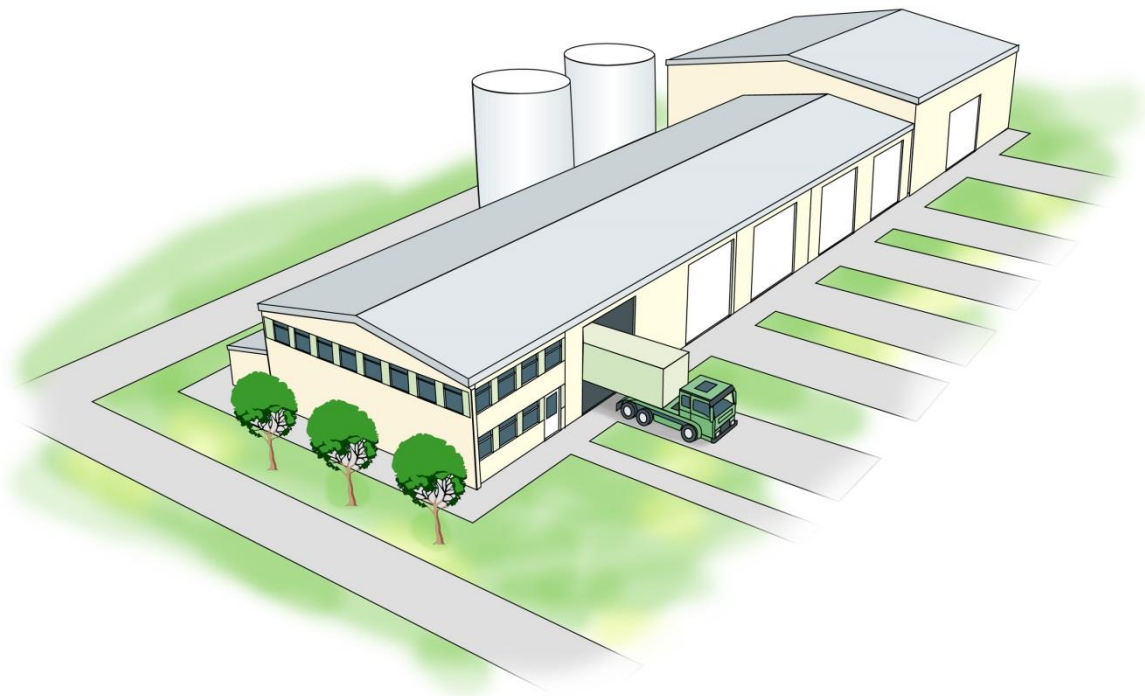


**Hugmyndir að íslenskri verksmiðju  
sem framleiðir árlega 5.000 tonn af bíódísil (lífódísil)  
úr innlendum og innfluttum repjufræjum  
fyrir dísilvélar samgöngutækja**



Útgefandi: Samgöngustofa  
Höfundur: Jón Bernóðusson

Prentað í febrúar 2017

Prentun: Prenttækni ehf.

## Efnisyfirlit

---

<b>0.</b>	<b>Formáli</b> .....	5
<b>1.</b>	<b>Inngangur</b> .....	7
1.1	Lög og reglur	
1.2	Áherslur stjórnvalda	
1.3	Verksmiðja	
<b>2.</b>	<b>Framleiðsluferlar</b> .....	11
2.1	Almennt	
2.2	Aðföng	
2.3	Móttaka repjufræja	
2.4	Pressun repjufræja	
2.5	Repju-fóðurmjöl	
2.6	Repjuolía	
2.7	Bíódísilframleiðsla (RME)	
2.8	Glýseról	
2.9	Skolvatnið	
2.10	Gæðæfirlit og vottun framleiðslu	
<b>3.</b>	<b>Tæki og búnaður</b> .....	15
3.1	Almennt	
3.2	Pressur og búnaður þeirra	
3.3	Tankar og búnaður þeirra	
3.4	Lagnir, dælur og búnaður þeirra	
3.5	Ýmis annar tækjabúnaður	
<b>4.</b>	<b>Húsnæði</b> .....	17
4.1	Almennt	
4.2	Stærðarþörf	
4.3	Fyrirkomulag verksmiðju	
4.4	Skrifstofa, starfsmannarými, tilraunastofa og salernisaðstaða	
4.5	Fjárfesting	
<b>5.</b>	<b>Kostnaðargreining</b> .....	21
5.1	Almennt	
5.2	Stofnfé	
5.3	Fræ	
5.4	Metanól og sóði	
5.5	Rafmagn	
5.6	Vatn	
5.7	Starfsmenn og laun	
5.8	Vottun	
5.9	Ófyrirséð	

---

<b>6.</b>	<b>Innkomugreining</b> .....	25
6.1	Almennt	
6.2	Lífðísill	
6.3	Matarolífa	
6.4	Fóðurmjöl	
6.5	Glýseról	
6.6	Endurunnið metanól	
6.7	Annað	

---

<b>7.</b>	<b>Samantekt</b> .....	27
7.1	Almennt	
7.2	Hagkvæmni	
7.3	Niðurstaða	

---

<b>8.</b>	<b>Heimildir</b> .....	29
-----------	------------------------	----

---

<b>Viðaukar 1 – 6</b> .....	31
-----------------------------	----

---

---

## 0. Formáli

Áætlað er að íslensk umferð á landi og á sjó noti hvort um sig árlega um 250 þúsund tonn af jarðdísil sem allur er fluttur inn til landsins og þá með tilheyrandi útgjöldum á erlendum gjaldeyri. Þá vaknar spurningin hvort mögulegt sé að framleiða einhvern hluta þessarar olíu hér á landi.

Með þessa spurningu í huga fór rannsókn- og þróunarsvið Siglingastofnunar Íslands árið 2008 af stað með verkefnið „Umhverfissvænir orkugjafar“ og stóð fyrir rannsókn á því hvort rækta mætti orkujurtirnar, repju og nepju, hér á landi og framleiða úr þeim bíódísil fyrir íslenska skipaflotann. Markmið verkefnisins og greining um framhald þess var í lok árs 2010 og sett fram í ítarlegri greinargerð.[3]

Nú hafa tekið gildi hér á landi lög sem gera ráð fyrir íblöndun endurnýjanlegra orkugjafa í jarðeldsneyti fyrir samgöngur á landi og skal íblöndunarhlutfallið vera minnst 5% frá 1. janúar 2015. Þetta gerir um 12.500 tonn af endurnýjanlegri dísilolíu fyrir samgöngur hér á landi.

Í þessari greinargerð er gengið út frá því að framleidd verði 5 þúsund tonn af repjuolíu sem síðan er breytt í bíódísil sem nota má á allar dísilvélar og þá bæði þær sem bílar nota og skip. Þótt það sé einungis 1% af innfluttri jarðdísilolíu þá má líta á slíka framleiðslu sem upphafið af einhverju stærra því einhvers staðar verða menn að byrja.

Árlega er flutt inn til landsins um 2.000 tonn af repjuolíu og 1.500 tonn af repjumjöli. Repjuolían er svo til eingöngu notuð til steikingar og repjumjölið fer aðallega í fóður fyrir búfénað og fiskeldi.

Til að framleiða 5 þúsund tonn af repjuolíu þarf að pressa 15 þúsund tonn af repjufræjum. Við það verða auk olíunnar einnig til um 10 þúsund tonn af repjumjöli (repjuhrati). Við pressun repjufræjanna er olían þriðjungur af massa fræjanna og repjumjölið tveir þriðju massans.

Við ræktun á repju og nepju er um helmingur lífmassans stönglar, sem nýta má sem áburð eða orkugjafa. Hinn helmingurinn eru fræin sem breyta má í olíu og fóðurmjöl. Einungis 15% af lífmassanum er olía og 85% nýtast beint eða óbeint sem fæða fyrir menn og dýr. Allur lífmassinn nýtist því sem orka eða fæða. Öll umræða um að repjuræktun valdi hækkun á matarverði eða stuðli að minnkandi ræktun til manneldis er því röng.

***Því má fullyrða að ræktun á repju og nepju til orku- og matvælaframleiðslu sé gott dæmi um orkuöryggi og fæðuöryggi.***



---

## 1. Inngangur

### 1.1 Lög og reglur

Endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi nýtur nú þegar ívilnunar í skattalögum, þ.e. að ekki þarf að greiða bensíngjald, olúgjald og kolefnisskatt af þessu eldsneyti. Því eru töluverðir fjárhagslegir hagsmunir tengdir því að nota endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi. Einu gjöldin sem leggjast á innflutta lífdísilólú (bíódísil) eru flutningsjöfnunargjald sem gerir 0,91 kr./lítra og 24% virðisaukaskattur.

Þann 10. apríl 2013 tóku gildi hér á landi lög nr. 40/2013 um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi. Markmið laganna er að auka hlut endurnýjanlegra orkugjafa í samgöngum á landi og draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með hagkvæmum og skilvirkum hætti. Í lögnum kemur fram að söluaðila eldsneytis á Íslandi beri að tryggja að minnst 3,5% af orkugildi heildarsölu hans af eldsneyti til notkunar í samgöngum á öllu landinu á ári sé endurnýjanlegt eldsneyti. Frá og með 1. janúar 2015 skal ennfremur tryggja að minnst 5% af heildarorkugildi eldsneytis til notkunar í samgöngum á landi á ári sé endurnýjanlegt eldsneyti.

Lögin hafa það einnig að markmiði að notað verði sem mest af endurnýjanlegu eldsneyti sem ekki er framleitt úr hráefnum sem nýta má til manneldis eða í dýrafóður. Við framleiðslu á lífdísil úr repju má geta þess að 85% af lífmassa repjunnar fer beint eða óbeint til manneldis svo sem stönglar sem nýta má sem áburð og repjufóður (hrat), sem er með mjög hátt próteininnihald (um 30%), og nýtist það sem afbragðs skepnufóður (húsdýr og eldisfiskur). Einungis 15% af lífmassa repjunnar er olía sem nýtist sem orkugjafi (lífeldsneyti) og að hluta til sem matarolía. Því má fullyrða að repjan sé í raun orkujurt sem tryggir bæði fæðuöryggi og orkuöryggi.

Þann 25. júlí 2013 gaf umhverfis- og auðlindaráðuneytið út reglugerð nr. 750/2013 um viðmiðanir í sjálfbærri lífeldsneytisframleiðslu, en markmið reglugerðarinnar er að kveða á um viðmiðanir sem ráða því hvort lífeldsneyti, sem notað er í samgöngum hér á landi, teljist framleitt með sjálfbærum hætti. Í reglugerðinni eru ákvæði um að losun gróðurhúsalofttegunda vegna notkunar lífeldsneytis skuli að lágmarki vera 35% minni en dæmigerð losun gróðurhúsalofttegunda ef jarðefnaeldsneyti hefði verið notað í stað þess. Í fyrsta viðauka reglugerðarinnar er settar fram reglur um útreikning á losun gróðurhúsalofttegunda vegna lífeldsneytis og fljótandi lífeldsneytis, samanborðið við losun gróðurhúsalofttegunda vegna jarðefnaeldsneytis. Þar má finna að dæmigerð minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda miðað við framleiðsluferli lífdísilólú úr repjufræjum er 45% sem þá stenst vel viðmið reglugerðarinnar.

Árið 2009 innleiddi Evrópusambandið tvær veigamiklar tilskipanir um endurnýjanlega orkugjafa og vistvænt eldsneyti sem innleiddar verða á öllu Evrópska efnahagssvæðinu. Um er að ræða tilskipanir Evrópuþingsins og ráðsins 2009/28/EB um innleiðingu endurnýjanlegra orkugjafa og 2009/30/EB um gæði eldsneytis.

Tilskipun 2009/28/EB lýtur að heildarmarkmiði Evrópusambandsins um að 20% af orku almennt verði af endurnýjanlegum uppruna. Þá kveður tilskipunin á um að árið 2020 verði 10% af orku sem notuð er í samgöngum af endurnýjanlegum uppruna. Jafnframt

er þar skilgreint hvaða orkugjafa og eldsneytistegundir megi nýta til að mæta markmiði um endurnýjanlega orku í samgöngum og öðrum greinum.

Tilskipun 2009/30/EB fjallar um innihald og kröfur um gæði eldsneytis, þannig að mæta megi aukinni notkun endurnýjanlegs eldsneytis með þeirri tækni í bíl vélum sem fyrir hendi er. Áhersla er lögð á að endurnýjanlegt eldsneyti sem notað er á markaðnum uppfylli vaxandi kröfur um samdrátt í útblæstri gróðurhúsalofttegunda. Einnig þurfa söluaðilar að uppfylla kröfur um að losun gróðurhúsalofttegunda á hverja orkueiningu eldsneytis, sem þeir dreifa, dragist saman um 10% fyrir árið 2020.

Til þess að mæta þeim kvöðum sem settar eru fram í tilskipun 2009/28/EB um orkuskipti í samgöngum er meðal annars nauðsynlegt að innleiða endurnýjanlegt eldsneyti fyrir bíla með sprengihreyfli, þ.e. fljótandi eldsneyti. Til að ná metnaðarfullri markmiðum um orkuskipti er helsti kosturinn því íblöndun bensíns og dísilólíu með öðrum fljótandi orkugjöfum. Í þeim tilgangi að mæta kröfunni um minnkun útblásturs gróðurhúsalofttegunda hafa nær öll ríki Evrópusambandsins auk Noregs og Íslands nú innleitt kvaðir um íblöndun fljótandi eldsneytis með eldsneyti af endurnýjanlegum uppruna. Í flestum tilvikum er nú um að ræða skilyrði um að 4% - 7% af orkuinnihaldi eldsneytis sé af endurnýjanlegum uppruna. Þróun í orkuskiptum hér á landi hefur verið fremur hæg, en hlutur endurnýjanlegs eldsneytis í samgöngum í dag er innan við 1%. Lagaleg skylda nú er 3,5% og verður 5% 1. janúar 2015.

Önnur kvöð sem áskilin er í tilskipun 2009/28/EB er að eldsneyti sem unnið er úr lífmassa, svonefndu lífheldsneyti, megi ekki framleiða með aðferðum sem valda minni kolefnisbindingu eða auknum útblæstri gróðurhúsalofttegunda en ef notað hefði verið jarðefnaeldsneyti. Þannig verður að rekja virðisbætur lífheldsneytis allt til uppruna og skoða heildarútblastur gróðurhúsalofttegunda í öllu ferlinu með svonefndri lífsferils-greiningu. Ákvæði um þetta eru í reglugerð nr. 750/2013 þar sem fram kemur að lífheldsneyti frá repjuólíu uppfyllir í alla staði þessar kröfur.

## 1.2 Áherslur stjórnvalda

Hin síðari ár hafa stjórnvöld sýnt verkefnum um umhverfisvæna orkugjafa töluverðan áhuga. Má hér nefna lög og reglur í þá átt sem og verkefnið „Græna orkan“ þar sem verkefnisstjórn vann að stefnu stjórnvalda í orkuskiptum í samgöngum samhliða því að gera tillögur að regluverki og móta leikreglur sem markaðurinn gæti starfað eftir á komandi árum. Einnig var fengist við að tryggja að þær reglur samræmdust bæði markmiðum Íslands um orkuskipti og minnkun á útblæstri gróðurhúsalofttegunda og jafnframt að Ísland gæti staðið við þær alþjóðlegu skuldbindingar sem landið hefur gengist undir.

Verkefnið „Orkuskipti í skipum“ var sett fram í fjárlögum fyrir árið 2013 þar sem lagðar voru til 50 milljónir króna sem verja skyldi til endurgreiðslu á allt að 20% af kostnaði upp að tilteknu hámarki við rannsóknir og/eða breytingar á skipum til að skipta yfir í innlenda orkugjafa og annað vistvænt eldsneyti. Einvörðungu var heimilt að veita styrki til verkefna sem stuðluðu að nýtingu á innlendri orku í skipa- og bátafлотann í stað jarðefnaeldsneytis. Styrkveitingar til orkuskipta í skipum voru á forsvari Siglingastofnunar Íslands og voru veittir styrkir til fjögurra verkefna að upphæð 30 milljónir. Reyndar varð ekki hægt að úthluta seinni upphæðinni (20 milljónir króna) og ekki varð framhald á þessu verkefni.



Í samgönguáætlun 2011 – 2022 er að finna markmið um umhverfislega sjálfbærar samgöngur. Hvað varðar orkusparnað og orkuskipti eru lagðar til markvissar aðgerðir sem miði að minni notkun jarðefnaeldsneytis og að samgöngutæki nýti orku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum. Einnig að efldar verði rannsóknir sem miði að sjálfbærni í framleiðslu á vistvænum orkugjöfum og stuðningi við uppbyggingu innviða og þróun og framleiðslu á innlendu vistvænu eldsneyti. Stuðla beri að rannsóknum og nýtingu umhverfislegra orkugjafa.

Í stjórnarsáttmála núverandi ríkisstjórnar er lögð áhersla á vistvæna orkugjafa. Í stjórnarsáttmálanum segir meðal annars:

*„Mikilvægt er að beita hvetjandi aðgerðum í efnahagslífinu til að ýta undir græna starfsemi. Nýta ber vistvæna orkugjafa enn frekar við samgöngur. Hvatt verði til þess að dregið verði úr notkun jarðefnaeldsneytis. Brýnt er að dregið verði úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda, bæði með því að draga úr beinni losun af mannavöldum og með því að stórauka landgræðslu, skógrækt og aðra eflingu gróðurlenda. Náttúra landsins er ein helsta auðlind þess“.*

Þessi áherslumarkmið komu fram í ræðu forsætisráðherra á leiðtogafundi Sameinuðu þjóðanna um loftlagsmál í New York 23. september 2014 um að Ísland stefni að framtíð án jarðefnaeldsneytis. Á stofnfundi Samtaka fyrirtækja í sjávarútvegi þann 3. nóvember 2014 kom fram í ræðu sjávarútvegsráðherra, sem hann kallaði „Horft til framtíðar“ að markmið stjórnvalda sé að vistvænt eldsneyti í skipaflotanum verði 10% árið 2020.

### 1.3 Verksmiðja

Þar sem lög um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi hafa þegar tekið gildi er vert að skoða þann möguleika að framleiða innanlands það magn lífeldsneytis sem til greina kemur sem íblöndun í jarðdísil að 5% magni frá og með 1. janúar 2015. Samgöngutæki á landi og sjó nota um 500 þúsund tonn af jarðdísilolíu árlega og skiptist það nokkurn veginn jafnt milli þeirra. Því eiga lögin við um 250 þúsund tonn af jarðdísilnotkun í samgöngum á landi. Fimm prósent af því magni eru 12.500 tonn af lífdísil (bíódísil) til íblöndunar. Árið 2020 hækkar þetta hlutfall í 10%.

Í þessari greinargerð er gerð tilraun til þess að setja fram áætlun um verksmiðju sem framleiðir bíódísil fyrir samgöngutæki eins og bifreiðar og skip. Einnig má nota bíódísil til að knýja flugvélahreyfla en hér verður áherslan lögð dísilvélar bifreiða og skipa.

Til að byrja með má skoða til dæmis verksmiðju sem framleiddi 5.000 tonn á ári af lífdísil (bíódísil) úr repjuolíu sem væri þá um 40% af því magni sem til þarf sem árleg íblöndun í jarðdísil hér á landi. Í framhaldinu mætti síðan auka framleiðsluna þegar aukin stöðugleiki í framleiðslu er orðin til staðar. Ferillinn (efnahvarfið), þar sem repjuolían verður að lífdísil (bíódísil), er kallaður „umestrun“ og þar til gerður búnaður umestrunarbúnaður. Efnahvarfið gerir seigju repjuolíunnar tíu sinnum minni, eða svipaða og seigju jarðdísils, og eftir það kallast olían bíódísill eða lífdísill.

Áætlunin nær til framleiðsluferla, húsnæðis, véla- og tækjabúnaðar sem og hagkvæmni með því að taka saman kostnaðar- og innkomuliði í hagkvæmnisgreiningu.

Við Háskólann í Reykjavík hafa þegar verið skrifaðar þrjár lokaritgerðir til BSc-prófs í véla- og orkutæknifræði skólans um bíódísil úr repjufræjum. Ritgerðirnar fjalla um lífdísil úr repjufræjum almennt (2009), byggingafræðilega breytingu á ákveðnu húsnæði á Hvolsvelli með tilliti til framleiðslu á lífdísil úr repjufræjum (2010) og uppsetningu verksmiðju í því húsnæði á Hvolsvelli sem framleiðir lífdísil úr repjufræjum (2011).

Siglingastofnun Íslands gaf út í lok árs 2010 greinargerð um umhverfisvæna orkugjafa þar sem ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni dísilolíu fyrir íslenska skipaflotann er skoðuð og brotin til mergjar. Einnig má nefna skýrslu á vegum Nýsköpunarsjóðs námsmanna um arðsemismat á mismunandi notkunarmöguleikum repjuolíu frá árinu 2011.

Með ofangreind rit í huga er þessi greinargerð sett saman og þá bæði hvað varðar framleiðsluferla og kostnaðar- og innkomugreiningu. Rit þessi eru skráð í heimildaskrá þessarar greinargerðar.

---

## 2. Framleiðsluferlar

### 2.1 Almenn

Flæðirit framleiðslunnar er sett fram í „Viðauka 1“. Þar er reynt að skýra sem best frá því hvernig ferlarnir tengjast hver öðrum. Nauðsynlegt er að framleiðslan sé í réttri röð og þá á milli þess hvort um sé að ræða svæði eða tanka. Milli svæða og tanka eru tengingarnar merktar sérstaklega.[2]

### 2.2 Aðföng

Gert er ráð fyrir að verksmiðjan taki til sín repjufræ frá íslenskum bændum í þeim mæli sem mögulegt er. Það sem uppá vantar af repjufræjum má flytja inn til landsins og þá frá Danmörku, Svíþjóð, Þýskalandi eða Úkraínu. Til að framleiða bíódísilinn þarf auk þess metanól (tréspíri) og vítissóða (efnahvati).

Fyrir hvert tonn af bíódísil þarf um 3 tonn af repjufræjum. Fyrir verksmiðju, sem framleiðir árlega 5.000 tonn af bíódísil, þarf því um 15.000 tonn af repjufræjum en þau gefa einnig tíu þúsund tonn af repjuhrati sem nýtist til dýrafóðurs (húsdýr og eldisfiskur) sem er afar próteinríkt og verðmætt. Til að breyta repjuolíunni í bíódísil er metanóli (tréspíra) og vítissóða (NaOH) blandað í repjuolíuna. Metanólið þarf að vera um 12% af magni repjuolíunnar og vítissóðinn um 0,5%. Miðað við fimm þúsund tonna framleiðslu á bíódísil þyrfti því um 600 tonn af metanóli og um 25 tonn af vítissóða. Vítissóðann og metanólið má flytja inn erlendis frá eða framleiða það hérlendis en framleiðsla metanóls úr koltvísýringi er þegar hafin hér á landi á vegum Carbon Recycling International (CRI) og er verksmiðja á þeirra vegum í Svartsengi við Grindavík.

### 2.3 Móttaka repjufræja

Nauðsynlegt er að móttaka og geymslurými innan verksmiðjunnar fyrir repjufræin séu það stór að framleiðslan í verksmiðjunni gangi ávallt snurðulaust fyrir sig. Því þarf móttökuplássið að rúma allt að fimmtung árlegrar notkunar repjufræjanna sem er um þrjú þúsund tonn. Í þessu samhengi þarf að huga að því magni sem flytja þarf inn erlendis frá til verksmiðjunnar og þá með tilliti til magns og innflutningskostnaðar á hvert tonn. Innlend uppskera fellur öll til á tiltölulega skömmu tímabili hvert haust og þarf þá verksmiðjan að geta tekið við fræjum bænda og geymt þau.

Gera verður ráð fyrir því að íslenskir bændur skili inn sínu repjufræi hreinsuðu og þurrkuðu (mest 8% rakastig) eða tilbúnu til pressunar að verksmiðju, enda er ekki gert ráð fyrir búnaði til hreinsunar eða þurrkunar repjufræja í verksmiðjunni.

### 2.4 Pressun repjufræja

Næsta skref í ferlinu eftir að repjufræin eru komin í móttöku er pressun þeirra. Öll repjufræin eru pressuð í þar til gerðum aflpressum (skrúfupressum) sem skilja fræin í sundur í olíu og fóðurmjöl (repjuhrat) þannig að þriðjungur fræjanna er olía og tveir

þriðju repjuhrat (fóðurmjöl). Oftast eru notaðar nokkrar pressur en þannig er unnt að halda framleiðslunni gangandi þótt einhver pressanna bili.

## 2.5 Repju-fóðurmjöl

Strax eftir pressun repjufræjanna má pakka repjuhratinu í sekki eða poka enda er það tilbúið til markaðssetningar þegar það kemur úr pressuninni. Efnainnihald fóðurmjölsins (repjuhratsins) er yfir 30% prótein, 7-18% fita, 10% trefjar og vatn og afgangurinn er steinefni eins og kalsíum, fosfór og natríum[3].

Repjumjölið er afar viðkvæmt fyrir raka og umhverfi þess þarf mikla og góða loftræstingu. Of mikill raki í fóðrinu getur valdið gerjun í því og við það myndast eldfim gös og getur orðið um sprengihættu að ræða.[2]

Fóðurmjölið er oftast blandað öðru kjarnfóðri og hentar það vel nautgripum, svínum, kjúklingum, sauðfé, hestum og eldisfiskum og telst eitthvert besta fóður sem völ er á. Árlega eru tæp 1.500 tonn af repjuhrati flutt inn til landsins og þá aðallega frá Danmörku. Ef til dæmis repjuhrat er notað sem íblöndun í kjarnfóður fyrir nautgripi í stað fiskimjöls, sem er afar dýr vara, þá þyrfti hver nautgripur um 200 kg af repjuhrati árlega. Samkvæmt hagtolum landbúnaðarins árið 2013 eru um 75 þúsund nautgripir á Íslandi.[3]

Aukist fiskeldi hér á landi, eins og vísbendingar eru um að muni gerast, eykst eftirspurn eftir fiskifóðri og repjuhrati að sama marki, enda er það hentugt og vinsælt til framleiðslu á fiskifóðri.

## 2.6 Repjuolía

Eftir pressun fræjanna er repjuolían síuð þannig að hún verði algerlega hrein og smákorndlaus. Eftir síunina er olían tilbúin hvort sem er til umestrunar í bíódísil eða til notkunar sem matarolía en gert er ráð fyrir að um 5% olíunnar megi markaðssetja og selja sem matarolíu.

Árlega eru í dag um 2.000 tonn af repjuolíu flutt inn til landsins sem matarolía eða steikingarolía[6].

## 2.7 Bíódísilframleiðsla (RME)

Bíódísillinn verður til við efnahvarf sem nefnist umestrun og gerir seigju olíunnar tíu sinnum minni eða svipaða og seigju jarðdísils. Við framleiðsluna er notuð repjuolía, metanól ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) og vítissóði ( $\text{NaOH}$ ). Sódinn er settur í metanólið (tréspíri) í sérstökum blöndunartanki og er hrært í þar til sódinn er uppleystur í metanólinu. Ferlið tekur um 15 til 20 mínútur. Í öðrum hvarfatanki hefur repjuolía verið hituð upp í 55-60°C og er vökvunum í blöndunartankinum nú dælt yfir í hvarfatankinn með repjuolíunni þar sem hún er hrærð til að blanda vökvunum saman og þá hefst umestrunarhvarfið. Eftir um eina til tvær klukkustundir er umestruninni lokið og hefur glýseról-hlutinn (10% af magni blöndunarinnar) safnast á botn tanksins, því glýserólið er þyngra en olían, og er það aðskilið frá olíunni með því að tappa því undan tankinum. Síðan er olían flutt yfir í vöskunartankinn þar sem hún fer í vöskun með því að úða vatni (30% af magni olíunnar) yfir olíuna. Vatnið má ekki innihalda brennistein eins og

fyrirfinnst í hitaveituvatninu og því ber að forðasat að nota það í vöskunina. Vöskunarferlið getur tekið um átta klukkustundir og er það lokastig framleiðslunnar á bíódísílinum. Þegar búið er að fjarlægja skolvatnið undan botni tanksins er bíódísillinn tilbúinn til notkunar og setja má hann á öll farartæki sem ganga fyrir jarðdísil[3][4].

Eftir að olían hefur verið flutt yfir í vöskunartankinn er blöndunartankurinn tilbúinn fyrir nýja repjuolíu og ferlið er endurtekið. Glýserólið og skolvatnið eru síðan hreinsuð af metanóli með því að eima þau og næst þá aftur til baka hluti af metanólinu sem nota má aftur í næstu umestrun.

## 2.8 Glýseról

Glýseról er eftirsótt vara sé það fullhreinsað, en með aukinni framleiðslu á lífdísil á heimsmælikvarða hefur framboð á glýseróli aukist töluvert og heimsmarkaðsverð lækkað í framhaldi af því. Það er frekar kostnaðarsamt að fullhreinsa glýserólið og markaðurinn fyrir það er ekki hér á landi þannig að ofan á verðið kæmi flutningskostnaður. Það er því ekki ólíklegt að það yrði ódýrara að nýta glýserólið frekar sem áburð og/eða frostlög en að fullhreinsa það til sölu í sápugetu eða fegrunkrem[2][4].

Verð á glýseróli hefur verið hin síðari ár um 300 til 1000 evrur fyrir hvert tonn. Eðlilegt er hér að halda sig við neðra markið vegna kostnaðar við hreinsun þess.

## 2.9 Skolvatnið

Skolvatnið má „hlutleysa“ á einfaldan efnafræðilegan hátt og setja það í frárennslið án þess að það valdi mengun. Einnig er þekkt aðferð að blanda í það fosfórsýru sem gerir skolvatnið að fyrirtaks áburði.

## 2.10 Gæðaeftirlit og vottun framleiðslu

Við framleiðslu á bíódísil eru meðal annars notuð eitruð og hættuleg efni eins og til dæmis metanól (tréspíri). Setja ber öryggi í öndvegi og gera verður ráðstafanir til að forðast slys og tryggja að framleiðslan gangi rétt fyrir sig. Því þarf að vera fyrir hendi virkt gæðakerfi sem tryggir öryggi og að bíódísillinn standist kröfur um framleiðslu og gæði vörunnar samkvæmt staðlinum ÍST EN 14214. Einnig þarf að huga að vottun samkvæmt ÍST EN ISO 9001 og innleiðingu þess staðals fyrir verksmiðjuna sem fyrst.[3]

Samkvæmt lögum nr. 40/2013 um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi eiga innlendir framleiðendur og söluaðilar endurnýjanlegs eldsneytis að sýna fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og framleiðsla þess uppfylli sjálfbærniþæmið sé það ætlað til notkunar í samgöngum á landi. Það er gert með því að afla upprunavottorða frá viðurkenndum útgefendum upprunavottorða eða sýna með öðrum hætti fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og að sjálfbærniþæmið séu uppfyllt með framvísun gagna til Orkustofnunar.

Ef hráefni til framleiðslu á vistvænu eldsneyti, sem flutt er inn til landsins, er vottað af viðurkenndum útgefendum upprunavottorða, þá er ekki þörf á því að votta sérstaklega íslensku framleiðsluna á bíódísil.



---

### 3. Tæki og búnaður

#### 3.1 Almenn

Tæki og búnaður verksmiðjunnar þarf að vera í samræmi við staðla og kröfur sem gerðar eru til verksmiðju sem ætlað er að framleiða bíódísil, matarolíu og repjufóður. Bíódísillinn þarf að uppfylla staðalinn EN 14214, repjuolían þarf að standast kröfur sem eldsneyti og sem matarolía. Repjufóðrið er próteinrík afurð og því getur það einnig nýst vel í brauðgerð til manneldis, sem hluti í heilfóður húsdýra bænda og sem fóðurlöndun í fiskeldi. Miðað við að fiskeldi geti aukist allverulega hér á landi á næstu árum ættu söluhorfur fyrir repjumjöl því að vera góðar. Ekki er heldur ólíklegt að aukið framboð af repjufóðri efli áhuga bænda á því að nýta það sem hluta af heilfóðri húsdýra sinna enda er repjufóðrið mun ódýrara en fiskimjöl og getur vel komið í stað þess sem heilfóðrið.

Við val á tækjum og búnaði verður að hafa í huga að efni eins og metanól og víttissóði geta haft skaðleg áhrif á dælur og lagnir sem eru gerðar úr gúmmíefnum eða plasti. Æskilegast er því að hafa tanka og lagnir úr ryðfríu stáli og velja þarf dælur og þéttingar sem hafa gott efnisþol.[2]

Vélbúnaður slíkrar verksmiðju er í dýrari kantinum og því er nauðsynlegt að nýta hann vel og á sem hagkvæmasta hátt. Einnig þarf stór hluti véla og tækja að fara af og til í gegnum tímafrekt hreinsunarferli þegar stoppa þarf framleiðsluna. Heppilegast er því að verksmiðjan sé starfrækt í 7 daga vikunnar og það allan sólarhringinn og þá til dæmis á þremur átta tíma vöktum og alls í 21 dag (þrjár vikur) í senn. Að þeim tíma liðnum er komið að því að hreinsa tækin eða að minnsta kosti pressurnar. Við það stoppar framleiðslan í einn til tvo sólarhringa og lengur ef þurfa þykir. Reikna má því með að verksmiðjan keyri í 6.400 klukkustundir á ári og er þá tekið tillit til lögbundinna frídaga og helgidaga.

#### 3.2 Pressur og búnaður þeirra

Helsti búnaður í kringum pressurnar eru síurnar og kerfið í kring um þær, lagnakerfi og sniglar sem mata að og frá pressunum. Pressurnar og búnaður þeirra verða að geta afkastað pressun á 15 þúsund tonnum af repjufræjum á ári. Útkoman á ársgrundvelli er um 5 þúsund tonn af repjuolíu og 10 þúsund tonn af repjumjöli.

Til að tryggja að pressun gangi snurðulaust fyrir sig er nauðsynlegt að notast við nokkrar pressur þannig að ekki verði miklar tafir á framleiðslunni eða framleiðslan stöðvist þótt einhver þeirra bili. Ef miðað er við pressun á 15 þúsund tonnum á ári og árleg keyrsla pressanna sé 6.400 klukkustundir þá þarf að pressa um 2,5 tonn á klukkutíma. Ákjósanlegt væri að hafa að minnsta kosti 5 pressur og að hver þeirra afkastaði 500 kg/klst. Einnig væri nauðsynlegt að hafa eina pressu af stærðinni 100 kg/klst. til vara og aðra sem afkastaði um 50 kg/klst. til að grípa til þegar pressa á lítið magn sem oft getur verið nauðsynlegt til dæmis þegar verksmiðjan er ekki í reglulegri starfsemi.

Miðað við ofangreint og að olían sé þriðjungur af magni fræjanna þá gæfi pressunin um 1.000 lítra/klst. (850 kg/klst.) af repjuolíu sem þarf að fara í gegnum síunarferli. Hér er

líka farin sú leið að hafa fleiri síur en færri og er það einnig til að auðvelda viðbrögð við bilun í búnaðinum. Til eru síukerfi eða síusamstæður sem afkasta um 450, 300 og 140 lítrum/klst. og þörfin fyrir síunina er jú 1.000 lítrar/klst. Einnig er hægt að fara niður í 10, 20 og 50 lítra/klst. Hér mætti hugsa sér 2 síukerfi sem anna hvort um sig 450 lítrum/klst. (um 400 kg/klst.) og til viðbótar einnig tvö síukerfi sem hvort um sig anna 140 lítrum/klst. (120 kg/klst.).

### **3.3 Tankar og búnaður þeirra**

Gera verður ráð fyrir að tankar taki bæði við olíu og öðrum afurðum sem til verða við vinnsluna. Stærsti tankurinn inni í húsnæðinu er forðatankur fyrir repjuolíuna eftir síun hennar eða um 60 rúmmetrar. Einnig þarf tiltölulega stóran tank þar sem olían er undirbúin fyrir umestrúna og fyrir vöskun og vatnsúðun. Aðrir tankar eru fyrir hreina og kaldpressaða repjuolíu sem nýta á til sölu sem matarolíu, glýseról og þá bæði hreinsað og óhreinsað, skolvatn einnig hreinsað og óhreinsað og metanól og sóða. Útvið er tankurinn undir lokaframleiðslu á bíódísil en sá tankur er stærstur tankanna eða alls um 350 rúmmetrar að stærð. Tankur lokaframleiðslunnar tekur því um 7% af heildarframleiðslu olíunnar sem þýðir að hann þarf að tæma á 14 daga fresti.

Alls er því gert ráð fyrir 11 tönkum með 550 rúmmetra heildarrými.

### **3.4 Lagnir, dælur og búnaður þeirra**

Fullkomið lagnakerfi með dælum þarf að vera á milli tankana sem tengir þá saman. Gæta þarf að því að dælur sem koma að eldfimur efnun sé loftdælur og einnig að kerfið sé í samræmi við það magn sem verksmiðjunni er ætlað að framleiða.[1][2]

### **3.5 Ýmis annar tækjabúnaður**

Annar búnaður er þrær og grindur sem og sniglar og loftpressur. Einnig tækjabúnaður sem tengist mótun fræjanna í pressurnar og tengingar milli tanka í öllu heildarkerfi framleiðsluferlanna sem og skiljur fyrir grugg eftir síun olíunnar.

Einnig þarf að skoða allan tækjabúnað fyrir tilraunastofu, starfsmannaaðstöðu og skrifstofu. Gert er ráð fyrir að í tilraunastofunni séu tæki og búnaður til að tryggja og fylgjast með því að framleiðslan standist allar alþjóðlegar kröfur og staðla.



---

## 4. Húsnæði

### 4.1 Almenn

Greina þarf húsnæðið niður í afmörkuð svæði þar sem sérhvert framleiðsluferli fer fram. Í fyrstu þarf móttöku fyrir fræin og þarf sú móttaka að geta tekið á móti um fimmtungi árlegrar notkunar eða um 3.000 tonnum af fræjum. Síðan þurfa að vera sérstök og afmörkuð svæði fyrir pressun, síun og umestrun. Skrifstofuhúsnæði þarf að vera til staðar ásamt aðstöðu fyrir starfsmenn og tilraunastofu þar sem hægt verður að fylgjast með gæðum olíunnar. Einnig þarf svæði eða geymslu fyrir matarolíuna og fóðurmjölið. Metanól verður að vera á sérstöku svæði þar sem það er afar eitruð og því fylgir einnig sprengihætta. Fullfrágengin olían þarf einnig sérstakan tank sem vegna stærðar sinnar verður að vera utan dyra og einnig svo að hægt verði að dæla úr honum beint í flutningabíla sem flytja olíuna til kaupenda.

Huga þarf vel að því að húsnæðið undir verksmiðjuna sé nógu stórt og einnig ber að huga að stækkunarmöguleikum ef þörf verður fyrir að auka framleiðsluna.

### 4.2 Stærðarþörf

Huga þarf í upphafinu að stærðarþörf verksmiðjunnar þannig að hvert og eitt svæði standi stærðarlega undir því verkefni sem því er ætlað að sinna. Eigi að nota eldra húsnæði þarf að greina það með tilliti til breyttrar notkunar. Hvert svæði þarf að standast kröfur um flatarmál og lofthæð. Hinum einstöku svæðum verksmiðjunnar má skipta í 8 rými og í hverju rými má staðsetja tanka sem geymsluhláss fyrir afurðir olíunnar. Rýmum má skipta upp á eftirfarandi hátt:

- Rými 1: Frægeymsla og geymsla fyrir fóðurmjöl.
- Rými 2: Pressun repjufræja og pökkun fóðurmjöls.
- Rými 3: Síun repjuolíu og áfylling matarolíu.
- Rými 4: Umestrun (repjuolía verður að bíódísil).
- Rými 5: Skrifstofa, starfsmannaðstaða, snyrting og tilraunastofa (2 hæðir).
- Rými 6: Geymsla fyrir metanól (sérrými við útvegg utandyra).
- Rými 7: Geymsla fyrir vítissóða (sérrými við útvegg utandyra).
- Rými 8: Annað óskilgreint rými.

Tankarnir eru síðan staðsettir í rými 3 og rými 4 og síðan fullunninn bíódísill utan dyra. Í rými 3 (síun olíunnar) eru forðatankar eftir pressun og síun ásamt tanki fyrir matarolíu þar sem einnig er áfylling á flöskur undir söluhæfa matarolíu. Spurningin er ávallt um fjölda tanka og athugandi er að hafa forðatankana alls tvo, fyrir og eftir síun, til að auðvelda ferlið. Ef forðamagn bíódísilsins á að vera meira en 7% af árs framleiðslu er nauðsynlegt að hafa tankageymslu fyrir 350 rúmmetra sem yrði í einum stórum tanki utandyra til að spara rými inni í húsnæðinu.

Geymsla fyrir metanól og vítissóða er höfð utan dyra vegna þess hve eitruð þessi efni eru og einnig vegna sprengihættu frá metanólinu. Þá eru rýmin tengd rými 4 í gegnum eldvarnarhurð sem ávallt höfð lokuð þegar ekki er verið að fylla á kerfið.

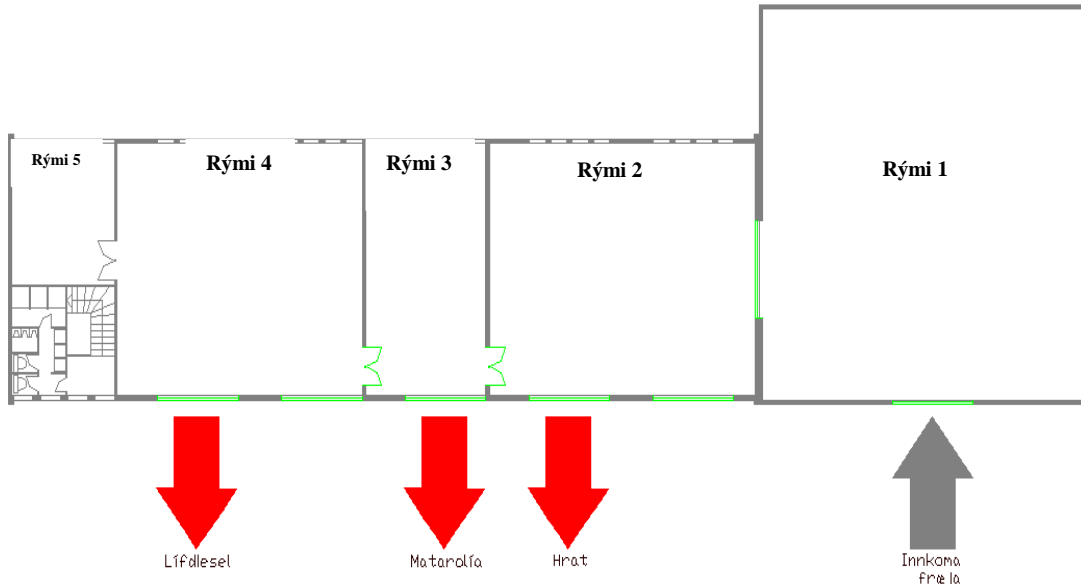
Helstu stæðir þeirra afmörkuðu svæða, sem nauðsynleg eru í verksmiðjunni ásamt tankaplássi, eru teknar saman í „Viðauka 2“. [1][2]

### 4.3 Fyrirkomulag verksmiðju

Á svæði fyrir fræmóttöku og frægeymslu (rými 1) er tekið á móti fræjunum og er þeim þaðan komið yfir til svæðis fyrir pressun (rými 2) þar sem fræin eru pressuð og úr þeim verður olía og hrat. Hratíð fer þaðan yfir á svæði fyrir pökkun fóðurmjöls (rými 2). Olían fer yfir á svæði fyrir síun (rými 3) og fer sá hluti olíunnar sem á að verða matarolía þaðan yfir á svæði fyrir áfyllingu fyrir matarolíu (rými 3) eða í geymslu í tanka fyrir repjuolíu (rými 3).

Stærsti hluti olíunnar fer yfir á svæði fyrir umestrun (rými 4) og verður þar að bíódísil. Bíódísillinn fer yfir á tanka fyrir tilbúinn bíódísil en sá tankur er staðsettur utan dyra. Hratgruggið frá olúsíuninni fer í skilvindu og verður að hrat og olíu. Hratíð fer yfir á svæði fyrir pökkun fóðurmjöls (rými 2), olían í síun (svæði 3) og umestrun (rými 4).

Á svæði fyrir umestrun (rými 4) þar sem bíódísillinn verður til við það að metanól og sóða frá tilheyrandi tönkum (rými 4) er blandað í um 50°C heita repjuolíuna. Þeir tankar eru staðsettir í öruggri geymslu (rými 6 og rými 7) utanhúss, en við útvegg, vegna þeirrar hættu sem af þessum efnum getur stafað. Gert er ráð fyrir að metanólið sé í 1.000 lítra plasteiningum (bambar eða dunkar) og á plássið (rými 6) að geta geymt 15 slíkar plasteiningar. Sódinn er einnig geymdur í öryggisrými (rými 7) og í þar til gerðum umbúðum.



Einföld mynd sem sýnir mögulega uppbyggingu húsnæðisins fyrir verksmiðjuna[2]

### 4.4 Skrifstofa, starfsmannarými, tilraunastofa og salernisaðstaða

Starfsmannaaðstaða og tilraunastofa (rými 5) geta verið á tveimur hæðum þar sem lofthæð getur verið minni en í verksmiðjunni sjálfri. Á jarðhæð er tilraunastofan, snyrting og stigagangur upp á aðra hæð. Á efri hæð er skrifstofur forstöðumanns og

skrifstofumanneskju/sölumanns/verkstjóra og aðstaða fyrir starfsmenn til að matast eða annarrar íveru.

#### 4.5 Fjárfesting

Fjárfesting í húsnæði af þeirri stærð, sem nauðsynleg er til að framleiða það magn bíódísils sem hér er gert ráð fyrir, er háð því hvort autt húsnæði sé fyrir hendi eða hvort áformað sé að smíða nýtt húsnæði. Þegar þessir tveir möguleikar eru nánar skoðaðir þá þarf ekki að vera svo ýkja mikill munur þessu tvennu kostnaðarlega séð. Eldra húsnæði þarf að líkindum að breyta og endurbyggja til þeirrar starfsemi sem hér á í hlut en nýtt húsnæði hefur þann kost fram yfir eldra húsnæði að það er frá upphafi hannað með tilliti til starfseminnar og gera má ráð fyrir stækkunarmöguleikum þess allt frá upphafi.

Allur búnaður til framleiðslunnar er svo til hinn sami eftir því hvort notað er gamalt eða nýtt húsnæði. Eru það meðal annars vélar og tæki, lagnir, dælur, tankar og þrær.

Með ofangreint í huga og samantekt á einingum húsnæðis og tækjabúnaðar má gera ráð fyrir að heildarþörf húsnæðis sé um 1250 fermetrar (5400 rúmmetrar) og að fjárfesting vegna húsnæðisins sé um 250 milljónir króna og fjárfesting nauðsynlegra véla og tækja sé 200 milljónir. Gert er ráð fyrir 5 m í lofthæð í rýmum 1 til 4 og í rýmum 5 – 8 milli að lofthæð sé 2,2 og 2,3 m.[1][2]

Í „Viðauka 2“ má finna samantekt um stærðarþörf og verð á einingum og tækjum.



---

## 5. Kostnaðargreining

### 5.1 Almenn

Reynt er að gera kostnaðargreiningu þessa verkefnis eins nákvæma og unnt er. Vissulega má breyta mörgu í stærðarhlutföllum og fjölda tækja og búnaðar sem þá ætti annars vegar að fara eftir því hvort húsnæði sé fyrir hendi og hins vegar hvort í komandi framtíð sé ætlað að auka framleiðsluna í samræmi þá við mögulega aukningu á eftirspurn á bíódísil framleiddum hér á landi.

Kostnaðargreiningin tekur á öllum mögulegum kostnaðarhlutum sem koma fyrir við framleiðsluna. Helstu póstar hér eru innkaup á repjufræjunum sem gerir alls 80% af heildarkostnaðnum. Næstu póstar eru laun með 7,1% og metanól til íblöndunar í repjuolíuna áður en hún verður að bíódísil með 6,2%. Merkilegt er að afborganir af stofnfé eru einungis 2,6% af kostnaði. Ófyrirsjáanlegur kostnaður er hér ákveðin 2% af öllum kostnaði nema stofnfé.

Heildarkostnaður framleiðslunnar þar sem framleiða á 5000 tonn af repjuolíu og 10 þúsund tonn af fóðurmjöli reiknast hér í heildina á rúmar 1200 milljónir samanber tafla í „Viðauka 3“.

### 5.2 Stofnfé

Gert er ráð fyrir að húsnæðið undir verksmiðjuna sé um 1.250 fermetrar og er þá miðað við samantekt allra rýma. Húsnæðið er verksmiðjuhúsnæði. Miðað við upplýsingar frá verkfræðistofunni Eflu og VA-Arkitektum má gróflega áætla um 200 þúsund krónur í kostnað húsnæðis á fermetra. Það gerir um 250 milljónir fyrir húsnæðið.

Við samlagningu á kostnaði tækja og búnaðar verksmiðju af þessari stærðargráðu var einnig stuðst við upplýsingar frá Vélaverkstæðinu Þór í Vestmannaeyjum og Véltaki hf. í Hafnarfirði sem og úr verkefnum sem talin eru upp í heimildum þessarar greinargerðar. Að auki er tekið tillit til kostnaðar við tæki og búnað tilraunastofu. Er þá kostnaður tækja, búnaðar og tilraunastofu áætlaður um 200 milljónir og þá alls 450 milljónir fyrir verksmiðjuhúsnæðið tilbúið til að hefja framleiðslu. Til viðbótar þarf að gera ráð fyrir 50 milljónum í birgðir til að hefja framleiðsluna. Alls er því stofnfé um 500 milljónir kr. Samantekt stærðargráðu og kostnaðar má finna í „Viðauka 2“ um stærðarþörf og verð á einingum og tækjum.[2]

Ólíklegt má teljast að það muni geta tekist að safna hlutafé í þessa stærðargráðu af áætluðu stofnfé. Ef sú upphæð væri tekin að láni með t.d. 4% vöxtum og með 25 ára afskriftartíma þá mætti reikna mánaðarlega greiðslu samkvæmt eftirfarandi formúlu (jafngreiðsla):

$$g_m = \frac{H \cdot p_i \cdot (1 + p_i)^a}{(1 + p_i)^a - 1}$$

þar sem „ $g_m$ “ er mánaðarleg jafngreiðsla og  $H$  höfuðstóllinn. Prósentugildið „ $p_i$ “ er prósentan deilt með 1200 og „ $a$ “ er greiðslufjöldi yfir heildartímabilið sem hér er 25 ár og við það verða mánaðarlegar greiðslur alls 300 í heildina. Miðað við niðurstöðu yrdi

greiðslubyrðin tæplega 2,7 milljónir á mánuði eða um 32 milljónir á ári eða 2,6% af kostnaði við framleiðsluna.

### 5.3 Fræ

Til að framleiða 5 þúsund tonn af repjuolíu þarf 15 þúsund tonn af repjufræjum. Til að tryggja verksmiðjunni stöðugt hráefni er nauðsynlegt að flytja inn það magn af fræjum sem innlendir markaður getur ekki tryggt verksmiðjunni og þá hvort sem er vegna ónógs framboðs eða að uppskera mistekist vegna veðurs og slæms tíðarfars. Því er nauðsynlegt að skoða framboð af repjufræjum erlendis frá og þá með það að markmiði að kaupa fræin þaðan.

Verð fyrir fræ á alþjóðlegum markaði í dag er um 0,35 € (evrur) á hvert kg. Söluaðilar í Danmörku bjóða fræin á um 2,60 danskar krónur á hvert kg sem er svo til sama verð og á alþjóðlegum markaði.

Þegar tekið er tillit til flutningskostnaðar og annars viðbótarkostnaðar sem fylgir að koma fræjunum á áfangastað við verksmiðju á Íslandi er gert ráð fyrir að fræið kosti um 65 kr. hvert kg hið mesta.

Miðað við innflutning og innlend kaup á 15 þúsund tonnum af repjufræjum og að hvert tonn kosti 65 þúsund kr. er heildarupphæð fræinnkaupa 975 milljónir kr. sem gerir rúm 80% af kostnaði við framleiðsluna. Repjufræin eru því langstærsti hluti kostnaðarins. Hér þarf því að skoða afslætti með tilliti til magninnkaups, samninga um flutning, hvar keypt er og fleira. Slíkt myndi hafa töluverð áhrif á heildarkostnað framleiðslunnar.

Í „Viðauka 4“ má finna áætlað heimsmarkaðsverð á repjuolíufræjum árið 2015 og 2016. Verðin eru tekin af heimasíðu Emmelev A/S í Danmörku ([www.emmelev.dk](http://www.emmelev.dk)) og eru þau gefin upp í dönskum krónum og miðað við 100 kg á hverja einingu.

### 5.4 Metanól og sódi

Íblöndunarhlutfall metanóls er um 12% af olíumagninu og þá notast hér um 600 tonn á ári þegar miðað er við 5 þúsund tonn af olíu. Sódinn er hálf prósent eða samtals 25 tonn. Áætlaður kostnaður á hvert kg af metanóli er um 125 kr. og sódinn á 200 kr./kg.[2]

Miðað við heildarnotkunina (metanól 600 tonn/ár og sódi 25 tonn/ár) er kostaður metanóls er því árlega 75 milljónir kr. og sódans 5 milljónir eða samanlagt tæp 7% af heildarkostnaði framleiðslunnar. Hér mætti einnig huga að magninnkaupum til að lækka þennan kostnaðarlið. Hafa ber einnig hér í huga að metanól er framleitt í Svartsengi við Grindavík af fyrirtækinu Carbon Recycling International og því um íslenska framleiðslu að ræða í þessu tilfelli.

### 5.5 Rafmagn

Töluvert rafmang þarf í tæki og búnað verksmiðju sem pressar repjufræ. Til að keyra pressun fræjanna er gert ráð fyrir fimm pressum sem afkasta hver 500 kg á klst. Þá er hver pressa með 25 kW mótör. Rafmagnsnotkunin samsvarar þá 50 kWh/tonn af repjufræi eða 150 kWh á hvert tonn af repjuolíu sem hér er miðað við. Alls eiga

pressurnar að pressa árlega 15 þúsund tonn af repjufræjum og þá hver pressa með 3 þúsund tonn sem gefa um eitt þúsund tonn af olíu á hverja pressu. Í heildina er því notkunin 750 þúsund kWh fyrir olíupressurnar fimm.

Önnur tæki og búnaður sem nota rafmagn eru dælur og búnaður í kring um þær sem og hitaáhöld til að hita olíuna upp í rétt hitastig fyrir umestrúnina. Hér er gert ráð fyrir að dælnar eyði um 35 kWh miðað við hvert tonn af repjuolíu og hitaáhöldin 50 kWh á tonnið. Síurnar nota rafmagn í gegnum væntanlega loftpressur sem ýta olíunni í gegnum plötusíurnar með þrýstilofti. Kostnaður við það rafmagn er settur í ófyrirséðan kostnað vegna þess að óvissu um notkun loftpressanna yfir allt árið.

Samkvæmt upplýsingum á vef Orkustofnunar er verð á rafmangi samansett úr raforkusölu og raforkudreifingu. Samanlagt gerir hér verðið 13,71 kr/kWh. Í heildina er notkunin 1175 þúsund kWh á ári sem gera rúmlega 16 milljónir í árlegan kostnað.

## 5.6 Vatn

Ef miðað er við verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur er verð á heitu vatni til framleiðslu í iðnaði 75,60 kr. á hvert tonn og köldu vatni á 29,08 kr./tonn. Miðað er við að notkun á vatni í verksmiðjunni sé einn lítri af köldu vatni á hvern lítra af repjuolíu og heita vatnið sé um 3 lítrar miðað við einn lítra af repjuolíu. Þetta gerir þá 5 þúsund tonn af köldu vatni og 15 þúsund tonn af heitu vatni á ári. Verð fyrir heitt og kalt vatn er því tæp 1,3 milljónir á ári.

## 5.7 Starfsmenn og laun

Í verksmiðjunni þurfa að starfa alls 12 starfsmenn í fullu starfi. Við venjulega 8 tíma vinnu eru 3 einstaklingar á skrifstofu og einn á tilraunastofu. Einn starfsmaður sér um daglegan rekstur sem eins konar framkvæmdastjóri og er verkefni hans einnig innkaup birgða og sala á bíódísil til söluaðila eldsneytis. Ein skrifstofumanneskja sér um almenn skrifstofustörf, bókhald ásamt innkaupum birgða og sölu bíódísils. Einn starfsmaður sér um sölu repjumjòls og matarolíu og síðan er einn starfsmaður á tilraunastofu með nauðsynlega menntun til greiningar og vöktunar á framleiðslunni.

Aftur á móti starfar verksmiðjan alla 7 daga vikunnar og í 24 tíma á dag. Til að tryggja rétta „róteringu“ milli 8 tíma vaktar þarf 8 starfsmenn sem skipta verkefnum á starfstöðum á milli sín. Hver einstaklingur á starfsstöð vinnur í 8 tíma á dag í 5 daga í hverri viku. Starfsstöðvarnar verða aftur á móti að vera mannaðar í 7 daga í viku og í 24 tíma á dag. Því þarf vaktakerfi þannig að 2 starfsmenn reiknist á hverja 8 tíma vakt. Það gerir 42 tímar á viku fyrir hvern þessarar 8 starfsmanna. Þótt menn „róteri“ milli starfstöðva þá hefur hver einstaklingur vaktstjórn og ábyrgð með sínu rými eins og fram kemur í „Viðauka 6“ um starfsmenn. Við veikindi starfsmanna og þegar starfsmaður er í orlofi á það ekki að vera vandamál að hagræða og breyta „róteringu“ án þess að fjölga starfsmönnum.

Að meðaltali er gert ráð fyrir kostnaði hvers starfsmanns á kr. 600 þúsund á mánuði með launatengdum gjöldum eða 86,4 milljónir á ári í launakostnað sem reiknast 7,1% af heildarkostnaði framleiðslunnar. Þetta er mjög lágt hlutfall launakostnaðar og má eflaust skoða hér að fjölga fólki eftir þörfum ef þurfa þykir án þess að framleiðslukostnaður verksmiðjunnar hækki óhóflega.

## 5.8 Vottun

Kostnaður við vottun framleiðslunnar og eftirlit með gæðum vörunnar er háður því hvort vottunar- og eftirlitsferlið sé framkvæmt af innlendum aðilum eða erlendum. Í 4. gr. laga um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi, nr. 40/2013, er ákvæði um að innlendir framleiðendur endurnýjanlegs eldsneytis skuli sýna fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og framleiðsla þess uppfylli sjálfbærniþæmið sé það ætlað til notkunar í samgöngum á landi. Það er gert með því að afla upprunavottorða frá viðurkenndum útgefendum upprunavottorða eða sýna með öðrum hætti fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og að sjálfbærniþæmið séu uppfyllt með framvísun gagna til Orkustofnunar. Ráðherra er heimilt að setja í reglugerð nánari skilyrði sem gögn þessi þurfa að uppfylla.

Samkvæmt upplýsingum frá Orkustofnun, sem fer með eftirlitið hér, skal innflutt hráefni til framleiðslunnar vera vottað af viðurkenndum útgefanda upprunavottorða sem þýðir að ekki er þörf á að votta framleiðslu verksmiðjunnar sérstaklega héraðs af erlendum vottunaraðila. Innlendir framleiðendur, sem framleiða hráefnið héraðs eða framleiða úr úrgangi héraðs, geta valið hvort þeir fara í gegnum vottunarferli hjá viðurkenndum útgefendum upprunavottorða eða hvort þeir kjósa frekar að senda Orkustofnun greinargerð um framleiðsluferlið. Í greinargerðinni þarf að koma fram hversu mikið væri framleitt úr hráefni innanlands ásamt sérstökum kafla um sjálfbærniþæmið þeirrar framleiðslu og svo yfirlit um verksmiðjuna. Ofangreind ákvæði í lögum eiga ekki við um endurnýjanlegt eldsneyti sem notað er t.d. í skipum. Vegna óvissu um þennan kostnað er gert ráð fyrir að hann sé innifalinn í ófyrirséðum kostnaði.

## 5.9 Ófyrirséð

Ófyrirséður kostnaður er í þessu tilfalli reiknaður sem 2% af breytilegum kostnaði við framleiðsluna ásamt launakostnaði. Þessi kostnaður er afar mikilvægur og því nauðsynlegt að halda honum niðri sem mest má. Hér reiknast hann á tæpar 23 milljónir á ári.



---

## 6. Innkomugreining

### 6.1 Almenn

Innkomugreining miðast við þekkt útsöluverð samkeppnisvöru framleiðslunnar en framleiðsluvörurnar sem um ræðir: bíódísill, matarolía og fódurmjöl (hrat) og samkeppnisvörurnar eru innfluttur jarðdísill, innflutt matarolía og innflutt fódurmjöl. Óvíst er um sölu glýseróls en það þarf að fara í gegnum kostnaðarsama hreinsun eimað áður en það verður söluhæft í iðnaðarframleiðslu. Það af metanóli sem hægt verður að endurvinna í gegnum eimun kemur aftur inn í framleiðsluna.

Heildarinnkoma við framleiðsluna eru tæpar 1500 milljónir króna. Bíódísillinn og fódurmjölið eru rúm 90% af innkomunni. Afgangurinn er aðallega matarolía úr repjuolíu en glýseról og endurunnið metanól skipta hér svo til engu máli.

Þegar kostnaður við framleiðsluna hefur verið dreginn frá og skattar lagðir á hagnaðinn veður hagnaður eftir skatta tæpar 230 milljónir eða 15,4% af innkomu sem er góð arðsemiskrafa og þá sérstaklega þegar skoðað er að bíódísillinn er einungis reiknaður á sama verði og venjulegur jarðdísill án gjalda til ríkisins. Hér er verðugt að skoða hvort eldsneytisgjald reiknist inn í innkomuna aukalega eða að hann verði látinn eftir handa ríkinu sem annars yrði af gjöldum til að standa undir samgöngukerfinu.

### 6.2 Lífdísill

Hér er eðlilegt að miða útsöluverð frá verksmiðju á 150 kr./kg af bíódísil. Það samsvarar um 132 kr. á hvern lítra. Þetta verð er þá svo til það sama og skipagasolía (MDO) kostar án virðisauka og gjalda til fiskiskipa.

Eins og sjá má í „Viðauka 5“ þá eru svipuð verð einnig gefin upp fyrir flotaolíu og svartolíu án olúgjalds. Verð fyrir jarðdísilolíu á bíla er aftur á móti milli 180 og 195 kr./lítra með olúgjaldi en án vsk. sem er sama verð og fyrir bíódísil sem olúfélögin selja sem íblöndun í jarðdísilinn. Díselolíuverð með olúgjaldi og án vsk. er þá selt á um 190 kr. á hvern lítra (um 245 kr./lítra með vsk.) og á við um umferð dísilbifreiða.

Ef þetta verð er skoðað nánar og þá með verð á hverju kg í huga væri ekki óhugsandi að selja bíódísilinn á 216 kr./kg (190 kr./lítra) án vsk. Fyrst verksmiðjan getur staðið undir sér með 150 kr./kg (132 kr./lítra) þá eru hér um 66 kr./kg (75 kr./lítra) sem olúgjald handa ríkinu sem er nokkurn veginn sama olúgjaldið sem ríkið fær í dag af hverjum lítra af innfluttum jarðdísil. Þá myndu stjórnvöld ekki verða fyrir fjárhagslegu tjóni vegna endurnýjanlegra orkugjafa sem framleiddir eru eru úr repjuolíu fyrir umferð á landi og gætu þar að auki staðið myndalega að framgangi alþjóðlegra og lagalegra skuldbindinga til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Miðað við verð á bíódísil frá verksmiðjunni verði 150 kr./kg (132 kr./lítra) þá dugar innkoman af bíódísilinum fyrir 60% af kostnaði framleiðslunnar. Til að standa undir 100% af kostnaði þyrfti bíódísillinn að seljast á 250 kr./kg eða 220 kr./lítra sem er alls ekki raunveruleiki. En til að tryggja að verksmiðjan standi undir sér þá verður að selja um 5% olúfunnar sem matarolíu og að koma repjufóðrinu í verð. Þetta er kosturinn við að

nýta aukaafurðir repjunnar til verðmyndunar. Því er bíódísillinn í heildina 4.750 tonn sem gefur alls innkomu sem 712,5 milljónir kr. á ári.

### 6.3 Matarolía

Árlega eru um tvö þúsund tonn af repjuolíu flutt inn til landsins. Hér mætti hugsa sér 5% af framleiðslu repjuolíunnar sem matarolíu sem gerir 250 tonn og þá sem kaldpressaða gæðaolíu sem selja mætti á um 500 kr./kg að meðaltali. Innkoma matarolíu gæti því verið 125 milljónir kr. á ári.

Matarolían frá verksmiðjunni væri um 12,5% af heildarneyslu innanlands. Hér er þó um að ræða sérstaka og kaldpressaða gæðaolíu sem selja má dýrar en iðnaðarolíu sem notuð er til steikinga. Kaldpressuð gæðaolían úr repjunni er ein af hollustu matarolíum á markaðinum vegna réttrar samsetningar sinnar á fjölmömettuðum fitusýrum (ómega-3 og ómega-6). Þá er E-vítamín líka í repjuolíunni. Oft er fólki ráðlagt að taka inn kaldpressaða repjuolíu á morgnana ef fiskilýsi hugnast þeim ekki til slíkra hluta.

### 6.4 Fóðurmjöl

Árlega er flutt inn til landsins um 1.500 tonn af fóðurmjöli úr repju og gefur það magn nokkuð góða mynd af þeirri eftirspurn sem er hérlendis í dag. Vitað er að repjufóður, sem próteinríkt hráefni, nýtist til margra hluta sem fóður í landbúnaði og fiskeldi. Miðað við fjölda nautgripa og áætlað fiskeldi þá er þetta magn vel seljanlegt á því verði sem hér er gefið upp eða 65 kr./kg. Er hér aðallega miðað við að repju-fóðurmjölið komi í stað fiskimjöls sem er talsvert dýrara en verðið hér. Heildar innkoma fóðurmjöls er því áætluð hér um 650 milljónir kr. á ári.

Heildarmagn framleiðslunnar er tæplega sjöföld miðað við notkun repjumjöls hérlendis í dag. Til að tryggja snurðulausa sölu á 10 þúsund tonnum af repjumjöli þá þyrfti að fara í mikið markaðsátak til að koma vörunni að hjá bændum og þeim sem reka fiskeldi og jafnvel fleirum. Þörfin er fyrir hendi og jafnvel þótt meira yrði framleitt af fóðurmjöli úr repjufræjum. Hér eru mikil tækifæri.

### 6.5 Glýseról

Sala á glýseróli er óvissu háð. Hreinsað glýseról er verðmæt vara en óhreinsað er það alls ekki verðmætt. Gert er gert ráð fyrir 300 tonnum af glýseróli og að verð fyrir hvert kg sé 10 kr. og þá hér sem áburður eða sem efni til að breyta því í etanól (spíri).

### 6.6 Endurrunnið metanól

Nauðsynlegt er að eima metanólið úr glýserólinu og síðan hreinsa það úr bíódíslinum. Gert er ráð fyrir að mögulegt verði að ná um 5% af metanólinu til baka eða um 30 tonnum á ári.

### 6.7 Annað

Ekki er gert ráð fyrir fleiri innkomutekjum verksmiðjunnar þó eflaust mætti selja út vinnu tilraunastofu og sitthvað fleira.

---

## 7. Samantekt

### 7.1 Almenn

Til að fá sem nákvæmstu niðurstöðu við greiningu kostnaðar og innkomu þarf að taka tillit til sem flestra þátta framleiðslunnar og sérstaklega þeirra sem skipta máli. Í viðaukum við þessa greinargerð er að finna ferilgreiningu framleiðslunnar, samantekt á helstu þáttum um stærðir og verð fyrir húsnæði, búnað og tæki, kostnaðar- og innkomugreiningu ásamt verði fyrir repjufræ og olíu. Eflaust er ýmislegt sem vantar en gert er ráð fyrir ófyrirséðum kostnaði upp á 2% af framleiðslukostnaði sem ætti að dekkja allflest sem ekki þótti ástæða til að taka sérstaklega tillit til í útreikningum.

### 7.2 Hagkvæmni

Hagkvæmni verksmiðjunnar má skoða bæði út frá umhverfislegum sjónarmiðum sem og viðskiptalegum. Markmið stjórnvalda eru umhverfisleg en markmið verksmiðjunnar eru að umhverfisleg markmið geta verið jákvæð viðskiptafræðilega séð.

Ef í framtíðinni verði hægt að rækta alla þá repju innanlands sem verksmiðjan notar árlega eða um 15 þúsund tonn af fræjum, sem samsvarar 5 þúsund hekturum, þá er framleiðslan fullkomlega innlend og sjálfbær. En fram að því mun verksmiðjan tryggja sér það hráefni erlendis frá sem ekki verður hægt að afgreiða frá bændum innanlands. Sem dæmi um stærð landsins sem nýta má til repjuræktunarinnar fyrir verksmiðjuna þá eru meir en 5 þúsund hektarar lands bara undir Eyjaföllum í órækt og vel til þess fallnir að nýta til repjuræktunar og þá án þess að fara í samkeppni við aðra kornrækt. Einnig má setja af stað áætlun um uppgræðslu sanda með lúpínu sem upphafsjurtt sem síðan er plægð ofaní sandinn og verður þannig forveri að góðu landssvæði fyrir repjurækt. Hér þarf að setja af stað sérstakt rannsóknarverkefni um uppgræðslu lands til ræktunar orkujurta.[3]

Til þess að geta hvatt bændur til þess að rækta repju þá þurfa þeir að geta selt sínar afurðir án vandræða og á því verði sem tryggir þeim góða afkomu af ræktuninni.

Repjurækt er oft gagnrýnd vegna þess að verið er að taka land frá matvælum fyrir eldsneyti. Einnig að framleiðsla á repjuolíu sé of dýr og hækki verð bæði á eldsneyti og matarvælum. Þessi gagnrýni er ekki réttmæt. Repjuolían er einungis 15% af lífmassa repjuræktunarinnar og þau 85% sem eftir eru nýtast að öllu leyti beint eða óbeint sem matvæli í formi áburðar frá stönglum og dýrafæðu frá fóðurmjölinu. Ekki verður séð þá hvernig þessi ræktun geti haft áhrif á verð matvæla þar sem hér nýtist jurttin að fullkomlega sem orka og matur.

### 7.3 Niðurstaða

Lífðísillinn einn og sér stendur ekki undir framleiðslunni ef miðað er við að hvert kg hans seljist á 150 kg sem samsvarar 132 kr. á hvern lítra. Því er nauðsynlegt að hefja vinnsluna með því að pressa repjufræin til þess að geta nýtt aukaafurðir eins og hratið (repjumjölið) sem er afar verðmætt og próteinríkt sem fæða fyrir húsdýr og eldisfiska. Repjumjölið þarf að selja innanlands og það magn af því sem framleiðslan skilar er mun

meira en árleg notkun þess hér á landi í dag. Því er nauðsynlegt að setja hér af stað markaðsáttak ásamt kröftugum sölumanni sem í byrjun myndi ekki sinna öðrum verkefnum en sölu á repjumjöli.

Lífdísilinn ætti ekki að vera erfitt að selja hérlendis sem íblöndun í jarðdísil eins og ákvæði í lögum um nr. 40/2013 um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi kveða á um. Krafan um íblöndun er fyrir hendi og 5% markmiðið er meira en verksmiðjan getur afkastað. Eflaust má í framtíðinni skoða stærri einingu og þá með það að markmiði að innlend framleiðsla á lífdísil anni þeirri heildareftirspurn sem lögin gera ráð fyrir í dag og til framtíðar. Einnig á eftir að skoða áhuga útgerðarinnar á því að nota bíódísil eða jafnvel repjuolíuna beint á vélar stærri fiskiskipa. Stærri skipavélar geta hæglega brennt olíu sem hefur jafnháa seigju eins og repjuolían eða um 45 centistokes (cSt). Það gæti þýtt enn meiri framleiðslu því skipaflotinn notar árlega jafn mikið magn af jarðdísil og umferð í landi notar.

Við það að nota einungis repjuolíu á flotann þá sparast framleiðsluferlið yfir í bíódísil og því þarf einungis að pressa fræin og setja olíuna í gegnum síunarferlið. Hér sparast notkun á metanóli og sóða ásamt hreinsun og vöskun olíunnar. Þetta á einungis við um aðalvélar skipa sem geta brennt olíu með hærra seigjugildi en 45 cSt.

Miðað við forsendurnar sem gefnar eru er árlegur kostnaður við framleiðsluna í verksmiðjunni um 1,2 milljarðar. Innkoman er aftur á móti um 1,5 milljarðar sem gerir tæpar 300 milljónir í afgang árlega sem er rétt undir 20%. Greiða mætti því niður stofnkostnað á þremur árum.

Þær tölur um verð sem hér er gengið út frá miðast við sama verð á bíódísil og jarðdísil án gjalda til ríkisins. Miðað við verð til ökutækja á landi þá er hér opinn möguleiki fyrir stjórnvöld að skattleggja bíódísilinn með sama hætti fyrir þennan hóp ökutækja.

Verkefni þetta sýnir að hægt er að framleiða hér á landi um 5000 tonn af bíódísil (lífdísil) og standa undir þeim kostnaði sem framleiðslan myndar miðað við þær forsendur sem gefnar eru og eiga afgang eftir sem gefur fjárfestum góðan arð á hverju ári.

---

## 8. Heimildir

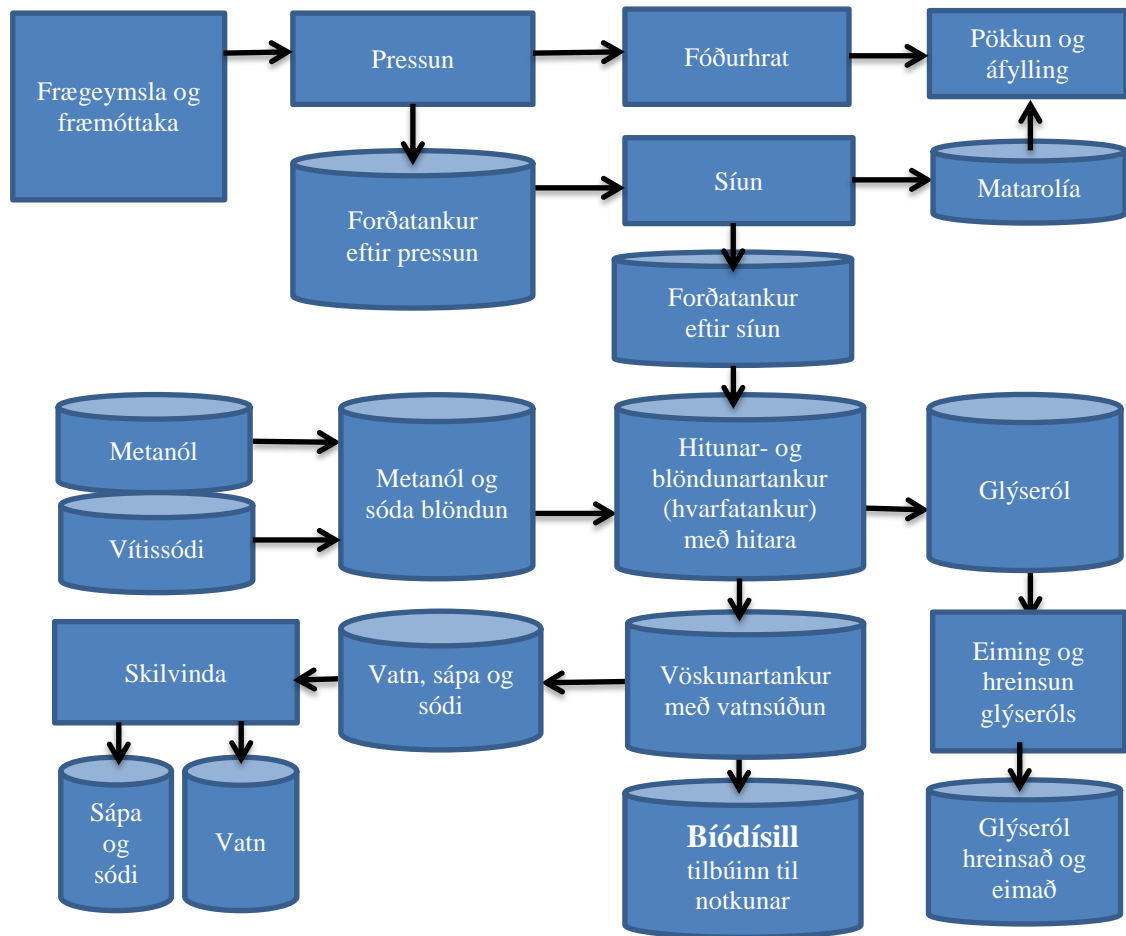
- [1] **Ármann Halldórsson; 2010:**  
Hönnun lífdísilsverksmiðju á Hvolsvelli.  
Lokaverkefni í byggingatæknifræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 8. desember 2010
- [2] **Eiríkur Böðvar Rúnarsson, Jón Trausti Sverrisson; 2011:**  
Uppsetning lífdísilsverksmiðju á Hvolsvell.  
Lokaverkefni í vél- og orkutæknifræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2011.
- [3] **Jón Bernóðusson; 2010:**  
Umhverfisvænir orkugjafar. Ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni dísilolíu fyrir íslenska fiskiskipaflotann.  
Siglingastofnun Íslands, desember 2010.
- [4] **Kristján Finnur Sæmundsson; 2009:**  
Framleiðsla lífdísils á Íslandi.  
Lokaverkefni í vél- og orkutæknifræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2009.
- [5] **Sævar Birgisson; 2011:**  
Feasibility Study of Converting Rapeseed to Biodiesel for use on a Fishing Vessel.  
Business Department, University of Iceland, January 2011
- [6] **Sævar Birgisson; 2011:**  
Arðsemismat á mismunandi notkunarmöguleikum repjuolíu.  
Lokaskýrsla Nýsköpunarsjóðs námsmanna, 23. september 2011.
-



---

**Viðauki 1: Flæðirit framleiðslunnar**

---



**Flæðirit framleiðslunnar[2]**

---

## Viðauki 2: Stærðarpörf og verð á einingum og tækjum

Nr. rými	Afmarkað svæði	L (m)	B (m)	H (m)	Fermetrar	Rúm-mál
Rými 1	Frémóttaka, frægeymsla, geymsla fóðurmjöls	20	20	5	400	2.000
Rými 2	Pressun, pökkun fóðurmjöls	14	15	5	210	1.050
Rými 3	Síun, áfylling matarolíu	8	15	5	120	600
Rými 4	Umestrun (repjuolíu breytt í bíódísil)	14	15	5	210	1.050
Rými 5a	Neðri hæð - tilraunarstofa, snyrting, gangur	6	15	2,3	90	207
Rými 5b	Efri hæð – skrifstofa, kaffistofa, geymsla	6	15	2,3	90	207
Rými 6	Geymsla fyrir metanól (sérrými við útvegg utanhúss)	17	5	2,2	85	187
Rými 7	Geymsla fyrir vítissóða (sérrými við útvegg utanhúss)	5	4	2,2	20	44
Rými 8	Annað óskilgreint rými	5	5	2,2	25	55
<b>Alls rými húsnæðis</b>					<b>1.250</b>	<b>5.400</b>
<b>Alls verð fyrir húnæði</b>					<b>mkr. 250,00</b>	

Nr. rými	Tankar inn á afmörkuðum svæðum	Fjöldi	R (m)	H (m)	Rúm-mál	Verð mkr.
Rými 3	Forðatankur eftir pressun	1	1,25	4,00	20,0	3,70
Rými 3	Forðatankur eftir síun	1	2,20	4,00	60,0	11,40
Rými 3	Tankur fyrir repjuolíu – matarolíu	1	0,65	1,50	2,0	0,35
Rými 4	Hitunar- og blöndunartankur	1	1,70	4,00	35,0	6,80
Rými 4	Blöndunartankur fyrir metanól og vítissóða	1	0,95	2,50	7,0	1,35
Rými 4	Tankur fyrir glýseról	1	1,20	2,00	9,0	1,70
Rými 4	Tankur fyrir glýseról – hreinsað og eimað	1	1,00	1,90	6,0	1,10
Rými 4	Tankur fyrir vöskun og vatnsúðun	1	1,80	4,00	40,0	7,65
Rými 4	Tankur fyrir skolvatn – sápa og sóði	1	1,15	2,50	10,0	1,95
Rými 4	Tankur fyrir skolvatn – hreinsað	1	1,00	3,50	11,0	2,00
Utan dyra	Tankur fyrir bíódísil – tilbúinn til notkunar	1	4,00	7,0	350,0	62,00
<b>Alls tankar og tankapláss</b>		<b>11</b>			<b>550,0</b>	<b>100,00</b>

Nr. rými	Pressur fyrir repjufræ	Fjöldi	tonn/dag	tonn/ár	Verð mkr.
Rými 2	Pressur sem afkasta 500 kg af repjufræjum á klst.	5	60,0	16.000	54,50
Rými 2	Pressa sem afkastar 100 kg af repjufræjum á klst.	1	2,4	640	3,25
Rými 2	Pressa sem afkastar 50 kg af repjufræjum á klst.	1	1,2	320	2,25
<b>Alls</b>	<b>Pressur</b>	<b>7</b>	<b>63,6</b>	<b>16.960</b>	<b>60,00</b>

Nr. rými	Síun fyrir repjuolíu	Fjöldi	tonn/dag	tonn/ár	Verð mkr.
Rými 3	Síur sem afkasta 400 kg/klst. eða 450 lítrar/klst.	2	19,2	5.120	13,90
Rými 3	Sía sem afkastar 120 kg/klst. eða 140 lítrar/klst.	2	5,8	1.536	6,10
<b>Alls</b>	<b>Síur</b>	<b>4</b>	<b>25,0</b>	<b>6.656</b>	<b>20,00</b>

Nr. rými	Ýmis tæki og búnaður	Athugasemdir	Verð mkr.
Rými 5	Skrifstofa, tilraunastofa, snyrting, aðstaða, geymsla	Án húsnæðiskostnaðar	<b>5,00</b>
Öll rými	Lagnir, dælur, sniglar, loftpressur, uppsetning	Án húsnæðiskostnaðar	<b>5,00</b>
Öll rými	Ófyrirséður kostnaður vegna tækja og búnaðar	Án húsnæðiskostnaðar	<b>10,00</b>
<b>Alls</b>	<b>Ýmis tæki og búnaður</b>		<b>20,00</b>



### Viðauki 3: Kostnaður og innkoma repjuolíuframleiðslu

<i>REPJUOLÍUFRAMLEIÐSLA</i>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Hráefni</b>	<b>Hlutfall</b>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>
Repjuolía	<b>5.000</b>	<b>tonn/ár</b>	Lífdísill	95%	4.750	tonn/ár
Stofnfé	500,0	mill.kr.	Matarolía	5%	250	tonn/ár
Vextir af stofnfé	4,0	prósent	Hrat	200%	10.000	tonn/ár
Afskriftartími stofnfés	25	ár	Glýseról	6%	300	tonn/ár
Rafmagn (olíupressur)	150	kWh/tonn	Metanól	12%	600	tonn/ár
Rafmagn (dælur o. fl.)	35	kWh/tonn	Hvati	0,5%	25	tonn/ár
Rafmagn (hitaáhöld)	50	kWh/tonn				
<b>KOSTNAÐUR</b>						
<i>KOSTNAÐUR</i>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Verð</b>	<b>Eining</b>	<b>Alls kr./ár</b>	<b>Hlutfall</b>
Repjufræ	15.000	tonn	65,00	kr./kg	975.000.000	80,3%
Metanól	600	tonn	125,00	kr./kg	75.000.000	6,2%
Hvati (vítissóti)	25	tonn	200,00	kr./kg	5.000.000	0,4%
Rafmagn (pressur)	750.000	kWh	13,71	kr./kWh	10.282.500	0,8%
Rafmagn (dælur)	175.000	kWh	13,71	kr./kWh	2.399.250	0,2%
Rafmagn (hitaáhöld)	250.000	kWh	13,71	kr./kWh	3.427.500	0,3%
Kalt vatn	5.000	tonn	29,08	kr./tonn	145.400	0,0%
Heitt vatn	15.000	tonn	75,60	kr./tonn	1.134.000	0,1%
Launakostnaður	12	störf	600.000	kr./mán.	86.400.000	7,1%
Ófyrirséður kostnaður	2%	af kostn.	1.144.388.650	kr.	22.887.773	1,9%
Afborganir og vextir	4%	af stofnfé	500.000.000	kr.	32.005.981	2,6%
<b>Alls kostnaður</b>					<b>1.213.970.404</b>	<b>100%</b>
<b>INN KOMA</b>						
<i>INN KOMA</i>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Verð</b>	<b>Eining</b>	<b>Alls kr./ár</b>	<b>Hlutfall</b>
Lífdísill (Repjuolíudísill)	4.750	tonn	150,00	kr./kg	712.500.000	47,7%
Matarolía	250	tonn	500,00	kr./kg	125.000.000	8,4%
Hrat (fóðurmjöl)	10.000	tonn	65,00	kr./kg	650.000.000	43,5%
Glýseról	300	tonn	10,00	kr./kg	3.000.000	0,2%
Metanól (endurunnið)	30	tonn	125,00	kr./kg	3.750.000	0,3%
<b>Alls innkoma</b>					<b>1.494.250.000</b>	<b>100,0%</b>
<b>Hagnaður:</b>					<b>294.967.596</b>	<b>19,7%</b>
<b>Skattar af hagnaði</b>	18%				<b>50.450.327</b>	<b>3,4%</b>
<b>Hagnaður eftir skatta:</b>					<b>229.829.268</b>	<b>15,4%</b>

---

**Viðauki 4: Áætlað heimsmarkaðsverð á repjuolíufraejum 2015 - 2016**

---

**Verð á repjufræjum sem Emmelev A/S í Danmörku gefur upp á heimasíðu sinni**

<b>Børsnotering rapsfrø: Vejledende priser i DKK pr. 100 kg.</b>					
<b>Dato</b>	<b>FEB 2014</b>	<b>MAJ 2015</b>	<b>AUG 2015</b>	<b>NOV 2015</b>	<b>FEB 2016</b>
05/12 - 2014	251,0	251,8	251,9	254,8	256,5
04/12 - 2014	251,4	251,8	252,4	255,9	257,7
03/12 - 2014	251,0	251,3	251,6	255,3	259,3
19/11 - 2014	252,5	254,2	254,2	256,0	254,2

---

**Viðauki 5: Meðalverð olíufélaganna 2014**

---

<b>Dísileldsneyti án virðisaukaskatts</b>	<b>frá kr./ltr.</b>	<b>að kr./ltr.</b>
Marine Diesel Oil, skipagasolía (MDO) án gjalds	118,49	134,82
Flotaolía án gjalds	119,44	135,78
Svartolía IFO 30 án gjalds	116,84	133,18
Dísilolía frá dælustöð með gjaldi	179,20	195,54
Bíodísill frá dælustöð	179,20	195,54

---

**Viðauki 6: Starfsmenn**

---

<b>Aðstaða</b>	<b>Staðsetning</b>	<b>Verksvið</b>	<b>Fjöldi</b>
Rými 5	Skrifstofa	Framkvæmdastjóri; innkaup, sala bíodísils	1
Rými 5	Skrifstofa	Almenn skrifstofustörf; bókhald, innkaup, sala á bíodísil	1
Rými 5	Skrifstofa	Sölumaður; sala á fóðurmjöli og matarolía	1
Rými 5	Tilraunastofa	Tæknimaður; umsjón með greiningu framleiðslu	1
Rými 5	Verkstæði	Verkstjóri; almenn verkstjórn	1
Rými 5	Verkstæði	Viðhaldsmaður; viðhald tækja og búnaðar	1
Rými 1	Fræmóttaka	Vaktstjóri; mötun fræja að pressum	1
Rými 2	Pressun	Vaktstjóri; umsjón með pressun og pökkun fóðurmjöls	1
Rými 3	Síun	Vaktstjóri; umsjón með síun og áfyllingu matarolíu	1
Rými 4	Umestrún	Vaktstjóri; umsjón með umestrún repjuolíu yfir í bíodísil	1
Rými 1-4	Öll rými	Rótera milli verkstöðva	2
<b>Alls starfsmenn</b>			<b>12</b>

**Hugmyndir að íslenskri verksmiðju  
sem framleiðir árlega 5.000 tonn af bíódísil (lífódísil)  
úr innlendum og innfluttum repjufræjum  
fyrir dísilvélar samgöngutækja**

