja kolefnasambönd, sótagnir og brennisteinssamböndum.



Vatn áður en það fór inn vothreinsiturninn



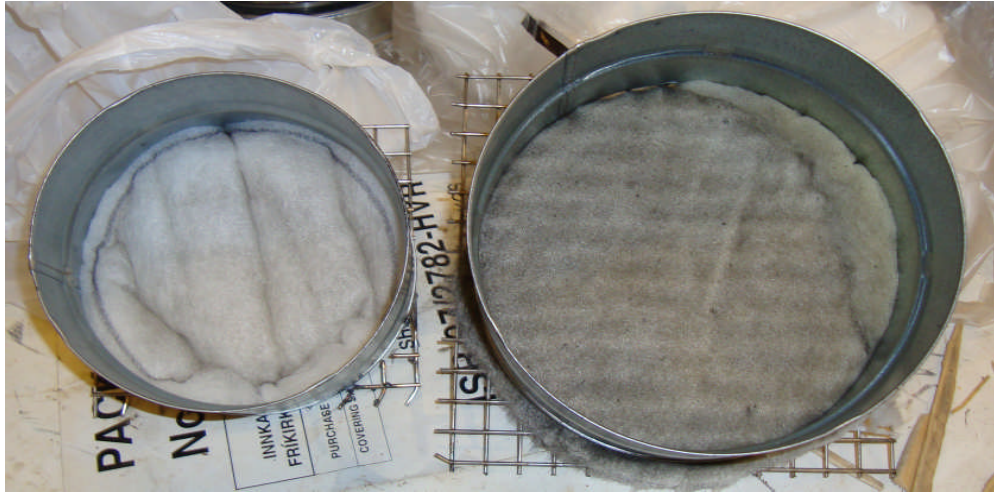
Vatn eftir eina vöskun í hreinsiturni

Til dæmis er hreinsun á brennisteinstvíoxíði (SO_2) og brennisteinsvetni (H_2S) mögulegar með tækni vothreinsunar eins og búnaður Siglingastofnunar er byggður á. Vothreinsunin kemur því í veg fyrir að brennisteinsoxíð berist út í andrúmsloftið og berst efnið með frárennslisvatni í sérstakt síukerfi sem hreinsar efnið og önnur hreinsuð efni úr vatninu¹.

Brennisteinsoxíð og brennisteinsvetni koma frá brennslu jarðdísils og framleiðslu á áli (SO_2) en eru í útblæstri frá háhitavirkjunum (H_2S).

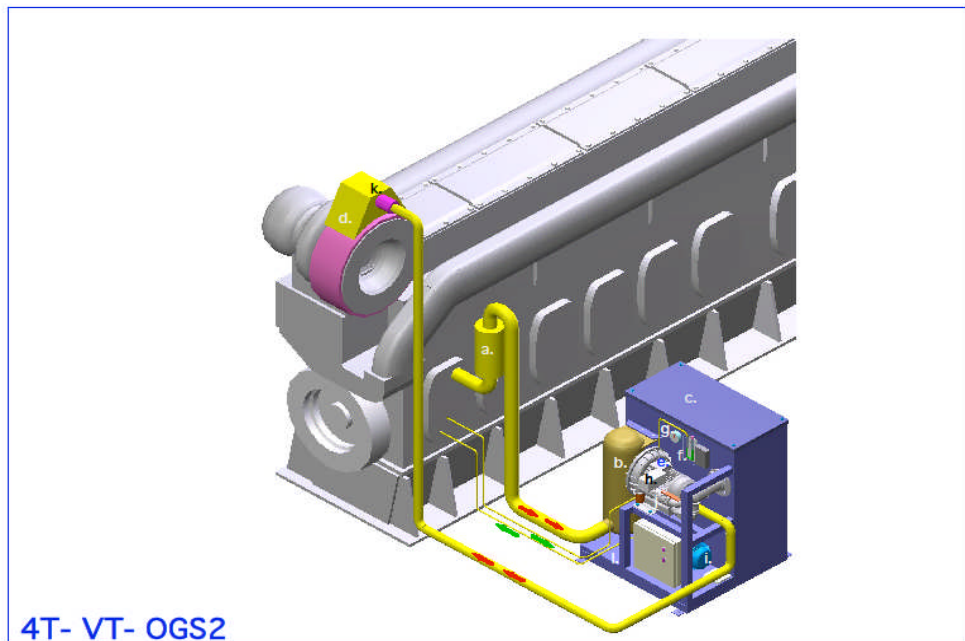
¹ Meijer, Hans; 2007: „Ships air emissions.“ EU policy to reduce emissions from ships. Presentation EFTA Brussels 11. December 2007. DG Environment.

Siglingastofnun mun gera nánar grein fyrir því verkefni í greinargerð sem fjalla mun sérstaklega um afgangshreinsun.



Myndirnar sýna grisjur sem voru settar fyrir útblástursrör með og án vorhreinsunar.

Siglingastofnun Íslands tekur þátt í og styrkir gegnum rannsóknarkafli áætlunar um öryggi sjófarenda rannsóknarverkefni um hreinsun á loftkenndri smurolíu í sveifarásum aðalvéla skipa. Um er að ræða búnað sem hreinsar sveifarhús aðalvéla af smurolíugufu með því að soga gufuna inn í hreinsitæki sem skilur hana í vökv- og loftkennda smurolíu. Vökvakennda smurolían er send aftur inn í sveifarhúsið en loftkennda smurolían fer í loftblásara til aðalvélar og er brennd með brennsluolfunni.



Búnaður sem sogar loftkennda smurolíu úr sveifarhúsi aðalvéla skipa og endurnýtir smurolíuna.

Þessi búnaður er um borð í einum af stærri skuttogurum landsins og hefur búnaðurinn sparað allt að 50% af smurolíunotkun skipsins. Einnig dregur búnaðurinn úr því að smurolíugufur dreifist um vélarúm skipa en þessar gufur eru taldar hættulegar mönnum og jafnvel krabbameinsvaldandi.

Siglingastofnun mun gera nánar grein fyrir þessum búnaði í greinargerð um loftgæði í skipum.

3.3.4 Samantekt

Miðað við dísilólíunotkun íslenska fiskiskipaflotans væri landssvæðið sem þyrfti til ræktunar repju að vera um 200.000 hektarar eða 2.000 ferkílómetrar eða 45 sinnum 45 kílómetra landssvæði.

Vegna þess að repjan þarf yfir 400 daga til að vaxa og þroskast þyrfti annað eins landssæði á móti til skiptiræktunar. Þetta er þó ekki nýtt vandamál því repjan þarf eins og aðrar jurtir að skipta um akur reglulega til að koma í veg fyrir ofnotkun ræktunarlands.

Repjan er þekkt landgræðslujurt og því mætti nýta hana bæði til uppgræðslu lands og framleiðslu á eldsneyti.

Ef verkefni Siglingastofnunar Íslands um umhverfisvæna orkugjafa fyrir íslenska skipaflotann mun áfram sýna jákvæðar niðurstöður ræktunar á repju og nepju til framleiðslu á bíódísil er ekki loku fyrir það skotið að notkun bíódísils fiskiskipa héraendis geti farið af stað eftir eitt til tvö ár. Yrði þá til að byrja með lögð áhersla á að keyra vélar minni fiskiskipa á bíódísil og í framhaldinu þreifa sig áfram með stærri vélar og stærri fiskiskip.

Ef vel tækist til væri hér um brautryðjendastarf að ræða.

4. Endurnýjanlegt eldsneyti

4.1 Endurnýjanlegir orkugjafar og orkuberar

4.1.1 Almenn

Orkugjafar eiga sér ýmiss konar uppruna. Þeir eru tengdir geislum sólarinnar sem uppsprettu ljóss og varma og hins vegar eru þeir tengdir hreyfingu jarðar, tungls og sólar og samspili aðdráttarkrafta¹ auk varma frá niðurbroti geislavirkra efna í jarðskorpunni og iðrum jarðar. Endurnýjanlegir orkugjafar eru skilgreindir sem orkugjafar sem haldið er í jafnvægi og eyðast ekki þótt af þeim sé tekið, t.d. með því að orka úr slíkri auðlind sé nýtt sem eldsneyti. Orðið endurnýjanlegur vísar þá til þess það sem tekið er skilar sér til baka á einhvern hátt². Sé dæmi tekið um orkujurtir eins og repju nýtir jurtin sér sólarljósið (útfjólubláir geislar sólarinnar), rakann og steinefnin í jörðinni og koltvíoxíð (CO₂) í andrúmsloftsinu sem næringu til vaxtar og endurnýjunar. Hagnýtingin felst í því að hlutar plöntunnar eru nýttir sem orkugjafi og hringrásin endurtekur sig með nýrri ræktun. Í tilskipunum Evrópusambandsins er endurnýjanleg orka skilgreind sem orka frá vindum, sólinni, loftvarma, jarðvarma, vatns- og haforku, straumorku, lífmassa, hauggasi, sorphreinsistöðvum og lífgasi eða orka sem ekki kemur úr jarðeldsneyti³.

Val á orkugjafa hefur áhrif á heilsu og efnahag almennings. Beinn útlagður kostnaður til eldsneytiskaupa á heimilisbílinn hefur áhrif á fjárhaginn, verð á flugvélaeldsneyti hefur áhrif á ferðakostnað og vöruverð og verðlag á eldsneyti fyrir skip einnig. Mengun af völdum orkugjafans skiptir einnig máli fyrir heilsufar og vellíðan fólks. Kostnaður íslenska þjóðarbúsins við innflutta orkugjafa er mjög mikill á hverju ári. Af þeim sökum er eðlilegt að skoða hvaða möguleikar eru á að framleiða hérlandis orkugjafa sem við notum dagsdaglega. Eftirtalin atriði eru mikilvæg fyrir þessa umræðu, en þau eru

- **orkuöryggi**
- **gjalddeyrissparnaður og kolefnisbinding**
- **sjálfbærni í orkumálum**

Fæðuöryggi er stundum í umræðunni, enda er öllum þjóðum nauðsyn á að geta brauðfætt sig. Orkuöryggi er á sama hátt afar mikilvægt. Án orkugjafa á farartæki, vinnuvélar og veiðiskip lamast samfélagið. Nauðsynlegt er að þetta sé ljóst.

¹ http://www.landogsaga.is/section.php?id=9&id_art=1277

² Geitmann, Sven; 2005: „Erneuerbare Energien und alternative Kraftstoffe“. Mit neuer Energie in die Zukunft. Hydrogeit Verlag, 2005.

³ Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC.

Orkuöryggi til húshitunar og rafmagnsframleiðslu á Íslandi er með því besta sem gerist í heiminum. Með virkjun vatnsafls og jarðvarma fæst mikið af hreinni raforku og heitu vatni. Á sama tíma er orkuöryggi fyrir farartæki hér á landi lítið og einvörðungu er treyst á innflutta orkugjafa til að knýja farartæki á landi, sjó og í lofti. Ísland er því mjög háð innflutningi á orkugjöfum úr jarðolíu. Án þeirra myndi samfélagið lamast. Það er því einnig nauðsynlegt að skoða framleiðslu og nýtingu endurnýjanlegra orkugjafa hér á landi út frá sjónarmiðum um orkuöryggi. Jafnvel þó að innlend framleiðsla myndi einungis nema 5 - 10% af heildarnotkun næstu árin munar mikið um það. Það þarf ekki að fara mörgum orðum um þær upphæðir sem myndu sparast í erlendum gjaldeyri fyrir þjóðarbúið með framleiðslu á innlendum orkugjöfum en það yrði talið í tugum miljarða. Auk þess sem innflutt orka verður dýrari til lengri tíma lítið vegna þverrandi hráolíu.

Annar áhrifaríkur hvati til framleiðslu á innlendum orkugjöfum á farartæki er sú staðreynd að Ísland á raunhæfan möguleika á að verða fyrirmynd heimsins í orkumálum samgangna. Ísland gæti líka hæglega orðið fyrsta landið í heimi sem notar eingöngu græna orku og væri alveg sjálfbært í orkumálum. Með samstilltu átaki þings og þjóðar er þetta vel mögulegt því Íslendingar eru fámenn þjóð sem býr við þær ákjósanlegu aðstæður að geta nýtt endurnýjanlega orku í ríkum mæli. Bíódísill yrði góð og hentug byrjun því hann má setja á dísilvélar bifreiða og skipa án þess að breyta vélunum¹. Því er hægt að nýta þá farkosti og atvinnutæki sem ganga fyrir dísilolíu nú án nokkurs tilkostnaðar við aðlögun að nýjum orkugjafa.

4.2 Dísileldsneyti

4.2.1 Jarðdísill

Jarðeldsneyti er kolvetnissambönd en kolvetnissamböndum má skipta í gamalt kolvetni og nýtt. Gamalt kolvetni myndaðist fyrir áhrif sólarljóss fyrir miljörðum ára. Gróður lenti undir setlögum án undangengins niðurbrots og varðveittist þar. Eftir margskonar efnaferli varð til olía sem í miklu magni sem myndaði olíulindir djúpt í jarðlögum. Þegar við brennum þessari olíu erum við að nýta okkur sólarorku frá löngu liðinni tíð og við það losnar gamalt kolefni út í andrúmsloftið² og bætist við það sem þar er fyrir af náttúrulegum ástæðum.

Jarðeldsneyti og þá einnig sá hluti þess, jarðdísill, eru því leifar af lífmassa, sem óx fyrir miljónum ára og hefur umbreytt í olíu í tímans rás. Til eru margar tegundir jarðdísils eins og svartolía (heavy fuel oil), skipagasolía, bílaolía og húshitunarolía. Allar eru þessar olíur einkenndar með því hitastigi sem þær eru eimaðar við úr hráolíunni sem og seigju hennar.

¹ Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“. Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

² Einar Einarsson; 2007; „Greinasafn“. Náttúran. natturan.is, 2006 – 2007.

Jarðdísill er mjög eitrad efni og þarf lítið til að hann mengi umhverfið (grunnvatn) umtalsvert og vara áhrifin áratugum saman. Einnig er sót, sem til verður við bruna jarðdísils, talið sérstaklega heilsuspillandi því að það er svo fíngert að það sest í lungun, berst þaðan út í blóðið og sest í líffærin. Þá berast önnur eitruð úrgangsefni frá bruna dísilólú og einnig koma skaðlegar gufur (arómatísk efni) frá jarðdísil áður en hann brennur. Þær olúgufur geta einnig verið skaðlegar líkama mannsins¹.

Mengunarslys þar sem jarðolía kemur við sögu eru afar erfið viðfangs og lítið þarf til að menga strandir og úthafið. Ólíkt lífdísil (bíódísill) er jarðdísill lengi að brotna niður í náttúrunni og því þarf varúðarráðstafanir þegar hann er fluttur milli staða hvort sem er á láði eða legi².

Megin uppistaðan í jarðdísil eru kolefni og vetni sem breytast í koltvíoxíð (CO₂) og vatn við bruna í lofti. Einnig losna við bruna jarðdísils brennisteins- og nituroxíð, en þau efni ásamt koltvíoxíði (CO₂) eru talin hafa afar slæm áhrif á umhverfið og andrúmsloftið og ósonlagið. Dísilbílaumferð í þéttbýli er álitin óæskileg vegna þessara efna sem koma frá afgasi vélanna en seinni tíma hreinsi- og hvarfabúnaður í dísilbifreiðum hefur dregið mikið úr þessari mengun.

Birgðir jarðeldsneytis þessa heims eru takmörkuð auðlind. Talið er að árlega sé tekið úr jörðu miljón sinnum meira af hráolíu en til verður í jarðskorpunni úr leifum af lífmassa dýra og jurta. Því er gert ráð fyrir að þessi auðlind muni ganga til þurrðar í fyrirsjáanlegri framtíð. Áætlað er að þær olíulindir sem unnið er við í dag verði gengnar til þurrðar eftir um hálföld. Þó er talið að á vissum svæðum jarðar megi enn finna nýjar olíulindir en notkunin vex hraðar en vinnslan og er því vart annars að vænta en olíuverð haldist hátt og þessi vinsæli orkugjafi muni verða uppurinn áður en mjög langt um líður.

Einn aðalkostur jarðdísils umfram flesta umhverfisvæna orkugjafa er betri brunanýtni í dísilvélum. Hvað varðar dreifingu og sölu eldsneytis þá hefur jarðeldsneyti algera sérstöðu eins og nú er ástatt. Það sem dregið getur úr þessari sérstöðu er vitræn umhverfisvernd þar sem áhersla er lögð á heilsufarsáhrif, sjálfbærni og að draga úr losun efna sem valda gróðurhúsaáhrifum og skaða umhverfið með ýmsum öðrum hætti.

4.2.2 Jurtaolía

Jurtaolíur eiga sér langa sögu. Þessar olíur eru unnar úr olíuríkum fræjum vissra plantna. Ein helsta orkujurtin sem til greina kemur að rækta hér á landi til framleiðslu á lífrænt ræktuðu eldsneyti er repja (afbrigði hennar, sem einnig gæti nýst, nefnist nepja). Frækorn repjunnar gefa mikið magn, yfir 40% af jurtaolíu,

¹ The European Environmental Bureau (EEB), The European Federation for Transport and Environment (T&E), Seas At Risk (SAR), The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain; 2004: „Air pollution from ships“. November 2004.

² Effiziento; 2010: „Fossile Energie – Bio-Kraft aus der Vergangenheit.“ 30. september 2010.

við pressun og einnig gefur repjan töluvert magn af fóðurmjöli sem nýtist sem próteinríkt dýrafóður. Það er einmitt þessi planta sem mest er notuð til framleiðslu á eldsneyti úr jurtum um þessar mundir.

Seigjan í jurtaolíunni er yfir 35 „centistoke“ eða um tíu sinnum meiri en í jarðdísil. Þetta eru því eru ein lægstu mörk skilgreiningar á svartolíu (heavy fuel oil), sem gerir það að verkum að gera þarf breytingar á dísilvélum skipa og bifreiða til að brenna jurtaolíuna beint. Breytingarnar eru að mestu nauðsynlegar hvað varðar nýjar gerðir, úrfærslur á síum og þéttingum í vélunum.

Sem íblöndun í venjulegan jarðdísil hentar jurtaolían vel. Allt að þriðjungur af jurtaolíu getur verið íblöndunarhlutfall án þess að til breytinga þurfi að gera á dísilvélum¹.

Mörgum finnst einkennilegt að notuð sé jurtaolía sem orkugjafi til að knýja dísilvélar í skipum og bifreiðum. Þá skal haft í huga að þau svæði sem koma til greina sem ræktunarland fyrir repju hérlendis, sem gefur jurtaolíuna, eru svæði sem ekki eru í ræktun. Einnig ber að hafa í huga að jurtaolían er einungis sjötti hluti uppskeru akursins og ef hunangsframleiðsla væri þar einnig yrði olían innan við 10% af uppskeru repjuakursins. Helmingur uppskerunnar er hálmur, sem nota má sem áburð eða eldsneyti og breyta í orkugjafa. Þriðjungur uppskerunnar er fóðurmjöl sem nýtist sem kjarnfóður fyrir skepnur og í fiskeldisfóður. Margir bændur erlendis eru með býflugnarækt inni í repjuakrinum þar sem býflugan safnar hunangi úr gulu blómunum í bú sín. Einnig er vert að skoða nýtingu á repjuolíunni sem matar- og steikingarolíu en olíu sem notuð hefur verið til steikingar má eftir sem áður nýta sem beinan orkugjafa.

Hér á landi hafa ýmsir aðilar gert tilraunir með notaða steikingarolíu frá veitingastöðum til íblöndunar í dísilolíu bifreiða. Þær tilraunir hafa tekist vel og hefur íblöndunin ekki haft skaðleg áhrif á dísilvélnar. Hér hefur bæði verið beitt þeim aðferðum að sía úrgangsolíuna og nota hana beint á venjulega dísilvél sem 30% íblöndun eða framleiða lífdísil beint úr notuðu steikingarolíunni.

4.2.3 Lífdísill

Lífdísill (bíódísill, RME) er sá orkugjafi sem kemst næst jarðeldsneyti hvað varðar eðliseiginleika og orkumagn. Raunar er lífdísill svo líkur jarðdísilolíu að hann má nota á óbreyttar dísilvélar. Jurtaolía er það hráefni sem helst er breytt í lífdísil en einnig má vinna hann úr dýra- og fiskifitu og ýmsum öðrum jurtaölfum. Vinnsla í litlum mæli er þegar farin af stað hérlendis.

Lífdísill hefur mjög svipaða brunaeiginleika og jarðdísilolíu en þó er bruninn ögn betri með lífdísil en það vegur upp á móti eilítið lægra orkugildi hans (um 5%). Einnig hefur lífdísill betri smureiginleika sem stuðlar að minna sliti á vél¹.

¹ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafræði orkugjafa.“ Greinargerð fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

Lífdísill er afar umhverfissvænn samanborið við jarðdísilólíu en allt koltvíoxíð (CO_2) sem losnar við brunann var tekið úr andrúmsloftinu af plöntunni svo að um lokaða hringrás er að ræða eða 100% kolefnisjöfnun. Hratt niðurbrot lífdísils í náttúrunni er einnig stór kostur. Lífdísill er ekki skilgreindur sem hættulegur farmur í flutningi því að hann er óeittraður og brotnar niður í náttúrunni á tveimur til þremur vikum. Þá er ekki sprengihætta af lífdísil vegna háss blossamarks eða um 120°C á móti $52 - 95^\circ\text{C}$ fyrir jarðdísil.

Lífdísill stendur því framur flestum öðrum endurnýjanlegum orkugjöfum í dag sem eldsneyti á dísilvélar.

4.2.4 Efnadísill (BtL)

Efnasmíðuð eldsneyti (synthetic fuel) eru oft kölluð hin lífrænu eldsneyti annarar kynslóðar. Eldsneytið má framleiða úr öðrum orkugjöfum eins og til dæmis kolum og lífmassa og oftast kallað BtL (Biomass to Liquids). Oft eru efnasmíðuð eldsneyti kennd við svokallaða „Fischer-Tropsch“-aðferð þar sem vetni (H_2) og koloxíð (CO) úr kolum eða lífmassa verða að BtL-„hráolíu“. Efnadísil er hægt að framleiða úr nánast hvaða kolefnisgjafa sem er hvort heldur um ræðir kol eða lífmassa². BtL-dísil er eimaður við $180 - 280^\circ\text{C}$ úr BtL-„hráolíu“. Einnig er unnt að eima metanól og DME úr BtL-„hráolíu“ og fleiri tegundir.

Ferli við framleiðslu á efnadísil má á margan hátt líkja við það hvernig venjulegt jarðefnaeldsneyti myndast í jarðskorpunni en ferli efnasmíðaða eldsneytisins er hraðað til muna með því að beita háum hita og þrýstingi við loftþurrð á þau efni sem notuð eru í framleiðsluna. Þannig getur efnadísill orðið til á fáeinum sólarhringum en jarðeldsneyti myndast á milljónum ára³.

Orkan sem notuð er til að brjóta lífefnin, sem verða að „hrádísil“, er nokkuð mikil. Hér er um flókið ferli að ræða þar sem efnið verður að gasi sem er brennt í vetni. Önnur aðferð notar metanól (tréspíra) í staðinn fyrir kol eða lífmassa⁴.

4.3 Alkóhól

4.3.1 Metanól

Efnametanol (tréspíra) er fljótandi alkóhól (við stofuhita) sem má nota á bensínvélar í veikum blöndum með bensíni og efnið er baneitrað mönnum. Hreint

¹ Opdal, Olav Andreas; Hojem, Johannes Fjell; 2007: „Biofuels in ships“. A project report and feasibility study into the use of biofuels in the Norwegian domestic fleet. Zero-Report – December 2007.

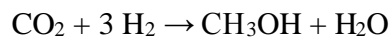
² Ágústa Loftsdóttir; 2007: „Vistvæn eldsneyti.“ Orkustofnun. Árbók VFT / TFÍ, 2007.

³ Nachwachsende Rohstoffe; 2006: „Basisinformationen zu BtL-Kraftstoffen“. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Mai 2006.

⁴ TFZ-Technologie und Förderzentrum; 2010: „BTL-Kraftstoffe“. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Fosten 2010.

metanól (CH_3OH) er ekki hægt að nota á óbreyttar bensínvélar vegna mikillar tæringar sem það veldur á málum eins og áli. Vandamálið er þá leyst með því að nota veika íblöndun metanóls með tæringarverjandi efnum. Metanól inniheldur helmingi minna orkumagn en bensín eða 17,0 á móti 34,8 MJ/lítra og því nýtast brunaeiginleikar þess illa í bensínvélum. Metanól hefur þó háa oktantölu (123) og þolir því mun meiri þjöppun en bensín. Til að nýta betur eiginleika metanóls hafa verið hannaðar og smíðaðar vélar sem geta brennt hreinu metanóli. Þessar vélar eru sérstaklega varðar gegn tæringu og hafa háa þjöppun eða allt að 14:1 samanborðið við 9:1 í bensínvélum. Hærri þjöppun gefur betri varmanýtni¹. Evrópusambandið heimilar nú mest 3% íblöndun af metanóli í bensín².

Næstum allt metanól sem notað er í dag er efnasmíðað úr jarðgasi. Til stendur hérlandis að framleiða metanól með því að nota vetni og jarð- CO_2 frá jarðvarmaorkuveri. Slíkt framleiðsluferli yrði hið fyrsta sinnar tegundar þar sem þetta ferli yrði notað. Vetnið verður framleitt á staðnum með rafgreiningu vatns en vetnið er látið bindast með hvötum CO_2 frá útblæstri borholu samkvæmt eftirfarandi efnahvarfi:



Það er að koltvíoxíð binst vetni og myndar orkuberann efnametanol og vatn. Þegar kílóí af vatni er sundrað í vetni og súrefni nemur heildar orkuþörfin 39,7 kWh³. Því þarf að minnsta kosti fimm sinnum meiri orku til að framleiða rafgreiningarvetnið en orkumagnið verður í framleiddu efnametanolí samkvæmt efnahvarfinu hér að ofan⁴.

4.3.2 Etanol

Lífetanól ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, vínandi), er endurnýjanlegur orkugjafi sem hefur náð miklum vinsældum í Brasilíu og Bandaríkjunum. Lífetanól er alkóhól eins og metanól en hentar þó betur á núverandi bensínvélar en metanól. Blöndur yfir 15% eru samt ekki ráðlagðar á óbreyttar vélar. Etanol hefur lægra orkumagn en bensín eða 23,5 MJ/lítri á móti 34,8 MJ/lítri, en bruni etanóls er hreinni. Etanol hefur mjög háa oktantölu (129), hærri oktantal er þó ekki fullnýtt nema með hærri þjöppun líkt og þegar notað er metanól.

Brasilía er fremst í heiminum í lífetanólvaðingu bílaflotans enda eru þar stærstu framleiðendur sykurs í heiminum, en etanol er m.a. framleitt úr sykri með gerjun

¹ Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“. Lokaritgerð í vél- og orkutækniþæði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

² Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emission and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels an repealing Directive 93/12/EEC.

³ Þorsteinn Ingi Sigfússon; 2008: „Dögun vetnisaldar.“ Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík 2008.

⁴ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafraði orkugjafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

og eimingu¹. Þar eru svokallaðir E85 bílar ráðandi en E85 stendur fyrir 85% etanól 15% bensín. E85 bílar eru sérstaklega hannaðir til að ganga á etanóli og hafa því flest vandamál við notkun þessa endurnýjanlega eldsneytis verið leyst í þeim bílum. Þjöppunin er aukin, tæringarvörn notuð á alla fleti sem etanól snertir, innspýtingu breytt til móts við minna orkumagn o.s.frv. Etanól gufar ekki eins auðveldlega upp og bensín en þetta veldur miklum vandamálum á kaldari svæðum því undir 13°C hættir etanól að gufa upp. Lausnin hér væri því að minnka íblöndun etanóls í bensínið².

4.3.3 Bútanól

Lífbútanól verður til á svipaðan hátt og etanól eða við gerjun á lífrænum efnum eins og maís og sykkurófum. Einnig eru til framleiðsluaðferðir þar sem efnið verður til í grænþörungum eða kísilgúrþörungum þar sem lífmassinn er hreinsaður meðal annars með að nýta sólarorku. Og við má bæta að unnt er að nota vistvænan og grænan úrgang sem fellur til við þörungaolífuvinnslu til að framleiða þennan orkugjafa.

Orkumagn bútanóls er einungis 10% minni en bensíns og töluvert meira en etanóls eða metanóls (tréspíra). Unnt er að nota bútanól í flestum bensínvélum í staðinn fyrir bensín án þess að breytinga sé þörf á vélunum. Allnokkrar tilraunir hafa gefið til kynna að farartæki sem ekið er á bútanóli eyði svipað og ef sama farartæki notaði bensín. Ef bútanól hefur verið notað sem íblöndun í bensín þá hafa náðst betri afköst og betra tæringarþol en ef etanól eða E85 hefur verið notað.

Það sem mælir sérstaklega með notkun bútanóls á bensínvélum er að það hefur svo til sömu eiginleika og bensínið og er einfalt í framleiðslu. Einnig að hægt er að flytja bútanól eftir dreifikerfi bensíns vegna þess hve líkir þessir orkugjafar eru. Það er til dæmis erfiðara hvað varðar etanól og metanól. Því má gera ráð fyrir að bútanól verði í framtíðinni arftaki bensíns sem umhverfisvænt eldsneyti³.

Skoða ætti af alvöru möguleika á framleiðslu þessa efnis hérlendis og þá með sjálfbærni eldsneytisgjafa í huga og sem aftaka bensíns.

4.4 Gastegundir og orkuberar

4.4.1 Metan

Lífmetani má safna og hreinsa með mjög litlum tilkostnaði en það er ein af aukaafurðum frá urðun og rotnun á lífrænum úrgangi⁴. Notkun metans á bifreiðar gerðar fyrir bensín krefst breytinga á vélbúnaði. Næstum allar bílvélar í dag eru

¹ Haimowitch, Steven; 1993: „Ethanol knocks on wood.“ Chemical Engineering / September, 1993.

² Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“. Lokaritgerð í vél- og orkutækni-fræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

³ Kelvin Bullis; 2007: „BP's Bet on Butanol.“ Technology Review. Tuesday, March 27, 2007.

⁴ Geitmann, Sven, 2008: „Alternative Kraftstoffe“. Womit fahre ich am Besten? Hydrogeit Verlag, 2008.

gerðar fyrir fljótandi eldsneyti og því þarf að breyta eldsneytiskerfi og jafnvel ræsibúnaði vélarinnar ef notast á við metan sem orkugjafa þar sem það er í gasformi.

Á síðustu árum hefur verið mikil aukning á framleiðslu bíla sem geta bæði notað bensín og metan. Þetta er mikið fagnaðarefni og flýttir fyrir metanvæðingu hérlandis. Helstu kostir metans er umhverfissvænn bruni og lítill kostnaður við framleiðslu eldsneytisins. Ókostirnir eru að metangas hefur lágt orkumagn og að breytingar þarf að gera á núverandi vélum til að unnt sé að nýta það. Í bílum hér á landi er metan geymt í þrýstítönkum á gasformi við 200 bara þrýsting. Til samanburðar má nefna að própan við stofuhita þarf einungis 6,4 bara þrýsting til að vera fljótandi. Helsti galli við metan er hversu plássfrekt það er við geymslu í tönkum farartækja. Orkumagn metans við 200 bar er lítið, einungis 7,2 MJ/lítri miðað við bensín sem hefur 34,8 MJ/lítri.

Ef við tökum dæmi um venjulegan fólksbíl með 50 lítra bensíntank sem á að breyta í metanbíl og bíllinn ætti að hafa sömu orku í formi metans geymda í þrýstítönkum við 200 bar þá þyrftu tankarnir að vera 237 lítrar að rúmmáli. Það er nokkuð ljóst að erfitt gæti reynst af koma þeim fyrir í bílnum.

Hægt er að komast hjá þessu vandamáli að hluta með því að kæla metanið niður fyrir -162°C . Við þennan mikla kulda verður metanið fljótandi og eðlismassi þess fer þá upp í 0,5 kg/l og orkuþéttleikinn verður 25,3 MJ/lítri. Í fljótandi formi er orkuþéttleikinn orðinn viðunandi og möguleikar metans sem orkugjafa aukast mikið. Að kæla metan niður fyrir -162°C er hins vegar orkufrekt ferli sem veldur hækkun á framleiðslukostnaði.

Það er því ljóst að metan er að mörgu leyti ákjósanlegur orkugjafi, ódýr í framleiðslu og gefur hreinni bruna en bensín og útstreymi koltvíoxíðs er helmingi minna en hjá bensíni. En við nýtingu metans er við sömu vandamál að etja og þegar vetnisgas á í hlut, þ.e. hversu orkuþéttleiki á rúmmálseiningu er lítill. Metangas er þó í hraðri þróun sem orkugjafi hér á höfuðborgarsvæðinu. Til að tryggja orkuöryggi með lífmetan mætti treysta á innflutt jarðgas til vara.

4.4.2 Dimethyleter

Efna-Dimethyleter (DME) er lífrænt efnasamband (CH_3OCH_3) sem er einn af nýjustu orkuberunum sem skoðaðir hafa verið fyrir farartæki en rannsóknir á DME hófust fyrir alvöru árið 1995.

Efna-DME er myndað úr vetni (H_2) og koltvíoxíði (CO_2). Vetnið er hugsað að framleiða hérlandis með rafgreiningu vatns og koltvíoxíðið sem finna má í umhverfinu eða þar sem útblástur hans verður til.

DME er glært gas sem nota má á dísilvélar með breytingum á eldsneytiskerfi þeirra. Efnið er í gasformi við stofuhita en verður fljótandi við -23°C eða við

Þrýsting yfir 5,1 bar. Í fljótandi formi er orkumagnið 28,9 MJ/kg sem er 37% meira en fyrir metanól en 46% minna en bensíns. Eðlismassi DME í fljótandi formi er 0,668 kg/l og orkumagn á rúmmálseiningu er 19,2 MJ/lítra. Betri bruni DME vegur þó örlítið upp á móti þessu því að í gasformi er orkupéttleiki DME 59,4 MJ/m³ sem er 65% meira en fyrir metangas¹. Þessi eiginleiki gerir DME á margan hátt að hentugra eldsneyti en til dæmis metan og vetni.

Auðveldlega er hægt að nota DME á dísilvélar með breytingum á eldsneytiskerfinu. Stutt og einföld kolefniskeðja DME leiðir til minni útblásturs CO við bruna og nýtni vélarinnar eykst, sérstaklega við lægri snúning hennar. Einnig er útblástur án sótagna og reyks. Ólíkt metanóli veldur DME ekki tæringu málma og er alveg skaðlaust mannlíkamanum, t.d. er það notað í úðabrúsa og í sum astmalyf sem flutningsefni.

DME má bæði eima beint úr efnasmíðuðu BtL-,hráolíu“ líkt og metanól, eða vinna það úr metanóli beint. Með gösun á lífmassa er hægt að framleiða DME með einu þrepi eða tveimur ef metanól er notað sem milliskref².

Helsta vandamálið við DME sem eldsneyti á dísilvélar er að DME hefur mjög lélega smureiginleika. Þar sem allir hlutar eldsneytiskerfis dísilvéla fá smurningu beint frá eldsneytinu veldur þetta vandamálum. Tvær mögulegar lausnir hafa verið reyndar til að taka á þessu vandamáli. Annars vegar hefur verið reynt að hanna olíuverk og spíssa með nýtt eldsneyti í huga og hins vegar að bæta smureiginleika DME með íblöndun smurefna. Þar kæmi lífdísill hugsanlega til greina vegna góðra smureiginleika. DME má einnig nota sem íblöndun í jarðdísil enda er það sambærilegt etanóli að orkumagni (MJ/kg).

Ef skipta ætti úr dísil yfir í DME þarf 93 lítra af fljótandi DME með sama orkumagn og 50 lítrar af dísil. DME gæti hentað vel á t.d. flutningabíla og skip en þar er aukin eldsneytisgeymsla ekki stórt vandamál.

Kínverjar og Japanir hafa stundað miklar rannsóknir á DME síðan 1996 enda hafa Kínverjar yfir að ráða miklu af kolum sem hægt er að nota til framleiðslu á DME³. En eigi DME á að flokkast sem endurnýjanlegur orkugjafi verður að framleiða hann úr lífmassa eins og til dæmis BtL-ferlið.

4.4.3 Vetni

Trúlega er vetni mest rannsakað af þeim orkuberum sem við þekkjum og er það ekki að ástæðulausu. Við bruna vetnis er útblásturinn næstum eingöngu vatnsgufa og örlítið magn af NOx myndast.

¹ <http://www.tc.gc.ca/eng/innovation/tdc-summary-13700-13788e-718.htm>

² Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“. Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

³ <https://springerlink3.metapress.com/content/vq353jj88806xv3q/resource-secured/?target=fulltext.pdf&sid=twmzlii4ckgmiw55111233bz&sh=www.springerlink.com>

Vetni er mjög algengt í hinum ýmsu efnasamböndum og stórar vetnisbirgðar eru geymdar í formi vatns og sjávar á jörðinni. Vetni og kolefni eru aðalorkugjafar allra þeirra tegunda eldsneytis sem talin eru upp hér. Við rafgreiningu á vatni myndast vetni og súrefni. Við bruna á vetni bindast vetni og súrefni aftur og úr verður vatn eða hreinn bruni. Vetni brennur mun hraðar en önnur eldsneyti og er bruninn því sem næst sprenging¹.

Ef vetni væri notað á bensínvél yrði að gera breytingar á kveikjutíma vélarinnar því að brunahraði vetnis er margfaldur brunahraði bensíns. Í stað þess að nota vetni á sprengihreyfil má nota það á efnarafal. Efnarafalar sameina vetni og súrefni með því að snúa rafgreiningu vatns til baka og endurheimta þannig hluta þeirrar raforku sem sett var í rafgreininguna. Þetta er spennandi tækni því að þannig má nýta raforku á bíla með vetni sem orkubera. Efnarafall, sem er knúinn af vetni, gefur ekki frá sér útblástur heldur næstum eingöngu hreina vatnsgufu. Raforkan sem efnarafallinn framleiðir er notuð til að knýja rafmótor eins og um væri að ræða rafmagnsbíl. Þessi tækni er ráðandi í vetnisrafbílum í dag.

Vetni hefur marga góða kosti sem eldsneyti á farartæki en einnig ókosti. Lágur orkumagn á rúmmálseiningu er helsti ókostur vetnisgas. Þrátt fyrir að vetni hafi 120 MJ/kg orkumagn, sem er hátt, er eðlismassi vetnisgas svo lágur að orkan á rúmmálseiningu er mjög lítil.

Í vetnisbílum er vetnið geymt í koltrefjaþrýstingum sem geyma það við 350 bar þrýsting. Við þennan mikla þrýsting er orkuþéttleikinn einungis 3,5 MJ/lítri. Hægt er að hækka orkuþéttleikann með meiri þrýstingi en mestur verður hann þegar vetni verður fljótandi 9,3 MJ/lítra.

Til þess að gera vetni fljótandi þarf að kæla það niður fyrir -253°C . Þessi kæling útheimtir mikla orku eða 12,5 – 15 kWh/kg. Þrátt fyrir vel einangraðan tank er erfitt að halda vetninu svona köldu og í geymi farartækis því að vetni getur valdið málbroti og því lekið úr geyminum.

4.5 Rafgeymar

4.5.1 Rafmagn

Rafmagnsbílar hafa verið í umræðunni lengi og eru mjög spennandi kostur fyrir Ísland. Í flestum löndum heims er stór hluti rafmagns framleiddur með bruna á jarðeldsneyti (t.d. olíu og kolum) eða jafnvel með kjarnorku. Þar af leiðandi hefur áhugi fyrir rafmagnsbílum ekki verið ýkja mikill. Hér á landi eru hins vegar kjöraðstæður fyrir rafmagnsbíla þar sem rafmagn er nánast eingöng framleitt á vistvænan hátt á Íslandi. Rafmagnsbílar ganga beint og alfarið fyrir rafmagn sem geymt er í rafhlöðum í farartækinu sjálfu² eða í eftirvagni þess. Tvinnbílar, sem

¹ Þorsteinn Ingi Sigfússon; 2008: „Dögun vetnisaldar.“ Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík 2008.

² Ágústa Loftsdóttir; 2007: „Vistvæn eldsneyti.“ Orkustofnun. Árbók VFT / TFÍ, 2007.

framleiða rafmagn með rafstöð í bílnum og spara um helming eldsneytisins, eru millilausn um þessar mundir og koma til með að ryðja sér mjög til rúms þar til rafgeymaþróun er orðin ásættanleg.

Þetta er samt hægara sagt en gert því að geymslutækni fyrir rafmagn er skammt á veg komin. Líþíumraflöður eru mikil bylting í geymslu á raforku með rúmlega þrisvar sinnum hærra orkurými á hvert kg en blýgeymar og hafa þær því opnað fyrir möguleika á rafmagnsbílum til almennra nota. Hin stóru vandamál við líþíum-rafgeyma í dag eru einkum tvö. Annað er að slíkir rafgeymar eru dýrir og endast einungis í um 7 ár að jafnaði og hitt er að langdrægni slíkra bíla er ekki nógu góð í samanburði við bíla sem knúnir eru jarðeldsneyti¹.

Með núverandi tækni eru rafmagnsbílar mjög hentugir innan borgarmarka og í stuttar vegalengdir en um leið og menn ætla að leggja í lengri ferðir standast þeir varla eða ekki kröfur. Ef fólksbíl með 50 lítra bensíntank er breytt í rafmagnsbíl þá verður sambærileg nýtni rafmagns mjög góð eða um 89% á móti 27% með bensíni.

Ef svo rafmagnsbíllinn á að hafa sama orkumagn nýtanlegrar orku um borð þarf hann 1.200 kg af „Li-ion“ rafhlöðum í stað 3.780 kg af blýgeymum. Út frá þessu sést að líþíum-jón-tæknin er bylting í rafgeymum, samt sem áður er 1,2 tonn af rafgeymum í meðalfólksbíl full mikið en heimildum ber hér ekki saman. Hvort líþíumraflöður séu framtíðarlausn fyrir rafmagnsbíla skal ósagt látið en hér eiga sér stað miklar rannsóknir og þá sérstaklega á rafhlöðum tengdum grænþörungum og kísilgúr. Hvað slíkar rannsóknir bera í skauti sér skal ósagt en spennandi verður að fylgjast með þróun þessara mála í framtíðinni.

Rafmagnsbílar eru mjög heillandi verkefni vegna beinnar geymslu á raforku og vegna þess að enginn útblástur kemur frá þeim og þeir eru hljóðlátir. Rafmagnsmótorar hafa mjög góða nýtni en vandamálið er geymslurýmið á raforkunni sem veldur því að erfitt er að nýta rafmagnsbíla nema á stuttum vegalengdum enn sem komið er. Allmargar heimildir sem taka á samanburði umhverfissvænnar orku, sem nýta má til að knýja áfram bíla framtíðarinnar, gera ráð fyrir að rafmagnsbíllinn sé framtíðin þegar til lengri tíma er litið. Er þá mikið horft til hins litla borgarbíls og að fullkomnar rafhlöður eru í stöðugri þróun. En þó má benda á að rafbíll getur losað meiri gróðurhúsalofttegundir en venjulegur bíll með sprengihreyfli ef rafmagnið er framleitt með kolabrennslu eins og víða er erlendis².

Í köldum löndum eins og Íslandi er einnig ljóst að verulega gengur á raforkubirgðir bílsins við að halda honum heitum yfir vetrartímann. Hér væri tilvalið að nota aðra orkugjafa, t.d. bíódísil, til að hita bíllinn að innan.

¹ Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“ Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

² Björgvin Friðbjarnarson; 2010: „Bílar framtíðarinnar“. Lokaverkefni við Umhverfis- og orkubraut. Háskólinn á Akureyri, viðskipta- og raunvísindadeild. 2009 – 2010.

Einnig ber að hafa í huga að ef rafvæða ætti til dæmis allan bensínbílaflota landsmanna sem er rúmlega 165 þúsund farartæki þá þyrfti að auka rafmagnsframleiðslu hér á landi verulega jafnvel þótt næturrafmagn yrði að mestu leyti notað. Hvort sú framleiðsla ætti fremur heima í rafbílum eða framleiðslutengdum og orkufrekum verksmiðjum skal ekki dæmt um hér.

4.6 Samantekt

4.6.1 Hagrænn samanburður orkugjafa og orkubera.

Ef ná á góðum árangri í framleiðslu hérlendis á endurnýjanlegum orkugjöfum þarf að leggja áherslu á þá orkugjafa sem hafa hátt orkumagn, eru umhverfissvænir, samkeppnishæfir í verði og nýtanlegir með sem minnstum breytingum á núverandi vélum og búnaði þeirra. Þar sem þeir endurnýjanlegu orkugjafar, sem í boði eru, hafa misjafnt orkumagn þarf að skoða þá og meta út frá ofangreindum áhersluatriðum.

Orkuberi er leið til að breyta orku í annað form eða geyma hana sem t.d. raforku. Orkuberar eins og rafgeymarafmagn, rafgreiningarvetni, efna-metanól og efna-DME hérlendis eru öll því marki brennd að skila minna orkumagni en til þeirra er kostað¹.

Hér kemur bíódísill sem eldsneyti afar vel út en hann hefur svipaða eiginleika og jarðdísill og nota má hann óblandaðan á allar dísilvélar. Bíódísill (RME-lífdísill) er endurnýjanlegur orkugjafi og hefur einnig sömu brunaeiginleika og orkuþéttleika og jarðdísill en er um leið afar umhverfissvænn. En jarðeldsneytið hentar samt sem áður mjög vel sem eldsneyti á dísilvélbúnað farartækja og erfitt verður að leysa það af hólmi í náginni framtíð. Þó ber að hafa í huga að auka má hlut endurnýjanlegra orkugjafa til að knýja dísilvélar bæði skipa og annarra farartækja með auknum rannsóknum á endurnýjanlegum orkugjöfum sem og auknu fjármagni í þær rannsóknir.

Þegar sú staðreynd er skoðuð að jarðeldsneyti er og verður takmörkuð auðlind sem jafnvel muni þverra á næstu áratugum er nauðsynlegt að skoða þær lausnir sem eru í boði hvað varðar þær tegundir endurnýjanlegs eldsneytis sem taka eiga við af jarðeldsneytinu. Í þessu sambandi ber að skoða bíódísil og þá sérstaklega vegna svipaðra eiginleika og jarðdísilinn en framleiðsla á bíódísil úr olúfræjum repjujurtarinnar er góður kostur fyrir Ísland. Þessi orkujurt vex vel hérlendis og fyrir hendi er þekking til þess að fylgja eftir ferlinu frá sáningu að eldsneytinu sjálfu.

Þegar borin eru saman helstu tegundir eldsneytis sem komið geta í stað hráolíueldsneytis hérlendis er viðmiðið orkumagnið á hvern lítra eldsneytis eða

¹ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafræði orkugjafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

massa eldsneytis. Yfirlit yfir eldsneyti og orkumagn er sett hér að neðan í töflu þar sem greint er á milli endanlegra orkugjafa, sem senn eru brátt þurrausnir, og endurnýjanlegra eldsneyta sem er skipt í orkugjafa og orkubera. Bent er á hve mikið viðbótarmagn og –kostnaður orku er nauðsynlegur þar til neytandinn fær hana í hendur. Varðandi orkubera þarf alltaf meiri orku en notandinn getur nýtt og meiri orka fer í framleiðsluna á orkuberanum en hann skilar notandanum. Það þarf þó ekki að vera alfarið neikvætt þar sem framleiðsla á orkubera er stundum besta lausnin til að minnka útstreymi koltvíoxíðs.

Viðmiðin um orkumagnið eru yfirleitt hæstu gildin í þeim heimildum sem leitað var til.

Yfirlit yfir eldsneyti og orkumagn ^{1 2 3}			
Endanlegir orkugjafar (þurfa allt að 20% viðbótarorkumagn fram til notanda)			
Orkugjafi	Orkumagn	Notkun á Íslandi	Heilsuáhrif
Jarðgas (LNG)	13,5 kWh/kg	lítið sem ekkert	varúð
Olúgas (LPG)	12,9 kWh/kg	lítið	eitrað
Bensín	12,0 kWh/kg	mikil notkun	eitrað
Jarðdísill	11,8 kWh/kg	mikil notkun	eitrað
Endurnýjanlegir orkugjafar (þurfa allt að 50% viðbótarorkumagn fram til notanda)			
Orkugjafi	Orkumagn	Kostn.viðmið (%)	Heilsuáhrif
Repjuolía	10,6 kWh/kg	100	skaðlaust
Bíódísill (RME)	10,4 kWh/kg	115	skaðlaust
Líf-metan	13,5 kWh/kg	50	varúð
Líf-etanól	7,5 kWh/kg	130	skaðlaust
Líf-bútanól	9,6 kWh/kg	140	eitrað
BtL-dísil	11,8 kWh/kg	150	eitrað
Endurnýjanlegir orkuberar (fá meira orkumagn en þeir skila notanda)			
Orkugjafi	Orkumagn	Orkutap (%)	Heilsuáhrif
Rafgeymarafmagn	33,4 MJ/kWh	7	engin
Rafgreiningavetni (350 bar)	36,1 kWh/kg	37	sprengifimt
Efna-metanól	5,6 kWh/kg	75 - 80	baneitrað
Efna-DME	8,0 kWh/kg	85	óeitrað
Orkutap er hlutfallslegt af notaðri orku frá neti.			
Rafgeymarafmagn miðast við orku komna á rafgeymi.			
Rafgreiningarvetnisgas notar rafgreiningavetni við efnasmíðina og miðast við frá fyllostöð.			

Hvað orkumagn varðar sést að bíódísillinn er eini orkugjafinn sem er svipaður núverandi dísilorkugjöfum hvað varðar orkumagn auk þess að vera sá eini sem

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_efficiency.

² http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion

³ US Department of Energy, sept. 2008

setja má á óbreytta dísilvél. Hvað varðar bensínvélar þá er bútanól efnilegast þeirra orkugjafa sem nota má á bensínvélar en það hefur svipað orkumagn og bensín. Metan í fljótandi formi hefur mjög viðunandi orkumagn en kostnaður við kælingu og sérstaka frystitanka mun hafa áhrif til að hækka verð þess. Taflan hér að ofan útskýrir því að hluta ástæðuna fyrir gífurlegri framleiðsluaukningu á lífdísil og etanóli í heiminum undanfarin ár.

Varðandi rafgeymarafmagn sem orkubera tapast aðeins 7% við hleðslu og önnur 7% í rafmótor bílsins. Heildarorkunýtni rafmagnsins yrði því um 89% við notkun slíkra bíla. Rafvetnisbílar ganga einungis á rafgreiningarvetnisgasi. Nýtni rafgreiningarinnar er milli 50 og 70% og sé vetnið þjappað er nýtni við það 90% og heildarnýtnin því 45 – 63%. Nýtni efnarafala er 40 – 80% og heildarorkunýtni slíks bíls því 35 – 50%¹. Því má segja að orkulega séð séu rafmagnsbílar miklu hagkvæmari en rafvetnisbílar.

Fram til dagsins í dag hefur jarðeldsneyti verið allsráðandi sem eldsneyti á véknúin farartæki. Mikið framboð af ódýrri hráolíu og góðir eiginleikar hennar sem eldsneytis hafa í sameiningu tryggt henni tæplega 99% markaðhlutdeild. Þar sem bíódísill er sá orkugjafi sem einna best kemur til greina til að taka við um jarðdísil er eðlilegt að styrkja og auka framleiðslu hans hér á Íslandi.

4.6.2 Brennsla og útblástur (CO₂ og vatnsgufa)

Ef skoðaðar eru efnaformúlur nokkurra eldsneytistegunda má sjá að við brennslu efnisins myndast misjafnlega mikið magn af koltvíoxíði (CO₂) sem skilar sér í útblæstri, vatni og orkumagni². Teknar hafa verið hér saman helstu eldsneytistegundir og þær bornar saman hvað varðar 100% brennslu á einu kg af eldsneytinu og hver sé þá útblástur koltvíoxíðs og orkumagn á hvert kg (MJ/kg) eldsneytisins³.

Eldsneytistegundunum er raðað eftir því hvort um er að ræða orkugjafa eða orkubera. Bíódísill og jurtaolía hafa sama útblástur og svo á einnig við um jarðdísil og normalbensín. Því eru magntölur ekki endurteknar.

Bíódísill (RME)					Eldsneyti	
Eldsneyti, orkumagn 33,1 MJ/lítri. Súrefni er 11% í RME.						
(CH ₂) _x O _y	+	1,5 O ₂	=	CO ₂	+	H ₂ O(g)
1,000 kg	+	2,941 kg	=	2,797 kg	+	1,144 kg + 37,5 MJ/kg

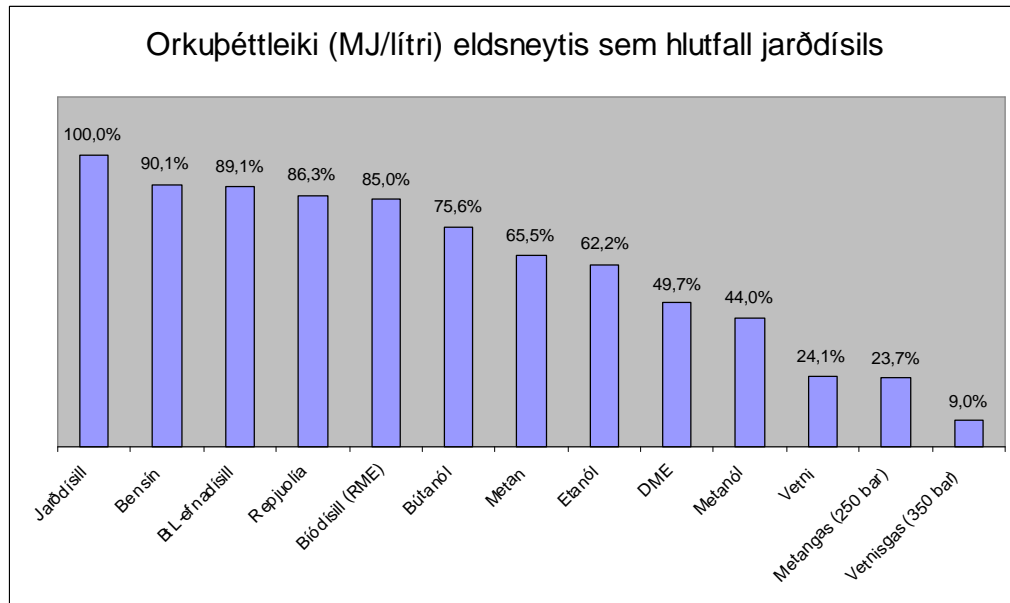
Jurtaolía (repjuolía)					Eldsneyti
Eldsneyti, orkumagn 33,3 MJ/lítri og 37,7 MJ/kg. Súrefni er um 33% í repjuolíu					

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/File:Battery_EV_vs._Hydrogen_EV.png

² Fakta om olje – Norsk Hydros Småskrifter.

³ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafræði orkugjafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

Jarðísill	<i>Eldsneyti</i>
Eldsneyti, orkumagn 38,6 MJ/lítri.	
$(\text{CH}_2)_x + 1,5 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	
1,000 kg + 3,424 kg = 3,140 kg + 1,284 kg + 42,6 MJ/kg	
Normal bensín	<i>Eldsneyti</i>
Eldsneyti, orkumagn 34,8 MJ/lítri og 43,4 MJ/kg. Sama formúla og hjá jarðísil	
Metan (lífmetan eða jarðgas)	<i>Eldsneyti</i>
Eldsneyti, orkumagn 25,3 MJ/lítri (fljótandi)	
$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 4,000 kg = 2,750 kg + 2,250 kg + 48,6 MJ/kg	
Bútanól	<i>Eldsneyti</i>
Eldsneyti (frá gerjun), orkumagn 29,2 MJ/lítri	
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + 6 \text{O}_2 = 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$	Orka
1,000 kg + 2,594kg = 2,378 kg + 1,216 kg + 34,4 MJ/kg	
Etanol (vínandi, EtOH)	<i>Eldsneyti</i>
Eldsneyti (frá gerjun), orkumagn 24,0 MJ/lítri	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 2,087kg = 1,913 kg + 1,174 kg + 27,0 MJ/kg	
BtL-efnadísill	<i>Orkuberi</i>
Orkuberi, orkumagn 34,4 MJ/lítri	
$\text{BtL} + 1,5 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 3,424 kg = 3,140 kg + 1,284 kg + 42,6 MJ/kg	
Metanol (tréspíri, MeOH)	<i>Orkuberi</i>
Orkuberi, orkumagn 17,0 MJ/lítri	
$\text{CH}_3\text{OH} + 1,5 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 1,500 kg = 1,375 kg + 1,125 kg + 20,0 MJ/kg	
Dímetyleter (DME)	<i>Orkuberi</i>
Orkuberi, orkumagn 19,2 MJ/lítri	
$(\text{CH}_3)_2\text{O} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 2,087 kg = 1,913 kg + 1,174 kg + 28,9 MJ/kg	
Vetnisgas	<i>Orkuberi</i>
Orkuberi frá rafgreiningu, orkumagn 9,3 MJ/lítri (fljótandi vetni) eða 3,5 MJ/lítri (við 350 bar þrýsting)	
$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 0 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Orka
1,000 kg + 8,000 kg = 0,000 + 9,000 + 120,2 MJ/kg	



4.6.3 Umhverfi og mengun frá eldsneyti

Öll lífræn efni brenna og eru því eldsneyti eða eldmatur. Spurningin er hvaða áhrif brennsla þessara efna hefur á umhverfið. Orkan sem fæst við brennslu er manneskjunnú nauðsynleg til vinnu og varma. Í framtíðinni mun verða leitað að orkugjöfum og orkuberum sem koma í stað jarðorkugjafa sem eru miljóna ára gamlar leifar dýra og jurta í jarðskorpunni. En hver eru áhrifin af bruna eldsneytis almennt og hver er losun þeirra af gróðurhúsalofttegundum? Ef skoðuð eru nituroxíðin ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) þá verða þau til við hitann þegar eldsneytið brennur. Þegar hitinn í brunahólfi vélarinnar fer yfir 1760°C byrja þau að myndast. Annað efni, sem talið er til gróðurhúsalofttegunda, er koltvíoxíð (CO_2). Það efni er ætlunin að fjalla örlítið nánar um.

Við brennslu á 1 kg af jarðdísil myndast 3,14 kg af koltvíoxíði. Koltvíoxíð kemur úr jarðskorpunni og er viðbót við magn gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu.

Þegar repja vex tekur hún til sín ríflega tvöfalt meira koltvíoxíð en þegar sá hluti hennar sem er olía brennur. Því fylgir notkun á jurtaolíu úr repjufræjum sem eldsneytisgjafa minnkun á útblæstri gróðurhúsalofttegunda. Það sama á við um bíódísil sem til verður úr repjuolíu. Repjuolía er því hlutlaus gagnvart losun gróðurhúsalofttegunda (GHL-hlutlaus)¹.

Sem fljótandi lífmassi eða efnadísill er BtL-dísill orkugjafi. Að vísu skilar hann jafnmiklu koltvíoxíði út í andrúmsloftið við brennslu og jarðefnadísill. Lífmassinn, sem BtL er gerður úr, tók í sig koltvíoxíð við vöxtinn og það gerir hann þar af leiðandi GHL hlutlausan.

¹ A mandatory CO_2 design index for new ships. Assigning an attained and a required design CO_2 index to a ship. GHG-WG 1/2/y 29. May 2008.

Lífmétan verður til t.d við rotnun í sorpi eða lífrænum úrgangi. Þótt metanið losi 2,75 kg af CO₂ við bruna þá hefur metanið sjálft mun meiri skaðleg áhrif á umhverfið sem ósoneyðandi gastegund. Því dregur brennsla á metani mjög mikið úr ósoneyðandi efnum. Einnig verður t.d. mykjuhaugur mun betri áburður á tún þegar metaninu í honum hefur verið safnað til eldsneytis.

Lífeldsneytisgjafar sem eru alkóhól eins og etanól, metanól og bútanól skila mismiklu koltvíoxíði út í andrúmsloftið við brennslu. Fer það eftir orkumagni þessara efna. Þá er útblástur koltvíoxíðs mun minni en hjá bensíni og ennfremur um kolefnisjöfnun að ræða.

Vetni og rafmagn skila sem orkuberar alls engu koltvíoxíði (CO₂) út í andrúmsloftið. Ef tekið er dæmi um rafbíl sem tekur 100 kWh af netinu til að nota 83 kWh til aksturs þá þyrfti samsvarandi rafvetnisbíl hér 166 – 332 kWh frá netinu til að skila sömu orku (83 kWh) í aksturinn. Til að keyra rafbíl 100 km þarf að taka af netinu um 30 kWh. Til samanburðar þarf minnst 2,5 sinnum meira rafmagn til að vetnisbíl nái sömu vegalengd eða um 75 kWh (sé vetnið framleitt með rafgreiningu vatns). Þá eru tæknilegir örðugleikar við geymslu orkunnar í báðum gerðunum sem mætti leysa með aftanívagni í báðum þessum tilfellum¹.

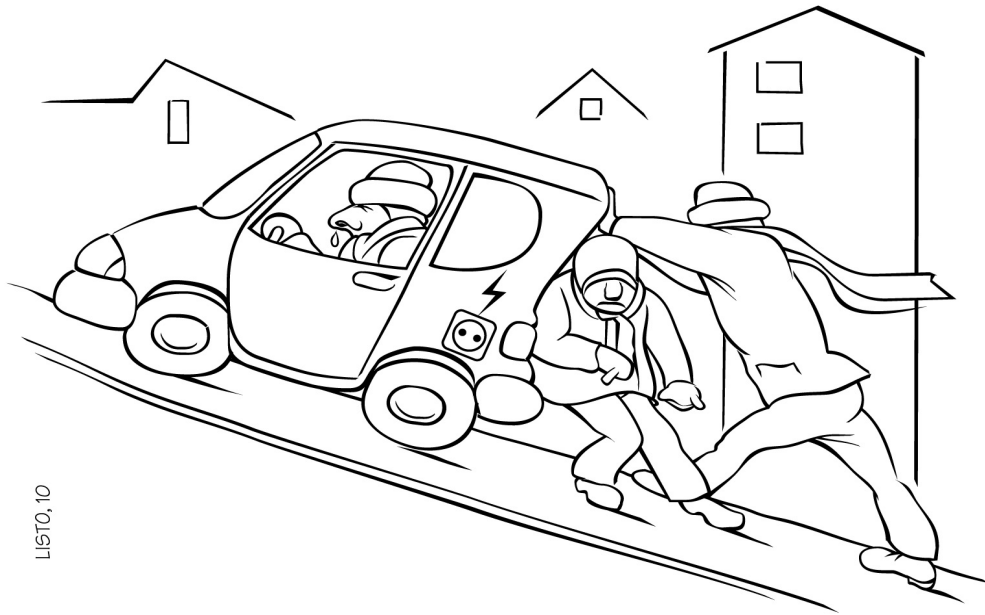
Samkvæmt upplýsingum FÍB eru nú um 165 þúsund bifreiðar sem keyra á bensíni hérlendis og gætu allir verið rafbílar. Ef meðalakstur hvernar bifreiðar er rúmir 18.000 km á ári þá þyrfti bílafloki keyrður á rafmagni beint um 3 miljarða kWh (3 TWh) en bílafloki keyrður á vetni þyrfti 7,5 miljarða kWh (7,5 TWh). Til samanburðar er heildarnotkun allra heimila í landinu 4 TWh. Þótt hér sé um stórar tölur að ræða ber að hafa í huga að bifreiðar keyrðar á rafmagni eða vetni hafa ekkert koltvíoxíð (CO₂) í sínum útblæstri.

Dímetyleter (DME) er orkuberi sem til verður eftir að hafa farið í gegnum nokkra efnaferla. Fyrst þarf rafmagn til að búa til vetnið. Vetninu er blandað í koltvíoxíð og úr verður efna-metanól og vatn. Metanólið er síðan vatnsskert og úr verður DME-dísill. Þegar DME brennur þá skilar hann aftur út í andrúmsloftið koltvíoxíðinu sem hann fékk í upphafi. Ef DME kemur í stað jarðdísils þá er sparnaðurinn í útblæstrinum sem nemur mismuni í útblæstri á koltvíoxíði þessara tveggja eldsneytistegunda. Einnig ber að hafa í huga það mikla rafmagn sem þarf til að framleiða DME-dísil.

Þegar áhrif ofangreindra eldsneytistegunda á umhverfið eru borin saman er ekki hægt að neita því að bíódísill úr repjuolíu eða repjuólía og metan séu hagkvæmir og umhverfissvænstu orkugjafarnir og þá sérstaklega með tilliti til kolefnisjöfnunar er varðar útblástur koltvíoxíðs. Þessir orkugjafar eru þegar framleiddir hér á landi í litlu mæli og eru að fara í stærra framleiðsluferli.

¹ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafræði orkugjafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

Með ofangreint í huga má fullyrða að sú vinna sem Siglingastofnun hefur sett af stað héraðs til að nýta repjuolíu sem orkugjafa, og þá bæði sem olíuna sjálfa eða sem bíódísil (RME-lífdísil), þjóni því jákvæða markmiði að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda hér á landi og einnig því markmiði að gera Ísland sjálfbært hvað varðar eldsneytisgjafa fyrir skip og bifreiðar á komandi árum.



LISTO, 10

5. Ræktun á repju og nepju

5.1 Almennt um ræktun á orkujurtum

5.1.1 Almennt

Um allnokkurt skeið hafa menn verið að leita að endurnýjanlegum orkugjöfum sem komið gætu í stað jarðefnaeldsneytis. Fyrir því eru ýmsar ástæður en sú mikilvægasta er að hratt gengur á forða jarðefnaeldsneytis sem nýtanlegur er með viðráðanlegum kostnaði. Önnur mikilvæg ástæða er að endurnýjanlegir orkugjafar menga að jafnaði minna en jarðefnaeldsneyti og sérstaklega hvað varðar útblástur á koldíoxíð (CO_2) og öðrum spilliefnum sem eru hættuleg heilsu manna. Hér hafa menn litið til repjunnar (og nepjunnar) sem ber orkuríkt og fituríkt fræ sem á einfaldan hátt má umbreyta með pressun í fræolíu og henni síðan í bíódísil sem oft hefur verið kallaður fyrsta kynslóð lífefnadísils. Hér er um að ræða jurtaolíu úr pressuðu repjufræi (fitusýrumetýlestrar = FAME) og síðan bíódísilinn umestraðan úr repjuolíunni (repjumetýlestrar = RME)¹.

Líti menn á endurnýjanlega orku sem raunhæfa lausn hvað varðar umhverfissvæna orkuöflun framtíðarinnar er vert að skoða hvernig hún verður til úr vetrarrepjunni. Bíódísill, sem unninn er úr vetrarrepjufræi, er endurnýjanlegur orkugjafi og binst gróðrinum aftur og er því 100% kolefnisvænn. Ef skoðaðar eru hugmyndir og aðferðir til að draga úr losun á koltvísýringi (CO_2) kemur hér helst til greina að nota einfaldlega minna eldsneyti (eyðslugrannar vélar eða fækka ferðum), nota metangas, hreinsa afgasið eða nota bíódísil.

Með tilliti til ofangreinds var ákveðið að velja bíódísilinn sérstaklega vegna þeirra jákvæðu kosta sem 100% bíódísill úr vetrarrepju hefur umfram jarðefnadísil. Má hér nefna að það er í raun óþarfi að hreinsa CO_2 frá afgasi þeirra véla sem nota bíódísil vegna þess að um 100% CO_2 – kolefnisjöfnun er að ræða. Hvert kg af jarðefnadísil sem brennur myndar 3,14 kg af CO_2 sem losað er út í andrúmsloftið án kolefnisjöfnunar. Til samanburðar má geta þess að þegar eitt kg af áli er framleitt hér á landi þá myndast um 1,5 kg af CO_2 ².

Bíódísill er skaðlaust (ekki eitrad) eldsneyti sem brotnar niður í náttúrunni á fáeinum vikum. Jarðefnaolía, sem sleppur út í náttúruna, er hér stórt vandamál og hefur orsakað varanlega mengun sem valdið hefur stórtjóni og eyðileggingu á viðkvæmum svæðum sjávar og við strendur.

¹ Geitmann, Sven, 2008: „Alternative Kraftstoffe“. Womit fahre ich am Besten? Hydrogeit Verlag, 2008.

² Pálmi Stefánsson; 2008: „Verður eldsneytisframleiðsla heimilisiðnaður til sveita“. Morgunblaðið 10. september 2008.

Eiturefni eins og brennisteinn finnst varla í bíódísil. Koleinoxíð (CO) og sótt eru helmingi minni í afgasi frá bíódísil en jarðefnaolíu vegna betri brunanýtni og hærri brunahita. Svartur reykur fyrirfinnst ekki og óbrennt eldsneyti er allt að þremur fjórðu minna og brotnar niður í náttúrunni á tveimur til þremur vikum. Hvað varðar nituroxíð (NOx) er það örlítið herra í bíódísil vegna hærri brunahita. Nituroxíð er óháð eldsneyti og myndast þegar brunahiti í vél fer yfir 1760°C.

Þá má blanda bíódísil í jarðefnadísilolíu að vild í hvaða hlutföllum sem er eins og algengt er erlendis samanber B5 (5% bíódísill og 95% jarðefnadísill). Einnig má blanda jurtaolíunni allt að 30% í jarðefnadísil án þess að það hafi áhrif á vélarnar. Vegna þess að bíódísil inniheldur 11% súrefni brennur það betur en jarðefnadísill og þarf minna brennsluloft. Súrefnið lækkar reyndar brunagildið um níu prósent sem er varla merkjanlegt þegar vélar eru keyrðar. Vegna þess að fitusýrlestrarnir í bíódísil hafa herra bræðslumark en kolvetnissambönd jarðdísils getur mikill kuldi verið vandamál og þarf því að hita upp bíódísilinn. Einnig ber að huga að því að ekki er heppilegt að geyma bíódísil lengur en í 6 mánuði vegna þess að farið getur af stað niðurbrot af völdum örvera – þránar - en það er þó ekki vandamál ef rétt er að staðið.

5.1.2 Baldur Rósmund Stefánsson

Vestur-Íslendingurinn Baldur Rosmund Stefánsson er talinn vera faðir vetrarrepjunnar. Baldur fæddist í Vestfold í Manitoba árið 1917. Hann lauk B.S. prófi frá plöntuvísindadeild Manitobaháskóla árið 1950, meistaraþrófi frá sama skóla árið 1952 og doktorsþrófi árið 1966. Baldur varð sérfræðingur við plöntuvísindadeild Manitobaháskóla árið 1952 og starfaði við þá deild alla sína starfsævi. Hann varð dósent árið 1966 og prófessor árin 1974-1987. Baldur lést 3. janúar 2002.

Vísindastörf Baldurs snéru einkum að betrumbótum á nytjaplöntum með erfðafræðilegum aðferðum. Hann lagði sérstaka áherslu á kynbætur á repju (*Brassica napus*) til framleiðslu á matarolíu, en repja hentar einkar vel til ræktunar á kaldari landsvæðum Kanada. Á árabílinu 1964-1985 þróaði Baldur fjölda afbrigða af repju- og sojaplöntum fyrir Kanada. Það er ekki síst vegna þessa framlags Baldurs til rannsókna, sem Kanada stendur framarlega í framleiðslu repjuolíu í heiminum í dag. Árangur Baldurs á þessu sviði er því einstakur og hafa rannsóknir hans leitt til mikils efnahagslegs ávinnings fyrir Kanada. Framlag Baldurs í þágu landbúnaðarvísinda leiddi til aukinnar arðsemi í landbúnaði og nýjunga í matvælaframleiðslu á alþjóðlegum vettvangi. Honum tókst með kynbótum að gera repjuolíu hentuga til manndis með hönnun nýrra afbrigða repjuplantna sem innihéldu lítið af óæskilegri fitusýru (erucic sýru). Auk þess höfðu frá nýju afbrigðanna minna magn ómeltanlegra efna (glukosinolate) og henta því vel í dýrafóður. Olíu úr þessum og öðrum kynbættum repjuplöntum var síðar gefið nafnið „CANOLA“ sem er einnig þekkt undir nafninu LEA (low-erucic acid) olía. Canola



Baldur R. Stefánsson

olía er nú notuð um allan heim til manneldis, m.a. í salöt, smjörlíki og sem steikingarolía. Úr HEA (high-erucic acid) afbrigðinu eru m.a. unnin plastefni, nylon og gúmmí.

Baldur R. Stefánsson hlaut fjölda viðurkenninga fyrir rannsóknastörf sín, bæði í Kanada og annars staðar. Hann var sæmdur Riddarakrossi hinnar íslensku fálkaorðu, æðstu heiðursmerkjum Kanada og víðar fyrir framlag sitt til nýjunga í framleiðslu landbúnaðarafurða. Baldur var mjög virkur í rannsóknum allt frá upphafi starfsferils síns og hafa ritverk hans birst í virtum alþjóðlegum vísindaritum. Enn fremur ritaði Baldur fjölda bókarkafla og yfirlitsgreina og var ötull við að kynna rannsóknir sínar á alþjóðlegum vísindaráðstefnum.

5.2 Vöxtur og útkoma

5.2.1 Afrakstur ræktunar

Vaxtartímabil repjuræktunar hér á landi er um 14 mánuðir þannig að einungis er unnt að nýta repjuakurinn annað hvert ár. Skiptirækt við tún er hugsanleg en þá er túnið plægt upp eftir fyrri slátt. Skiptirækt við aðrar korntegundir, eins og t.d. vetrarbygg, kemur einnig til greina. Í norðurhluta Evrópu, þar sem vaxtartímabil repjunnar er tæpir 12 mánuðir, beita bændur skiptirækt við repjuna til þess að hlífa landinu þannig að það langa vaxtartímabil sem er hér á landi er breytir því ekki að sami akur verður ekki í repjurækt ár eftir ár¹.

Hver hektari ræktaðs lands með repju gefur að meðaltali um 6 tonn af lífmassa sem skiptist í þrjú tonn af stönglum og þrjú þurrefnistonn af repjufræjum. Hektarinn bindur um 6 tonn af koltvísýringi (CO₂) sem næringu meðan repjan er að vaxa. Þetta magn koltvísýrings samsvarar jöfnun á útblæstri á koltvísýringi (CO₂) fyrir 40.000 km akstur meðalbifreiðar eða meðalakstri tveggja dísilbifreiða á ári².

Við pressun fræsins, sem eru um þrjú þurrefnistonn á hektara, verður til rúmt eitt tonn af repjuolíu, sem breyta má í um 1250 lítra af bíódísil, og um tvö tonn af repjumjöli (hrati) sem er próteinríkt fóður fyrir búpening, eldisfisk og fleira. Magnið af bíódísil samsvarar meðalakstri einnar dísilbifreiðar á ári og eldsneytið má nota beint á núverandi dísilvélar skipa eða bifreiða. Um þrjú tonn af hálmi (stönglum) koma af hverjum hektara en hálminn má nota sem hitagjafa, spæni undir skepnur, gerja í etanól (spíra) eða rotna í metangas og margt fleira. Til dæmis samsvara þrjú kg af hálmi sem brunagjafi einu kg af dísilolíu. Hálmurinn er tilvalinn í moltugerð og hann má einnig plægja í jörðu og þannig gera úr honum verðmætan jarðvegsbæti og vistvænan áburð.

¹ Jónatan Hermannsson; 2006: „Bygg í sáðskiptum“. Landbúnaðarháskóli Íslands, Keltnaholti. Fræðaðing landbúnaarins 2006.

² Remmele, Edgar; 2009: „Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen“. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2009.

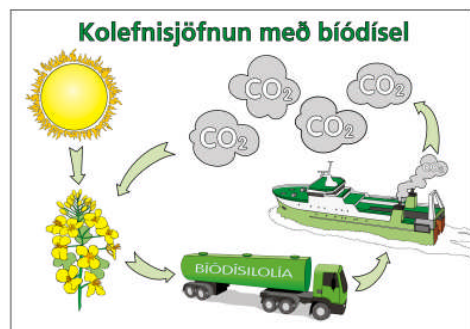
Við framleiðsluna á bíódísil fellur til glyseról sem samsvarar um 120 kg á hvern hektara. Glýserólið er víða notað sem vistvænn áburður á tún og akra, hitagjafi eða þá hreinsað til iðnotkunar þar sem það verður að sápu, smyrslu eða að ýmsum húðkremum. Einnig er glýserólið talið henta vel sem vistvænn frostlögur á stór hitakerfi og sem affsunarvökvi á flugvélar fyrir flugtak. Glýserólið er oftast eimað til að geta endurnýtt umframmetanólið (tréspírann) sem notað var til að umestra jurtaolíunni.

Fyrstu tvær afurðirnar gæti hver bóndi framleitt sjálfur í þeim mæli sem honum hentaði. Hér er því um nýja búgrein að ræða fyrir íslenska bændur. Margur gæti einbeitt sér að ræktuninni einni og sér og selt frá sér fræið. Aðrir í ræktuninni gætu auk þess kaldpressað fræið til framleiðslu á matarolíu og enn aðrir unnið að öllu þrennu sem er ræktun repju, pressun í olíu og framleiðslu á bíódísil á vélar og tæki búsin. Hér ætti því bóndinn að vera í lykilhlutverki hvað varðar frumframleiðslu endurnýjanlegra orkugjafa á Íslandi. Og ekki má gleyma fódurmjölinu úr repjunni.

Ef rækta á mikið magn af repju þarf einnig mikið landrými undir þá ræktun. Það landrými sem repjuræktin tekur má ekki vera í samkeppni við matvælaframleiðslu því að sjálfsgöðu á sú framleiðsla að hafa algeran forgang. En ræktun á repju hentar vel þar sem annars engin ræktun á sér stað, á landi í skiptiræktun sem og í tilraunareitum til að auka uppgræðslu á moldblönduðum söndum, leir- og malarjarðvegi ásamt vistvænum húsdýraáburði og hökkuðum stönglum lúpínunnar¹.

Ekki er nákvæmlega vitað hve mikið landrými hérlendis er til staðar sem nýta mætti til ræktunar á vetrarrepju. Bændur, sem hafa verið þátttakendur í verkefni Siglingastofnunar Íslands um umhverfisvæna orkugjafa, hafa álitnið að nýta mætti um 25 þúsund hektara lands hérlendis í repjurækt og þá án þess að gera þyrfti miklar umbreytingar á landrýminu. Annað eins landrými mætti síðan búa undir ræktun með tíð og tíma.

Lífeldsneyti (bíódísill) er endurnýjanlegur orkugjafi og í dag umhverfishlutlausasti orkugjafinn sem getur komið í stað jarðdísilolíu á landbúnaðartæki, bíla, skip og flugvélar. Einn hektari fullnægir meðalþörf fólksbíls á einu ári. Að auki er bíódísil skaðlaus og flokkast ekki undir hættulegan farm við flutning því blossamark þess er það hátt (yfir 130°C á móti um 55°C hjá jarðefnadísil). Þá fást við framleiðsluna á bíódísil úr repjufræjum margar verðmætar aukaafurðir eins og fódurmjöl (hrat), hálmur og glyseról sem gera framleiðsluna áhugaverðari í smáum stíl hjá bændum sem geta sjálfir nýtt hliðarafurðir bíódísilsins.



¹ Holtgreve, Winfried; 2010: „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

Framleiðsla bíódísils (repjudísils) bindur a.m.k. tvöfalt meira magn CO₂ við ræktunina en myndast við bruna repjudísils í vélum.

Með tilliti til ofangreinds má telja að ræktun vetrarrepju til framleiðslu á endurnýjanlegum orkugjafa sé í raun bæði einfaldasta og líklega eina raunhæfa framtíðarlausnin á eldsneyti fyrir dísilvélar bifreiða og skipa hér á landi.

5.2.2. Jarðvinnsla og sáning

Ræktun á plöntum eins og repju og nepju krefst góðs jarðvegs. Mismikið þarf að vinna tún og akra eftir ástandi þeirra. Ef um gamalt grastún er að ræða þarf að plægja túnið þannig að efstu 30 cm jarðvegsins sé snúið við til að gróin grasrótin snúi niður. Slíkt kemur í veg fyrir að grasið kæfi repjuna á fyrstu vaxtarstigum hennar. Plægt túnið er því næst tætt með kefla- eða pinnatætara, en þeir eru algengustu útfærslurnar við tætingu. Herfi og valtari eru svo notuð eftir þörfum sem ráðast af grófleika jarðvegsins. Að lokum er fræið sett niður annað hvort raðsáð með sáðvél eða dreifsáð með áburðardreifara. Í vel brotnu landi má t.d. sleppa alveg við að plægja túnið og nægir að herfa það í sumum tilfellum¹. Sé borið í sendinn jarðveg þarf hann sérstaka meðferð hvað varðar ræktunarundirbúning og áburðargjöf.

Við ræktunina eru notuð tvö vetrarafbrigði káljurtar af Brassica-ættkvíslinni sem eru repja og nepja. Repja og nepja eru nokkuð líkar í útliti en greina má tegundirnar auðveldlega í sundur því repjufræin eru talsvert stærri. Þessum vetrarafbrigðum er sáð í kringum miðjan júlí. Tilraunir hérlendis hafa sýnt að of seint er að sá eftir að júlímánuði lýkur. Plantan tekur þá reyndar vel við sér en á erfitt með að lifa af veturinn og vorleysingar vegna þess að rötin hefur ekki náð að festa sig nógu vel í jarðveginum og því deyr plantan og þá sérstaklega við þær aðstæður þegar frost og þíða koma og fara á vorin.



Frækorn repju

Sáð er um 10 kg af fræi á hvern hektara. Það gerir um það bil eitt gramm af frækornum á fermetra en reiknað er með að í hverju grammi séu um 400 frækorn. Spírun fræja er talin eðlileg í kringum 60 – 80% og margar af þeim plöntum sem koma upp í fyrstu lenda undir og hverfa áður en haustar. Það myndi teljast fallegur akur ef undir vetur væru 200 plöntur á fermetra.



Repja í blóma

Í rauninni er ekki endilega beint sambandi milli þéttleika plantna og væntanlegrar uppskeru. Ef plöntur standa þétt verður hver þeirra smá. Ef þær standa gisið hefur hver og ein

¹ Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi“. Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

tækifæri til að þróa fleiri greinar en ella hefði verið. Það getur að vísu seinkað þroska en hefur minni áhrif á uppskerumagn.

Þær yrki sem notuð voru í verkefninu hér á landi árin 2008 og 2009 voru Falstaff (repja frá Svíþjóð) og Largo (nepja frá Svíþjóð). Landbúnaðarháskóli Íslands hafði árið 2007 gert tilraunir með ofangreind yrki og að auki Banjo (repja frá Svíþjóð) og Orbit (nepja frá Svíþjóð) og skiluðu yrkin svipuðum árangri hvað varðar fræuppskeru það ár. Uppskeyra varð þó heldur minni en í verkefni Siglingastofnunar Íslands árið 2009. Árið 2010 var aðallega sáð tveimur nýjum repjutegundum frá Svíþjóð sem kallast Galileo og



Akur að hausti eftir sáningu

Goya. Einnig var farið af stað nú í sumar með tilraunir á nýju repjuafbrigði frá Þýskalandi sem nefnist Lorenz sem þýskur ráðgjafi Siglingastofnunar Íslands mælti sérstaklega með.

Hvað varðar frægæði og spírunarmátt eru frætegundir breytilegar frá ári til árs. Hvert yrki endist að jafnaði einungis fá ár á markaði og ný og betri koma fram. Siglingastofnun Íslands fylgist sérstaklega með afbrigðum sem hafa yfir 45% olíuinnihald, spíra snemma eftir sáningu og hafa gott vetrarþol. Slík afbrigði eru nauðsynleg fyrir íslenskar aðstæður og þá er hugsunin sú að geta í framtíðinni náð ræktunartímanum undir 12 mánuði en ræktunartíminn er í dag að meðaltali allt að 14 mánuðir.



Akur í blóma að sumri

5.2.3 Áburður

Áburðargjöf á repjuna er af tvennum toga. Annars vegar er efnaáburður, sem er tilbúinn áburður (áburðarsölt) og er oft plægður niður með frækorninu, og hins vegar það sem margur kallar „vistvænan áburð“ eða lífrænan áburð sem samanstendur af húsdýramykju eða afgangsgróðri sem plægja má í jörðu. Þau áburðarefni sem mest þarf á að halda eru köfnunarefni (N), fosfór (P_2O_5) og kalíum eða pottaska (K_2O). Önnur áburðarefni eru einnig nauðsynleg en þó í mun minna mæli en þau eru brennisteinn (S), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg) og bór

(B). Heildarmagn helstu næringarefna fyrir ræktun á repju og nepju, og þá miðað við hvern hektara, eru eftirfarandi¹:

Magn helstu áburðarefna á hvern hektara repju.	Köfnunarefni N	Fosfór P₂O₅	Kalíum K₂O
Við sáningu (um miðjan júlí)	40 – 60 kg	30 kg	60 – 80 kg
Að vori (maí)	120 – 140 kg	50 kg	120 – 160 kg
Heildarmagn	180 kg	80 kg	200 – 220 kg

Nýting næringarefnanna er frá 80% og niður í 60% þar sem hærri talan á við sandjörð og lægri talan við móa og mýrlendi. Síðan má umreikna fosfór- og kalíumefnin í hreinu efnin P og K þannig að $P = 0,43 \cdot P_2O_5$ og $K = 0,81 \cdot K_2O$.

Tilbúni áburðurinn er í flestum tilfellum með rétta og nauðsynlega samsetningu á þeim efnum sem akurinn þarf til repjuræktunarinnar. Sá efnaáburður fyrir repjurækt hérlendis sem hefur einna helst verið mælt með er tiltölulega steinefnaríkur áburður eins og tíðkast hefur í ræktun á repju til grænfóðurs. Nöfnin á áburðartegundunum eru breytileg eftir framleiðendum og innflytjendum en til viðmiðunar má nefna áburð sem gekk undir nafninu „Græðir 5“. Í heildina eru notuð um 900 kg af tilbúna áburðinum á hektara og eru 400 kg af því borin á akurinn við sáningu og 500 kg þegar repjan tekur við sér eftir vetrardvalann í byrjun maí. Góða lýsingu um magn og notkun tilbúins áburðar fyrir repjuræktun er að finna í riti nr. 24 sem gefið var út af Landbúnaðarháskóla Íslands í lok árs 2009². Einnig eru til staðar hjá Landbúnaðarháskóla Íslands góðar upplýsingar og töluverð þekking á áburðarþörf repju í íslenskum jarðvegi því að repja hefur verið ræktuð hér á landi til grænfóðurs um 50 ára skeið. Hin síðari ár hefur repja verið ræktuð í því skyni á tvöþúsund til fjögurþúsund hekturum árlega.

Hvað lífræna áburðurinn varðar þá má auðveldlega setja hann þannig saman að hann uppfylli að mestu þær kröfur sem gerðar eru til ræktunarinnar. Hér er kostnaður mismikill en tilbúinn áburður getur verið afar dýr í innkaupum fyrir ræktendur. Því er yfirleitt mælt með því að ræktendur reyni að nota eins mikið af húsdýraáburði og hægt er og að tilbúni áburðurinn komi inn sem uppbót á þau næringarefni sem kynnu að vanta í jarðveginn ef svo yrði raunin.

Einn algengasti húsdýraáburðurinn í repjuræktina er mykjulögur frá svínunum. Við meðalaðstæður er samsetning hans eftirfarandi og þá miðað við 1.000 kg:

4,4 kg köfnunarefni (N)
2,5 kg fosfór (P₂O₅)
3,0 kg kalíum (K₂O)

¹ Holtgreve, Winfried; 2010: „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

² Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun á repju og nepju til olúframleiðslu og uppgræðslu“. Rit LbhÍ nr. 24. Landbúnaðarháskóli Íslands, 2009.

Hvað varðar gróðurafgang er bláa lúpínan (Alaskalúpínan) bæði rík af köfnunarefni, fosfór og kalíum. Til þess að nýta lúpínuna sem áburð er gert ráð fyrir að lúpínu sé sáð á akurinn og hún látin þroskast fram yfir blómamissi og síðan tætt og plægð niður í akurinn. Mikilvægt er að frækorn lúpíunnar nái ekki að þroskast svo þau spíri ekki á móti repjunni. Við meðalaðstæður er samsetning áburðar frá lúpínu miðað við einn hektara eftirfarandi:

40 kg köfnunarefni (N)
30 kg fosfór (P_2O_5)
80 kg kalíum (K_2O)

Sem dæmi um húsdýraáburð úr mykjulegi frá svínunum og lúpínu er gert ráð fyrir að nota um 20 tonn af mykjulegi á hvern hektara akurs. Hvað lúpínuna varðar er gert ráð fyrir meðalþétttri breiðu.

Þörf fyrir köfnunarefni er í heildina á hvern akur um 180 kg. Nýtist 80% köfnunarefnisins frá svínamykjunni skilar hún 70 kg á hektarann og lúpínan 40 kg. Samanlagt er hér komið 110 kg af köfnunarefni af þeim 180 sem hektarinn þarf. Fosfórinn er 50 kg frá svínamykju og 30 kg frá lúpínu, eða 80 kg alls, og því heildarmagninu náð. Svínamykjan skilar um 60 kg af kalíum og lúpínan 80 kg eða alls 140 af þeim 200 til 220 kg sem hektarinn þarf. Áburðarvöntun er í köfnunarefni upp á 70 kg (40%) og 60 til 80 kg af kalíum (33%). Hér má bæta það upp sem á vantar með tilbúnum áburði.

Repjan þarf ekki eins mikinn áburð við sáningu og vorið eftir. Það sýnir taflan hér að ofan. Því myndi lúpínan ein og sér í raun nægja sem áburður fyrir sáningu en rétt er þó að dreifa um tíu tonnum af mykjulegi frá svínunum eða 10 til 15 tonnum af mykjulegi frá nautgripum. Kjúklingamykja og sláturúrgangur koma einnig til greina í litlum mæli. Sé lúpínan ekki fyrir hendi má auka magnið af mykjulegi í samræmi við það sem uppá vantar¹.

5.2.4 Skiptiræktun

Vegna þess að ræktun á repju/nepju hér á landi tekur yfir lengra tímabil en ár verður að stunda skiptirækt með repjuna sem og að huga að öðru verkefni fyrir akurinn sem repjan hafði vaxið í. Einnig hafa sérfræðingar, sem Siglingastofnun Íslands hefur leitað til, lagt á það ríka áherslu að stunda skiptirækt fyrir repjuna og jafnvel þótt hægt yrði að koma ræktunartímabilinu undir 12 mánuði. Það sé afar óæskilegt að nota sama akurinn undir þessa ræktun árið eftir, hvað þá ár eftir ár. Reynslan sýni þá mun minni uppskeru, ýmis jarðvegsvandamál og auknar líkur á sjúkdómum. Séu aðrar tegundir ræktaðar eftir uppskeru repjunnar myndast jafnvægi í akrinum og hann því tilbúinn undir repjuna að því ári liðnu.

¹ Holtgreve, Winfried; 2010: „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

Hægt er að fara margar leiðir í skiptiræktun en hvað varðar íslenskar aðstæður mætti kannski leggja áherslu á hvaða forsendur eru fyrir hendi milli þess tíma sem skilur á milli uppskeru að hausti og sáningar að sumri. Hér þarf sérstaklega að skoða jurtir sem falla inn í sáningu að hausti, hafa vetrarþol, taka vel við sér eftir sáningu og geta dafnað í íslensku umhverfi. Þær jurtir sem hér koma helst til greina eru annars vegar vetrarbygg og hins vegar blá lúpína. Báðar þessar jurtir gætu komið til greina sem skiptirækt og vetrarbyggð sem nytjajurt og lúpínan sem niðurlægður áburður¹.

Einnig mætti nota lúpínuna sem gróður í sendinn jarðveg sem undirbúning fyrir ræktun á repju. Þannig mætti nýta sendinn jarðveg í framtíðinni sem ræktunarland fyrir repju og þá með því að rækta þar fyrst lúpínu, plægja hana síðan niður í jarðveginn og bæta hann síðan með húsdýraáburði. Svæði sem hér kæmi til greina að skoða í þessu sambandi væru sandarnir á suður- og suðausturluta landsins.

5.2.5 Uppskera og þresking

Við uppskeru með stórvirkum vinnuvélum er fræið skilið frá stönglum sem verða eftir á akrinum. Fræin safnast fyrir inni í vinnuvélunum og eru síðan sett á vagna eða í stóra sekki og færð í hús til þurrkunar.

Uppskera repjunnar á sér stað í septembermánuði og ræður fræþroski repjunnar því hvenær í mánuðinum þresking fer fram. Skera þarf repjuna áður en belgirnir, sem geyma frækornin, fara að springa að marki en við það fellur fræið á jörðina og glatast. Hér þarf að finna besta tímann þar sem þroski fræjanna er mestur og belgirnir svo til ósprungnir. Gerðar hafa verið margar rannsóknir til að finna besta uppskerutímann og þá með því að taka áhættuna er varðar sprungna fræbelgi og betri fræþroska². Svo ber að hafa það í huga hvernig þreskivélarnar eru stilltar til að koma í veg fyrir að hluti fræjanna falli ekki í jörðu³.

Skurðurinn mun í framtíðinni verða flöskuhálsinn hvað varðar ræktun á repju og nepju. Hinn skammi uppskerutími mun geta valdið vandamálum við nýtingu þessara plöntutegunda ef stór landsvæði verða tekin undir ræktunina. Samkvæmt upplýsingum frá bændum, sem hafa ræktað vetrarrepju hérlendis, tekur það um hálf klukkustund að þreskja einn hektara akurs. Þar sem mikilvægt er að þreskingin fari fram um það leyti sem fræbelgirnir byrja að springa þarf hún að ganga hratt



Þresking

¹ Holtgreve, Winfried; 2010: „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

² Lundin, Gunnar; 2008: „Långa skärbord ökar vinsten“. Svensk Frötidning, 2/2008.

³ Gunnarson, Albin; 2008; „Håll huvudet kallt och tröskan på logen“. Svensk Frötidning, 3/2008.

fyrir sig. Veðurfar skiptir einnig miklu máli við þreskinguna. Ef hvasst er þarf að ljúka henni eins fljótt og auðið er. Stór þreskivél kemst vart yfir meira en 15 til 20 hektara á dag. Þar sem þreskingin er svo háð tíma og aðstæðum má fastlega búast við því að upp komi vandamál við þreskingu þar sem ræktun verður umfangsmikil.

Til að koma í veg fyrir að belgir repjujurtarinnar springi við fullþroska fræjanna eru mest notaðar tvær aðferðir. Önnur aðferðin er að skurðfella repjuna í um miðjan stöngul rétt áður en hún nær fullum þroska þannig að þroski fræjanna fullgerist fyrst næstu daga efir skurðinn. Með því að nota þessa aðferð hefur jurtin hvorki kraft né getu til að sprengja belgina og dreifa fræinu. Við þessar aðstæður getur jurtin legið á akrinum í um viku tíma og beðið þreskingar. Nú hefur vindur minni áhrif því jurtin liggur niðri og þreskja má sjö sinnum stærra landsvæði. En vandamálið við þessa aðferð er að nota þarf sérstaka skurðarvél við að skurðfella repjuna en slíkar vélar finnast varla hér á landi. Annað vandamál, og það sem kannski kemur í veg fyrir að unnt sé að beita þessari aðferð á raunhæfan hátt, er að ekki má rigna á akurinn frá skurðfellingu að þreskingu. Sjö dagar án rigningar á Íslandi - og það í september mánuði - eru afar sjaldgæft fyrirbæri og því alls ekkert að treysta á. Í mesta lagi væri hér hægt að reikna með tveimur dögum til viðbótar í þreskingu sé þessi aðferð framkvæmd.

Hin aðferðin er að úða yfir akurinn efnablöndu, einnig rétt áður en fræin verða fullþroska, sem dregur það mikið úr vexti jurtarinnar að belgirnir ná ekki að springa en fræið fullþroskast. Þessi aðferð gerir það að verkum að bóndinn hefur eina til tvær vikur aukalega til að þreskja repjuna. Ýmsar aðferðir má nota til að dreifa efnablöndunni yfir akurinn, en á hvern hektara er údað um 400 til 800 lítrum þar sem efnið sjálft er um 2 lítrar í því magni. Samkvæmt upplýsingum frá þýska búnaðarfélaginu í Slésvík-Holsetalandi (Landwirtschaftskammer Schleswig - Hostein) hefur efnablandan, sem þeir mæla með að nota, engin skaðleg áhrif á repjuna, frækorn hennar né þær afurðir sem frá repjunni koma.

Uppskerumagnið hér á landi er um þrjú til fjögur tonn af repjufræi að meðaltali á hvern hektara. Uppskeran er því fyllilega sambærileg við uppskeruna í löndum Norður-Evrópu ef ekki meiri¹. Þótt hér á landi séu sumur stutt og með lægra meðalhitastig en í löndum sem við berum okkur saman við ber að geta þess að hér á landi er birta svo til allan sólarhringinn í tvo mánuði á sumrin en repjan nærst meðal annars á sólarljósinu.

5.2.6 Hreinsun og þurrkun fræja

Eftir þreskingu þarf helst að hreinsa frá fræjunum hálmleifar. Venjulega eru fræin hreinsuð með blæstri, annað hvort í þar til gerðum gámum, eða á annan hátt sem kannski getur verið hentugri fyrir ræktandann. Hreinsunin er sérstaklega nauðsynleg ef miklar hálmleifar fylgja fræjunum og ef til stendur að framleiða matarolíu eftir pressun fræjanna.

¹ Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun á repju og nepju til olíuframléiðslu og uppgræðslu“. Rit Lbhí nr. 24. Landbúnaðarháskóli Íslands, 2009.

Eftir hreinsunina eru fræið þurrkað niður í 6 til 8% raka, en þurrkunin er nauðsynleg til að koma í veg fyrir sveppa- og gerlaniðurbrot við geymslu. Þurrkað er yfirleitt í þar til gerðum þurrkofni við 80°C blástur í um sólarhring eða lengur. Séu fræin aftur á móti pressuð fljótlega eftir þreskingu er ekki nauðsynlegt að þurrka þau jafn mikið og jafnvel má sleppa því¹.

Þegar leitað er eftir þurrefnistölu fræsins er fræsýni yfirleitt tekið beint úr þreskivélinni og það vegið og síðan þurrkað í þurrkofni þar til allt vatn er örugglega horfið úr sýninu. Síðan er fræsýnið vegið aftur og þá fæst hlutfall þurrefnis við skurð sem gefið er upp í prósentum. Þurrkunin í þurrkofninum getur tekið allt að þremur sólarhringum.



Þurrkun

Þurrkað fræ má geyma árum saman í upphituðu og þurru húsnæði eða þar til það verður notað. Fræin má geyma í sekkjum sem stafla má í hæðina eða sílóum séu þau fyrir hendi. Einnig má geyma fræin í lokuðum gámum.

5.3 Samantekt

5.3.1 Samanburður við önnur lönd

Ef borin er saman ræktunin á Íslandi við önnur lönd kemur í ljós að þar sem best hefur tekist til í ræktunartilraunum Siglingastofnunar Íslands í samvinnu við Landbúnaðarháskóla Íslands er uppskera fyllilega sambærileg við uppskeru á Norðurlöndunum og öðrum Evrópusambandslöndum þar sem uppskeran er á bilinu 2,2 til 3 þurrefnistonn af repjufræi. Á Íslandi náði uppskeran mest 4,1 þurrefnistonni á hektara af vetrarrepju og 3,4 þurrefnistonnum af nepju. Þessi niðurstaða gefur góða von um að árangur af ræktun á vetrarrepju og -nepju geti verið fyllilega sambærilegur við nágrannalöndin, ef ekki betri. Því er ekkert því til fyrirstöðu að halda áfram þessum tilraunum og hvetja bændur, sem hafa land aflögu, til að taka þátt í þessari ræktun sem af sér gefur endurnýjanlega orkugjafa.

Niðurstöðurnar úr rannsóknatilraunum Siglingastofnunar Íslands á ræktun á repju og nepju hér á landi eru mjög góðar og tilraunirnar hafa skilað því sem tilraunir eiga að geta skilað. Þekking er nú fyrir hendi hvað varðar veiku hliðarnar á vetrarþoli repjunnar hérlendis og hvaða gerðir jarðvegs ber að varast. Æskilegt er að nýta þann jarðveg sem fer mildum höndum um repjuna að vetrarlagi og þau svæði sem bjóða upp á hlýjast og best sumar. Til að geta lagt mat á síðara atriðið

¹ Hjörvar Halldórsson; 2004: „Kornþurrkun“. Lokaritgerð í véltæknifræði við Tækniháskóla Íslands, 2004.

er ekki úr vegi að nýta sér reynsluna úr kornræktinni. Og nóg er af ræktunarlendi héraðs miðað við löndin sem við berum okkur saman við.

Tilraunaverkefni Siglingastofnunar Íslands á ræktun repju og nepju hér á landi hefur sýnt greinilega að hægt er að rækta þessar jurtir héraðs með ágætum árangri. Það sem mestu máli hefur skipt er að ljóst er að repjan og nepjan geti lifað veturinn af og sumarið sem fylgir sé nógu langt, hlýtt og birturíkt til þess að repjan og nepjan nái góðum og ásættanlegum þroska og myndi þær afurðir sem til er ætlast.

Þetta tilraunaverkefni Siglingastofnunar Íslands miðaði að því að prófa allar aðstæður, bæði líklegar og ólíklegar, hvað varðar gæði akurs, aðferðir við jarðvinnslu og við sáningu. Rannsóknaverkefnið hefur sýnt fram á hvaða gerðir jarðvegs ber að varast og hvað gerðir jarðvegs henta vel fyrir repjuræktunina og gefur repjunni góða möguleika á að lifa veturinn af.

Þegar horft er á niðurstöður tilraunaverkefnis Siglingastofnunar Íslands má líta með bjartsýni til framhalds repjuræktunar hér á landi. Hún á greinilega framtíð fyrir sér hér ekkert síður en í grannlöndunum okkar á Norðurlöndunum og öðrum löndum Evrópusambandsins þar sem repjuræktin hefur verið stunduð til margra ára og er auk þess þar í miklum uppgangi.

5.3.2 Framhald ræktunar

Tilraunir tímabilsins 2009 til 2010 áttu að skila tveimur niðurstöðum. Í fyrsta lagi átti að skoða þann möguleika hvort ræktunartímabilið gæti farið undir 12 mánuði. Ákveðið var í því sambandi að sá ekki fyrr en í byrjun ágúst til 15. ágúst og skoða hvort uppskera gæti átt sér stað í byrjun ágúst árið eftir. Repjan tók vel við sér um haustið en átti afar erfitt með vorleysingarnar þar sem rótin hafði greinilega ekki náð þeirri stærð sem nauðsynleg er til að þola þíðu og frost til skiptis. Uppskeran var því í samræmi við það. Reynslan sýnir að þessi möguleiki er ekki fyrir hendi hér á landi og verða menn því að sætta sig við lengri ræktunartíma en 12 mánuði.

Í öðru lagi var ákveðið að nýta reynslu fyrra árs og einbeita sér að ræktunarsvæðum sem finna má undir Eyjaföllum. Ákveðið var að nota sama ræktunartíma, það er 14 mánuði, og þá aðferðarfræði sem best hafði reynst árinu á undan með tilliti til jarðvegs, aðferða við jarðvinnslu og sáningu. Strax um haustið tók repjan vel við sér en um vorið settu náttúruöflin strik í reikninginn. Öll þessi ræktunarsvæði eyðilögðust vegna öskulags sem lagðist yfir sveitirnar og var öskulagið það þykkt á repjuökrunum að jurtin komst aldrei upp á yfirboðið þegar líða tók á vorið.

Annað vandamál sem getur komið upp er ágangur búfénaðar í repjuna á haustin þegar græn blöð hennar eru að koma upp úr jörðinni. Gæta þarf þess að girða vel repjuakrana til að komast hjá þessu vandamáli.

Rannsóknatilraunir Siglingastofnunar Íslands á ræktun repju og nepju fyrir ræktunartímabilið 2010 til 2011 byggja að mest öllu leyti á reynslu tímabilsins 2008 til 2009. Hér var ákveðið að sá repjunni kringum 10. júlí, 17. júlí og 24. júlí 2010 með það að markmiði að geta séð hvaða tímabil í júlí hentar best til sáningar og veðurfars.

Ef skoðaðar eru sölutölur á repjufræjum til útsæðis á þessu ári má gera ráð fyrir að tilraunin 2010 – 2011 nái yfir um 100 hektara. Í raun kemur þessi þróun ekki á óvart því verkefnið hefur fengið töluverða athygli bæði í fjölmiðlum og kynningum á vegum Siglingastofnunar.

Ræktunarsvæði þessa árs má finna í öllum landshlutum og hafa bændur sett niður í einn til fimm hektara. Verið er að skoða áhrif notkunar á lífrænum áburði (húsdýraáburði), mismunandi frætegundum gagnvart vetrarþoli og fituinnihaldi sem og mismunandi jarðvegi. Með ofangreint í huga var einnig lagt upp með tímabilin sem nefnd eru hér að ofan.

6. Pressun repju- og nepjufræja

6.1 Almennt um pressun olíufræja

6.1.1 Almennt

Til þess að geta nýtt olíuna og fódurmjölið í repjufræinu þarf að aðskilja það. Olían er pressuð úr repjufræinu með þar til gerðri skrúfupressu sem aðskilur olíu og hrat (fódurmjöl). Einnig eru notaðar efnaaðferðir en þær koma einungis til greina þegar um mikið framleiðslumagn er að ræða.

Hart trefjahýði úr sellulósa (beðmi) umlykur hvert og eitt repjufræ. Innan í hýðinu eru okfruman (kímið), sem er einfrumungur en olían er forðanæringin við spírúnina. Til að ná olíunni þarf að sprengja hýðið eða brjóta það svo olían losni. Hýðið er drjúgur hluti af fódurmjölinu. Olían sem fæst úr repjufræinu er annað hvort nýtt sem jurtaolía eða lífdísill en fódurmjölið nýtist sem dýrafóður í landbúnaði og fiskeldi.

6.2 Aðferðir við pressun og útleysingu

6.2.1 Aflpressun jurtaolíu

Talað er um aflpressun (þrýstingspressun) þegar notaðar eru við pressunina þar til gerðar þrýsti- eða skrúfupressur (screw-pressur og expeller) sem skilja olíuna frá hratinu (fódurmjölinu). Pressunin er ýmist gerð köld eða heit. Olían er ýmist pressuð úr óhituðum fræjum eða þau eru hituð fyrir pressun. Val á aðferð ræðst af því til hvers eigi að nota afurðirnar. Heitpressun er fljótlegri og skilar meiri olíu.

Heitpressuð olía er oftast seld sem steikingarfeiti og sem nuddolía eða sem íblöndun í malbik til að draga megi betur úr því við lagningu þess en héraendis eru um 400 tonn á ári notuð sem íblöndun í malbik. Einnig er heitpressun ákjósanleg ef olían er svo til öll nýtt í bíódísil eða sem íblöndun í jarðdísil vegna betri pressunýtni.

Til að viðhalda gæðum olíunnar í matargerð eru fræin ekki hituð upp fyrir pressunina og er þá talað um kaldpressun. Ef framleiða á hágæða matarolíu er þessari aðferð beitt. Olían er tilbúin til neyslu jafnskjótt og búið er að síða hana.

Verksmiðjuinnin olía til matargerðar er unnin úr kald- eða heitpressaðri olíu. Verksmiðjuolían eða unnin olía er án aukaefna nema E-vítamíns sem hindrar þránun olíunnar.

Ef ekki er gerð krafa um meiri pressuafköst en allt að 100 tonnum af repjufræjum á sólarhring er aflpressun talin eiga vel við. Aflpressur af hentugri stærð henta

best á bændabýlum þar sem bændur kjósa að vinna olú af ökrum sínum sjálfir og nýta fóðurmjölið. Einnig er hægt að tengja saman margar pressur í pressukerfi og þykir sú aðferð jákvæð að því leyti ef ein pressa bilar þá þarf ekki að hætta pressun þar til sú pressa hefur verið lagfærð.

Þegar aflpressun er beitt verður talsvert af olú eftir í hratinu eða á bilinu 8–16%. Vegna þess að kostnaður við pressunina getur verið hár er aðferð aflpressunar einungis valin þegar um minni afköst er að ræða og er þá átt við pressustærð allt að 2 tonnum á klukkustund af fræjum.

6.2.2 Efnaútleysing jurtaolíu

Þegar þörf er fyrir að vinna olú úr meira en 100 tonnum af repjufræjum á sólarhring hentar vel að nota leysi. Þessi aðferð býður upp á mesta sjálfvirkni og bestu nýtinguna þar sem svo til öll olían næst úr fræjunum. Oftast er notað hexan sem er ekki talið eitruð og leysist ekki upp í vatni en leysir þess í stað upp fituna og er að auki lífrænn leysir. Hexan er rokgjarnt og er eimað burt og endurnýtt.

Fyrst þarf að brjóta hýði fræjanna til að losa fituna og er það gert með því að valsa fræin í flögur og blanda þeim síðan við hexan. Hexan leysir upp olúna en hratið er síað frá. Til að hreinsa olúna er nauðsynlegt að eima hexanið úr henni. Mikil vinna getur orðið við eimingu og endurvinnslu á hexani en slíkt ferli er sjálfvirkt líkt og á sér stað í mjólkurbúi en kerfið er lokað af öryggisástæðum því hexan er eldfimmt.

Með þessari aðferð tekst að skilja svo til alla olú fræsins frá hýði og kími. Þar sem hexan sýður við 69°C skaðar sá hiti ekki olúna og er þetta þaulreynd aðferð. Hratið er síðan hitað í rúmlega 69°C eða lægra sé notaður undirþrýstingur og er þá öruggt að ekkert hexan er í mjölinu og næringargildi og vítamín ósködduð. Hærrí hiti en 56°C skemmir prótein. Kostur hexans er lágt suðumark og að það leysir ekki upp vatn. Hexan er ódýrt og eimað úr jarðolíu.

Þetta efnaferli hentar vel þegar framleiða á mikið af olú og fóðurmjöli. Með þessari aðferð þarf ekki að síá hrat úr olúnni og því mun minni hreinsun olúnnar nauðsynleg. Hratið eða fóðurmjölið kemur allt á einn stað og er fituinnihald þess einungis 0,5% og meltanlegt próteininnihald þess er nú komið upp í 32% en getur orðið herra með efnaútleysingu.

Meðan verð á jurtaolíu er mun herra en á hrati er hér um kostnaðardæmi að ræða hvað arðsemi snertir.

Ein helsta áhætta við svona efnaferli er eld- og sprengihætta, en sé fylgt öryggis- og verklagsreglum um umgegni og vinnu með hexan er sú áhætta lágörkuð auk þess sem kerfið er lokað.

6.2.3 Samanburður aðferðanna

Báðar þessar aðferðir hafa kosti og galla. Gallinn við pressun er að mikil fita verður eftir í hratinu. Spurning er jú hér hvað sé sóst er eftir. Sé verð á jurtaolíu mun hærra en á hrati er hér um kostnaðardæmi að ræða sem borgar sig en sé svo ekki snýst dæmið við.

En sé framleiðslan mikil er útleysing olíunnar með hexan mest notuð. Efnaferlið er því ódýrara sem magnið er meira og getur aflpressuaðferðin illa keppt við stórar verksmiðjur.

Samanburður á fræðilegri og raunverulegri vinnslu á olíu úr fræjum

Fræðileg vinnsla. Pressun (markmið)

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	43	100	69,5	>30,5	< 18	> 71	< 32 í hrati

Fræðileg vinnsla. Útleysing með hexan

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	43	100	57,5	42,5	0,3	99,5	> 32 í hrati

Raunveruleg vinnsla: Täby, Svíþjóð (olíupressun)

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	43	100	67	33	15,0	78	-

Raunveruleg vinnsla: Siglingastofnun, dönsk repjufræ (stimpilhólkur)

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	39,1	100	88	12	31	ca. 30	-

Raunveruleg vinnsla: Siglingastofnun, dönsk repjufræ (kínversk pressa)

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	39,1	100	69,6	30,4	12,9	78	23,6 í hrati
Repja	39,1	100	66,6	33,4	8,5	85	27,4 í hrati

Raunveruleg vinnsla: Siglingastofnun, íslensk fræ (kínversk og þýsk pressa)

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	41,7	100	67-70	30-33	13	78-84	-
Repja	41,4	100	68,0	30,0	16,8	72,5	28,4 í hrati

Efnagreining: Íslensk fræ – þurrefnisinnihald fræjanna

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	41,7	100	57,3	41,7	0,0	(100)	-
Repja	41,4	100	58,6	41,4	0,0	(100)	16,9 í fræjum

Efnagreining. Dönsk fræ – þurrefnisinnihald fræjanna

Fræ	olía	fræ	hrat	olía	fitu í hafi	olíunýtni	prótein
Innihald	%	kg	kg	kg	%	%	meltanlegt í %
Repja	39,1	100	60,9	39,1	0,0	(100)	18,1 í fræjum

Með því að nota hexan er minni vinna við að hreinsa og sía olíuna og allt hratið safnast á einn stað með 0,5% fituinnihaldi. Með því að nota aflpressuaðferðina er

fitan í hratinu um 8 til rúmlega 16% og vantar þá þessa fitu í olíuna þegar sú aðferð er notuð. Einnig má geta þess að próteininnihald í hрати, sem hefur orðið til með því að nota hexan til að leysa upp olíuna, er allt að 32% á móti rúmlega 28% við notkun aflpressuadferðar við pressun olíunnar. Þó ber að geta þess að ef notuð er kaldpressaða aðferðin þá skemmast hvorki vítamín né prótein í hratinu og það sem eftir er í olíunni.

6.2.4 Síun olíunnar

Þegar fræin hafa verið pressuð þá fylgir alltaf fíngert hrat með í olíunni. Mikilvægt er því að sía olíuna til að fjarlægja þetta fíngerða hrat þannig að eftir verði sem hreinust jurtaolía, sem nota má sem matarolíu, eða vinna áfram í bíódísil.

Sía má olíuna í fíngerðri pokasíu (filter). Pokasíurnar þurfa að vera mjög fíngerðar eða frá 0,5 upp í 5,0 my (10^{-6} m). Matarolía er síuð með fíngerðustu síunni en nota má grófari síur fyrir malbiksíblöndun og lífdísilframleiðslu en síður fyrir steikingarolíu.

Hvað varðar framleiðslu á matarolíu er síunin lokaferlið áður en olían er fyllt á flöskur eða þar til gerðar umbúðir.

Ef um litla framleiðslu er að ræða þá má láta olíuna standa í ílátum í nokkurn tíma þar til fíngerða hратиð hefur sest á botn ílátsins. Þessi aðferð er seinleg en þó vel nothæf ef hvorki eru fyrir hendi dúka- né pokasíur. Hér ber þó að gæta þess að hратиð sem situr á botninum fylgi ekki olíunni þegar ílátið er tæmt. Reyndar hefur fíngerða hратиð engin sérstök áhrif á olíuna sem matarolíu en það getur verið til töluverðra vandræða ef nota á olíuna sem eldsneyti.



Nýpressuð olía til vinstri og síuð olía til hægri.
Olían til hægri er tilbúin til neyslu sem t.d. matarolía.



Olían komin í neytendaumbúðir og tilbúin til sölu sem hrein matarolía.

6.2.5 Skilvindun olíunnar

Í stað þess að sía fína hратиð, sem kemur með olíunni eftir að hún kemur úr pressunni, þá eru oft notaðar skilvindur í það verk. Skilvindurnar má stilla þannig að þær skilji svo til alla olíuna frá fína hratinu og vatni.

Siglingastofnun lét smíða skiljubúnað þar sem olúnni er dælt í gegnum skiljuna eins oft og það var talið nauðsynlegt.



Skiljubúnaður Siglingastofnunar



Uppbygging skiljunnar

Við framleiðslu á lífdísil í miklu magni er jafnan notaður skiljubúnaður sem fjarlægir agnir af hrati úr olúnni og vatn sem í henni kann að vera eftir vöskun. Í fiskimjölsverksmiðjum er skiljubúnaður og vert er að athuga hvort unnt sé að nota.

6.3 Niðurstöður

6.3.1 Almennt

Í upphafi verkefnisins um pressun á repjufræjum til framleiðslu á bíódísil fékk Siglingastofnun í byrjun árs 2009 dönsk repjufræ frá þarlandu fyrirtæki sem framleiðir bíódísil í miklu magni. Þessi fræ voru bæði hreinsuð og þurrkuð og þannig tilbúin til pressunar enda um að ræða sama hráefni og danski aðilinn notar til sinnar bíódísilframleiðslu.

Í upphafi pressunar fræjanna var notaður þar til gerður stimpilhólkur. Stimpilhólkurinn var fylltur af frækornum og settur undir 25 tonna þrýsting til að framkvæma pressunina. Stimpilhólkurinn var útbúinn með mörgum eins millimetra götum sem hleyptu pressaðri olúnni út. Hratið varð síðan eftir inni í stimplinum. Niðurstaðan úr þessari pressun gaf um þriðjung af olíu við 40°C en undir 30% við lægra hitastig¹. Sú niðurstaða er í samræmi við erlendar niðurstöður þar sem stimpill er notaður til pressunar á repjufræjum.

Um vorið 2009 eignaðist Siglingastofnun kínverska olúpressu. Pressan er snigilpressa sem pressað getur um 25 kg af fræjum á klukkustund. Í byrjun voru dönsk repjufræ pressuð í henni og síðan repjufræ frá Þorvaldseyri (Ólafur Eggertsson) sem komu í hús um miðjan september og repjufræ frá Ósum (Knútur

¹ Jón Bernódusson; 2009: „Pressun á dönskum repjuolíufræjum í Siglingastofnun Íslands 16. – 21. janúar 2009.“ Rannsókn- og þróunarsvið Siglingastofnunar Íslands, 2009.

Arnar Óskarsson) sem komu í lok október. Mun auðveldara reyndist að eiga við kínversku olíupressuna en stimpilinn, enda pressan bæði hraðvirkari og auðveldari í notkun á allan hátt.

6.3.2 Tilraunir með pressun fræja

Siglingastofnun kom sér upp aðstöðu í eigin húsnæði til þess að pressa repjufræin sem hún hafði fengið frá Danmörku, Þorvaldseyri og frá Ósum. Einnig kom Siglingastofnun sér upp nauðsynlegum tækjum og búnaði bæði til þess að geta framkvæmt tilraunirnar og lagt mat á niðurstöður þeirra. Sýnum var síðan komið til efnarannsóknastofanna Matís ohf. og Fjölvers hf. Matís fékk til rannsókna dönsk repjufræ, olíuna og hratið úr þeim. Markmiðið með að rannsaka repjufræin var aðallega að skoða fituinnihald þeirra en fitan eða fitumagnið er mælikvarði á það hversu mikil olía fæst úr fræjunum. Fitan sem eftir er í hratinu segir því til um það þá hve mikið magn af olíu hægt var að ná úr fræinu. Próteinið í hratinu er einnig mikilvægt því herra hlutfall þess sem fyrirfinnst í því gerir hratið betra sem fóður fyrir húsdýr og fiskeldi. Helst ekkert vatn má vera í olíunni. Sjá töflu hér að neðan.

Repjufræ			
Rannsóknaraðili:	Matís ohf - Efnarannsóknir		
Efni til rannsókna	Dönsk repjufræ		
Dagsetning rannsóknar		13.08.09	
Efni / lýsing	Gildi	Sýni 1	Viðmiðun
Vatn	%	5,7 ± 0,2	< 8%
Fita (Soxhlet)	%	39,1 ± 2,8	< 43%
Prótein (Nx6.25)	%	18,1	sem mest
Aska	%	5,2 ± 0,5	5 – 6%

Repjuolía				
Rannsóknaraðili:	Matís ohf - Efnarannsóknir			
Efni til rannsókna:	olía úr pressuðum dönskum repjufræjum			
Dagsetning rannsóknar		05.03.09	05.03.09	
Efni / lýsing	Gildi	Sýni 1	Sýni 2	Viðmiðun
Vatn	%	< 0,05	< 0,1	helst ekkert
Óbundnar fitusýrur (FFA)	%	0,73	0,47	helst ekkert
Ljósbrotsstuðull við 20°C		1,473	1,473	1,470 – 1,474
Joðtala		113	114	97 - 108

Repjuhrat (fóðurmjöl)				
Rannsóknaraðili:	Matís ohf - Efnarannsóknir			
Efni til rannsókna	hrat úr pressuðum dönskum repjufræjum			
Dagsetning rannsóknar		05.03.09	05.03.09	
Efni / lýsing	Gildi	Sýni 1	Sýni 2	Viðmiðun
Vatn	%	6,3 ± 0,2	7,4 ± 0,2	< 10%

Fita (Soxhlet)	%	12,9 ± 0,3	8,5 ± 0,3	< 18%
Prótein (Nx6.25)	%	23,6 ± 0,4	27,0 ± 0,4	sem mest
Bulk density (laust hrat)	g/ml	0,58	0,54	0,5 – 0,6

Taflan sýnir niðurstöður mælinga sem gerðar voru á dönskum repjufræjum, olíu þeirra og hrati. Fræin voru pressuð og útkoman var repjuolía og repjuhrat (fóðurmjöl). Tekið var eitt sýni af fræjunum og tvö sýni af repjuolíu og tvö af repjuhrati úr sitt hvorum pressuferlinum sem framkvæmdir voru í febrúar 2009 í Siglingastofnun Íslands. Matís ohf – Efnarannsóknir sá um mælingarnar.

Vatnsmælingin er framkvæmd til að geta lagt mat á raunverulegt þurrefnisinnihald fræjanna.

Fitan í fóðurmjölinu er sú fita sem ekki náðist að pressa úr fræjunum og fylgir því hratinu. Yfirleitt er stefnt að því að hafa fituna í hratinu undir 10% en minna en 18% er ásættanlegt. Soxhlet-nafnið segir til um hvaða efnagreinaraðferð var beitt við mælinguna. Fitan í fræjunum var rúm 39% og fitan í hratinu um 13 og 8%. Mismunurinn er því olían sem pressuð hefur verið úr fræjunum eða hér frá 26% í 31%. Í raun þarf olían eða fitan að vera yfir 33% til þess að olían nái að vera þriðjungur af þyngd fræjanna og pressunin sé hagkvæm. Ekki náðist það takmark með dönsku fræin enda var fituinnihald þeirra aðeins 39% en venjulegast eru um 43% fita í fræjunum.

Fituinnihald íslensku fræjanna reyndist fyrir pressun vera allt frá 40,9% að 42,5%. Siglingastofnun gerði fjölmargar tilraunir með pressun þeirra með þeirri aðferð að vigta fyrst inn fræin í pressuna og síðan olíuna og hratið frá. Þegar reynsla var komin á þessa aðferð náðist það markmið að fá fituinnihald um og yfir 33%. Hér hefur því fitan sem eftir varð í hratinu verið milli átta og tíu prósent sem er afar ásættanlegt.

Meltanlegt próteininnihald í hratinu getur í vissum tilfellum farið yfir 30% og þykir það mjög gott. Próteingildið í töflunni hér að ofan er því mjög ásættanlegt. Próteinið í hratinu þarf að vera sem mest en fara ekki undir 20%. Próteinið inniheldur mikilvæg efni sem öll dýr nýta sér til vaxtar.

Óbundnu fitusýrurnar eru svokallaðar fríar fitusýrur eða súr (FFA – Free Fatty Acids) en ljósbrotstuðullinn gefur til kynna gerð eða tegund efnisins og er oft nefndur fingraför olíunnar. Há joðtala er mælikvarði á ómettanleika eða tvíbindinga í fitunni sem tekur til sín súrefni við geymslu og tilhneigingu til þránunar. Joðtalan segir því til um ómettun jurtaolíunnar og hættu á þránun sem er því meiri sem joðtalan er hærri. Bulk density er þéttleiki hratsins sem er á milli 0,5 til 0,6 g/ml.

Eins og sjá má samsvara gildin svo til þeim viðmiðum sem olían á að uppfylla og þá sérstaklega hvað varðar vatninnihald og magn af súrum fitusýrum sem getur komið í veg fyrir að olían geti nýst til frekari vinnslu eða notkunar.

Siglingastofnun fékk efnarannsóknastofuna Fjölver til að gera mælingar á seigju og vatnsinnihaldi á jurtaolíu úr fræjum frá Þorvaldseyri og Ósum. Einnig var gerður samanburður á seigju í lífdísilolíu (bíódísil eða umestraðuð jurtaolía) úr jurtaolíu frá Þorvaldseyri og einnig bíódísil úr hreinsaðri steikingarolíu sem Siglingastofnun fékk frá veitingastað. Steikingarolía er úrgangsolía sem veitingastaðir farga eftir að hafa steikt úr henni og er hún orðin óhrein og brún á lit og er yfirleitt fleygt. Það er algerlega óþarft því olían er í raun afar verðmæt þar sem hún hentar vel í framleiðslu á lífdísil (bíódísil). Þá má einnig geta þess að steikingarolíu má nota beint sem allt að 30% íblöndun í jarðdísil eftir að búið er að fínsía úr henni óhreinindi sem til urðu við matseldina. Vélar, sem þola svipaða seigju og svartolíu við brennslu, geta notað eingöngu fínsíaða steikingarolíu sem eldsneyti án nokkurra vandræða.

Niðurstöður mælinganna sýna að seigjan í jurtaolíunni mælist 34 til 35 centi Stoke (cSt) við 40°C og vatnið er undir 0,01%. Hvað lífdísilinn varðar þá er seigjan komin niður í rúm 4 cSt við sama hitastig. Seigjan í jurtaolíunni er því svipuð og seigjan við lágmarks skilgreiningu á svartolíu (heavy fuel oil). Aftur á móti er seigjan í bíódísil sú sama og í venjulegum jarðdísil eða undir 5 cSt. Mælieiningin cSt (centi Stoke) er oftast notuð um seigju (kvikseigju – dynamic viscosity) í vökva sem almennt er mæld sem flatarmál á tímaeiningu og segir til um rennsliseiginleika í vökvans.

6.4 Búnaður

6.4.1 Olíupressur

Á boðstólum eru pressur sem pressa allt frá 5 kg að 2.000 kg fræja á klukkustund. Ef gert er ráð fyrir að hámarksnýting hverrar pressu sé um 7.500 gangtímar á ári er hér um að ræða pressun á fræjum frá 35 tonnum að 15.000 tonnum á ári. Ef að meðaltali fást þrjú tonn af fræjum af hverjum hektara þá gæti aðili sem ræktar 10 hektara nýtt sér minnstu pressuna og fengið um 10 tonn af olíu úr uppskeru sinni. Þegar talað er um hámarksnýtingu er átt við að pressan sé keyrð samfelld dag og nótt og sé einungis stopp þegar hún þarfnast viðgerðar, yfirferðar eða hreinsunar. Jurtaolíupressur eru gerðar til fyrir stöðugan 90% gangtíma á ári.

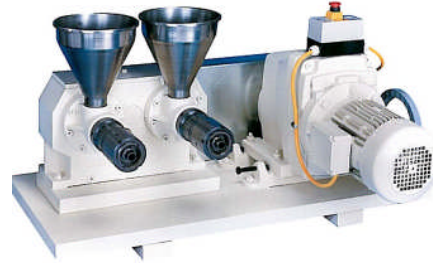
Verð á slíkri olíupressu (5 kg/klst.) ásamt síunarbúnaði komið til landsins er um 10 þúsund evrur. Búnaður, sem hefði tífalda getu þessa búnaðar, sem lýst er hér að ofan, myndi kosta hingað kominn til lands um 18 þúsund evrur. Ef síunarbúnaði yrði sleppt og þess í stað notaðar pokasíur myndi hvor þessara búnaða lækka um 5 þúsund evrur. Þá kæmi kostnaður við kaup á pokasíum en hver poki kostar um 3 evrur og nýtist fyrir síun á 50 lítrum.

Eðlilegt er að ganga út frá minni notkun en 7.500 gangtímum á ári. Sé notkunin til dæmis eitt þúsund gangtímar á ári, þá myndi minnsta pressan þó anna auðveldlega

afrakstri sem svarar til ræktunar eins hektara lands, eða þremur tonnnum af fræjum, og stærri gerðin því uppskeru af 10 hekturum eða 30 tonnnum af fræjum.



Pressa sem afkastar uppskeru eins hektara



Tvívýpressa sem afkastar uppskeru tíu hektara

Vorið 2009 keypti Siglingastofnun Íslands kínverska jurtaolíupressu. Pressan var keypt til að Siglingastofnun gæti farið af stað með tilraunir á olíupressun repjufræja frá Danmörku, Þorvaldseyri og Ósum. Afkastageta pressunnar er um 25 kg af fræjum á klukkustund. Olíupressan er snigilpressa og utan um snigilinn er steypujárnskápa með raufum sem skilur olúna frá mjölinu. Olían rennur síðan í bakka þar sem henni er safnað saman. Erfitt getur verið að stilla pressunina þannig að koma megi í veg fyrir að fíngert hratið (mjölið) fylgi olúnni. Því var sett fíngert vírnet yfir kassann sem tók við olúnni. Hratið (mjölið) verður eins og flögur í laginu og kemur út úr vélinni við endann á sniglinum.



Repjufræ sett í kínversku pressuna



Kínverska pressan í gangi



Olían þrýstist út um raufar og mjölið kemur út um endann sem flögur.



Olían þrýstist út um gatasigti og mjölið kemur út um endann eins og þráður.

Einnig er hægt að notast við snigilpressur þar sem olían þrýstist út um gatasigt sem er umhverfis snigilinn. Hér kemur mjölið út um endann á pressunni. Mjölið er eins og þráður í laginu og má stilla þvermál hans með dísun við endann á pressuhólkum. Þessi aðferð er mjög að ryðja sér til rúms hvað varðar minni pressur en pressur sem pressa mikið magn á tímaeiningu eru yfirleitt með ryðfríar raufar utan um snigilinn.

Eyrarbúið á Þorvaldseyri fór af stað með pressun repjufræja haustið 2010 en búið hafi komið sér upp pressubúnaði sem inniheldur pressu og síunarbúnað þá um vorið. Ekki reyndist unnt að hefja pressunina vegna náttúruhamfara umhverfis Þorvaldseyri. Pressan sem hér um ræðir er með getu til að pressa 50 kg á klukkutímann. Samsvarar það pressun fræja af uppskeru 10 hektara miðað við 1.000 gangtíma á ári.



Pressu- og síubúnaður nýkominn á Þorvaldseyri í lok júní 2010.



Pressun á repjufræjum sett af stað á Þorvaldseyri 16.10.2010.

Eyrarbúið tók á leigu húsið Faxa sem stendur við túnjaðarinn á Þorvaldseyri. Þar hefur tækjum og tólum verið komið fyrir til þess að geta fullnýtt pressun repjufræja sem eru afrakstur búsins.



Húsið Faxi



Repjufræ í Faxa.



Hrat (fóðurmjöl) og jurtaolía renna úr tvöföldu pressuninni.



Jurtaolía frá Delz í Þýskalandi (0,5 my síun) t.v. og frá Þorvaldseyri (5,0 my síun) t.h..

Ef tryggja á mikla framleiðslu er oft sett upp pressukerfi þar sem margar minni pressur standa hlið við hlið. Þessi aðferð þykir góð að því leyti að þótt einhver ein pressan falli út þá þarf ekki að stoppa samstæðuna.



Pressukerfi með rennu fyrir olíuna og færiband fyrir mjölið

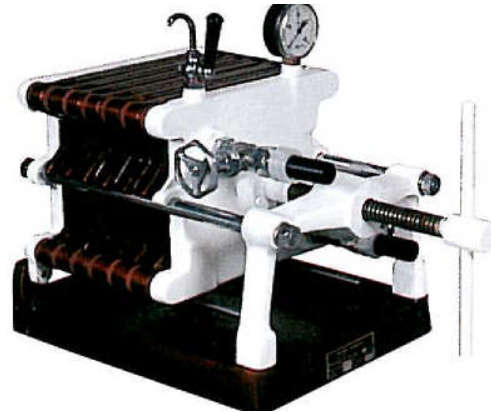
6.4.2 Síukerfi

Til eru mjög einfaldar gerðir af síum. Pokasíur eru notaðar þegar um minni framleiðslu er að ræða og hafa þær reynst vel. Pokasíur fást misþéttar eða frá því að möskvarnir í þeim eru 0,5 my upp í að vera 10 my. Því þéttari sem möskvarnir eru því lengur er olían að renna í gegnum þá en verður hreinni og svo til án hratresta. Séu möskvarnir stærri verður olían dekkri og því með meiri fínum hratrestum. Því fínni sem síunin er því betur hentar jurtaolían til framleiðslu á bíódísil. Það sama á við um steikingarolíu. Sem matarolía hentar síun jurtaolfunnar með allt að 5 my síu.

Síudúkar í plötusíum eru nauðsynlegir ef um meiri framleiðslu er að ræða enda eru þær afkastameiri. Í plötusíum er olúnni þrýst í gegnum dúkana við þrýsting og verður síunin í alla staði mjög góð. Hver síudúkur er festur á plötu og geta plöturnar verið mismargar eftir þörf og hve fín síunin skal vera. Þessi aðferð er auðveld og hentar vel við allar aðstæður, hvort sem um er að ræða litla eða mikla framleiðslu. Síudúkana má hreinsa og nota á ný. Aftur á móti eru pokasíurnar einnota og ber að skipta þeim út eftir um 50 lítra síun.



Pokasía – mjög fín síun (0,5 my)



Plötusía – olúnni er þrýst í gegnum fjölda síudúka á plötunum

6.4.3 Skilvindur

Sérstakar skiljur hafa verið framleiddar sem einungis eru ætlaðar til að skilja fína hratið frá olúnni. Ef ákvörðun er tekin um að nota slíkan búnað er auðvitað mælt með sérstökum repjuolúfuskiljum. Skiljur í fiskimjölsverksmiðjum ættu hér vel að koma til greina.



Skilvinda fyrir repjuolíu.



Venjuleg skilvinda

7. Afurðir og framleiðsla

7.1 Almennt um afurðir og framleiðslu

7.1.1 Almennt

Repja hefur verið ræktuð allengi í Evrópu og er því vel þekkt sem orkurík jurt á því svæði og víðar. Sem dæmi má nefna að Kristján IV. Danakonungur lagði til að repjuolía yrði notuð sem ljósmeti á danska lampa árið 1629. Hann lagði fram konunglega tilskipun þess efnis að sá skyldi repju í fjórðung þess lands sem tilheyrði dönskum kaupstöðum. Þegar það sama ár var sáð meiru af repju en öðrum nytjajurtum eins og t.d. hveiti. Ósagt skal þó látið um það hvort efni hinnar konunglegu tilskipunar stafaði af framsýni hins umsvifamikla herkonungs eða hinu að fjárskortur svarf mjög að Dönum eftir þátttöku þeirra í 30 ára stríðinu.

Rudolf Diesel hét maðurinn sem fann upp dísilvélinu og er hún nefnd eftir honum. Hann ritaði eftirfarandi orð í einkaleyfisumsókn sína fyrir rúmri öld síðan og eiga þau vel við nú á tímum:

„Notkun jurtaolíu til eldsneytis er óveruleg nú á tímum. En með tíð og tíma getur eldsneyti úr jurtaolíu orðið jafn mikilvægt og eldsneyti úr jarðolíu og kolatjöru er nú.“

Eins og fram hefur komið þá verður til jurtaolía og hrat eða fóðurmjöl þegar repjufræin eru pressuð í þar til gerðum pressubúnaði eða efnaunnin t.d. með hexani. Repjufræin eru um helmingur lífmassa akursins á móti jafnmiklu af hálmi eða stönglum. Af repjufræjunum er olían um þriðjungur eftir pressun hennar þannig að í heildina er olían um 17% lífmassanum, en ef á akrinum er einnig stunduð býflugnarækt til framleiðslu á hunangi verður olían um 10% af lífmassa akursins og hratið eða fóðurmjolið því tæpur þriðjungur.

Gæði jurtaolíunnar má athuga með mælingu á eðlismassa hennar. Hann skal vera sem næst 930 kg/m^3 og olían án vatns. Auðveldast er að dæla olíunni við 15°C . Seigjan er há eða 10 sinum meiri en í bíódísil og blossamark yfir 300°C .

Jurtaolíu má nota beint sem eldsneyti á vélar. Það getur verið erfitt við vissar aðstæður að starta kaldri dísilvél með jurtaolíu en sé dísilvélin orðin heit má keyra hana á jurtaolíunni óblandaðri. Best hefur gefist að nota allt að 30% af jurtaolíu sem blöndun í jarðdísilolíu og þarf þá ekki að breyta neinu í vélinni nema síum í upphafi keyrslu en þær þurfa helst að vera hitaðar.

Við umestrún er jurtaolíunni efnabreytt í bíódísil. Þannig má á tiltölulega einfaldan hátt ummynda fræolíuna í fljótandi bíódísil sem er oft kallað fyrsta kynslóð lífefnaeldsneytis eða fitusýrumetýlestrar (FAME) en úr repju heitir það repjumetýllestrar (RME). Bíódísill hefur svo til sömu eiginleika og venjulegur

jarðdísill en um 5% meira þarf af bíódísil (RME) en af jarðdísilolíu og NO_x mengun getur verið örlítið meiri. Bíódísill er einnig notaður sem íblöndun í jarðdísil og getur blöndunarhlutfallið verið allt frá 5% (B5) að 80% (B80).

Bíódísil má gera úr hvaða jurtaolíu eða dýrafeiti sem er, því mettuð olía eða fita getur myndað eldsneyti.

7.2 Afurðir jurtaolíu

7.2.1 Jurtaolía

Jurtaolíu úr repjufræjum má nota til margra hluta. Hér er athyglinni beint að framleiðslu á umhverfissvænu og endurnýjanlegu eldsneyti en olían er einnig notuð í margvíslegum öðrum tilgangi, t.d. er repjuolía mikið notuð til matargerðar. Er þar fyrst og fremst um að ræða matarolía úr repjuolíu sem þykir holl næring. Af repjuólíum eru tvær gerðir seldar af sömu olíunni en það er óunnin og unnin repjuolía, en unnin olía er oft kölluð iðnaðarolía. Repjuolían gengur undir fleiri nöfnum eins og rapsolía, canolaolía, á ensku rapeseed oil, á þýsku Rapsöl en hér eftir venjulega nefnd repjuolía (canola).

Repjuolía var yfirleitt þekkt fyrir hátt innihald erucafitusýra sem ekki eru taldar henta til mannelis þar sem þær eru álitnar auka tíðni hjarta- og æðasjúkdóma. Það var því unnið að kynbótum á repju (brassica napus) í Kanada og að lokum tókst að kynbæta hana þannig að þessi áður nefnda fitusýra er nú í algeru lágmarki. Úr þessu afbrigði er unnin olía sem nefnist „canola“ og þykir hin mesta hollustuvara. Repjuolían er orðin vinsæl til neyslu um allan heim og skákar til dæmis ólífuolíunni hvað hollustu varðar.

Fitusýrusamanburður fyrir repjuolíu (canóla) og ólífuolíu.

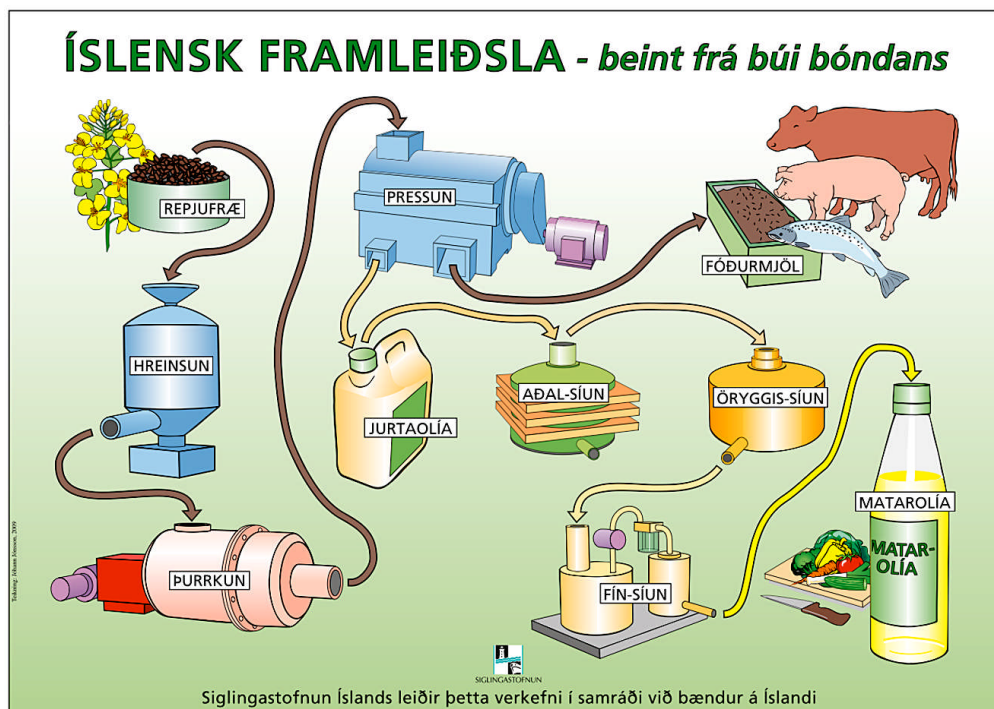
Gerð fitusýra	Repjuolía	Ólífuolía	Aths.
Mettaðar fitusýrur	5,9%	15%	
Olúsýra (einómettuð C18:1)	63,0%	75%	Ómega 9
Línólsýra (tvíómettuð C18:2)	20%	9,0%	Ómega 6
Línólensýra (þríómettuð C18:3)	8,6%	1,0%	Ómega 3
Gadólensýra (einómettuð C20:1)	1,9%	0,0%	er í lýsi
Erucasýra (einómettuð C22:1)	0,0	0,0	óholl
Heimildir: Næringargildi matvæla (1998), www.fao.org/es/esn/food/bio-10t.pdf .			

Óunnin olíufita inniheldur fleiri holl aukaefni og er því notuð í salöt o.fl. Til að bera repjuolíu saman við það besta á markaði, það er ólífuolíuna, er nauðsynlegt að skoða mettuðu sýrurnar nánar. Talið er að í fæðunni sé of lítið af fjölmömettuðum fitusýrum en neysla mettaðrar fitu sé of mikil. Líkaminn getur einungis efnasmíðað einómettaðar fitusýrur en af þeim er mest í náttúrunni og þá í jurta-, dýra- og sjávardýrafitu, þ.e. einmitt olúsýran.

Fita er eitt af lífsnauðsynlegum orku- og byggingarefnum líkamans. Samsetning hennar þarf að vera rétt sem og magnið. Kaldpressuð olía úr repjufræjum er jafnvel talin hollari en t.d. ólífuolía samanber töfluna hér að ofan. Má þar nefna að repjuolían inniheldur minna magn af mettuðum fitusýrum (hörð fita) og mun meira magn af fjöl-ómettuðum fitusýrum einkum línól- og línólensýrum sem eru ómega 6 og ómega 3 fitusýrur (tví- og þríómettaðar).

Unnin repjuolía er aftur á móti sérstaklega hreinsuð og meira hugsuð til steikingar, sem nuddolía eða sem bætiefni í malbik en repjuolían léttir þar á dreifingu malbiksins og þéttir það betur. Árlega eru flutt inn til landsins um 400 tonn af repjuolíu sem íblöndunarefni í malbik.

Með tilliti til hollustu repjuolíunnar ætti innlend framleiðsla á matarolíu að gefa bændum auknar tekjur og sparar gjaldeyri og innflutning á vörunni. Árlega er flutt inn til landsins töluvert magn af unnum jurtaolím sem eru ódýrari og geymast betur en kaldpressaðar óunnar matarolíur.



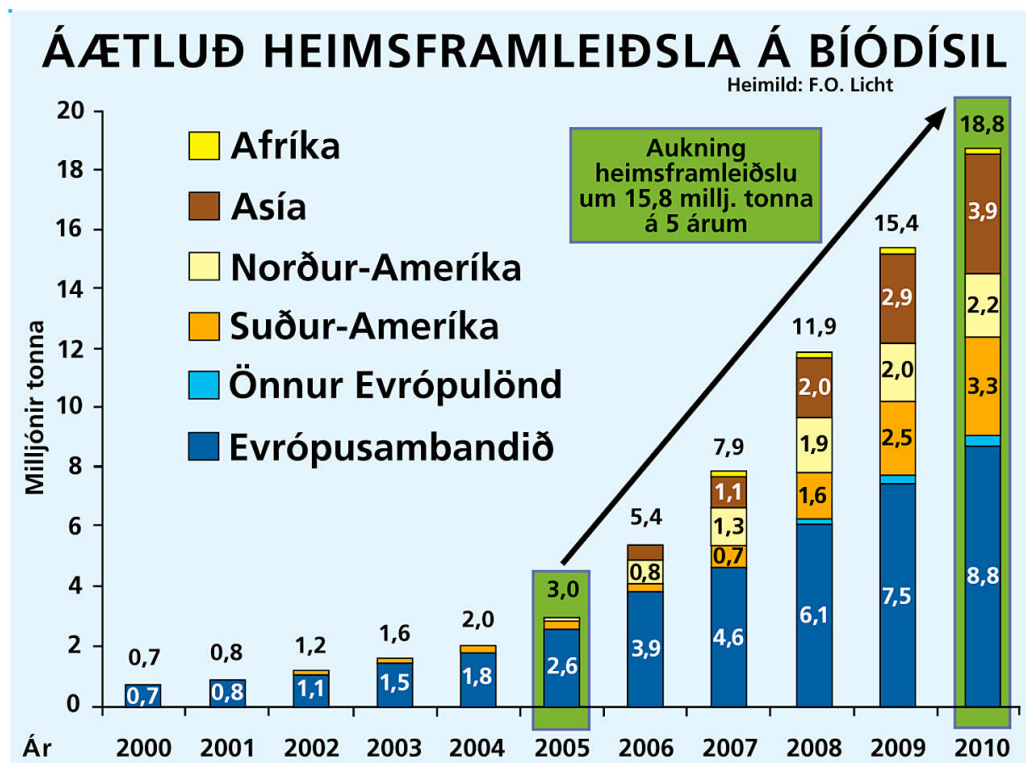
7.2.2 Bíódísill

Bíódísill (RME-lífdísill) er lífræn dísilolía og endurnýjanlegur orkugjafi og telst vera í dag einn umhverfislutlausasti orkugjafinn sem getur komið í stað jarðdísilolíu á bíla, skip og flugvélar. Einn hektari fullnægir vel meðalþörf fólksbíls á einu ári, þ.e. rúmlega 1.000 lítrar af 100% RME (B100). Bíódísill er óeittraður og flokkast ekki undir hættulegan farm við flutning því blossamarkið er tiltölulega hátt. Bíódísill er umestrað með blöndu af metanóli og sóða sem skilur glýserólið frá olíunni. Síðan eru umfram metanólið og sóðinn hreinsuð úr olíunni

með eimingu og vöskun. Bíódísill skal vera tær og hafa eðlismassa 883 kg/m³. Þetta nægir til heimanotkunar en til sölu til þriðja aðila þarf helst að athuga fleiri atriði. Það er metanólið sem er tærandi og því óæskilegt í bíódísil og því er það hreinsað úr.

Bíódísil má nota í olúbrennurum og á allar dísilvélar farartækja og þurfa þær ekki að gangast undir breytingar ef skipta skal yfir á bíódísil. Bíódísill virkar eins og dísilolía nema hvað hann er óeitraður, brotnar niður af örverum umhverfisins og veldur lámarks mengun, hefur einnig meiri hreinsunar- og smureiginleika. Einnig hefur bíódísill lága eldfimi og sjálfsvikunarmark er yfir 180°C. Bíódísill er notaður óblandaður eða blandaður í jarðdísilolíu og þá í hvaða hlutföllum sem er.

Bíódísill getur leyst upp gúmmí og því þarf að nota viðeigandi slöngur og þéttingar í þeim vélum sem brenna hreinan bíódísil. Þar sem útfellingarhitstigið er nálægt frostmarki (háð hráolíu eða hráfeiti) þarf að gera viðeigandi ráðstafanir þegar hitastig fer niður fyrir frostmark. Því er blöndun í jarðdísilolíu eða sérstök efni (anti-útfellingarefni) nauðsynleg ef notaður er hreinn bíódísill. Við umskiptingu yfir á bíódísil hreinsast kerfið í vélinni og þarf því að skipta um síur við byrjun notkunarinnar. Hafa skal samband við vélaframleiðanda áður en byrjað er að nota bíódísil því margir þeirra ábyrgjast ekki þá notkun. Einnig ber að hafa í huga að bíódísill oxast með tímanum og skyldi ekki geyma hann lengur en 6 mánuði.

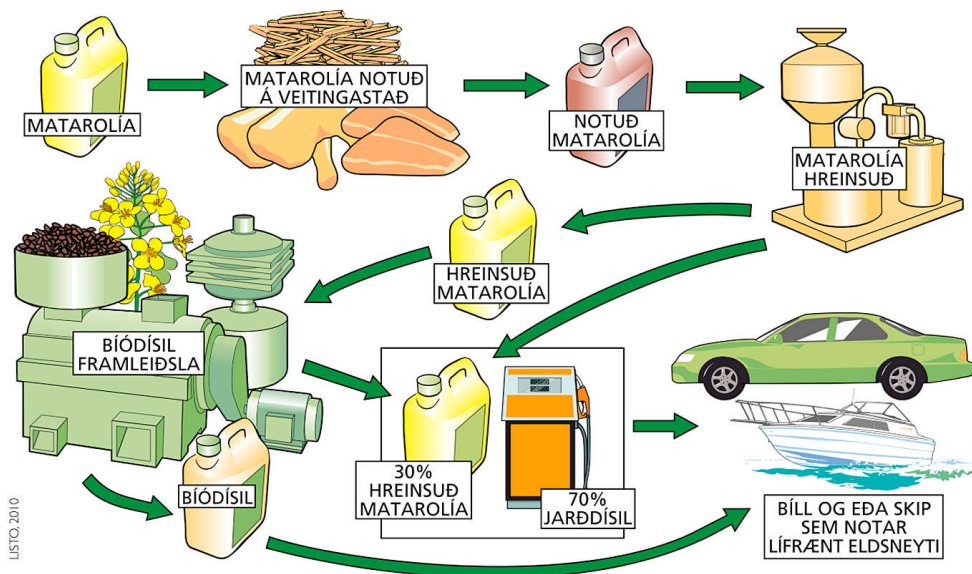


Notkun og framleiðsla á bíódísil á heimsvísu hefur aukist mjög mikið hin síðari ár. Frá árinu 2005 er aukningin fimmföld eða úr 3 miljónum tonna í rúmar 18 miljónir og frá árinu 2000 hefur aukningin 27-faldast. Þessa miklu aukningu má að hluta til skýra með aukinni framleiðslu Asíuríkja þar sem hún var lítil fyrir.

7.2.3 Steikingarolía

Steikingarolía, sem er í raun úrgangsolía til dæmis frá veitingastöðum, má á einfaldan hátt nota sem eldsneyti. Steikingarolíuna þarf fyrst að hreinsa með síun til að losa olíuna við óhreinindi eins og mataragnir sem kunna að vera í henni eftir notkun sem steikingarolía. Hér eru ýmsar aðferðir notaðar og þá helst pokasíur. Á sem einfaldastan hátt má jafnvel nota gallabuxur, sem eru lokaðar að neðan, og olían látinn renna í gegnum skálmarnar.

Hreinsaða steikingarolíu er ráðlegt að blanda í jarðdísil að fjórðungi til þriðjungi hlutar eins og einnig er ráðlegt með venjulega jurtaolíu. Einnig má umestra olíuna yfir í bíódísil einnig eins um venjulega jurtaolíu sé að ræða.



Hreinsuð steikingarolía er verðmæt afurð sem nýta má sem orkugjafa

7.2.4 Pólýól

Eitt þeirra notagilda sem jurtaolía hefur er að breyta má henni í svokallað pólýól sem nýta má til margra hluta þar sem annars er notuð jarðefnaolía¹. Skilgreining pólýóls eða fjölkóhóla er að þau eru efni þar sem hver sameind inniheldur tvo eða fleiri alkóhólópa (-OH). Þetta er því mjög stór efnaflokkur, allt frá einföldum efnum upp í sykrur og stórsameindir. Notagildi fjölkóhóla er mikið í

¹ White, Liz; 2006: „Renewable polyols gain ground as petrochemicals prices keep rising.“ Urethanes Technology, August/September 2006.

efnasmíðum því alkóhólhópurinn er auðvirkjaður í þeim. Þess vegna er hægt að smíða úr þeim fjölliður með öðrum virkum efnahópum eins og pólýestera eða pólýúretón, sem hafa vítt notkunarsvið, og þá eru komin efni eins og hreinsiefni, sérvirk leysiefni, einangrunarefni eða frauðplastefni, lím, lökk og þolin plastefni af ýmsu tagi.

Þau pólýól sem fást úr lýsi eða náttúrulegum olíum hafa ákveðna eiginleika, þau verða að löngum keðjum sem svipar að mörgu leyti til sápuafna og henta til að nota í hreinsiefni eða líka í pólýúretan. Þessum eiginleikum er líka hægt að stýra með viðbótarefnunum sem notuð eru til að búa til pólýólið úr lýsinu eða olíunni. Pólýól er ekki eitt tilgreinanlegt efni, þetta er efnaflokkur sem hægt er að nota á margan hátt í framhaldandi efnasmíð og mynda svólítinn hluta af þeim hráefnum sem fjölliðuefnasmíðar nútímans byggja á. Þessi hugmynd að smíða úr náttúrulegum olíum er ekki ný, en heldur ekki svo gömul að iðnaðurinn standi á gömlum merg. Að sumu leyti eru lífoliur erfðara hráefni en jarðoliur og hafa verið mun dýrari en á síðustu 20 árum hefur þetta verið í mikilli þróun. Kostirnir eru þeir að hægt er að umbreyta lífoliurum í pólýól með tiltölulega einföldu skrefi og þannig hægt að framleiða pólýól á ódýran máta. Þá geta þetta verið efni sem eru lífníðurbrjótanleg í náttúrunni ólíkt jarðefnaolíu.

Pólýól er framleitt í verksmiðjum sem á margan hátt líkjast bíodísilverksmiðjum. Þar á sér stað svipað framleiðsluferli og samnýting er hér vel hugsanleg. Pólýólverksmiðja þarf að hafa hvarfatank, möguleika á hitastýringu, hrærslu, lofttæmingu til þurrkunar eða lækunar vatnsinnihalds, kælingu og svo framvegis. Í stuttu máli er hægt að framkvæma mjög margar gerðir af efnahvörfum í pólýólverksmiðju þar sem um er að ræða efnahvörf í vökva, upphitun, hrærslu, kælingu og fellingu.

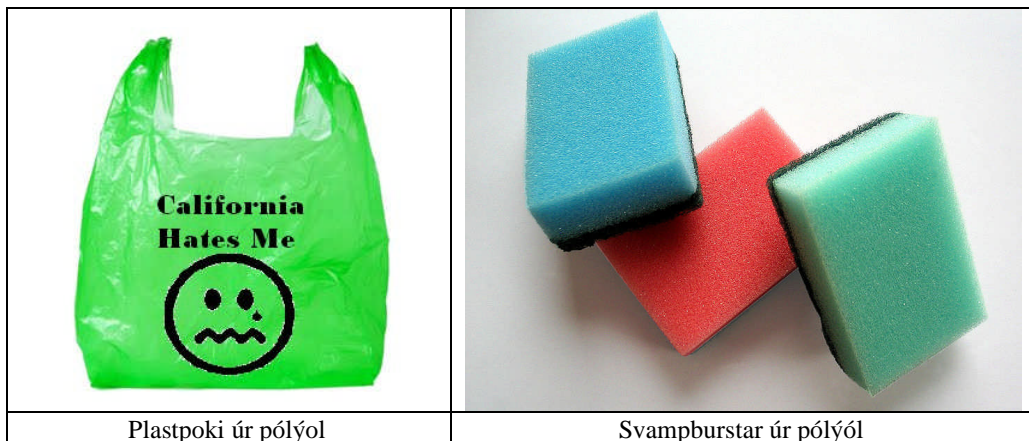
Pólýól eru efni sem innihalda fleiri en einn OH-hóp á hverju mólekúli, gjarnan 2-6, sjaldnar 7-13. Þetta á jafnt við um þau einföldu pólýól sem nota má í pólýúretanframleiðslu sem og flóknari polýeter- eða pólýesterfjölliður sem algengast er að nota. Pólýól sem notuð eru í hefðbundna pólýúretanframleiðslu eru í megindráttum pólýetereiningar og pólýestereiningar. Þessi efni eru yfirleitt unnin úr jarðefnaolíum á efnafræðilegan hátt. Til viðbótar þessum mætti nefna að pólýúretan má smíða úr einföldum pólýólum og fitusýrupólýólum sem unnin eru tildæmis úr lýsi eða náttúrulegum olíum.

Pólýetereiningarnar eru smíðaðar úr upphafsefni sem er einfalt pólýólmólekúl eins og glýseról og etýlenglýkól og það fjölliðað með til dæmis etýlen- eða própýlenoxíði. Þetta breytir engu um fjölda OH-hópa sem eru þá jafnmargir í lokin og var á upphaflega einfalda pólýólinu. Lengd keðjunnar sem myndast breytir aftur eiginleikum pólýúretansins. Smíða má langar keðjur þar sem langt er á milli OH hópa (sem eru á endum keðjunnar) og úr því verður mjúkt frauð en ekki hart því netmóskvinn í pólýúretannetjunni verður mjög stór. Einnig er hægt að hafa keðjurnar styttri og nota pólýól sem inniheldur 5-6 OH-hópa og þá fæst mun harðara pólýúretan með minni möskva.

Pólýestereiningar eru aftur gjarnan smíðaðar úr tvíkarboxýlsýrum eða sýruanhýdríðum og díólum/tríólum. Þessar byggingareiningar geta verið langar keðjur eins og pólýetereiningarnar og fjöldi OH-hópa er lítil miðað við lengd keðjunnar, þ.e. gjarnan 2-3 sem myndar þá mjúkt pólýúretan eða styttri keðjur með allt að 13 OH-hópum sem henta í lakkmalingu.

Nota má einföld pólýól eins og etýlenglýkól, glýseról og sykrur sem byggingarefni í pólýúretan. Þar er fjöldi OH-hópa í mólakúli 2-6, þ.e. mikill miðað við stærð einingarinnar og gefur því hart pólýúretan með þéttum og smáum möskva.

Pólýól er framleitt úr sjávardýra- og jurtafitu eins og t.d fiskilýsi og repjuolíu. Efnafærlíð fer á margan hátt fram svipað og ferlið fyrir bíódísilinn. Hér er þó olían hituð í 180°C og síðan er hvarfa blandað saman við heita olúna. Eftir blöndun er ferlinu svo til lokið og pólýólið tilbúið¹.



Pólýól-efni sem notuð eru í gerð plastefna og svampa eru umhverfisvæn og brotna niður í jörðinni á mun skemmri tíma en efni gerð úr jarðefnaolíu².

7.2.5 Repjuhrat (fóðurmjöl)

Við pressun repjufræja verður til hrat, sem má breyta í fóðurmjöl, og jurtaolía. Jurtaolían er þriðjungur magnsins og fóðurmjölið því tveir þriðju hlutar þess. Fóðurmjölið kemur út úr aflpressun annað hvort sem flögur, þar sem pressur hafa raufar, eða sem þræðir (pellets) þar sem pressur hafa gatasigti.

Efnainnihald fóðurmjölsins er 32% prótein, 7 – 18% fita (ef kaldpressað er einu sinni), 10% trefjar og vatn og afgangurinn er steinefni eins og kalsíum (Ca), fosfór (P) og natríum (Na). Æskilegt er að tapa sem minnstri olú í hratið. Fóðurmjölið, sem blandað öðru kjarnfóðri, hentar nautgripum, svínum, kjúklingum, sauðfé og hestum og telst eitthvert besta fóður sem völ er á. Þá er

¹ Hermann Þórðarsón; 2010: „Pólýól.“ Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 10/2010. Óbirt.

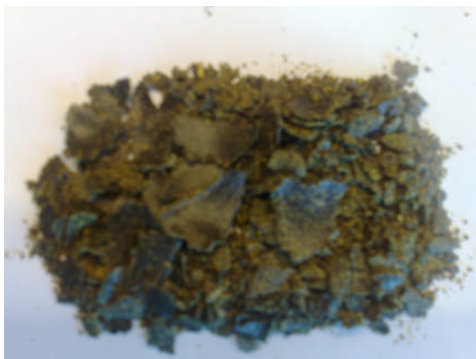
² <http://green.autoblog.com/2007/07/11/fords-bio-foam-and-bio-plastics-plants-arent-just-for-fuel-an/>

botnfall í tönkum og óhreinindi úr síum, sem eru 35 – 50% fita, notað til að auka orkuinnihald svínafóðurs. Við kaldpressun fer mest af fosfór í fóðurmjölið enda óæskilegt efni í repjuolíunni. Þar sem hratið úr pressun er rakt efni, þá þarf að þurrka það áður en gerðar eru úr því pillur eða mjöl til að það gangi inn í framleiðsluferfi fóðurfyrirtækja og nýtist þannig í húsdýra- og fiskafóður.

Laxá, Íslandsbleikja, MATÍS og Háskólinn á Hólum hafa gert margar tilraunir með notkun á repju í fiskafóður og allar niðurstöður eru á þá leið að repja sé góður próteingjafi sem fiskurinn nýtir vel. Árlega notar Laxá um 550 tonn af repjupillum í fiskafóður fyrir innanlandsmarkað og 200 tonn í fiskafóður til útflutnings. Hlutfall repjumjöls er um 10% – 15% af fiskafóðrinu. Miðað við framleiðslu á fiskafóðri hér innanlands má áætla að heildarinnflutningur fóðurmjöls úr repju geti nálgast um 1.200 tonn en það samsvarar uppskeru af 800 hekturum. Svo til allar repjupillur eru innfluttar frá Danmörku með tilheyrandi kostnaði. Þessir aðilar vinna áfram að frekari rannsóknum til að auka hlutfall repju í fiskafóðri og ef það verður jákvæð niðurstaðan þá gæti hlutfall repjumjöls farið í 20% - 25% og þar með tvöfaldað núverandi notkun. Eldisfiski er ekki eingöngu gefið repjumjöl eða önnur jurtamjöl þar sem fiskimjöl og lýsi innihalda efni sem eru fiskinum mikilvæg til vaxtar og heilbrigðis.

Flestar plöntumjölstegundir hafa helmingi lægra próteininnihald en fiskimjöl og að auki inniheldur plöntuhráefni ýmiskonar andnæringarefni sem hafa neikvæð áhrif á meltanleika fóðurs og geta jafnvel leitt til sjúkdómseinkenna hjá fiskinum. Jafnframt þarf prótein fiskafóðursins að fullnægja amínósýrupörf fisksins. Notkun á repjupillum takmarkast af því að þær eru próteinlágar miðað við fiskimjöl og því er alltaf þörf fyrir að nota fiskimjölið til að uppfylla próteininnihald fiskafóðursins og þarfir eldisfisksins.

Niðurstöður Háskólans á Hólum hafa sýnt að bleikja virðist þola ágætlega umtalsvert hlutfall repjumjöls í fóðri. Það kann að vera einhver munur á bleikju og öðrum laxfiskum enda virðist t.d. lax ekki nýta hátt hlutfall repjumjöls í fóðri eins vel. Það sem kann að vera einna helsta takmörkunin er hátt hlutfall trefja á móti próteinhlutfalli og hugsanlega einnig önnur andnæringarefni.



Hrat (fóðurmjöl) úr kínversku pressunni í Siglingastofnun. Eins og flögur í laginu.



Hrat (fóðurmjöl) úr þýsku pressunni á Þorvaldseyri. Eins og þræðir í laginu. Oft nefnt pillur (pellets) ef saxað.

Einnig hefur Háskólinn á Hólum gert allmargar rannsóknir á útskiptingu fiskimjöls með margvíslegu plöntuhráefni í fóðri fyrir bleikju (og aðra fiska). Tilgangurinn er vitanlega einkum að lækka fóðurkostnað í bleikjueldi og raunar eldi fyrir fiskætufiska sem gera kröfur um tiltölulega hátt próteinhlutfall í fóðri. Sambærilegar rannsóknir er verið að gera víða um heim enda fiskeldi gríðarlega umsvifamikið á heimsvísu og vaxandi, meðan fiskimjöl er takmarkað og sveiflukennt hráefni á markaði. Það hefur leitt til þess að fiskimjölsverð hefur þrefaldast á fáeinum misserum og er um þessar mundir nærri 2.000 USD á hvert tonn.

Að auki er þetta náttúrulega spurning um sjálfbærni og að breyta plöntupróteinum í dýrmætt og næringarlega mikilvægt fiskaprótein til mannelis sem auðvitað er gríðarlega mikilvægt á þeim svæðum þar sem fólk hefur afar takmarkað dýraprótein í sínum kosti.

Að því gefnu að próteininnihald og gæði íslensks repjufóðurmjöls séu sambærileg við innfluttar repjupillur þá eru aðilar sem nota fiskeldisfóður eins og Laxá tilbúnir til að gera samning um innkaup sem samsvarar ársnotkun þess fyrirtækis og þá miðað við markaðsverð hvers tíma. Verð á repjupillum og öðrum próteingjöfum hérlendis verður alltaf háð heimsmarkaðsverði og miðast við verð á próteineiningu.

Í tilraunum Háskólans á Hólum um að nota plöntumjöl í stað fiskimjöls mátti sjá að 33,9% repjumjöl (eina útskiptingin) í fóðri dró lítillega úr vexti en 26,5% hafði ekki áhrif enda var meiri fjölbreytni í próteingjöfum í þessu fóðri þar sem blöndu plöntupróteina var skipt út fyrir síldarmjöl. Hinsvegar var niðurstaða tilraunanna sú að uppruni fiskimjölsins kynni að hafa áhrif í útskiptingunni, til dæmis var síldarbeinamjolið á einhvern hátt hindrandi þegar útskiptingin var orðin mikil. Hvort það er hátt steinefnainnihald eða eitthvað annað er enn óvíst¹.

Hugmyndir hafa verið uppi um að blanda beint repjuhrati og fiskúrgangi til fiskafóðurgerðar. Slíkt er ekki alveg einfalt vegna þess að fiskúrgangurinn er fljótur að spillast og tækni við að auka þurrefnisinnihaldið í fóðrinu án þess að skemma próteinin getur verið flókin. Það eru gerðar verulegar gæðakröfur á fiskafóðri - ekki síst af hálfu fisksins. Einnig er vandséð hversu mikið er aðgengilegt af fiskúrgangi beint til slíkrar vinnslu. Þróunin hefur verið í þá átt að fiskvinnslan er að reyna að fullnýta allar próteinvörður eins og kostur er. Beinamjöl er tæpast hægt að nota sem sérstakan próteingjafa án viðbættis gæðapróteins vegna mikils innihalds steinefna.

Notkun fóðurmjöls í húsdýrafóður hérlendis er enn mjög takmörkuð. Eftir að Siglingastofnun fór af stað með rannsóknarverkefnið um repjuræktun og vinnslu

¹ Ólafur Ingi Sigurgeirsson, Jón Árnason, Helgi Thorarensen, Aðalheiður Ólafsdóttir; 2008: „Plöntumjöl í stað fiskimjöls í fóðri fyrir bleikju af matfiskstærð.“ Lokaskýrsla til AVS-rannsóknasjóðs. Verkefni nr.: R031-08, 2008.

úr repjufræjum hafa margir bændur, sem tekið hafa þátt í verkefninu, séð hér mikla möguleika. Rannsóknir þurfa að fara af stað til að skoða þann möguleika að nýta fódurmjölið sem hluta af heilfóðri fyrir nautgripi, svín og fleiri húsdýr eins og gert hefur verið í fiskifóðri. Vitað er að olíumagn í fóðri húsdýra má helst ekki fara yfir 8%.

Samkvæmt upplýsingum frá bændum sem nota bygg í heilfóður er gert ráð fyrir að byggnotkun sé um eitt tonn á ári fyrir hvern nautgrip. Í byggið er blandað um 15% af fiskimjöli. Ef hér væri hægt að skipta út fiskimjölinu fyrir repjufræmjöl (hrat) myndi það vera mikill kostur fyrir þá sem rækta repju og vinna úr henni olíu og hrati. Ætla mátti að repjufræmjölið yrði um 20% íblandað í byggið í stað um 15% af fiskimjölinu. Með ofangreint í huga mátti þá gera ráð fyrir að um 200 kg af repjumjöli þyrfti árlega fyrir hvern nautgrip. Ef að meðaltali koma um 2 tonn af hrati af hverjum hektara mátti ætla að hektarinn gefi af sér repjufræmjöl fyrir 10 gripi.

Próteinríkt fóður eins og fiskimjöl er dýr vara. Ef fódurmjöl úr repju getur komið sem blöndun í kjarnfóður í stað þess yrði það mikil hagræðing fyrir bændur því hér gætu þeir ræktað eigin próteinríkt fóður sem þeir þurfa annars að kaupa erlendis frá.

7.3 Aðrar afurðir

7.3.1 Glýseról

Glýseról ($C_3H_8O_3$) losnar til við umestrun olíunnar yfir í bíódísil. Þá er glýserólið skilið frá fitusýrunum með hjálp metanóls og sóða og fellur það út sem aukaafurð framleiðslunnar. Umfram metanólið má síðan vinna aftur með eimingu og endurnýta það til frekari umestruninar. Það sest á botn tanksins sem seigur vökví vegna þess að það er þyngra en olían og er síðan tappað undan. Glýseról er óeittrað og brotnar niður á 2 – 3 vikum í náttúrunni. Það er uppleysanlegt í vatni, í öllum hlutföllum, auk þess sem það er rakadrægt og bindur því raka úr andrúmslofti. Þá má einnig dreifa því á akra eða tún sem áburði, brenna það og nýta orkuinnihaldið. Að lokum mátti blanda því í mold og nýta sem gróðurmold (molta)¹.

Hreinsað glýseról er notað til iðnaðar- og matvælaframleiðslu. Ef tekst að selja glýserólið til slíkra aðila er hér afar verðmætt efni. Hreint eða blandað glýseról er notað í ýmsar vörur, meðal annars sem raka- og sætuefni í matvælum, sem og mýkingar- og rakakrem í snyrti- og húðvörum. Það er einnig notað í lyfjaframleiðslu, í heilsuvörur, við pappírframleiðslu, í sápur og sem náttúruvænn frostlögur. Glýseról má finna í vörum eins og hóstasaftri, tannkremi, munnskoli, handáburði, raksápu og hárvörum. Glýseról er einnig notað við framleiðslu á sprengiefninu nítróglýseríni.

¹ Pálmi Stefánsson; 2010: „Efnafræði orkugjafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

Þessir miklu notkunarmöguleikar glýseróls eru þó háðir því að það sé hreint og laust við öll aukaefni því hreinsun á glýseróli er flókin og dýr. Mikið framboð á glýseróli vegna lífdísilframleiðslu hefur valdið því að það hefur fallið í verði.

Einn af þeim möguleikum sem hefur verið skoðaður er að brenna glýserólinu í kötlum og nýta það þannig sem orkugjafa fyrir iðnað. Orkuinnihald glýseróls er viðunandi til bruna eða um 16,13 MJ/kg en vegna eðlismassa þess (1,264 kg/l) er orkuþéttleiki á rúmmálseiningu 20,4 MJ/l sem er svipað og etanól (21,3 MJ/l). Á móti kemur að glýseról frá lífdísilframleiðslu inniheldur vatn og eitthvað af sápu og sóda svo að nýtanleg varmaorka er eitthvað minni. Einnig hafa verið kannaðir möguleikar á notkun glýseróls á efnarafala en efnarafall nýtir þá orku sem til verður þegar glýserólið binst súrefni og oxast.

Ef glýserólið yrði nýtt sem eldsneyti á farartæki verður framleiðsla lífdísils ennþá áhugaverðari því þá eru tvær gerðir eldsneytis framleiddar í einu framleiðsluþrepi og bæði fengin úr umhverfisvænni og endurnýjanlegri jurtaolíu úr repjufræjum¹.

7.3.2 Repjustönglar (hálmur)

Þegar olúfræ eða korn hafa verið skorin verður stór hluti plöntunnar eftir á akrinum sem lífmassi í formi hálms. Magn hálms fer eftir plöntum og frjósemi jarðvegs en hægt er að áætla 3 - 5 tonn á hektara. Þennan lífmassa má nýta á ýmsa vegu eins og að plægja hann niður í jarðveginn og endurheimta þannig hluta næringarefna eða nota hann sem áburð við svepparæktun.

Einn möguleiki er að safna hálminum saman á akrinum og flytja hann burtu til frekari nýtingar. Dæmi um nýtingu hálmsins hér á landi er að köggla hann og nota sem undirburð undir hesta. Annar er að umbreyta honum yfir í metanól með gösun en hinn möguleikinn er að brenna lífmassann beint og nýta hann þannig sem iðnaðareldsneyti. Þá er hálmurinn pressaður saman í misstórar rúllur en brennsla á 3 kg af hálmi við slíkar aðstæður samsvarar brennslu á einu kg af olíu².



Pressaður hálmur tilbúinn til brennslu í sérsníðuðum ofni. Myndir frá Noregi

¹ Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi.“ Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

² Kristján Finnur Sæmundsson; 2009: „Framleiðsla á lífdísil á Íslandi.“ Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.

7.3.3 Repjuhunang

Þegar repjuakurinn er í blóma um miðjan júní bera stönglarnir skær gul blóm. Erlendis hafa bændur rekið býflugnabú innan um repjuna og þannig getað nýtt sér framleiðslu á hunangi. Repjuhunang er milt og sætt og ljósgult á lit. Repjuhunang er í dag mest selda hunangið í Þýskalandi.

Ekki er ólíklegt að bændur hér á landi skoði þennan valkost til tekjuauka. Repjuhunangið sýnir enn eitt tækifærið sem repjuræktun hefur í för með sér til tekjuaukningar fyrir bændur.



Býfluga nýtir repjuna í blóma til að safna hunangi



Repjuhunang

Býflugan sækir í hin gulu blóm repjunnar og vinnur úr þeim hunang. Býflugnabú eru sett upp í nágrenni við repjuakurinn og þar safnar býflugan hunanginu. Að minnsta kosti einn bóndi hérlendis er að fara af stað með býflugnaræktun tengt repjuræktun og hefur valið býflugnabúinu kjörstaðsetningu við repjuakur sinn. Ef sú tilraun tekst er ekki ólíklegt að fleiri bændur komi í kjölfarið.

Hunang má nota til margra hluta sem sætuefni og í matreiðslu. Hunang er jafnvel talið fæðubótarefni vegna hollustu.

7.4 Framleiðsla á bíódísil

7.4.1 Almennt

Bíódísill er endurnýjanlegt eldsneyti framleitt úr lífmassa eins og jurtaolíu eða dýrafeiti. Aðrar jurtaolíur en repjuolíu, sem nota má í bíódísil, eru t.d. sojaolía og pálmaolía.

Efnahvarfið við gerð bíódísils heitir umestrun og gerir seigju olúnnar um 10 sinnum minni eða svipaða og jarðdísils. Jurtaolía er þríglýseríð sem er samband þriggja fitusýra við eina sameind glýseróls. Hvarfið losar fitusýrurnar frá glýserólinu og ein sameind metanóls binst hverri í staðinn, í stað eins esters myndast því þrjár og glýseólíð verður frítt. Hvatinn er t.d. eitursódi (NaOH) í metanóli. Við geymslu brota þríglýseríðin niður og myndar frjár fitusýrur (FFA)

sem velur súrnun olíunnar. Til að eyða henni þarf meiri sóða sem myndar sápu og er hún þvegin úr með vatni ásamt óhreinindum, glýseróli og umfram metanóli í lok ferilsins¹.

Við umestrunina er notast við þann eiginleika glýserólsins að það er eðlisþyngra en bíódísill og sest það undir bíódísilólíuna eða botnfellur og er tappað frá. Efnahvörfin eru sjaldan 100% og því geta ein, tvær eða allar þrjár fitusýrurnar losaðar frá glýserólinu. Þetta orsakar einhver óhreinindi í lokaafurðinni og mega þau ekki fara yfir 0,24% samanlagt. Vöskunin tekur burtu mest af glýserólinu, en ófullkomin umestrun verður eftir. Eina ráðið er að ná sem mestri nýtni í umestruninni. Hreint bíódísil allra gerða er táknað B100 og 80% blöndun í jarðdísilólíu þá B80 (vetrarólía).

7.4.2 Framleiðsluferli

Aðalhræfnið í bíódísil er repjuólía, hrein og vatnsfrí. Nákvæmlega 10,2 þungaprósent þarf af metanóli reiknað af magni repjuólíu til að mynda nýju estrana en hvarfið gengur betur með umframmagni eða allt að 20%. Til að hvarfið gangi hraðar fyrir sig þarf hvata og er hagkvæmast að nota NaOH-lút (eitursóða) og í ósúra repjuólíu þarf 3,5 grömm á hvern lítra repjuólíu. Sé eitursóðinn ekki alveg 100% hreinn og fríar fitusýrur (FFA) til staðar þarf að auka magnið tilsvarendi. Sóðinn er settur í metanólið í sérstökum tanki, sem nefnist blöndunartankur, og er hrært saman þar til allur eitursóðinn er uppleystur. Ferlið tekur um 10 til 15 mínútur. Í öðrum tanki hefur jurtaolía verið hituð upp í 60°C og er vökvunum úr blöndunartankinum nú dælt yfir í hvarfatankinn með jurtaolíunni og er þar hrært eða dælt til að blanda vökvunum saman og er nú umestrunarhvarfið hafið. Athuga ber að metanólið sýður við 64°C og því er olían ekki hituð yfir 60°C.

Tíminn sem það tekur að umestra vökvann fer eftir hitastigi jurtaolíunnar og íblöndun af metanóli og sóða sem er dælt í olíuna og hringrásað. Efnahvarfið gengur tvöfalt hraðar fyrir sig við hverja aukningu hita olíunnar um 10°C. Því nær sem hitastigið er 60°C því styttri er tíminn sem fer í umestrunina. Eftir eina til sex klukkustundir er umestruninni lokið og hefur glýseról-hlutinn, sem er rúmlega tíundi hlutinn af repjuólíunni, safnast á botninn og er tekinn frá olíunni með því að tappa honum undan. Síðan er olían flutt í annan tank þar sem hún fer í vöskun eða efnameðferð, sem er lokastig framleiðslunnar á bíódísilinum. Tankurinn sem olían kom úr er nú tilbúinn fyrir nýja jurtaolíu og ferlið er endurtekið. Þetta er lotuvinnsla². Hér má einnig eima glýserólblönduna til að ná aftur til baka umframmetanólinu. Eimingin getur skilað allt að 30% af metanólinu til baka og má nota það aftur í næstu umestrun. Skiptir það miklu máli því metanól er dýr afurð.

¹ May – Knowledge Database; 2007: „Biodiesel, Herstellung, Fakten.“ G. Thömmes M. May Industrievertretungen GmbH & Co.KG, A-2380 Perchtoldsdorf. Juli 2007.

² Rammele, Edgar; Stotz, Karin; 2005: „Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen.“ Technologie- und Förderzentrum, Staßfurt, 2005.

Til að ná í burtu sápu og óhreinindum, eins og t.d. afgangssóða, er olían þvegin (vöskuð) með því að bæta í hana þriðjungji af volgu vatni. Vatninu er úðað ofan á olíuna í tankinum og seytlar hún í gegnum vatnið og sest á botn tanksins. Ekki má hræra í olíunni meðan vatnið er að hreinsa hana heldur er loft látið stíga upp í gegnum olíuna til blöndunar.

Vatnið er yfirleitt haft við umhverfishita sé olían enn heit. Vatnið má ekki innihalda brennistein eins og fyrirfinnst í hitaveituvatninu og því ber að forðast að nota það í vöskunina. Eftir að vatnið með óhreinindunum hefur sest á botninn er því tappað undan. Þessi botnfelling getur tekið frá 8 – 16 klukkustundir og er ferlið endurtekið ein til tvisvar sinnum eða þar til hreinsunin er nægjanleg. Bíódísillinn þarf að vera tær, sýrustigið 7 á pH-skala og einföld metanól-tilraun sýni ekkert botnfall verður af repjuólú. Við þessar aðstæður er hámarki umestrunar náð (98 – 99%). Metanól leysist ekki upp í jurtaolíu.

Aðrar aðferðir við lokaferil framleiðslunnar er að setja olíuna í gegnum skilvindu og þarf þá helst að hita olíuna í allt að 50 - 100°C og ferð það eftir skilvindugerð hve hitastigið þarf að vera hátt.

Einnig er til hreinsun án vatns. Um er að ræða tvær gerðir. Önnur aðferðin byggist á að blanda efnunum í olíuna sem taka til sín óhreinindin og eru í framhaldinu skilin úr olíunni með skilvindu. Hin aðferðin byggist á að keyra olíuna í gegnum jónaskipti sem bindur óhreinindin. Þess ber að geta að vatnshreinsun yrði mun ódýrari hérlendis.

Nú er bíódísillinn tilbúinn til notkunar og er honum dælt á geymslutank til að rýma fyrir nýrri framleiðslu í kerfinu.

Nauðsynlegt er að fara eftir öryggisleiðbeiningum um efnin sem unnið er með eins og t.d. metanól, NaOH eða glýseról. Öryggisleiðbeiningar fylgja frá seljendum efna.

Hráolía súrnar við það að fitusýrur losna frá glýserólinu og kallast fríar fitusýrur (FFA) og eru þær mældar í prósentum. Ekki er ráðlagt að nota olíu sem inniheldur meira magn af fitusýrum en 6%. Fari magnið yfir það mark skilst glýserólið illa út og mikil sápumyndun verður sem alltaf er erfitt að fjarlægja og tap á olíu verður mikið. Þetta á einkanlega við um steikarolíur sem oft eru notaðar í bíódísil. Steikarolía inniheldur yfirleitt vatn og þarf að ná því burtu áður en umestrún á sér stað. Sé olían ekki tær má áætla að í henni fyrirfinnist vatn í einhverju mæli. Til að finna fríu fitusýrurnar í olíunni þarf að framkvæma svokallaða títreringu sem magngreinir sýru með basa og segir einnig hve mikið þarf að auka magns sóðans við umestrúnina. Hvarfið gengur best við pH-gildið 8,5. Hér hefur verið skýrt basískt ferli en súrt ferli myndi henta betur ef um mjög súra jurtaolíu er að ræða. Þá nýtist öll jurtaolían¹.

¹ Jón Bernóðsson, Pálmi Stefánsson, Guðbjartur Einarsson, Ásgeir Valhjálmsson: 2009: „Hugmyndir um framleiðsluferla á bíódísil úr vetrarrepju á Íslandi.“ Siglingastofnun Íslands, 2009.

Vel hreinsað bíódísil, sem blandað er í jarðdísil, skyldi ekki geyma á lager lengur en í eitt ár. Í bátum og skipum þarf sérstaklega að hafa hugann gagnvart þéttivatni (condense water) í eldsneytisgeyminum. Ráðlagt er að tæma tankana vel í skipum áður en skipt er frá jarðdísil yfir í bíódísil. Aldrei skyldi geyma bíódísil óhitaðan í frosti nema blandað sé efnum í það. Með því að blanda 20% af jarðdísil í bíódísilinn (B80) má einnig komast hjá kuldavandamálum á veturna.

Áður en lotuferlið er sett af stað er ráðlagt að umestra hálfan lítra af repjuolíu á einfaldan hátt. Til þess þarf að hafa við höndina mæliglas fyrir hálfan lítra og t.d. umbúðir af hreinni eins lítra flösku úr glæru gleri eða plasti en best er að nota skiltrekt. Að auki þarf lítið mæliglas (100 ml) til að mæla metanólið og nákvæma vigt til að vigta sóðann þannig að hlutföllin af ísetningarefnum verði þau sömu í áðurnefndu lotuferli. Fyrst eru 100 ml (20%) af metanóli sett í gosflöskuna. Síðan er 4 grömmum af vítisóða bætt í gosflöskuna þar sem metanólið er. Lokið gosflöskunni og hristið rólega þar til sóðinn er uppleystur í metanólinu. Því næst er hálfum lítra af repjuolíu sem hefur verið hituð eftir mælingu í 60°C, bætt í gosflöskuna. Nú þarf að hrista hressilega í nokkrar mínútur og verður vökvinn skærgulur að lit. Síðan er gosflaskan látin standa þar til glýserólið er sest á botninn og hrein skil á milli glýseróls og bíódísils eru komin í ljós. Þá er umestrnuninni lokið. Fjarlægja má bíódísilinn úr flöskunni með sogpípu og eftir verður glýserólið í flöskunni.

Nú þarf að vaska bíódísilinn með 150 ml af volgu og hreinu vatni og er það gert varlega. Flaskan er látin standa í þar til vatnið hefur sest á botninn. Nú er bíódísilinn aftur tekin úr flöskunni með sogpípu og ferlið endurtekið þar til skolvanið er orðið tært (engin sápa)¹. Einfaldast er að vera með skiltrekt eins og myndirnar hér að neðan sýna.



Áður en olíunni er helt saman við hvatann



Bíódísil og glýseról hafa skilið sig.

Ráðlagt er að fara þessa leið áður en meira magn er umestrað í sérstökum framleiðslubúnaði og þá sérstaklega til að staðfesta að sóðinn sé í réttu hlutfalli.

¹ Remmele, Edgar; 2009: „Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen.“ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2009.

Ef sóðinn er of lítill þá nást ekki út fitusýrunar og ef hann er of mikill þá þarf fleiri vöskunarferla fyrir bíódísilinn því sóðinn má ekki vera eftir í honum.

7.4.3 Búnaður til framleiðslu

Vinnslukerfi bíódísilframleiðslu skiptist í megin atriðum í tvö sjálfstæð kerfi sem eru samfelld olúpressun fræja og lotuferli umestrunar. Í þetta kerfi þarf að stilla upp búnaði sem framleiðir bíódísil úr repjuolíu. Stærð pressu eða pressukerfis og tanka fer síðan eftir því hve mikið á að framleiða af bíódísil (RME).

Í kringum pressukerfið má nota lokaðan rörasnigil sem matar fræin upp í frægeymi. Í honum þarf að vera segull sem fjarlægir málmhluti. Úr frægeyminum falla repjufræin í gegnum rist að trekt pressunnar en ristin er til þess að fjarlægja aðskotahluti og hálmrestar sem annars færu í pressuna. Frá pressunni fer olía og hrat í sitthvorn geyminn. Hratið fer í sértaka pökkun en olían í síukerfi sem síðan fer í skilvindu eða sjálfvirka plötusíu. Sé síunin gerð sjálfvirk þarf þrýstiloft til hreinsunar síanna. Yrði skilvinda notuð mætti líka nota hana við vöskun bíódísils og spara þannig tíma. Við síunina fellur fína hratið úr olfunni sem botnfall. Sérstakar dælur eru notaðar til að dæla botnfallinu frá síunni. Þetta er verðmætt fóður og má nota eitt sér eða blanda saman við pressukökuna. Eigi að ná meiri olíu úr pressukökunni er útleysing áhrifaríkust. Hexan er notað til að leysa upp olíuna í pressukökunni og er síðan aðskilið sem pressukaka og vökví. Hexan (leysir) er síðan eimað og endurnotað en olían verður eftir¹.

Þegar um einfaldan og lítinn búnað er að ræða má nota síupoka (0,5 – 5 my) eða láta olíuna standa í nokkurn tíma þar til fína hratið hefur botnfallið og taka síðan olíuna úr krana olúgeymisins sem er vel fyrir ofan botnfallið. Þá má líka fleyta olíunni ofan af botnfallinu og hefja pressun á ný. Hreinsuð olían fer síðan í sérstakan lokaðan og einangraðan tank þar sem hún er hituð upp í 60°C með þar til gerðum rafmagnsrörahitara eða varmaskipti.

Í sérstökum blöndunartanki er metanóli og sóða blandað saman til að búa til hvatann. Til að tryggja að sóðinn leysist upp í metanólinu er hafður til að byrja með sérstakur gegnsær tankur þar sem sóðinn er fyrst leystur upp í tveimur þriðju af metanólinu. Þessi tankur er yfirleitt með hrærara sem flýtir fyrir ferlinu. Þegar blönduninni er lokið er hvatinn settur í hinn eiginlega blöndunartank og afganginum af metanólinu bætt við og látið fullkomlega blandast saman. Blöndunartankurinn skal vera með hrærara eða loftdrifinni dælu (vegna sprengihættu) sem fær vökvann á hreyfingu².

Blönduninni af metanóli og sóða er síðan dælt yfir í hvarfatank sem er hafður með keilulaga botni og lokaður að ofan en þó með opnanlegu loki. Strax á eftir er heitri repjuolíunni dælt í sama hvarfatank sem er með hrærara eða hringrásardælu. Við endann á keilunni er rör tengt í krana þar sem glýserólhlutinn er tappaður af og

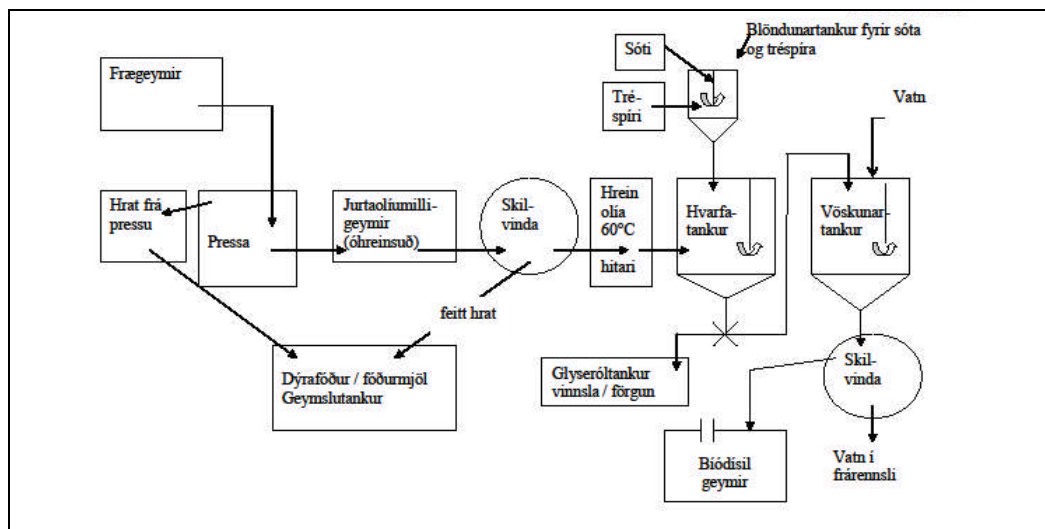
¹ Ageratec Biodiesel Solution; 2009: „Ageratec Biodiesel Processor.“ Product sheet PE3000. 2009.

² Ageratec Biodiesel Solution; 2009: „Biodiesel solution for the future.“ Ageratec, 2009.

settur í sérstakan glýseróltank eftir að umestruninni er lokið. Þegar glýserólið hefur verið fjarlægð er umestruð olían eftir í tankinum og er þá bíódísillinn orðinn til¹.

Innihald hvarfatanksins, sem er bíódísill, er dælt yfir í vöskunartank. Í þeim tanki er bíódísillinn vaskaður með vatni sem er oft úðað ofan á bíódísilinn og látið síast í gegnum hann þar til það sest á botninn. Botn vöskunartanksins er einnig keilulaga og tengdur röri við krana þar sem tappa má vatninu af. Oft er höfð skilvinda við vöskunartankinn og er þá vatnið og óhreinindi skilið frá og bíódísillinn fer í sérstakan geymslutank. Ný tækni byggist á sérstökum jónaskiptaefnum þar sem olíunni er dælt í gegnum tilheyrandi búnað.

Eftir vöskunina og síðan þurrkun með lofti fer bíódísillinn í sérstakan opinn geymslutank og er tilbúinn til notkunar á hvaða dísilvél sem er.



Einföld flæðirás af vinnsluferfi bíódísilframleiðslu

Siglingastofnun Íslands lét smíða fyrir sig sértakan búnað til að framleiða bíódísil. Búnaðurinn getur framleitt 1000 lítra af bíódísil á dag í fjórum lotum. Búnaðurinn er byggður upp á svipaðan hátt og lýst er hér að framan. Í búnaði Siglingastofnunar er hvarfatankurinn einnig hitunartankur en sjálfvirkni svo til engin. Er hér um að ræða einfaldan búnað sem stofnunin notar til rannsókna á framleiðslu á bíódísil. Hefur búnaðurinn m.a. verið notaður til samanburðar á bíódísil úr dönskum og íslenskum repjufræjum og bíódísil úr hreinsaðri steikingarolíu. Einnig á Siglingastofnun olíupressu og nauðsynlegan búnað tengdan henni.

Uppistaðan í vinnslubúnaði Siglingastofnunar eru þrjár tankar. Einn 100 lítra tankur er til að blanda saman metanóli og sóða. Í þeim tanki eru efnin hrærð

¹ Jón Bernóðsson, Pálmi Stefánsson, Guðbjartur Einarsson, Ásgeir Valhjálmsson: 2009: „Hugmyndir um framleiðsluferla á bíódísil úr vetrarrepju á Íslandi.“ Siglingastofnun Íslands, 2009.

saman með loftdrifinni dælu en á undan er búið að blanda sódanum og hluta af metanólinu saman í sérstökum gegnsæjum tanki.

Í 250 lítra hvarfatankinum er olían einnig hituð í 60°C með sérstökum rafbúnaði. Þegar þeim hita er náð er blandan af metanóli og sóða sett í þann tank. Hér er einnig hrært saman með dælu í um 15 mín. Síðan er olían látin standa í um 2 tíma þar til glýserólið hefur sest í keiluna á botni tanksins. Því er síðan tappað af í sérstakt ílát og að því loknu er olíunni dælt yfir í 1300 lítra vöskunartank. Þar er fjórum lotum safnað saman eða 1000 lítrum. Í lok síðustu og fjórðu lotu er 300 lítrum af volgu vatni úðað yfir olíuna. Vatnið síast í gegnum olíuna á 8 til 16 tímum. Ferlið er þannig stillt að þegar síðustu lotunni er lokið í lok vinnudags hefst vöskun olíunnar í vöskunartankinum. Nú þarf að þurrka vatn úr olíunni með því að láta loft stíga upp í gegnum olíuna með blæstri að neðan.

Í byrjun næsti vinnudags má fyrst undirbúa blöndun fyrir metanól og sóða og fylla hvaratankinn af repjuolíu. Meðan blöndun og hitun olíunnar á sér stað er vatnið tekið undan vöskunartanknum og bíódísillinn fer á sérstakan geymslutank. Þá er búnaðurinn aftur tilbúinn í fjórar lotur og næstu 1000 lítrarnir af bíódísil bíða framleiðslu.

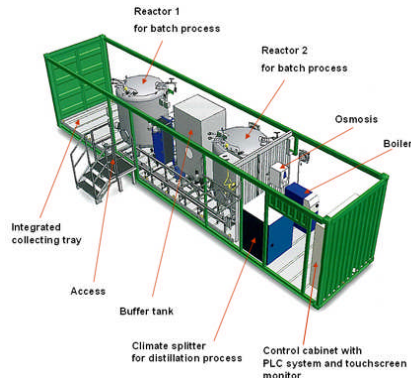
Fyrirtækið N1 lét Siglingastofnun í té húsnæði þar sem rannsóknirnar fara fram. Hefur fyrirtækið staðið vel að stuðningi við þetta verkefni og hefur stofnunin notið þeirra velvilja, ráðgjafar og framtakssemi.



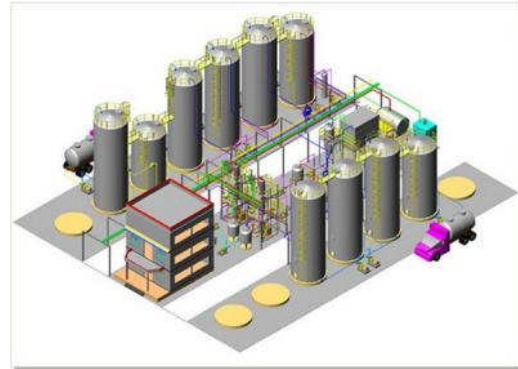
Umestrunarbúnaður Siglingastofnunar Íslands

Allmörg fyrirtæki erlendis bjóða upp á litlar til meðalstórar bíódísilsamstæður sem hægt er að koma fyrir í gámi. Þessar samstæður eru einungis til umestrunar en gert er ráð fyrir að pressun olíunnar hafi átt sér stað á öðrum vettvangi. Í

Þessum umestrúnareiningum er yfirleitt um mikla sjálfvirki að ræða þannig að búnaðurinn getur gengið allan sólarhringinn án þess að vera undir stöðugu eftirliti.



Dæmi um litla verksmiðju í gámi



Dæmi um stóra verksmiðju

Eftir að framleiðsla og notkun bíódísils hefur aukist hafa verið settar á fót afar stórar verksmiðjur sem geta hver framleitt yfir hundrað þúsund tonn af bíódísil árlega. Í stærri verksmiðjum er oftast um heilstæðan framleiðsluferil að ræða þar sem fræin koma inn í verksmiðjuna og út úr henni jurtaolía, bíódísill, fóðurmjöl, glýseról og metanól.

7.4.4. Hættur og öryggi

Við framleiðslu á bíódísil eru notuð eitruð og hættuleg efni. Því ber að setja öryggi starfsmanna og búnaðar í öndvegi og gera ráðstafanir til að forðast slys.

Hættulegasta efnið sem notað er til að framleiða bíódísil er metanól (98 – 99%). Það er eldfimt en þó ekki nærri eins eldfimt og bensín. Metanól er eitruð og verður að forðast að anda því að sér eða fá það á húð eða í augun. Því vegna er góð loftræsting nauðsynleg. Nauðsynlegt er að hafa opið út og hafa loftræstiviftur í gangi þegar unnið er með metanól. Sérstakar loftræstigrímur þarf gagnvart metanóli. Því er góð loftræsting besta lausnin. Þegar verið er að meðhöndla metanól er nauðsynlegt að nota andlitshlíf og uppáháa hanska og eins lokað kerfi og unnt er. Metanól er oft afgreitt í 200 lítra stáltunnum og ber að hafa tilskilin leyfi frá Vinnueftirlitinu til að geyma það¹. Einnig skal fylgja fyrirmælum eftirlitsaðilans um geymslu efnisins. Óþvegið bíódísil og glýserólið innihalda nokkuð af metanóli svo varúðarráðstafanir eiga hér líka við eins og með hreint metanól, því er nauðsynleg útloftun².

Hvatinn er eitruður gagnvart húð og augum. Einkum er notaður 98% eitursóði (NaOH), og er kornaður líkt og matarsalt eða flagaður. Kalílút (KOH) má einnig nota í stað eitursóta en hann er dýrari og 40% þarf meira af honum.

¹ Öryggisleiðbeiningar – Metnól. Samkvæmt reglur Vinnueftirlitsins. Skeljungur hf.

² Rammele, Edgar; Stotz, Karin; 2005: „Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen.“ Technologie- und Förderzentrum, Staibing, 2005.

Augnhlífar eru nauðsynlegar við vinnu með lút og einnig er ráðlagt að nota grisjur fyrir vitin¹.

Hvað varðar frekari öryggisáþendingar má taka þær saman t.d. á eftirfarandi hátt:

- Festið öryggisleiðbeiningar um meðferð metanóls og hvata á geymslutankana. Sömuleiðis fyrir sjálfan bíódísilinn og lútinn.
- Blossamark bíódísils er yfir 120°C og jurtaolíu 180°C og mun ekki sjálfkvikna við neista en er þó eldmatur.
- Hafa skal slökkvitæki við höndina.
- Nota skal góða loftræstingu.
- Vera skal með augnhlífar eða andlitshlíf, hanska, langermar og svuntu við meðhöndlun hættulegra efna.
- Fara skal skilyrðislaust eftir öryggisleiðbeiningunum.

7.4.5 Gæðaeftirlit

Bíódísill verður að standast kröfur um framleiðslu og gæði vörunnar. Því er nauðsynlegt að vinna eftir einhvers konar gæðakerfi sem tryggir að framleiðslan í dag verði jafngóð og framleiðslan á morgun og því ekki sveiflukennnd.

Til eru sérstakir framleiðslustaðlar² um gæði bíódísils sem eru undanfari þess að tryggja gæði olíunnar gagnvart þriðja aðila. Hér þarf bíódísillinn að standast gæðakröfur og er því nauðsynlegt að gera strax í upphafi ráð fyrir gæðakerfi og jafnvel gæðavottun. Nauðsynlegt er einnig að geta gert einfaldar efnagreiningar.

¹ Öryggisleiðbeiningar – Vítissóti. Samkvæmt reglum Vinnueftirlitsins. Mjöll Frigg hf.

² Biodieselnorm DIN EN 14214. Petrotech. Global Trade Company.

8 Arðsemi

8.1 Aðferðafræði og greining

8.1.1 Almenn

Við greiningu á arðsemi fyrir bíódísilframleiðslu eða framleiðslu á jurtaolíu úr repjufræjum koma upp margir óvissuþættir sem snúa bæði að framleiðslunni sjálfri og ytri þáttum, svo sem verði á aðföngum og markaðsverði framleiðslunnar. En ótvírætt er að slík framleiðsla getur verið afar þjóðhagslega jákvæð hvað varðar framleiðslu á eigin orkugjafa sem og umhverfislega hagstæð því repjuræktun er tvöföld kolefnisjöfnun.

Aðferðafræðina verður því að greina bæði sem eigindlega (qualitative) og sem megingdlega (quantitative). Í raun er hér átt við að skoða beri bæði gæði og tölur sem og að leggja huglægt og hlutlægt mat á arðsemina. Eigindlegi þátturinn leggur mat á þjóðhagslegan ávinning fyrir atvinnuveg eins og landbúnað, sjálfbærni í orkuöflun og ruðningsáhrif til annarra atvinnugreina. Meindinglegi þátturinn reiknar kostnað og ávinning út frá framleiðslueiningunni sem fastan kostað, breytilegan kostnað og hagnað. Hvað magnið varðar verður að skoða hvert dæmi fyrir sig og þar er að finna marga óvissuþætti hvað varðar hentuga stærð framleiðslu miðað við hagkvæma útkomu.

Það sem snýr að verkefninu í dag eru spurningar sem rannsóknin sem slík kallar á en þær eru um framleiðslukostnað á repjuolíu á mismunandi framleiðslustigum fyrir matarolíu og bíódísil. Í framhaldinu þarf að greina hvaða möguleikar og aðferðir eru fyrir hendi gagnvart markaðssetingu vörunnar. Sú spurning sem mikið gildi hefur snýr að stjórnvöldum og þá hver þeirra afstaða til skattlagningar verður þegar bíódísill kemur á markað sem samkeppnisvara við jarðdísil sem flutt er inn til landsins og lýtur sköttum og vörugjöldum sem gefa miklar tekjur til ríkissjóðs.

8.1.2 Aðferð við arðsemismat

Það er okkar mat að ekki séu forsendur til að gera almenna kostnaðaráætlun fyrir framleiðslu á repjuolíu til manneldis eða framleiðslu á bíódísil úr repjuolíu. Vafaatriði um tilkostnað við ræktun, vinnslu og tilkostnað eru of mörg. Að vísu er hægt að slá fram tölum um kostnað og innkomu út frá t.d. einum hektara og þá miða við visst magn af matarolíu og bíódísil, en kostnaðurinn fer hér að mestu leyti eftir getu og kunnáttu bóndans og einnig tækjabúnaði hans og möguleika á skiptiræktun. Nauðsynlegt er að skoða hverja stærð fyrir sig, hver á í hlut og hver sé hinn raunverulegi tilgangur.

Grunnkostnaður framleiðslunnar er mjög áþekkur því sem þarf til að koma upp lítilli olíuvinnslu. Ef um matarolíu er að ræða bætist við kostnaður vegna meiri hreinsunar, einnig umbúða sem eru dökkar glerflöskur og kostnað við átöppun. Dökkar glerflöskur eru nauðsynlegar til að verja olíuna fyrir áhrifum birtu. Platflöskur eru síðri vegna þungmálma í plastinu sem geta farið yfir í olíuna.

Ef leggja á út í það að setja fram kostnaðartölur verður að áætla stofnkostnað við litla olíuframleiðslu en töluvert afkastameiri eldsneytisframleiðslu. Eðlilegast væri að miða við framleiðslu úr fræjum af 15 hekturum sem eru sú stærð sem einn bóndi með tilskilin pressubúnað og landbúnaðartæki getur vel ráðið við. Að auki gæti hann tekið við fræjum frá minni býlum og pressað þau. Hvað bíódísilframleiðsluna varðar þá yrði sú framleiðsla mun stærri og gæti miðaðist við eitt þúsund tonna ársframleiðslu. Þessar hugmyndir eru skoðaðar nánar í samantekt um kostnað.

Hvað innkomu og hagnað varðar þarf hér að skoða markaðinn fyrir þær vörur sem til sölu verða eins og matarolíu, fóðurmjöl (hrat) og stöngla og jafnvel líka hunang, ásamt bíódísil og glýseróli. Gera þarf í framtíðinni markaðrannsókn, skoða samkeppnisumhverfið og hverjir kæmu til greina sem söluaðilar og þá hvort það yrðu framleiðendur sjálfir eða stærri einingar með reynslu í sölu og markaðssetningu. Út frá markaðssetningaráætlun má setja fram markaðsstefnu og aðgerðaráætlun um fjárhag og eftirfylgni. Tæknileg úrfærsla færi fram á markaði og hlutdeild í honum ásamt umgjörð framleiðslufyrirtækis með hliðsjón af launum og mannaúði¹.

Nauðsynlegt er einnig að skoða arðsemi út frá hollustu vöru, umhverfisþáttum og sjálfbærni. Slík nálgun er spurning um þjóðhagslega hagkvæmni og þá með markmið sem hugsuð eru til lengri tíma, gæði og jákvæð gildi fyrir samfélagið í heild sinni.

8.2 Þjóðhagsleg hagkvæmni

8.2.1 Almennt

Íslendingar hafa í aldanna rás ekki verið akuryrkjuþjóð. Íslenskir bændur hafa stundað kvikfjárrækt, enda landið lengstum talið utan akuryrkjusvæða þótt víst sé að kornrækt var eitthvað stunduð hér frá fyrstu búsetu og fram á síðmiðaldir. Nágrannalönd okkar og Evrópa að mestu leyti eru hins vegar akuryrkjusvæði og hefur verið um langan aldur. Um það leyti sem akuryrkja var að leggjast af á Íslandi var hún að aukast á Norðurlöndum þar sem kornmeti (brauð og grautur) tók við af kjötmeti og mjólkurmat sem undirstöðufæða (staple food). Helst er að finna megi landbúnaðarhætti líka þeim íslensku í norðurhluta Noregs og Finnlands sem og í fjalllendi á borð við Sviss þar sem bæði landshættir og veðurfar gerir akuryrkju erfiða.

¹ Krokstrop, Martin; Larsson, Mats:2007: „Produktionskostnad och marknadsföring av rapsolja.“ Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp 2007.

Nú hefur veðurfar breyst og ræktun og val á tegundum sem henta loftslaginu hér á landi gert það að verkum að akuryrkja hefur náð nokkurri hylli íslenskra bænda á undanförmum árum og áratugum. Kornrækt, sem áður var talin utan seilingar fyrir Íslendinga, er nú stunduð með ágætum árangri í öllum landshlutum og verður sífellt stærri þáttur í fóðuröflun bænda. Akuryrkjan hefur þegar breytt búnaðarháttum Íslendinga og mun gera það í enn ríkari mæli þegar fram í sækir og repjuræktin hefur sannað sig.

8.2.2 Bændur og landbúnaður

Hérlendis hafa bændur í auknum mæli ýmist sameinast um eign á tækjabúnaði til að þreskja korn í gegnum búnaðarsambönd sín eða þá að til hafa orðið smáfyrirtæki sem eiga og reka þreskivélar og þessháttar tæki sem til verkanna þarf. Þess vegna má gera ráð fyrir að bændur muni sameinast um rekstur á olíuvinnslu af ódýrri gerð, kannski 3 – 4 býli, kannski 6 – 8, eða jafnvel fleiri. Eða þá að framtakssamir einstaklingar koma sér upp slíku smáfyrirtæki á eigin spýtur. Olíuvinnslan sjálf verður að líkindum staðbundin og í smáum stíl, a.m.k. í fjárfislegri framtíð. En öðru máli myndi gegna um eldsneytisframleiðsluna. Þar ætti að geta komið fram fyrirtæki sem náð gæti náð stærðarhagkvæmni til að standa undir arðbærum rekstri. Slíkt framleiðslufyrirtæki myndi kaupa repjuolíu af framleiðendum og vinna úr henni bíódísil til sölu á almennum markaði. Sú framleiðsla útheimtir tíma og nokkurn stofnkostnað. Ekki má gleyma gæðamálum við framleiðsluna. Eigi að framleiða eldsneyti eða olíu til sölu á almennum markaði þarf söluaðilinn að ábyrgjast gæði vörunnar gagnvart uppgefnum eiginleika hennar og gæðum. Einnig gætu einhverjir bændur kosið að framleiða sinn bíódísil sjálfir á sín farartæki og búnað og verða sér þar nógir um eldsneyti. Einnig gætu þeir blandað jurtaolíunni til helminga á móti þeim jarðdísil sem þeir nota á sín farartæki.

Framleiðsla á jurtaolíu úr repjufræi og áframhaldandi framleiðsla í bíódísil getur aukið tekjur bænda til muna.

8.2.3 Heilsa og hollusta

Rannsóknir benda til þess að matarolía sem til verður við kaldpressun repjufræja sé holl matarvara. Olían er einungis síuð eftir pressun og er þá tilbúin til neyslu. Í repjuolíu er margar gerðir af fitu sem eru mishollar fyrir líkamann. Mettaða fitu er að finna í smjöri, kókosfeiti og dýrafitu (mör). Í repjuolíu er lítið af mettuðum fitusýrum sem eru oft kallaðar hörð fita og ekkert af transfitu. Ómettaðar fitusýrur eru oft skilgreindar sem mjúk fita. Þær eru að finna í miklu magni í repjuolíu og ólífuolíu. Einmettaðar fitusýrur eru heppilegar til neyslu. Fjölómettaðar fitusýrur eru lífsnauðsynlegar í fæðunni þar sem líkami manna getur ekki framleitt þær. Fjölómettaðar fitusýrur eru fljótandi fita og fullyrt er að þær haldi niðri kólesteróli í blóði. Tveir hópar fjölómettaðra fitusýra kallast ómega-3 og ómega-6 fitusýrur.

Repjuolía, sólblómaolía og línolía (hörolía) innihalda mest af ómega-3 fitusýrum af öllum jurtaolíum.

8.2.4 Umhverfisþættir

Repjuræktun er tvöföld kolefnisjöfnun hvað varða útblástur á koltvíoxíð (CO_2). Þá er átt við að ræktunin tekur til sín tvöfalt meira af koltvíoxíði en brennsla olíunnar gefur frá sér við útblástur.

Annað mikilvægt atriði er að nýta má land til repjuræktunar sem annars er ekki í almennt ræktun. Einnig hentar repjujurtin vel til landgræðslu ásamt lúpínu.

Við brennslu á bíódísil, sem framleiddur hefur verið úr repjuolíu, er talið að um rúmlega 70% minni mengun sé að ræða en þegar jarðdísill er notaður. Er þá sérstaklega átt við koltvíoxíð, koleinoxíð (CO) og sótagfir sem eru hættulegar mönnum þegar þær setjast í líkamann eftir að hafa borist þangað með innöndun. Einnig ber að nefna brennisteinsoxíð (SO_2) sem varla er mælanlegt þegar bíódísill er brenndur.

8.4.5 Sjálfbærni og endurnýjanleg orka

Meginhugmyndin að baki sjálfbærri þróun, eða sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda, er einföld og alls ekki ný af nálinni¹. Hún er tvíþætt, í fyrsta lagi að ganga ekki óhóflega á forða náttúrunnar heldur nýta auðlindir hennar á hófsaman hátt og þá helst þannig að þær nái að endurnýja sig. Í öðru lagi felst í sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda að þær skuli ekki nýttar á þann hátt að af hljótist mengun eða að umhverfinu sé spillt á annan hátt². Með ofangreint í huga fellur repjuræktun sem orkuöflun sérstaklega vel að hugtakinu endurnýjanleg orka því hér er um ræktun að ræða sem hægt er að endurtaka án þess að ganga á auðlindaforða náttúrunnar.

Að auki er íslensk framleiðsla á bíódísil og repjuolíu sparnaður gagnvart innflutningi á þessum afurðum. Vinnsla þeirra hérlendis skapar atvinnu og eykur þar með þjóðartekjur.

8.3 Kostnaðargreining

8.3.1 Almenn

Kostnaður við repju- og bíódísilframleiðslu fer í mörgu eftir þeim búnaði sem framleiðandi býr yfir þegar hann tekur að sér slíkt verkefni. Þegar Siglingastofnun fór af stað með verkefnið um repjuræktun, sem er innan verkefnis stofnunarinnar um umhverfissvæna orkugjafa, voru kostnaðartölur fyrir bændur mjög mismunandi. Þá skipti hér máli aðgangur bænda að tækjabúnaði eins og vinnuvélum, sáningarvélum og þreskivélum. Í nokkrum tilfellum áttu bændur sjálfir þennan

¹ Spiegel Special; 2007: „Neue Energien.“ Wege aus der Klimatatastrophe. Nr. 1/2007, 2007.

² <http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=1840>

búnað en aðrir ekki og voru þeir þá annað hvort háðir betur settum bændum tækjalega séð eða gátu treyst á tækjabúnað búnaðarsambanda sinna.

Þegar Siglingastofnun fór af stað með verkefnið um repjuræktun í vorbyrjun 2008 var gerð kostnaðaráætlun við ræktun og uppskeru fyrir 10 hektara á 9 stöðum á landinu. Þegar uppskeru lauk haustið 2009 var kostnaður bændna borinn saman við áætlaðan kostnað og reyndist hann vart samanburðarhæfur vegna þess að íslenski gjaldmiðillinn hafði lækkað gríðarlega í samanburði við erlendan gjaldmiðil. Með því að uppreikna kostnaðinn við erlenda mynt urðu tölur í áætlun og rauntölur svo til þær sömu.

Við almenna skoðun á kostnaðargreiningu ber einnig að leggja mat á kostnað sem hlýst af markaðnum sjálfum eins og samkeppni, markaðshlutun, markaðsrannsókn og kostnaður við söluaðila. Gera þarf markaðssetningaráætlun þar sem brotin er til mergjar almenn markaðsstefna og markaðssetning Fyrir þurfa að liggja hugmyndir að aðgerðaráætlun, fjárhagsáætlun og eftirfylgni. Hvað tæknilega úrfærslu varðar þarf að skoða íslenska markaðinn fyrir bíódísil og repjuolíu, kostnað við framleiðslu þessarar vöru, mögulega markaðshlutdeild, launakostnað og heildar umgjörð verkefnisins við framleiðsluna.

Við kostnaðargreiningu þarf að leggja mat á fjárfestingu véla, tækjabúnaðar og húsakosts. Er hér um að ræða olúpressur, hreinsibúnað (síunarbúnaður), stýribúnað og annan tilheyrandi búnað. Skoða þarf afskriftatímabil og reikna fjárfestingarkostnað miðað við hvern framleiddan lítra af repjuolíu eða bíódísil. Að auki þarf að reikna breytilegan kostnað þar sem hráefni, rafmagn, heitt vatn og laun verða stærstu póstarnir.

Umfang slíkrar rýni er í raun sérstök greinargerð. Þá hafa komið fram á síðustu misserum greinargerðir þar sem þessi atriði er tekin fyrir, kostnaður og innkoma greind og tölulega framsett.

8.3.2 Ræktun og uppskera

Við upphaf verkefnis lágu fyrir hugmyndir að kostnaði frá jarðvinnslu og þar til repjufræin eru tilbúin til pressunar. Ekki var tekið tillit til ræktunarstyrkja bændna en repjuræktin féll undir þá.

Á hvern hektara eru notuð 800 kg af tilbúnum áburði sem dreift er að jöfnu við sáningu og svo aftur að vori. Vegna þess að tilbúinn áburður er dýr vara er mikilvægt að nýta hann sem best. Til að minnka notkun tilbúins áburðar má nota í hans stað niðurplægða lúpínu, búfjáráburð, stöngla repjunnar eftir þreskingu, fiskislóg og jafnvel sláturúrgang og kjötmjöl.

Vegna þess að sömu fræ eru notuð til sáningar og til olúpressunar er einsýnt að gera megi ráð fyrir að frækostnaður verð lítill sem engin eftir fyrsta árið. Þó er mælt með að skipta um frætægundir með reglulegu millibili vegna nýrra og betri

afbrigða sem og til þess að koma í veg fyrir sjúkdóma í jurtinni. Slíkt ætti ekki að vera vandamál þar sem einungis þarf 7 – 10 kg af fræjum í hvern hektara.

Við uppskeru repjunnar eru notaðar þreskivélar. Meðal þreskivél þreskir hektarann á hálfri klukkustund. Að þreskingu lokinni þarf að færa fræin í hús, hreinsa þau og þurrka. Við góðar aðstæður er hægt að geyma fræin í mörg ár ef rakainnihald þeirra er undir 8%.

Kostnaður við ræktun, uppskeru, þurrkun, hreinsun og fleira.

Kostnaðarliðir	Kostnaður
miðað er við einn hektara	Evrur (€)
Jarðvinnsla, sáning og áburðardreifing	200
Áburður, 800 kg tilbúinn áburður	500
Fræ, 7 til 10 kg	50
Þresking	125
Annar kostnaður (þurrkun, hreinsun, pressun, ráðgjöf og fleira)	125
Alls kostnaður	1.000
Kostnaður er meðalkostnaður og getur verið breytilegur um 20% til og frá.	

Kostnaðurinn hér fer mikið eftir því hvort ræktandinn þarf að útvega sér tæki og búnað til verksins. Einnig skiptir landið sem hann velur töluverðu máli hvað varðar jarðvinnslu og hvort hann beiti dreifisáningu eða noti sáningarvél við sáninguna. Einnig gæti áburðarkostnaður lækkað töluvert ef lífrænn áburður kemur í stað þess tilbúna.

Tölurnar í töflunni eru unnar úr samantekt kostnaðar sem miðast við sáningu árána 2008, 2009 og 2010. Til að tryggja samanburð er hér notuð erlend mynt sem með auðveldri margföldun getur verið mynt hvaða lands sem er.

8.3.3 Framleiðslubúnaður

Til framleiðslubúnaðar bíódísils teljast aðallega pressubúnaður og umestrunar-búnaður. Að auki koma ýmis tæki og tól eins og trekt, geymslutankar og fleira. Pressubúnaðurinn samanstendur af einni pressu eða fleirum og síubúnaði sem annað hvort getur verið með pokasíum eða plötusíum. Við minni framleiðslu er hagkvæmara að nota pokasíur en verð á hverjum viðeigandi poka er um 5 evrur. Ekki er þó ráðlegt að sía meira en 50 lítra af olíu í gegnum hvern poka og má því gera ráð fyrir um 25 pokum til þess að sía olíuna af einum hektara.

Olíupressur eru valdar eftir því hve uppskeran er mikil og hve mörg kg af fræjum pressan getur pressað á hverri klukkustund. Er þá annað hvort miðað við eitt þúsund gagn tíma pressunar á ári eða 7.500 gagn tíma á þeim tíma. Pressur geta í raun gengið allan sólarhringinn í að minnsta kosti þrjár vikur í senn. Eftir það þarf að hreinsa þær og far yfir þær. Eitt þúsund gagn tímar eru miðaðir við gagnkeyrslu í átta tíma á sólarhring og í 125 daga á ári. Ef pressan á aftur á móti að geta gengið í 7.500 gagn tíma þarf að miða við stöðuga 24 tíma keyrslu í þrjár vikur og

Þá er alls miðað við 315 vinnudaga á ári. Þetta er mikil keyrsla og á vissan hátt óraunhæft að ganga út frá henni þegar um minni framleiðslu er að ræða. Þá er vitað að sumir bændur í Þýskalandi, sem nota minnstu gerð af pressu, keyra hana í 15 – 20 tíma á dag og það í um 200 daga á ári. Slík afköst geta samsvarað fræuppskeru af 5 hekturum. Ef hver hektari gefur eitt tonn af olíu og tvö tonn af hrati (fóðurmjöli) þá er hér um að ræða árlega framleiðslu á fimm tonnum af olíu.

Olíupressur

Nr.	Afköst kg/klst.	Fræpressun		Fræpressun		Kostnaður Evrur € / stk
		1.000 tímar/ári		7.500 tímar/ári		
		tonn	hektarar	tonn	hektarar	
1	5	5	1	37	12	3.600
2	25	25	8	185	60	8.500
3	50	50	16	375	125	11.900
4	100	100	30	750	250	21.500
5	500	500	165	3.750	1.250	67.500
6	1.000	1.000	335	7.500	2.500	147.000
7	1.800	1.800	600	13.500	4.500	300.000

Verð og afköst eru fengin frá framleiðendum. Kostnaður er pressan ein og sér frá framleiðanda

Plötusíur eru mun afkastameiri en pokasíur. Því er æskilegt að miða við plötusíu þegar olíuframleiðslan er meiri en 10 lítrar á klukkustund en það er á engan hátt endanlegt viðmið og ræðst hér hvernig framleiðandi vill haga sinni framleiðslu. Til eru margar gerðir af plötusíum og þær þarf að tengja við þrýstiloft og því þarf loftpressa að fylgja plötusíunni og í töflunni hér að neðan er gert ráð fyrir slíku í stærri plötusíunum því þá þarf svo stórar loftpressur að þær eru vart í eigu manna sem þó eiga slík tæki nú þegar.

Í töflunni hér að neðan eru afköst plötusíunar miðuð við lítra á klukkustund. Eðlismassi repjuolíunnar er um 935 kg/m³ og samsvara því 10 lítrar 9,35 kg. Einn lítri af olíu samsvarar því rétt tæplega 3 kg af fræjum og eitt tonn af olíu samsvarar einum hektara ræktaðs lands. Kostnaðarverð plötusíunnar er beint frá verksmiðju erlends framleiðenda.

Plötusíur

Nr.	Afköst lítrar/klst.	Pressun fræja		Ræktarland		Kostnaður Evrur € / stk.
		tonn/ári		hektarar		
		frá	að	frá	að	
1	10	25	185	5	60	4.000
2	20	50	375	15	125	9.000
3	40	100	750	25	250	16.000
4	90	250	1.875	75	600	17.500
5	140	400	3.000	125	1.000	20.500
6	300	850	6.375	275	2.000	33.600
7	450	1.300	9.750	425	3.000	42.500

Pressun fræja miðast við frá 1.000 gangtímum á ári að 7.500 gangtímum á ári olíupressu.

Við samantekt á heildarkostnaði pressukerfis er miðað við kostnaðartölur frá erlendum framleiðendum hvað varðar pressur og plötusíur. Ef heildarverð á að miðast við uppsettan búnað, á einfaldan hátt, verður að bæta við öðrum kostnaði eins og flutningi frá verksmiðju að dyrum kaupanda, kostnaði við mögulegan tilfallandi aukabúnað, uppsetningu búnaðar og annan tilfallandi aukakostnað.

Heildarkostnaður pressukerfis

Nr.	Ræktun		Olúpressa	Plötusía	Annað	Verð
	hektarar		Evrur	Evrur	Evrur	Evrur
	frá	að	€/stk.	€/stk.	€/stk.	€/stk.
1	1	10	3.600	4.000	2.400	9.500
2	10	50	8.500	9.000	3.500	21.000
3	50	100	11.900	16.000	4.600	32.500
4	100	250	21.500	17.500	6.000	45.000
5	250	1.000	67.500	20.500	9.500	97.500
6	1.000	2.000	147.000	33.600	14.400	195.000
7	2.000	3.000	300.000	42.500	22.500	365.000

Heildarkostnaður er miðaður við stærstu plötusíuna.

Þegar heildarkostnaður pressukerfis er skoðaður með lægri kostnaðartölu í huga þá þarf ekki alltaf stærsta plötusían að vera nauðsynleg við olúpressunina. Í mörgum tilfellum getur ódýrari plötusía komið vel til greina sem valkostur við olúpressunina eða jafnvel pokasía ef slíkt myndi teljast ásættanlegt miðað við lítið magn. Ef kostnaður við pokasíur á hvern hektara eru um 125 evrur þá er ódýrasta plötusían að borga sig upp á rúmum 40 árum ef um eins hektara ræktun væri að ræða en um 4 ár ef olúpressan væri fullnýtt á 12 hektara.

Ef skoðaður er valkosturinn sem pokasían er við plötusíunina og þá miðað við minnstu afkastagetu við olúpressunina, sem er hér 5 kg/klst., og síðan tíu sinnum meiri afkastagetu (50 kg/klst) myndi heildarkostnaðurinn miðað við ræktun og tvo mismunandi gangtíma olúpressu og 10 ára notkun á síupokum líta eftirfarandi út.

Nr.	Ræktun	Olúpressa	Pokasíur	Annað	Heildarverð
	hektarar	Evrur, €	Evrur, €	Evrur, €	Evrur, €
1	1	3.600	1.250	850	5.700
2	5	3.600	6.250	850	10.700
3	15	11.900	18.750	1.250	31.900
4	50	11.900	62.500	1.250	75.650

Hér er gott dæmi fyrir litla framleiðslu þar sem líftími búnaðarinn er 10 ár og pressun og síun olíunnar er allt frá einum hektara að fimmtíu hekturum. Hér er mismunurinn við einn hektara ræktaðs lands um 40% pokasíunum í vil og tæp 45% plötusíunni í vil ef miðað er við 50 hektara.

Framleiðslubúnaður bíódísils, sem nefndur er umestrarbúnaður, samanstendur í raun af tankakerfi þar sem nauðsynlegum efnum eins og metanóli og sóða er blandað í heita jurtaolíuna. Einnig er þar vöskunarkerfi sem hreinsar síðustu leifarnar af metanóli og sóða úr bíódísilolíunni og síðan eru tankar þar sem tilbúinn bíódísill er hafður til geymslu og til notkunar.

Hægt er að framleiða bíódísilbúnað í svo til öllum stærðum, en fyrirtæki sem sérhæfa sig í framleiðslu umestrarbúnaðar bjóða ekki upp á minni búnað en samsvarar framleiðslu á 500 tonnum af bíódísil á ári en það jafngildir ræktun repju á um 500 hekturum lands. Umestrarbúnaður Siglingastofnunar getur mest framleitt um 300 tonn á ári af bíódísil en að meðaltali mætti reikna með að búnaðurinn gæti auðveldlega skilað 200 tonnum árlega.

Erlendir framleiðendur bjóða upp á umestrarbúnað sem er í sérsmíðuðum gámum, þar sem geymslutankarnir eru fyrir utan gáminn, frá 500 tonna árlegri framleiðslugetu að 3.500 tonnum. Þau verð sem framleiðendur gefa upp á framleiðslubúnaðinum eru afar mismunandi enda eru einingarnar missjálfrávikar og mismikill aukabúnaður, eins og til dæmis geymslutankar, fylgir með. Er hér verið að tala um verð fyrir 500 til 3.500 tonna afkastagetu frá 250 þúsund evrum að tveimur miljónum evra og eru verð hér miðuð við afgreiðslu frá framleiðanda. Eftir er að flytja búnaðinn til landsins og setja hann upp í hentugu húsnæði.

Sem dæmi má nefna að umestrarbúnaður Siglingastofnunar og kínverska pressan kostuðu innan við 20 þúsund evrur. Pressan var flutt inn til landsins og sett saman hér á landi en umestrarbúnaðurinn var alfarið framleiddur hér og að hluta smíðaður úr notuðum hlutum sem þó hentuðu vel til búnaðarins. Það sýnir að vel er hægt að framleiða umestrarbúnað héraðs og eflaust mun stærri og fullkonnari en búnað Siglingastofnunar. Einnig eru margir aðilar héraðs fullfærir um uppsetningu umestrarbúnaðar en dæmi um slíkt eru til dæmis bíódísilverksmiðjur í Reykjavík og á Akureyri og pólýólverksmiðjan í Hafnarfirði, en sú verksmiðja er afar fullkomin og svo til algerlega sjálfvirk hvað varðar framleiðslu á pólýól og eða bíódísil. Því miður er sú verksmiðja ekki í gangi í dag.

8.3.4 Húsnæði

Húsnæði og nánasta umhverfi bíódísilverksmiðju þarf að standast kröfur og staðla um slíka framleiðslu¹. Líklegt er að í sveitum landsins sé allvíða að finna hús sem geta hentað fyrir framleiðslu í smáum stíl en henni mætti jafnvel koma fyrir í bílskúrum eða skemmum. Ef framleiðslan er hugsuð í miklu magni er ekki óalgengt að kaup á hentugu húsnæði eða jafnvel nýbygging þess sé besti og ódýrasti kosturinn ef til lengri tíma er litið.

Að finna út kostnaðartölur fyrir húsnæði undir bíódísilframleiðslu er afar erfitt enda um mjög mismunandi valkosti húsnæðis að ræða. Að öllum líkindum þyrfti að gera slíkt húsnæði upp frá grunni til að það myndi henta til framleiðslu á

¹ Biodieselnorm DIN EN 14214. Petrotech. Global Trade Company.

bíódísil sem og þeim og mæta þeim gæðakröfum í stöðlum um húsnæði og umhverfi sem þarf að uppfylla. Miðað við iðnaðarhúsnæði sem er á boðstólum í dag og henta myndi til dæmis verksmiðju sem framleiddi 1.000 tonn af bíódísil á ári mætti reikna með um 350.000 evrum sem kaupverði og 150.000 evrum til að koma húnæðinu í það ástand sem krafist er fyrir slíka framleiðslu.

Einn möguleikinn er að leigja húsnæði ef hentugt húsnæði býðst. Fyrirtækið N1 hefur sýnt þessu verkefni mikinn áhuga og bent á húsnæði á Hvolsvelli í eigu fyrirtækisins. Við Háskólann í Reykjavík var gerð viðskiptaáætlun þar sem miðað var við framleiðslu á 1.000 tonnum af bíódísil í því húsnæði ásamt kostnaðar- og innkomuliðum. Helstu niðurstöður þessa verkefnis eru að fjárfesting alls búnaðar næmi um 650 þúsund evrum og leiga húsnæðis reiknaðist á 7.500 evrum á mánuði. Rekstraráætlun verkefnisins sýndi að eftir þrjú til fjögur færi verksmiðjan að skila hagnaði¹.

8.3.5 Framleiðsla og dreifing

Í bíódísilverksmiðju má framleiða úr repjuolíu bíódísil, matarolíu, fóðurmjöl og glýseról. Allar þessar einingar eru verðmætar og nota má þær í marga nýtsama hluti. Meira að segja hálminum, sem skilinn er eftir á akrinum eftir þreskingu, má umbreyta í margar verðmætar afurðir.

Framleiðsla og notagildi repjuurtarinnar

Repjuolía	Fóðurmjöl (hrat)	Glýseról	Hálmur
- bíódísill	- nautgripir	- sápur	- hitagjafi
- matarolía	- svín	- húðkrem	- spænir undir dýr
- nuddolía	- hænsni	- smyrli	- etanólgerjun
- lampaolía	- búfé	- sykurgerjun	- metanólgerjun
- dreifiefni í malbik	- eldisfiskar	- sprengiefni	- áburður
- húskyndingarolía	- áburður	- áburður	
- pólýól			

Framleiðslukostnaður bíódísils er hér mestur. Bíódísilsbúnaðurinn er oftast nefndur umestrarbúnaður en hann breytir repjuolíunni í bíódísil og aukaafurðin er glýseról. Búnaðurinn þarf til dæmis minnst þrjá tanka, dælur við hvern og hitunarbúnað. Einnig þarf hér töluvert af metanóli og fer verð þess eftir því hve mikið af því er keypt inn í einu. Fjárfestingakostnaðurinn fer eftir stærð búnaðarins en hleypur á miljónum.

Framleiðslan á jurtaolíunni fer fram í olíu- og síunarpresubúnaðinum. Eftir pressunina og síun er olían tilbúin til notkunar, til dæmis sem matarolíu, en einungis bíódísillinn og pólýólíð þurfa auka vinnslu til að verða að lokaafurð. Ef um er að ræða einungis framleiðslu á jurtaolíu er kostnaðurinn í samræmi við magnið og getu þess búnaðar sem fjárfest var í.

¹ Andri Þór Arinbjörnsson, Ármann Halldórsson, Bergmundur Elvarsson, Elfar Fannar Guðjónsson; 2009: „Líforka – viðskiptaáætlun“. Rekstur, stjórnun og nýsköpun, AT-1003. Háskólinn í Reykjavík 2009.

Repjuhratinu er pakkað í sérstaka poka og gefið húsdýrum sem íblöndun í heilfóður. Hratið er aukaafurð og því framleiðslukostnaður í lágmarki. Einungis þökkun, geymsla og dreifing koma hér inn sem kostnaðarliðir.

Glýserólið er aukaafurð umestrunar jurtaolíunnar yfir í bíódísil. Hér er kostnaður tengdur umbúðum, geymslu og dreifingu. Yfirleitt er glýserólið ekki unnið í aðrar afurðir því búnaður til þess er dýr og samkeppni mikil á markaði. Því er glýserólið eimað og síðan selt óunnið sem hráefni í aðrar afurðir.

Hálmurinn er eign þess sem ræktar repjuna. Hann er í raun aukaafurð og oftast notaður sem áburður með því að plægja hann ofan í jörðina eða selja hann sem áburð fyrir aðra ræktun. Kostnaður hér er plægingin eða rúllun sem og dreifing.

8.3.6 Annar tilfallandi kostnaður

Margur annar kostnaður fellur á framleiðsluna. Má þar nefna fyrst raforku sem er nauðsynleg til að keyra framleiðsluna með sínum helstu tækjum. Orkuþörf flestra tækja er þekkt en við bætist raforkunotkun færribanda, ljós og jafnvel hita. Þau útgjöld hljóta alltaf að ráðast af aðstæðum. Hvað raforkukostnað varðar ætti að vera unnt að áætla hann til dæmis sem árlega raforkunotkun og reikna út kostnað við þennan þátt út frá gjaldskrá orkusalans.

Umbúðakostnaður er annars vegar vegna tanka þar sem bíódísilolían er geymd þar til kaupandi tekur við henni og umbúðir undir matarolíu sem verður að vera í dökkum glerflöskum, tankar undir glýseról og tankar undir jurtaolíu sem ekki fer til mannelis.

Vinnuaflospörf verður lítil ef gert er ráð fyrir að vinnsluferlið verði sjálfvirkt. Sjálfvirkt vinnsluferli er yfirleitt við stórar einingar. Við minni einingar er heldur ekki mikil vinnuaflospörf. Sú vinna sem innt er af hendi fyrir bæði stórar og minni einingar fer einkum fram við eftirlit, viðhald og umhirðu, átöppun og afgreiðslu.

8.3.7 Samantekt

Við samantekt kostnaðar verður að meta hve mikið er ætlað að framleiða. Ef tekið er mið af verksmiðju sem framleiðir 1.000 tonn af bíódísil og verksmiðju sem framleiðir 100.000 tonn myndi fjárfestingarkostnaður liggja á bilinu 650.000 evrum að 30 miljónum evra. Ef farið er af stað í minni skrefum gæti byrjunarfjárfesting legið í 200.000 evrum. Sé farið af stað með sem einfaldastan búnað getur fjárfestingin verið enn minni.

Skoða verður einnig að bíódísilframleiðsla er tiltölulega ný fjöldaframleiðsla. Í raun mætti líkja umestrunarbúnaðnum við eins konar olíuhreinsunarstöð sem ekki hefur náð sömu þróun í tækni og uppsetningu eins og stöðvar sem hreinsa jarðdísil. Ætla má því að í framtíðinni verði umestrunarbúnaðurinn frekar dýr í

innkaupum fyrst í stað en með tíð og tíma gæti verð á honum lækkað þegar fjöldaframleiðsla og markaðsaukning hefur átt sér stað.

Ef upp verða settar stórar verksmiðjur þá má flytja inn repjufræin sem ekki myndi nást að framleiða hérlendis. Mikið magn í innkaupum gefur betri verð. Því er engin fyrirstaða fyrir því að slík verksmiðja gæti dafnað hér á landi og framleitt alla þá dísilolíu sem til dæmis íslenski skipaflotinn notar árlega.

8.4 Innkoma og markaðsgreining

8.4.1 Almennt

Eins og á við um kostnað við framleiðslu repjufræja í til olúframleiðslu er erfitt að leggja mat á innkomu framleiðslunnar. Hér eru fleiri óvissuþættir en hvað varðar kostnaðinn. Einn sá helsti er og verður skattlagning opinberra aðila á bíódísil. Sala á jarðdísil gefur miklar tekjur í ríkissjóð vegna þeirrar álagningar sem jarðdísill verður fyrir og þá sérstaklega eldsneyti á bifreiðar. Skattlagning til skipaflotans er minni og því ætti bíódísill að vera á samkeppnishæfur á þeim vettvangi. Erlendis er skattlagningu bíódísils mjög misjafnlega farið og erfitt að átta sig á hvað stjórnvöld þar ætla sér með þessa framleiðslu í framtíðinni hvað skattlagningu varðar. Þó hefur framleiðslan margfaldast í síðustu tíu árum og bíódísill fer að verða sterkur valkostur við jarðdísil hvort sem um er að ræða bifreiðar eða skip.

Gera verður þó ráð fyrir að jarðdísill verði í næstu framtíð ódýrari en bíódísill. Markaðsyferráð jarðdísils eru enn það mikil að bíódísillinn getur einungis fylgt eftir heimsmarkaðsverði á jarðdísil, það staðfestist af verðþróun hinna síðari ára.

Ef sett yrði á stofn hér á landi stór verksmiðja til framleiðslu á bíódísil sem annað gæti þörf fiskiskipaflotans ætti hagkvæmni slíkrar verksmiðju að geta gengið upp vegna fjarlægðar landsins og umbunar vörunnar vegna sjálfbærni og umhverfissjónarmiða.

8.4.2 Aðferðir við markaðsetningu

Repjuolía og bíódísill framleiddur úr henni má telja á margan hátt sem gæðavöru. Repjuolían vegna þess hve heilsusamleg matvæli hún er og bíódísillinn vegna þess að hann mengar mun minna en jarðdísill og er að auki skilgreindur sem tvöföld kolefnisjöfnun. Því er hér um að ræða innlenda vöru, sem stenst öll gæði og eykur tekjur innanlands. Til að tryggja að þessi gæði vörunnar standist er eindregið mælt með gæðastýringu við framleiðsluna.

Við markaðsgreiningu þarf að taka tillit til ólíka kaupendahópa er snúa að jurtaolíunni og einsleitan kaupendahóp er varðar bíódísilinn en sá hópur yrðu þeir sem stjórna og reka útgerðir. Greiningin er því auðveld gagnvart bíódísil en flóknari gagnvart jurtaolíunni. Hér þarf að greina markaðinn niður í einingar eða

hópa fólks með sömu eða svipaðar þarfir og væntingar til olíunnar. Til að tryggja sem mestan arð af sölu olíunnar er raunhæft að beita mælanlegum og raunhæfum aðferðum sem miða að réttu marki.

Ef hugsað er til framtíðar er ætlast til að kaupendur á bíódísil séu litlar og stórar útgerðir. Um jurtaolíuna gegnir hér öðru máli. Hér þarf að leggja áherslu á hve holl hún er til neyslu. Hvað báðar þessar afurðir varðar þarf að benda á hversu mikils þeir meta að hún sé innlend vara¹.

8.4.3 Sala á afurðum repjunnar

Við sölu á afurðum repjunnar má nefna að einn hektari skilar rúmum 2 tonnum af fóðurmjöli sem nota má í stað fiskimjöls sem heilfóður fyrir húsdýr. Sparnaður bóndans er hér töluverður og má reikna sölu fóðurmjölsins sem hlutfall af þessum sparnaði og er miðað við upplýsingar frá bændum um þann kostnað. Fóðurmjölíð er gott próteinríkt fóður og hentar því vel fyrir skepnur og einnig eldisfiska.

Hver hektari repjuræktunar skilar um einu tonni af jurtaolíu eftir pressun fræja. Hrein og kaldpressuð repjuolía selst á markaði í Þýskalandi og Noregi á um 9 evrur lítrinn. Hér er reiknað með 2 evrum á lítrinn vegna þess að markaðsetningu er hér ekki lokið og óvíst hversu mikið fæst fyrir olíuna hérlendis. Þess vegna er óhætt að draga frá þessum lið hluta olíunnar sem getur verið önnur afurð. Betra þykir því að gera ráð fyrir minna verði en eflaust á verðið eftir að hækka þegar fram líða stundir og neytandinn hefur mótttekið vöruna sem heilsuvöru og innlenda framleiðslu.

Hálmur er um helmingur af lífmassa repjuakursins. Hver hektari skilar um þremur tonnum af hálmi eða stönglum sem nota má sem hitagjafa, spæni undir skepnur, gerja í etanol og metangas, áburð og fleira. Hér er reiknað með að hálmurinn fari í áburð jafnvel þótt aðrar afurðir gætu gefið meira af sér. Ástæðan er einnig sú að markaðssetning og aukin vinnsla úr hálminum er ekki langt á veg komin. Í framtíðinni ætti þessi afurð að vera dýrmætari.

Aðrar afurðir eru olía sem dreifiefni í malbik, nuddolía, húshitunarolía og fleira.

Innkoma við sölu á repjuolíu og afurðum hennar.

Innkomuliðir	Kostnaður
miðað er við einn hektara	Evrur (€)
Fóðurmjöl, tvö tonn	1.000
Jurtaolía, eitt tonn	2.000
Hálmur / stönglar, 3 tonn	250
Sala á öðrum afurðum	250
Alls innkoma	3.500
Innkomutölur er meðaltölur og geta verið breytilegar um 20% til og frá.	

¹ Krokstrop, Martin; Larsson, Mats:2007: „Produktionskostnad och marknadsföring av rapsolja.“ Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp 2007.

Taflan hér að ofan sýnir að með því að framleiða einungis matarolíu og afurðir tengdar henni getur ræktunin gefið af sér góða innkomu. Hér er aðeins miðað við einn hektara og má því sjá hver innkoman getur verið ef ræktað er í stærri stíl. Til að tryggja að vel fari þarf því að hugsa að markvissri markaðsetningu og einnig að gæðum vörunnar.

8.4.4 Sala á afurðum bíódísilsvinnslu

Innkoma fyrir sölu á bíódísil er óviss þar til stjórnvöld hafa ákveðið öll gjöld á afurðina. Á heimsmarkaði í Rotterdam er eitt tonn af bíódísil selt á um 790 evrur tonnið samkvæmt upplýsingum frá NI. Verð á glýseróli sem til verður við umestrunina er mjög breytilegt og stýrist af framboði og eftirspurn hverju sinni. Að meðaltali er reiknað með að tonnið seljist á milli 500 og 1.000 evrur og er hér varlega áætlað. Ef hver hektari gefur af sér eitt tonn af repjuolíu verður bíódísillinn svo til hinn sami eftir umestrunina eða um 950 - 980 kg og um 150 kg af glýseróli fellur til. Því skilar hektarinn um 750 evrum af bíódísil og milli 75 og 150 evrum fyrir glýserólið.

Ef framleiðslan væri eingöngu hugsuð sem framleiðsla á bíódísil þá myndu að auki koma afurðir eins og fóðurmjöl, hálmur og fleira sem hluti framleiðslunnar. Einnig ber að geta þess að eftirspurn eftir bíódísil er mun meiri en jurtaolíu einni og sér þannig að stærra umfang framleiðslu væri mun betur sniðið fyrir framleiðslu á bíódísil.

Innkoma við sölu á repjuolíu og afurðum hennar.

Innkomuliðir	Kostnaður
miðað er við einn hektara	Evrur (€)
Bíódísill, tæpt eitt tonn	750
Fóðurmjöl, tvö tonn	1.000
Hálmur / stönglar	250
Glýseról, 150 kg	100
Alls innkoma	2.100
Innkomutölur er meðaltölur og geta verið talsvert breytilegar. Öðrum liðum er sleppt.	

Ef til samanburðar væru skoðaðar innkomutölur fyrir verksmiðju sem framleiddi 1.000 tonn af bíódísil ásamt aukaafurðum gæti innkoman farið hátt í 2 miljónir evra árlega ef umfang framleiðslunnar væri frá pressun til bíódísils. Við þær aðstæður er reiknað með að einungis fræin séu afgreidd í verksmiðjuna og því fellur innkoma hálmsins á brott. Ein stærsta bíódísilverkmiðja í Evrópu er í nágrenni Óðinsvé í Danmörku. Í gegnum verkmiðjuna fara árlega um 180 þúsund tonn af repjufræjum sem pressuð eru í hrat og olíu en stór hluti olíunnar er umestraður í bíódísil. Við verkmiðjuna starfa 40 manns og umsetning hennar árið 2008 var 85 miljónir evra.

8.5 Niðurstöður og samantekt

8.5.1 Almennt

Hvað varðar niðurstöður og samantekt kemur upp sú spurning hvort hægt sé að gera grein fyrir nákvæmum kostnaði við að setja upp litla repjuolíuvinnslu hér á landi. Stærðirnar eru mjög mismunandi hvað varðar getu þeirra sem rækta og kannski einnig þeirra sem kaupa vildu af ræktendum fræin. Eflaust er hugsanlegt, og þá með tilliti til tekna af vinnslunni, að setja upp minni vinnslur í dreifbýli, þá bændabýli eða í kaupúnum, sem gæti annast olíuvinnslu af um 15 hekturum lands. Hugsanlega gætu hér 3 til 4 aðilar eða jafnvel fleiri tekið sig saman um slíkt verkefni. Tækjabúnaður til ræktunar og uppskeru myndi samnýtast, auðveldara væri með skiptiræktun, mannafla og húsnæði. Útkoman í þessu tilfelli væri örugglega mjög athyglisverð og vert að skoða.

Ef skoðaður er samanburður á kostnaði og innkomu miðað við hvern hektara ræktaðs lands kemur í ljós að repjuræktun á Íslandi getur verið afar arðbær fyrir bónda sem rækta myndi um 5 hektara lands. Miðað er við minnstu gerð af olíupressu og minnsta síubúnað. Hvað jurtolíuna varðar þá má nota hluta hennar sem íblöndun í jarðfísil sem tæki og tól búsin nota án þess að myndin skekkist.

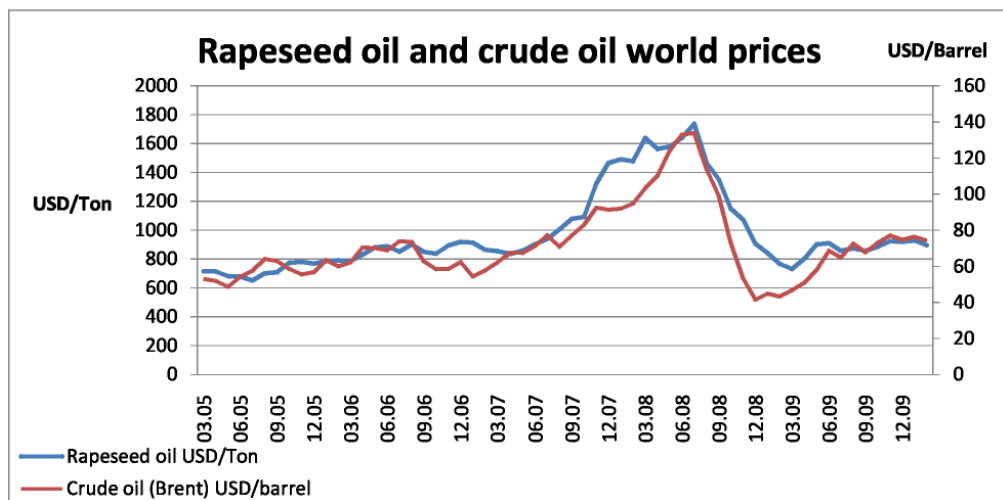
Kostnaðar- og innkomugreining við 5 hektara ræktun	Kostnaður
miðað er við 5 hektara ræktun	Evrur / á ári
KOSTNAÐUR	
Olíupressa, miðað við afskrift á 10 árum og 10% í viðhald á ári	400
Síubúnaður, miðað við afskrift á 10 árum og 10% í viðhald á ári	450
Húsnæði, leiga á ári, rafmagn og hiti	1.500
Jarðvinnsla, sáning og áburðardreifing	1.000
Áburður, 4 tonn	2.500
Fræ, 35 til 50 kg	250
Þresking	625
Annar kostnaður (þurrkun, hreinsun, pressun, vinnuafli o.fl.)	625
Alls kostnaður	7.350
INN KOMA	
Fóðurmjöl, 10 tonn	5.000
Jurtaolía, 5 tonn	10.000
Hálmur / stönglar, 15 tonn	1.250
Sala á öðrum afurðum	1.250
Alls innkoma	17.500
EFTIRSTÖÐVAR	
Mismunar kostnaðar og innkomu	10.150
Vextir af fjárfestingu (15%), ásamt kostnaði	-1.150
Skattar og opinber gjöld	-2.500
Annar kostnaður (óháður framleiðslu)	500
Alls hagnaður	6.500

Ef tekin yrði saman ofangreind framleiðsla fyrir 15 hektara væri pressubúnaður og búnaður til síunar olíunnar dýrari en samt þó ekki til að gera dæmið verra. Í því tilfalli, og miðað við þá aðferðafræði sem beitt er í tölunni hér að ofan, og að húsnæðið verði það sama en með auknum kostnaði við rafmagn og hita, myndi hagnaðurinn vera alls 22.700 evrur.

Mun flóknara er að gera kostnaðar- og innkomumat fyrir bíódísilverksmiðju og þyrfti hér aðra greinargerð til að gera því verkefni alvöru skil¹. Ef skoðaðar eru ritgerðir frá Háskólanum í Reykjavík þá sýna útkomur þar að framleiðsla á bíódísil hérlendis getur gefið góðan hagnað eftir nokkur ár. Vegna kostnaðar við búnað og tæki er jákvæður afrakstur lengur að skila sér. Einnig skipta kjör á lánamarkaði miklu sem og heimsmarkaðsverð á bíódísil².

8.5.3 Alþjóðlegt samhengi

Verð á jurtaolíu á heimsmarkaði hefur fylgt verði á hráolíu mjög hin síðustu ár. Gera má ráð fyrir að svo verði í framtíðinni enda um afurðir í samkeppni. Þar sem hráolían er markaðslega mun sterkari hefur verið á repjuolíu verið örlítið hærra.



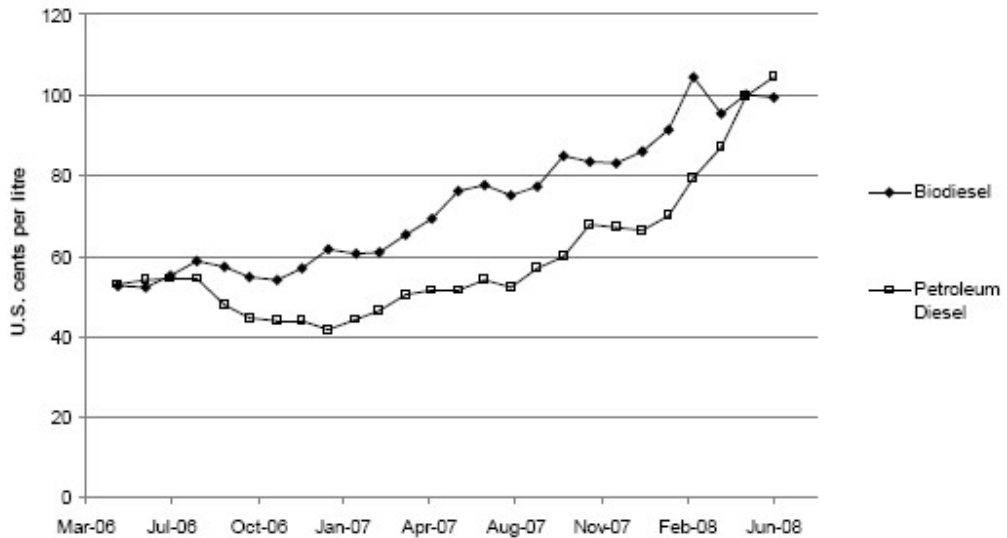
Heimsmarkaðsverð á hráolíu og repjuolíu hefur fylgst að hin síðari ári. Repjuolían er eilítið hærri í verði.

Heimsmarkaðsverð á bíódísil hefur hin síðari misseri fylgt verðinu á jarðdísil en verið heldur hærra. Gera má ráð fyrir að þessi þróun haldi áfram því jarðdísill er afar sterkur á markaðnum með margfalt meiri hlutdeild sem eldsneyti.

¹ Ármann Halldórsson; 2010: „Hönnun lífdísilverksmiðju á Holsvelli.“ Lokaritgerð í byggingatæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2010.

² Andrey A Rudkov, Jón Benediktsson, Krístrún Lilja Júlíusdóttir, Ragnhildur Reynisdóttir og Sigríður Einarsdóttir; 2010: „Is rapeseed oil production feasible in Iceland?“. MBA ritgerð við Háskólann í Reykjavík, 2010.

Með innleiðingu tilskipunar Evrópusambandsins 2009/30/EB um að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá eldsneyti hafa markaðsmöguleikar bíódísils aukist. Tilskipunin tryggir bíódísil sem íblöndunarefni í jarðdísil í allt að 10% á næstu árum og mælir tilskipunin fyrir að svo sé gert.



Verð á bíódísil hefur verið hærra en á jarðdísil en verð þessara afurða hafa verið að nágast

Með því að tryggja bíódísil sem íblöndun í jarðdísil er markaður fyrir bíódísil tryggður að því marki sem prósentan heimilar. Íblöndunarhlutfallið mun á næstu árum aukast þannig að bíódísill sem eldsneyti á bifreiðar er komið til að vera. Engar tilskipanir eru enn komnar fram um bíódísill sem eldsneytisgjafa fyrir skip en þær munu að líkindum koma þegar markaðshlutdeild bíódísils á dísilbílum hefur aukist.

Heimildaskrá

Íslenskt regluhverfi

Lög um samgönguáætlun nr. 33/2008.

Samgönguáætlun fyrir árin 2009 – 2012. (Lögð fyrir Alþingi á 138. löggjafarþingi 2009 – 2010).

Siglingamálaáætlun 2007 – 2010. Siglingastofnun. Apríl 2007.

Skýrsla Siglingastofnunar um framkvæmd samgönguáætlunar 2008. Siglingamálaáætlun. Apríl 2010.

Lög nr. 30/2008 um upprunaábyrgð á raforku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum o.fl.

Reglugerð nr. 560/2007 um fljótandi eldsneyti.

Reglugerð nr. 365/2008 um söfnun gagna um innflutning, geymslu og sölu á eldsneyti.

Reglugerð nr. 283/2005 um litun á gas- og dísilolíu.

Alþjóðasamþykktir og tilmæli

Yfirlitsskýrsla sendiráðs Íslands í Brussel, Janúar – júlí 2009.

Die aktuelle Biokraftstoff-Gesetzgebung. Union zur Förderung von Oel und Proteinpflanzen e.V., Claire-Waldorf-Straße 7, 10117 Berlin, Stand 01/07.

Commission Decision establishing a template for National Renewable Energy Action Plans under Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. Brussels, 30.06.2009.

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC.

Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the council of 23. April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emission and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC.

Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the council of 8. May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.

Development of reduction mechanisms, including their implementation. Consideration of elements needed to market mechanisms to reduce GHG emissions from international shipping. GHG-WG1/5/x 23. May 2008.

The European Environmental Bureau (EEB), The European Federation for Transport and Environment (T&B), Seas At Risk (SAR), The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain; 2004: „Air pollution from ships“. November 2004.

A mandatory CO₂ design index for new ships. Assigning an attained and a required design CO₂ index to a ship. GHG-WG 1/2/y 29. May 2008.

Preparation of IMO – Green House gas emission. Oslo 23 – 27. June 2008).

Leiðbeiningar

Öryggisleiðbeiningar – Vítissóti. Samkvæmt reglum Vinnueftirlitsins. Mjöll Frigg hf.

Öryggisleiðbeiningar – Metnaól. Samkvæmt reglum Vinnueftirlitsins. Skeljungur hf.

Öryggisleiðbeiningar – Rapeseed Oil. PREL Material safety data sheet.

Staðlar

Biodieselnorm DIN EN 14214. Petrotech. Global Trade Cpmpany.

Blaðagreinar og fyrirlestrar

Effiziento; 2010:

„Fossile Energie – Bio-Kraft aus der Vergangenheit.“
www.effiziento.de/fossile_energie.html. 30. september 2010.

Meijer, Hans; 2007:

„Ships air emissions.“
EU policy to reduce emissions from ships. Presentation EFTA Brussels 11. December 2007. DG Environment.

Pálmi Stefánsson; 2008:

„Verður eldsneytisframleiðsla heimilisiðnaður til sveita.“
Morgunblaðið 10. september 2008.

Skips-Revyen; 2008:

„Forsøk med biodiesel på ferger.“
Skips-Revyen, Nr. 6/2008 – Desember 2008.

Haimowitch, Steven; 1993:

„Ethanol knocks on wood.“
Chemical Engineering / September, 1993.

Emil Ragnarsson; 2006:

„Orkunotkun og orkubúskapur fiskiskipa“.
Fyrirlestur á Orkuþingi 12 og 13. október 2006.

Kelvin Bullis; 2007:

„BP's Bet on Butanol.“
Technology Review. Tuesday, March 27, 2007.

White, Liz; 2006:

„Renewable polyols gain ground as petrochemicals prices keep rising.“
Urethanes Technology, August/September 2006.

Blöðungar

Biodiesel Myths Busted. National Biodiesel Board.

EBB – European Biodiesel Board.

Biodisel – Lífræn dísilolía. N1.

Fakta om olje – Norsk Hydros Småskrifter.

Greinargerðir og skýrslur

Ageratec Biodiesel Solution; 2009:

„Ageratec Biodiesel Processor.“
Product sheet PE3000. 2009

Ageratec Biodiesel Solution; 2009:

„Biodiesel solution for the future.“
Ageratec, 2009

Europa; 2008:

„Strategy to reduce atmospheric emission from seagoing ships.“
Activities of the European Union, 2008.

- May – Knowledge Database; 2007:
„Biodiesel, Herstellung, Fakten.“
G. Thömmes M. May Industrievertretungen GmbH & Co.KG, A-2380
Perchtoldsdorf. Juli 2007.
- Nachwachsende Rohstoffe; 2006:
„Basisinformationen zu BtL-Kraftstoffen.“
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Mai 2006
- Richter, G.; Graf, T.; Reinhold, G.; 2008:
„Betriebswirtschaftliche Betrachtung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung.“
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt. Jena 2008.
- Spiegel Special; 2007:
„Neue Energien.“
Wege aus der Klimakatastrophe. Nr. 1/2007, 2007.
- Søfartssyrelsen; 2007:
„Maritim energi- og miljøteknologi som spidskompetence.“
Forsknings-, udviklings- og innovationsplatform for Det Blå Danmark. November
2007.
- Orkuspánefnd; 2008:
„Eldsneytisspá 2008 – 2050.“
Orkustofnun 2008.
- Samgönguráðuneytið, 2009:
„Losun koltvísýrings (CO₂) í siglingum.“
Áfangaskýrsla stýrihóps um losun koltvísýrings (CO₂) í siglingum. Febrúar 2009.
- TFZ-Technologie und Förderzentrum; 2010:
„BTL-Kraftstoffe.“
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Fosten 2010.

Fræðigreinar

- Ágústa Loftsdóttir; 2007:
„Vistvæn eldsneyti.“
Orkustofnun. Árbók VFT / TFÍ, 2007.
- Björgvin Friðbjarnarson; 2010:
„Bílar framtíðarinnar“.
Lokaverkefni við Umhverfis- og orkubraut. Háskólinn á Akureyri, viðskipta- og
raunvísindadeild. 2009 – 2010.

- Boerrigter, Harold; 2006:
„Economy of Biomass-to-Liquids (BtL) plants.“ An engineering assessment.
Energy research Centre of the Netherlands (ECN). May 2006.
- Bugge, Jacob; 2000:
„Energibalace og CO₂-Balance.“
Nordvestysk Folkecenter for Vedvarende Energi, 2000.
- Einar Einarsson; 2007;
„Greinasafn“.
Náttúran. natturan.is, 2006 – 2007.
- Emil Ragnarsson; 2006:
„Orkubúskapur vinnslutogara – rannsókn á togurum Granda.“
Ægir 99(1), bls. 36 – 38, fyrri hluti og Ægir 99(2), bls. 48-51, seinni hluti
- Emil Ragnarsson; 2007.:
„Orkuspar“.
Smíði togarahermis með tilliti til orkuhagkvæmni. Árbók VFT / TFÍ, 2007.
- Hermann Þórðarsón; 2010:
„Pólýól.“
Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 11/2010. Óbirt.
- Jón Bernóðusson; 2009:
„Pressun á dönskum repjuólúfræjum í Siglingastofnun Íslands 16. – 21. janúar 2009.“
Rannsókn- og þróunarvið Siglingastofnunar Íslands, 2009.
- Jón Bernóðusson, Pálmi Stefánsson, Guðbjartur Einarsson, Ásgeir Valhjálmsson; 2009:
„Hugmyndir um framleiðsluferla á bíódísil úr vetrarrepju á Íslandi.“
Siglingastofnun Íslands, 2009.
- Körbitz, Werner; 2002:
„New Trends in Developing Biodiesel World-wide.“
Austrian Biofuels Institute, 2002.
- Krokstrop, Martin; Larsson, Mats; 2007:
„Produktionskostnad och marknadsföring av rapsolja.“
Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp 2007.
- Maegaard, Preben; 2004:
„Plantolie skal reserveres til mobile formål.“
Nordvestjysk Folkcenter for Vedvarende Energie, 2004.

Niels Sveinsson, Sævar Birgisson, Sveina María Másdóttir; 2010:
„Overview of sustainable energy systems.“
Reyst February, 2010.

Ólafur Ingi Sigurgeirsson, Jón Árnason, Helgi Thorarensen, Aðalheiður Ólafsdóttir; 2008:
„Plöntumjöl í stað fiskimjöls í fóðri fyrir bleikju af matfiskstærð.“
Lokaskýrsla til AVS-rannsóknasjóðs. Verkefni nr.: R031-08, 2008.

Pálmi Stefánsson; 2010:
„Efnafræði orkugjafa“.
Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.

Bækur, safnrit og ritgerðir

Andrey A Rudkov, Jón Benediktsson, Kristrún Lilja Júlíusdóttir, Ragnhildur Reynisdóttir og Sigríður Einarsdóttir; 2010:
„Is rapeseed oil production feasible in Iceland?“
MBA ritgerð við Háskólann í Reykjavík, 2010.

Andri Þór Arinbjörnsson, Ármann Halldórsson, Bergmundur Elvarsson, Elfar Fannar Guðjónsson; 2009:
„Líforka – viðskiptaáætlun“.
Rekstur, stjórnun og nýsköpun, AT-1003. Háskólinn í Reykjavík 2009.

Ármann Halldórsson; 2010: „Hönnun lífdísilsverksmiðju á Holsvelli.“ Lokaritgerð í byggingatækni-fræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2010.

Geitmann, Sven, 2008:
„Alternative Kraftstoffe.“
Womit fahre ich am Besten? Hydrogeit Verlag, 2008.

Geitmann, Sven; 2005:
„Erneuerbare Energien und alternative Kraftstoffe.“
Mit neuer Energie in die Zukunft. Hydrogeit Verlag, 2005.

Gunnarson, Albin; 2008:
„Háll huvudet kallt och tröskan på logen.“
Svensk Frötidning, 3/2008.

Holtgreve, Winfried; 2010:
„Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island.“
Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

- Hjörvar Halldórsson; 2004:
„Kornþurrkun.“
Lokaritgerð í véltæknifræði við Tækniháskóla Íslands, 2004.
- Jónatan Hermannsson; 2006:
„Bygg í sáðskiptum“.
Landbúnaðarháskóli Íslands, Keltnaholti. Fræðaðing landbúnaarins 2006.
- Lundin, Gunnar; 2008:
„Långa skärbord ökar vinsten.“
Svensk Frötidning, 2/2008.
- Kristján Finnur Sæmundsson; 2009:
„Framleiðsla á lífdísil á Íslandi.“
Lokaritgerð í vél- og orkutæknifræði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík, 2009.
- Opdal, Olav Andreas; Hojem, Johannes Fjell; 2007:
„Biofuels in ships.“
A project report and feasibility study into the use of biofuels in the Norwegian domestic fleet. Zero-Report – December 2007.
- Purcella, Gay; 2008:
„Do It Yourself Guide to Biodiesel.“
Your alternative fuel solution, Ulysses Press, 2008.
- Rammele, Edgar; Stotz, Karin; 2005:
„Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen.“
Technologie- und Förderzentrum, Staubing, 2005.
- Remmele, Edgar; 2009:
„Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen.“
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2009.
- Þorsteinn Ingi Sigfússon; 2008:
„Dögun vetnisaldar.“
Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík 2008.
- Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009:
„Ræktun á repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgræðslu.“
Rit LbhÍ nr. 24. Landbúnaðarháskóli Íslands, 2009.
-

Efni af veraldarvefnum

<http://www.agriserve.de/Pflanzenheizungen-Allgemeines.html>

<http://www.croplandbiodiesel.com/biodiesel-process.html>

http://www.croplandbiodiesel.com/faq.html#how_much_oil_out

<http://egeskovbioenergi.dk/en/rapeseed-oil-oil>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Canola>

http://www.ethanolproducer.com/article-print.jsp?article_id=5671

http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_300-rapsoelkraftstoff_2009b.pdf

<http://www.make-biodiesel.org/tsabrecipes/>

<http://www.marinelink.com/News/Article/Maersk-Lloyd-s-Register-Test-Bio-Fuels/333529.aspx>

<http://www.ebb-eu.org/>

http://www.landogsaga.is/section.php?id=9&id_art=1277

<http://www.tc.gc.ca/eng/innovation/tdc-summary-13700-13788e-718.htm>

<https://springerlink3.metapress.com/content/vq353jj88806xv3q/resource-secured/?target=fulltext.pdf&sid=twmzlii4ckgmiw55111233bz&sh=www.springerlink.com>

http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_efficiency

http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion

http://www.medizinauskunft.de/artikel/gesund/Tipps/1732_mediterran.php

http://www.doktor.is/index.php?option=com_d-greinar&do=view_grein&Itemid=40&id_grein=300

<http://www.icis.com/blogs/green-chemicals/2010/06/>

<http://green.autoblog.com/2007/07/11/fords-bio-foam-and-bio-plastics-plants-arent-just-for-fuel-an/>

<http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=1840>

Viðauki um vegferð verkefnisins

Fyrstu skrefin í tilraunum á keyrslu á bíódísil á vegum Siglingastofnunar Íslands voru keyrsla á Volvo Penta vél Vélaskólans vorið 2008. Siglingastofnun fékk bíódísil gefins til tilraunanna frá fyrirtækinu N1 sem selur og dreifir eldsneyti hér á landi.

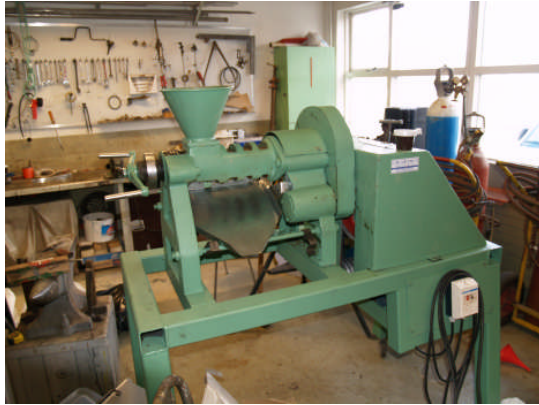


Volvo Penta vélin í Vélaskólanum



Nemendur Vélaskólans keyrðu vélina á bíódísil

Næstu skref voru að eignast olíupressu til að pressa í Siglingastofnun dönsk og síðan íslensk repjufra. Olíupressan er kínverskrar gerðar.



Kínversk olíupressa Siglingastofnunar



Kínverska pressan í fullum gangi



Heitri jurtaolíu blandað í metaól og sóða upplausn

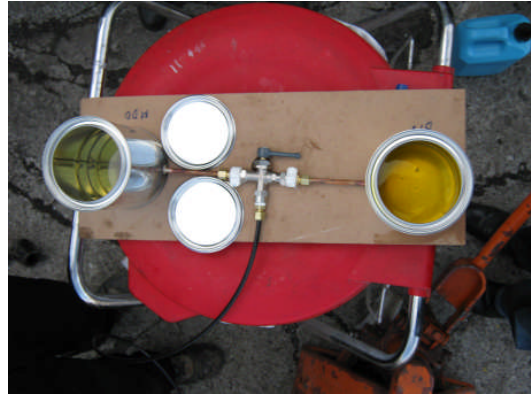


Kristján Möller samgönguráðherra fær afhentan íslenskan bíódísil framleiddan í Siglingastofnun

Í framhaldinu var bíódísill settur á vél í eigu Siglingastofnunar og var vélin keyrð á íslenskum bíódísil á vandræða.



Vélin undirbúin fyrir keyrslu á bíódísil



Velja mátti milli á bíódísil eða jarðdísil á vélna



Vélin sett af stað með bíódísil



Vélin keyrir á bíódísil

Tilraunir með að rækta repjuna hérlendis fóru af stað vorið 2008. Valdir voru staðir til ræktunar víðsvegar um landið. Á fyrsta ári rannsóknarverkefnis um repjuræktun á Íslandi voru 9 staðir á landinu valdir til ræktunar og eru þeir merktir á kostið.



Ræktunarstaðir repju 2008 - 2009

Tilraunaverkefnið um ræktun á repju og nepju hér á landi tókst afar vel 2008 til 2009. Ákveðið var að halda tilraunaverkefninu áfram sem og var gert.



Porvaldseyri vorið 2009



Ólafi bónda á Porvaldseyri afhent fyrsta olían úr pressuðum fræjum af hans eigin akri.



Ósar sumarið 2009



Möðruvellir vorið 2009



Skógsandur vorið 2009



Brautarholt sumarið 2009



Böðvarsholt á Snæfellsnesi haustið 2010



Nesjavellir haustið 2010



Vík í Mýrdal haustið 2010



Þorvaldseyri haustið 2010

Pólýól verksmiðjan í Hafnarfirði er afar fullkomin verksmiðja. Pólýólíð er notað meðal annars til að framleiða alls kyns náttúruleg plastefni. Repjuólía er mjög hentugt hráefni til framleiðslu á pólýól.



Inntökugeymir og fleira



Geymir með hitunarspíral. Olían er hituð í 180°C



Pólýólverksmiðjan er sjálfvirk framleiðslueining



Hvatageymar pólýólverksmiðjunnar

Emmelev við Óðinsvé í Danmörku er stærsta bíódísilverksmiðja þar í landi. Árlega fara í gegnum verksmiðjuna um 180 þúsund tonn af repjufraejum sem gefa um 60 þúsund tonn af olíu og um 120 þúsund tonn af hrati (fóðurmjöli). Velta verksmiðjunnar eru tæpar 85 miljónir evra á ári. Starfsmaður Siglingastofnun heimsótti fyrirtækið og fékk þar dýrmætar upplýsingar um vinnsluferla, framleiðsluvörurnar og markaðssetningu þeirra.



Geymsla fyrir nýframleiddan bíódísil



Geymsla fyrir tilbúinn bíódísil

Búnaður til að framleiða bíódísil geta verið mismunandi að stærð og framleiðslugetu.

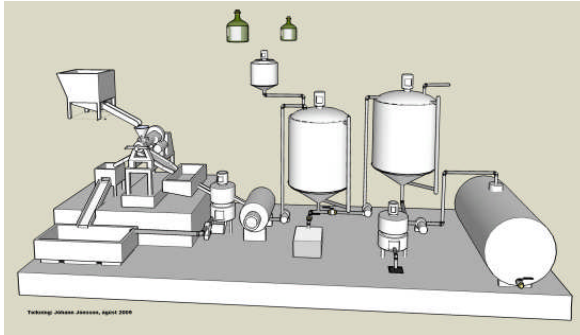


Lítill sjálfvirk verksmiðja fyrir bíódísil

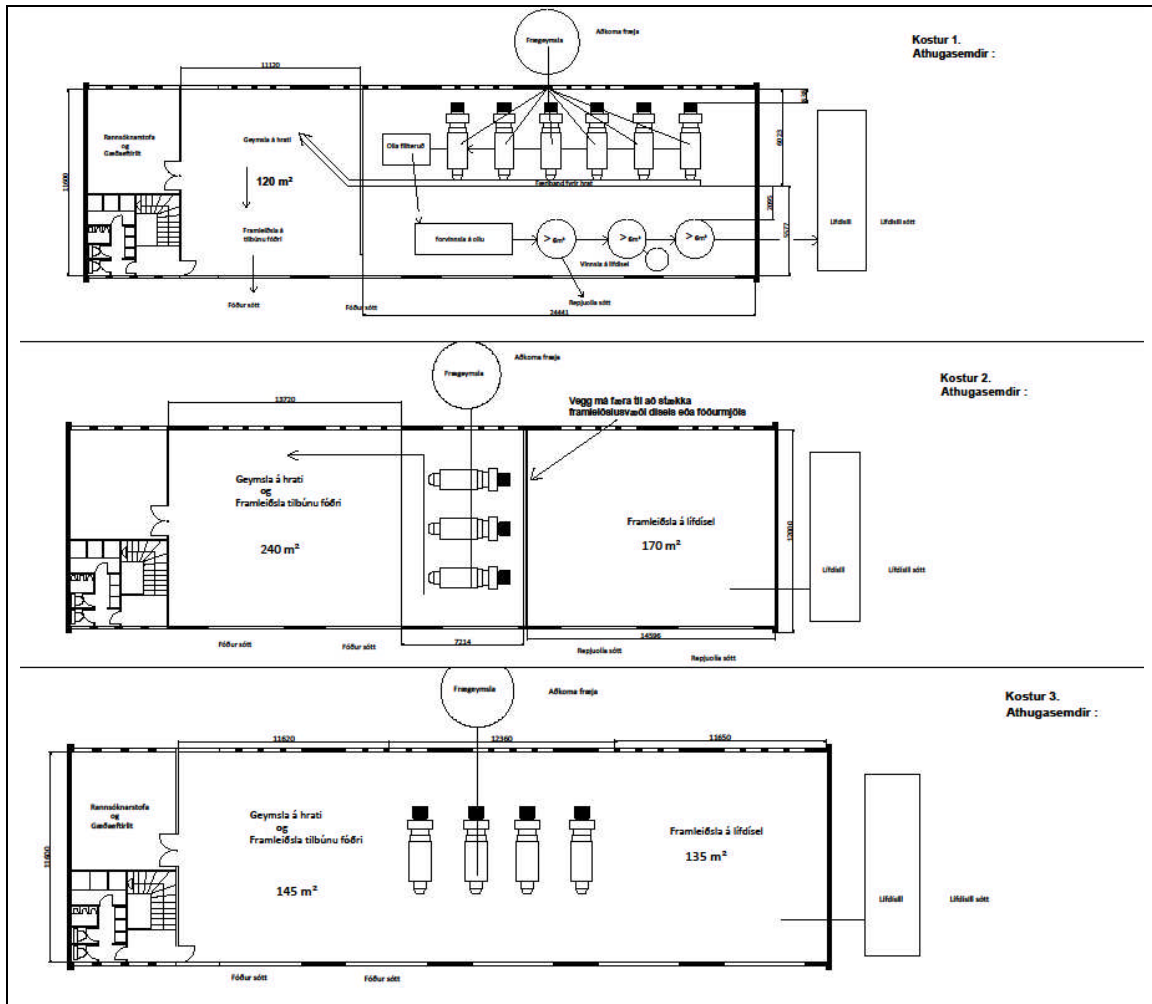


Stór bíódísilverksmiðja þarf ekki alltaf mikið rými

Uppbygging bíodísilbúnaðar er oft sýndur með skýringamyndum. Búnaðurinn er í flestum tilfellum ekki plássfrekur og því má koma honum víða fyrir.



Einfaldar skýringamyndir sem sýna uppbyggingu bíodísilbúnaðar



Hugmynd um bíodísilframleiðslu í húsi N1 á Hvolsvelli.

Siglingastofnun eignaðist búnað til að framleiða bíódísil vorið 2010. Í búnaðnum má framleiða bíódísil úr íslenskri repjuolíu og einnig steikingarolíu. Búnaður stofnunarinnar var alltaf hugsaður sem tilraunabúnaður.



Bíódísilbúnaður Siglingastofnunar Íslands



Gegnsæir tankar þar sem sóða og metanóli er blandað saman.
Einnig má nota þessa tanka til vatnsvöskunar í litlu mæli

Samgönguráðherra var fyrstur til að setja á bíl sinn íslenskan bíódísil framleiddan í bíódísilbúnaði Siglingastofnunar. Olían í bíódísilinn var úr íslensku repjufraei.



Siglingastofnun afhendir ráðherra fyrsta bíódísilinn



Fyrsti íslenski bíódísillinn settur á ráðherrabíllinn



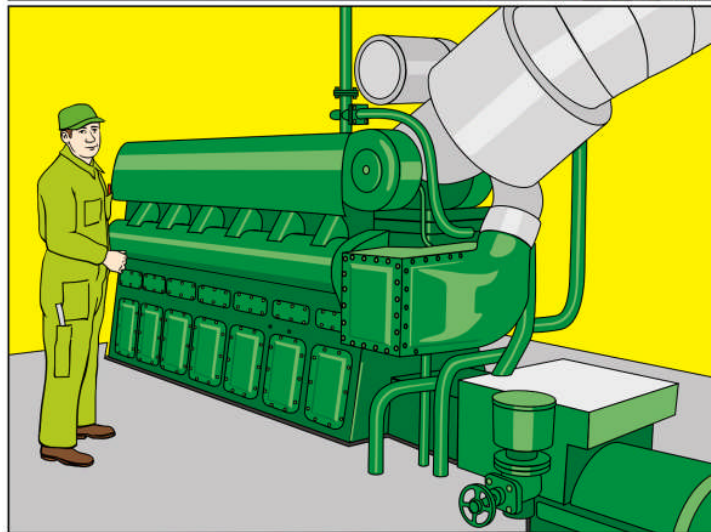
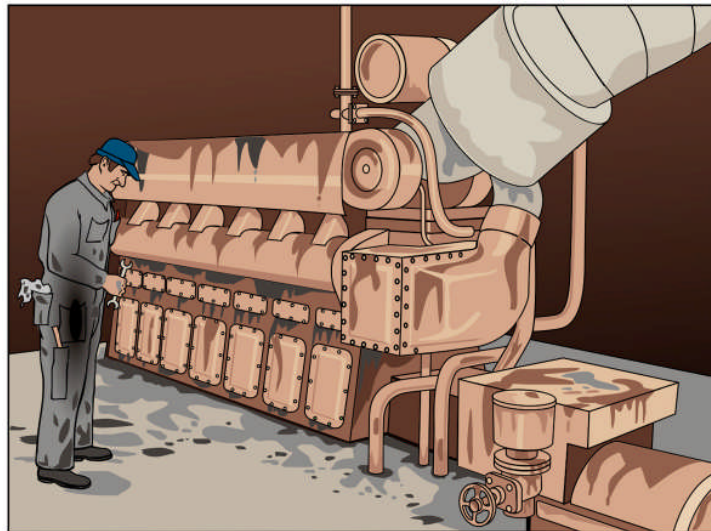
Ráðherrabíllinn keyrir burt á íslenskum bíódísil



Bíódísillinn var einnig keyrður á vél Siglingastofnunar

Umhverfisvænir orkugjafar

*Ræktun á repju og nepju
til framleiðslu á lífrænni dísilolíu
fyrir íslenska fiskiskipaflotann*



SIGLINGASTOFNUN

2010