

September 2021



Ræktun og framleiðsla úr orkujurtum

Skýrsla starfshóps

Stjórnarráð Íslands

Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið

Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið

Sölvhólsögötu 7 – 101 Reykjavík

545 8200 / srn@srn.is

Höfundar:

Starfshópur á vegum samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytisins
um ræktun og framleiðslu úr orkujurtum

Ábyrgðarmenn:

Ingveldur Sæmundsdóttir, formaður starfshópsins og

Jón Bernódusson, fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar hjá Samgöngustofu

September 2021

©2021 – Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið

ISBN – 978-9935-494-33-7

stjornarradid.is

Innihald

1.	Inngangur	4
2.	Samantekt	5
3.	Lífeldsneyti í stað jarðefnaolíu.....	6
3.1.	Stjórnsýslulegt umhverfi.....	6
3.1.1.	Stöðumat.....	6
3.1.2.	Framtíðarsýn.....	12
3.2.	Rekstrarleg sjónarmið	15
3.3.	Annar ávinningur	16
3.3.1.	Hagrænn og samfélagslegur ávinningur.....	16
3.3.2.	Orku- og fæðuöryggi.....	16
3.4.	Samvinna við atvinnulíf.....	17
3.5.	Samantekt	21
4.	Lífeldsneytisframleiðsla úr repju á Íslandi.....	22
4.1.	Almennt um lífeldsneyti	22
4.1.1.	Almennt.....	22
4.1.2.	Repjufræ	23
4.1.3.	Repjuolía	24
4.1.4.	Lífdísill.....	24
4.1.5.	Repjumjöl.....	25
4.2.	5.000 tonna verksmiðja á Íslandi	25
4.2.1.	Almennt.....	25
4.2.2.	Markaður fyrir afurðir	25
4.2.3.	Stofnkostnaður verksmiðju	26
4.2.4.	Afkoma.....	26
4.2.5.	Staðsetning verksmiðju	29
4.3.	Færanleg verksmiðja.....	29
4.3.1.	Hugmyndin að færanlegri verksmiðju.....	29
4.3.2.	Stofnkostnaður færanlegrar verksmiðju	30
4.3.3.	Afkoma.....	30
4.4.	Samantekt	31
5.	Repjurækt á Íslandi.....	32
5.1.	Ræktun.....	32
5.1.1.	Almennt um ræktun olíujurta og ræktunarreynsla hér á landi	32
5.1.2.	Ræktun	35
5.2.	Greining kostnaðar repjuræktunar	41
5.2.1.	Almennt um ræktunarkostnað	41

5.2.2.	Ræktunarkostnaður - Bændasamtök Íslands	41
5.2.3.	Kostnaðargreining	42
5.3.	Greining innkomu repjuræktunar	44
5.3.1.	Tekjur af repjufræjum	44
5.3.2.	Ræktunarstyrkir	44
5.4.	Afkoma	45
5.5.	Lífsferilsgreining verkfræðistofunnar Mannvits	45
5.6.	Samantekt	47
6.	Niðurstöður.....	48
7.	Tillögur.....	48
Viðauki I:	Vinnsluferlar repjufræja	49
Viðauki II:	Áframvinnsla repjuolíu í lífdísil.....	52

Myndaskrá:

Mynd 1:	Verð á losunarheimildum í ETS kerfi Evrópusambandsins skv. International Carbon Action Partnership. https://icapcarbonaction.com/en/ets-prices	9
Mynd 2:	Framtíðarsýn, togari brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.....	17
Mynd 3:	Framtíðarsýn, skip Samskipa brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.....	18
Mynd 4:	Framtíðarsýn, Sæfari brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.	18
Mynd 5:	Framtíðarsýn, skip Eimskipa brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.	19
Mynd 6:	Framtíðarsýn, flugvél Icelandair brennir eldsneyti framleiddu úr íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.	19
Mynd 7:	Forstjórar Isavia og Samgöngustofu skrifa undir viljayfirlýsinguna þann 8. september 2020.....	20
Mynd 8:	Sigurður Ingi Jóhannsson, samgöngu- og sveitarstjórnarráðherra, setur fyrstu repjuolíuna á tækið.	20
Mynd 9:	Flugrútan til Arlanda flugvallar við Stokkhólm gengur á hreinni repjuolíu.....	21
Mynd 10:	Páll Eggert Ólafsson, bóndi og frumkvöðull og formaður Loftslagsráðs, Halldór Þorgeirsson, sem dælir repjuolíu á traktorinn.	23
Mynd 11:	Jón Bernódusson, fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar hjá Samgöngustofu.	33
Mynd 12:	Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri.....	34
Mynd 13:	Á myndinni er starfsfólk LbhÍ, Sunna Skeggjadóttir, Hrannar Smári Hilmarsson, tilraunastjóri og Egill Gunnarsson, bústjóri.	35
Mynd 14:	Ræktunarferli repju, mynd úr skýrslu Mannvits.....	46

Töfluskrá:

Tafla 1:	Útkoma tilraunaræktunar Siglingastofnunar og LbhÍ á vetrarrepju og –repju haustið 2009.....	4
Tafla 2:	Einingar vinnslunnar.....	27
Tafla 3:	Framleiðslukostnaður.	28
Tafla 4:	Verð á eldsneyti miðað við lítra og kg.....	28
Tafla 5:	Tekjur af sölu framleiðslu.....	28

Tafla 6: Drög að kostnaðargreiningu fyrir færanlega repjuvinnslu.....	30
Tafla 7: Drög að árlegum rekstrarkostnaði fyrir færanlega repjuvinnslu.....	30
Tafla 8: Framleiðsla fræja, olíu og hrats í rannsóknarverkefni 2015-2016.....	33
Tafla 9: Uppskera á repju og nepju við góðar aðstæður erlendis.....	36
Tafla 10: Samanburður á eiginleikum vorrepju og vornepju.	37
Tafla 11: Uppskeruvæntingar út frá ræktunarreynslu.	37
Tafla 12: Samanburður ræktunarpátta.....	37
Tafla 13: Möguleg stærð ræktarlands.....	38
Tafla 14: Skipting á ræktarlandi 2010.....	39
Tafla 15: Þörf á vélum, tækjum og áburði við ræktun á vetrarafbrigðum nepju og repju.	39
Tafla 16: Ræktunarkostnaður á hektara árið 2017.	41
Tafla 17: Kostnaður repjuræktunar miðað við ræktun á einum hektara lands.	44
Tafla 18: Möguleg afkoma ræktunar.....	45
Tafla 19: Niðurstöður á kolefnisútreikningum fyrir repju ræktaða við íslenskar aðstæður og utan losunar frá ræktunarlandi, tafla úr skýrslu Mannvits.	46

1. Inngangur

Hugmyndir um ræktun repju og nepju á Íslandi byggir á sjálfbærni við nýtingu á innlendum orkugjöfum ásamt skuldbindingum Íslands í loftslagsmálum. Þessar hugmyndir hafa legið fyrir allt frá árinu 2007 þegar samstarf hófst við Ólaf Eggertsson bónda á Þorvaldseyri en hann kom Siglingastofnun Íslands (nú Samgöngustofa) í samband við Landbúnaðarháskóla Íslands til að koma af stað verkefninu um „umhverfisvæna orkugjafa“ en það var hluti af samgönguáætlun. Í framhaldinu var gerður verksamningur við Landbúnaðarháskóla Íslands og tilraunaverkefni um ræktun vetrarafbrigða repju og nepju sett af stað síðsumars 2008. Alls voru 9 staðir víðsvegar um landið valdir til að taka þátt í tilraunaræktuninni og var uppskeran síðan tekin á fjórum stöðum haustið 2009. Sérstaka athygli vakti hve góð uppskera fékkst en uppskerutölur fræjanna eru eftirfarandi:

Tafla 1: Útkoma tilraunaræktunar Siglingastofnunar og LbhÍ á vetrarrepju og –nepju haustið 2009.

Útkoma tilraunaræktunar Siglingastofnunar og LbhÍ á vetrarrepju og –nepju haustið 2009			
Ræktunarstaður	Tegund	Uppskera þe, kg/ha	Athugasemdir
Þorvaldseyri	repja	4.100	<i>Mesta uppskera repju til þessa</i>
Þorvaldseyri	nepja	1.800	<i>Ekki tókst að þreskja á réttum tíma</i>
Ósar	repja	3.200	
Ósar	nepja	3.000	
Möðruvellir	repja	1.600	<i>Ekki tókst að þreskja á réttum tíma</i>
Möðruvellir	nepja	3.400	<i>Mesta uppskera nepju</i>
Korpa	nepja	300	<i>Tilraunaræktun mistókst</i>

Eftir þessar góðu tilraunir var ákveðið að halda verkefninu áfram og hefur Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri, ræktað bæði vetrar- og vorafbrigði repju og nepju upp frá því og það í samstarfi við Samgöngustofu. Á heimasíðu Samgöngustofu má finni nokkrar greinargerðir um ræktun orkujurta sem eldsneyti fyrir skipavélar.

Frá júlí á þessu ári 2020 hefur Landbúnaðarháskóli Íslands tekið upp þráðinn að nýju við repju- og nepjuræktun og eru þar komnar á ræktunartilraunir sem taka mið af uppskerumælingum, áburðagjöf og ræktunaraðferðum. Það er álit sérfræðinga Landbúnaðarháskólans að með rannsóknum sé hægt að auka uppskeruna.

Í apríl 2020 skipaði Sigurður Ingi Jóhannsson, samgöngu- og sveitarstjórnarráðherra, starfshóp um ræktun og framleiðslu úr orkujurtum. Markmið verkefnisins er annarsvegar að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá skipum, bátum og ferjum með ræktun orkujurta til að framleiða lífolíu til að nota á aflvélar þeirra og hins vegar að kanna forsendur fyrir stórtækri, sjálfbærri ræktun orkujurta á Íslandi til framleiðslu á lífolíu og öðrum afurðum jurtanna.

Starfshópin skipa þau Ingveldur Sæmundsdóttir, aðstoðarmaður ráðherra, formaður, Jón Bernóusson, fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar hjá Samgöngustofu, Gylfi Árnason, verkfræðingur, Sandra Ásgrímsdóttir, sjálfbærniverkfræðingur, Jón Þorsteinn Gunnarsson, rekstrarhagfræðingur, Hlín Hólm, tilraunaræktandi, Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri, Egill Gunnarsson, bústjóri hjá Landbúnaðarháskóla Íslands á Hvanneyri og Friðfinnur Skaftason, verkfræðingur hjá samgöngu- og sveitarstjórnaruneytinu.

2. Samantekt

Ein helsta niðurstaða vinnuhópsins er að eftirspurn eftir lífolíum muni vaxa og ræktun þeirra verða hagkvæm hér á landi. Þetta er bein afleiðing af markmiði um að draga úr bruna jarðefnaeldsneytis. Þar sem tíminn til aðgerða er skammur gerir hópurinn eftirfarandi að tillögum sínum:

1. Farið verði í þær rannsóknir, þróun og ræktun sem nauðsynlegar eru til að sjálfbær framleiðsla repjuolíu verði hagkvæm að teknu tilliti til ytri kostnaðar, s.s. umhverfiskostnaðar.
2. Skapaðir verði nægjanlegir efnahagslegir hvatar til að ræktun verði hagkvæm. Á tilraunastigi verði ræktunarstyrkir veittir á hvern hektara en þeir færðir yfir á framleiðslumagn þegar þekking og reynsla eykst.
3. Sala afurða verði tryggð. Færanlegri verksmiðju verði komið upp sem pressi repjufræ fyrir bændur sem geta nýtt repjumjölið sjálfir. Verksmiðjan tryggi bændum kaup á olíunni og sjái um að koma henni annarsvegar til orkunotenda og hins vegar í rannsóknar og þróunarverkefni s.s. lífdísilvinnslu.
4. Rannsóknir og þróun verði eflar s.s. á:
 - a) nýtingu repjuhratsins s.s. í fiskafóður,
 - b) ræktun, vali á yrkjum, kynbótum, sáðtíma, sáðmagni, áburðarmagni, þreskitíma, jarðvinnsluaðferðum, hættu á skaðvöldum, notkun varnarefna, skiptiræktun o.s.frv.
 - c) hagkvæmustu landnýtingu m.t.t. losunar gróðurhúsalofttegunda, orku- og matvælaframleiðslu, verndunar vistkerfa o.s.frv.,
 - d) rekstrargrunni stórfelldrar ræktunar og lífdísilframleiðslu.
5. Aflað verði viðurkenningar á að um sjálfbæra framleiðslu sé að ræða.

3. Lífeldsneyti í stað jarðefnaolíu

3.1. Stjórnslulegt umhverfi

3.1.1. Stöðumat

Hlýnun jarðar:

Almennt er nú viðurkennt að sú mikla hlýnun jarðar sem á sér stað er af manna völdum og stafar fyrst og fremst af því mikla magni koltvísýrings, CO₂, sem losað er út í andrúmsloftið við bruna jarðefnaeldsneytis. Ef vöxtur gróðurhúsalofttegunda heldur áfram eins og spáð er stefnir í að loftslagsbreytingar muni hafa mjög neikvæð áhrif á lífríkið á jörðinni í náinni framtíð.

Þar sem vandinn er hnattrænn og ekki á valdi neins eins að leysa hann hefur á undanföllum áratugum verið reynt á mörgum alþjóðlegum ráðstefnum að fá allar þjóðir heims til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Bindandi samningar hafa verið gerðir, svo sem með Kýmótóbókuninni árið 1997 og á Parísarráðstefnu aðildarríkja Sameinuðu þjóðanna árið 2015. Ísland er aðili að þessum samningum og þarf því að huga að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda. Auk eigin aðgerða hefur Ísland ákveðið að vera í samfloti með Evrópusambandinu, á vissum sviðum, í gegnum EES-samninginn.

Þar sem stór hluti orkuframleiðslu á Íslandi er frá endurnýjanlegum orkugjöfum er losun gróðurhúsalofttegunda mest frá iðnaði, samgöngum og landnotkun. Í samgöngum er megin verkefnið að skipta út jarðefnaeldsneyti fyrir endurnýjanlega orkugjafa. Ísland á næga endurnýjanlega orku til að fara í þau orkuskipti en koma þarf orkunni á því formi sem vélbúnaður þarf þangað sem orkunnar er þörf. Nú þarf t.d. flugvélahreyfill í 30.000 feta hæð að fá flugvélaeldsneyti óháð því hve mikið er til af sjálfbærri raforku á jörðu niðri. Þar sem Ísland er ekki leiðandi í vélbúnaðarframleiðslu er landið háð þróun þess búnaðar í helstu framleiðsluríkjunum. Vegna hás orkuinnihalds olíu, miðað við þyngd, er ekki fyrirsjáanlegt að alfarið verði hægt að hætta notkun olíu s.s. í langflugi stórra flugvéla. Hin tæknilega lausn er einfaldlega ekki fundin og þegar hún kemur fram mun það taka áratugi að innleiða hana.

Rafhlöður í rafmagns- og tvíorkubílum hafa þegar sannað gildi sitt sem hluti af lausninni og er framboð slíkra bíla orðið gott og vaxandi. Vetni, metanól og fleiri orkuberar eru skemmra komnir og framboð á vélbúnaði sem notar þá enn mjög takmarkað. Lífoliur, sem eru bundin sólarorka, eru orkuberar með þann kost að ganga beint á núverandi vélbúnað eða með lítilli eftirvinnslu en eru tiltölulega dýr lausn samanborið við jarðefnaeldsneyti. Sjálfbært framleidd lífolía getur hins vegar hæglega leyst jarðefnaolíu af hólmi í þessum tilfellum og það hratt þar sem nota má hana á núverandi vélbúnað, ýmist beint eða með litlum breytingum. Hér á landi er þegar komin reynsla á framleiðslu og notkun lífolíu og þar skipta orkublöntur eins og repja einna mestu máli en eldsneyti sem er unnið úr orkujurtum er umhverfisvænn og endurnýjanlegur orkugjafi.

Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna:¹

Áskoranir heimsins eru fleiri en hlýnun jarðar. Árið 2015 samþykktu Sameinuðu þjóðirnar metnaðarfulla áætlun undir heitinu „Heimsmarkmið“. Til ársins 2030 á að innleiða í 17 meginmarkmiðum og 169 undirmarkmið. Markmiðin eru samþætt og órjúfanleg og mynda jafnvægi milli þriggja stöða sjálfbærrar þróunar; hinnar efnahagslegu, félagslegu og

¹ <https://www.heimsmarkmidin.is/>

umhverfislegu. Þau fela einnig í sér fimm meginþemu sem eru mannkynið, jörðin, hagsæld, friður og samstarf. Íslensk stjórnvöld hafa innleitt heimsmarkmiðin og unnið er að mörgum verkefnum til að ná þeim. Verkefni vinna fjölmargir ólíkir aðilar á vettvangi samfélagsins, ríkið, sveitarfélög, fyrirtæki, stofnanir, og frjáls félagasamtök.

Stórfelld repjurækt á Íslandi mundi einkum hafa áhrif á:

- markmið 13, „Aðgerðir í loftslagsmálum“ og snýr að því að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda,
- markmið 7, „Sjálfbær orka“ og undirmarkmið 7.2, en þar segir: „Eigi síðar en árið 2030 hafi hlutfall endurnýjanlegrar orku af orkugjöfum heimsins aukist verulega“,
- markmið 2, „Ekkert hungur“ og undirmarkmið 2.4, en þar segir: „Eigi síðar en árið 2030 verði sjálfbærni í matvælaframleiðslu tryggð og teknir upp starfshættir sem auka framleiðni og framleiðslu í landbúnaði, sem viðheldur vistkerfunum, dregur úr hættu af völdum loftslagsbreytinga, veðurofsa, þurrka, flóða og annarra hamfara og bætir land og jarðveg til lengri tíma litið“,
- markmið 15, „Líf á landi“ og undirmarkmið 15.1, en þar segir: „Eigi síðar en árið 2020 verði vistkerfi á landi og í ferskvatni vernduð og stuðlað að sjálfbærri nýtingu þeirra og endurheimt, einkum skóga, votlendis, fjalllendis og þurrkasvæða, í samræmi við skuldbindingar samkvæmt alþjóðasamningum“.

Með stórfelldri framleiðsla á lífolíu á heimsvísu væri ætlunin að ná markmiðum 13 og 7 þar sem framleiðsla og brennsla á lífolíum er nánast kolefnishlutlaus. Við framleiðslu á lífolíum er fjarlægt jafn mikið af CO₂ úr andrúmsloftinu og losnar við bruna þeirra. Áhyggjur eru af því að með þessu sé unnið gegn markmiðum 2 og 15 með því að akrar sem nýttir hafa verið til matvælaframleiðslu verði teknir til orkuframleiðslu með tilheyrandi samdrætti í matvælaframleiðslu eða nýtt land verði rutt, einkum skógar, til orkuframleiðslu. Þetta er raunveruleg hættu sem koma þarf í veg fyrir og er t.d. fyrirvari um þetta í regluverki Evrópusambandsins eins og vikið verður að síðar. Allt bendir til að hér á landi sé nægt landrými sem taka megir undir lífolíuframleiðslu og jafnframt stuðla að öðrum heimsmarkmiðunum, einkum þó markmiðinu um ekkert hungur þar sem við repjuræktunina fellur til mikið magn af fóðri.

Sjálfbær lífolíuframleiðsla:

Eins og fram hefur komið er ekki talið að í fyrirsjáanlegri framtíð verði alveg hægt að hætta brennslu á olíu. Í þeim tilfellum hlýtur lausnin því að felast í að framleiða olíuna með sjálfbærum hætti eða halda áfram brennslu jarðefnaolíu og kolefnisjafna hana. Kolefnisjöfnun getur þó ekki leyst allan loftslagsvandann og viðbúið er að beita þurfi öllum tiltækum ráðum. Einfaldasta leiðin til að framleiða lífolíu er með því að rækta svo kallaðar olíujurtir eins og repju, pressa olíuna úr jurtinni og eftir síun má nota hana beint á stærri og einfaldari dísilvélar. Einnig má vinna lífolíuna meira eftir því hvaða kröfur á að gera til olíunnar og á hvaða vélar hún er ætluð, svo sem í lífdísil. Þetta kallast fyrsta kynslóð lífolíu. Til að tryggja að ekki sé gengið á matvælaframleiðslu eru þessari ræktun settar strangar skorður, s.s. í reglugerðum Evrópusambandsins. Hér á landi er nægt landrými sem ekki er nýtt til matvælaframleiðslu en mætti nýta í olíuframleiðslu. Tryggja yrði með lífsferilsgreiningu að landið nýtist ekki betur til annarrar afkastameiri kolefnisbindingar, orku- eða matvælaframleiðslu.

Erlendis er þegar hafin sjálfbær framleiðsla á olíum úr ýmiskonar lífmassa sem er ónýttur í dag, s.s. kornstönglum og timburafsagi og er hún hratt vaxandi. Þetta kallast annarrar kynslóðar lífildsneyti eða framsækið lífildsneyti (e: advanced biofuels). Lífmassinn er fyrst gerjaður en síðan þarf vetni eða sjálfbært framleidda raforku til framleiðslunnar. Með þessum hætti er hægt

að framleiða ýmiskonar olíur sem ganga á núverandi vélbúnað, þar á meðal flugvélaeldsneyti (e. *Sustainable Aviation Fuel*). Þetta er mun flóknari og dýrari aðferð en ræktun olíujurta, hvað þá heldur að nota jarðefnaeldsneyti. Engu að síður nota mörg stórfyrirtæki s.s. flugfélögin British Airways og SAS nú þegar SAF á vélar sínar og undirbúa stórfellda notkun þess. Þau nýta sér það annars vegar í auglýsingarskygni og hins vegar til að tryggja sér eldsneyti til framtíðar.

Eins og gefur að skilja er framleiðsla flugvélaeldsneytis mjög strangt ferli og miklar kröfur gerðar til bæði hráefnisins og framleiðsluferilsins. Repjuolía hefur nú þegar verið samþykkt sem hráefni í slíkt ferli².

Þriðja kynslóð lífildsneytis sem grænþörungur framleiða er á þróunarstigi. Hér á landi eru að hefjast tilraunir með ræktun grænþörungna þar sem fæða þeirra er affall frá fiskeldi, CO₂ auk þess sem þeir þurfa ljós. Ræktun grænþörungna skilar 80 sinnum meiri uppskeru á hektarann en repjan.

Sjálfbær ræktun orkujurta og framleiðsla lífildsneytis úr afurðum þeirra hér á landi myndi draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngum, binda töluvert magn af kolefni í jarðveginum og hafa þannig jákvæð áhrif á landgæði og auka fóðurframleiðslu og þar með matvælaframleiðslu.

Áður en stórfelld ræktun repju hefst þarf að huga nánar að landnotkun, meta ákjósanleg ræktunarsvæði og ræktunarferli og heildaráhrif hennar á matvælaframleiðslu og losun gróðurhúsalofttegunda með lífsferilsgreiningu.

Milliríkjasamningar:

Samkvæmt Parísarsamkomulaginu er samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda á ábyrgð einstakra ríkja. Engu að síður þurfa ríki að vinna saman og samræma aðgerðir sínar. Stofnanir Sameinuðu þjóðanna, s.s. Alþjóða flugmálastofnunin, ICAO, og Alþjóða siglingamálastofnunin, IMO, vinna í samræmi við Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna og Ísland hefur skuldbundið sig til þátttöku í því samstarfi. Ísland hefur einnig skuldbundið sig til samstarfs við Evrópusambandið á ýmsum sviðum með EES-samningnum.

² <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-Eligible-Fuels.aspx>



Mynd 1: Verð á losunarheimildum í ETS kerfi Evrópusambandsins skv. International Carbon Action Partnership. <https://icapcarbonaction.com/en/ets-prices>

Eitt af sameiginlegu verkefnum eða kerfum Evrópusambandsins sem Ísland er þátttakandi í er „Emission Trading System“ eða ETS kerfið³. Kerfið gengur út á að stór notendum orku, þar með talin flugfélög í millilandaflugi, er úthlutað losunarkvóta sem fara mun minnkandi ár frá ári þar til hlutleysi er náð 2050. Losunarkvótarnir geta gengið kaupum og sölum sem felur í sér að þeir sem eiga auðveldast með að draga úr losun munu gera það og selja losunarheimildir eftir því sem þeir geta en hinir sem munu eiga í erfiðleikum með það verða annaðhvort að kaupa kvóta eða draga úr starfsemi sinni. Þannig mun losunin verða í þeirri starfsemi sem erfiðast og kostnaðarsamast verður að draga úr og verð á losunarkvótum mun hækka eftir því sem kvótinn minnkar. Verðið mun stjórna af því hver kostnaðurinn við mótvægisáðgerðir eða staðgöngulausnir verður. Sjálfbært framleidd lífólía er staðgönguvara fyrir jarðefnaolíu sem fellur utan kvótans þar sem jafn mikill koltvísýringur er fjarlægður úr andrúmsloftinu við framleiðslu hennar og losnar við brunann. ETS kerfið er nú þegar farið að takmarka losun og verð er komið á losunarheimildir, sjá t.d. vefsíðu International Carbon Action Partnership (ICAP)⁴. Nýlega kynnti Evrópusambandið fyrirætlun sína⁵ um að bæta skipum yfir 5.000 tonnnum í ETS kerfið.

Hjá Alþjóða flugmálastofnuninni hefur verið tekið upp losunarkvótakerfi af svipuðum toga og hjá Evrópusambandinu en þar voru árin 2019 og 2020 viðmiðunarár, árin 2021-2023 er tilraunatímabil og 2024-2026 verður fyrsta tímabilið þar sem ríkjum verður í sjálfsvald sett hvort þau verða með eða ekki. Ísland hefur ásamt Evrópuríkjunum skuldbundið sig til þátttöku frá byrjun. Frá og með 2027 verður þátttaka ekki valkvæð fyrir aðildarlöndin.

Alþjóða Siglingamálastofnunin hefur einnig tekið upp losunarkerfi af svipuðum toga fyrir skip yfir 5.000 tonn. Fiskiskipafloti Íslendinga fellur ekki undir það kerfi.

³ https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en

⁴ <https://icapcarbonaction.com/en/ets-prices>

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2021:562:FIN>

Framseljanlegar losunarheimildir er orðin helsta aðferðin við að takmarka losun gróðurhúsalofttegunda í milliríkjasamningum.

Lög og reglur:

Alþingi hefur sett lög um loftslagsmál nr. 70/2012. Markmið laganna er:

- a. að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með hagkvæmum og skilvirkum hætti,
- b. að auka bindingu kolefnis úr andrúmslofti,
- c. að stuðla að aðlögun að afleiðingum loftslagsbreytinga,
- d. að skapa skilyrði fyrir stjórnvöld til þess að standa við alþjóðlegar skuldbindingar Íslands í loftslagsmálum.

Til að stuðla að þessu hefur Alþingi m.a. samþykkt lög númer 33/2021 um breytingu á lögum um tekjuskatt, nr. 90/2003 (hvatar til fjárfestinga). Samkvæmt þeim er nú heimilt að fyrna sérstaklega tilteknar eignir sem falla undir einn af eftirfarandi flokkum:

1. Vistvænar samgöngur.
2. Endurnýjanleg orka.
3. Hreinsun fráveituvatns og endurnýting úrgangs.
4. Sjálfbær og umhverfisvæn stýring á náttúruauðlindum og landnotkun.

Orkuskipti í samgöngum er ein af megináðgerðunum til að minnka losun gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu. Því hefur notkun margvíslegra tegunda eldsneytis annarra en jarðefnaeldsneytis aukist á undanförunum áratugum. Evrópusambandið hefur því tekið á loftslagsvandannum með setningu regluverks. Árið 2009 var gefin út tilskipun um að hvetja til notkunar orku frá endurnýjanlegum orkugjöfum (2009/28/EB) sem var svo innleidd í íslenskt regluverk fjórum árum seinna með lögum um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi, nr. 40/2013, og reglugerð 750/2013 um viðmiðanir í sjálfbærri lífelsesneytisframleiðslu.

Í samræmi við löginn selja íslensku olíufélögin jarðdísil blandað með lífdísil. Frá byrjun árs 2015 skal tryggja að minnst 5% af orkugildi heildarsölu sé endurnýjanlegt eldsneyti. Því hafa söluaðilar eldsneytis til umferðar á landi blandað allt að 7% lífdísil í jarðdísilseldsneytið. Íblöndunin á sér stað erlendis. Verði íslenskur lífdísill í framtíðinni á sambærilegu verði og gæðum og sá erlendi þá ætti að vera mögulegt að nýta hann hérlendis sem endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi.

Talin er hætta á því að ræktun orkujurta til eldsneytisframleiðslu geti orðið á kostnað ræktunar matvæla og fódurplantna erlendis, þar sem land er takmarkað og því hefur fremur verið lögð áhersla á að stuðla að framleiðslu á svokölluðu framsæknu lífelsesneyti (e. *advanced biofuel*). Í þessum flokki efna má finna meðal annarra lífræn úrgangsefni og leifar úr vinnslu ýmissa matvæla. Samtímis hefur átt sér stað veruleg áherslubreyting hjá Evrópusambandinu um notkun endurnýjanlegra orkugjafa og þá aðallega hvað varðar orkujurtir.

Tilskipun 2009/28/EB var endurútgefin með tilskipun 2018/2001/EB þar sem tilskipunin tekur sérstaklega á olíuþlöntum eins og repju og einnig á óbeinni landnotkun. Viðurkennt er að óbein breyting á landnotkun þurfi ekki endilega að hafa neikvæð áhrif í för með sér og því er hugtakið lítil óbein landnotkunarbreyting (e. *low indirect land use change*) notað fyrir þau tilfelli þar sem slíkt er talið eiga við. Aðstæður á Íslandi eru þannig með tilliti til landnotkunar að ræktun repju myndi að jafnaði fara fram á landi sem ekki er talið flokkast undir áhættuland vegna óbeinnar breytingar á landnotkun, sbr. ákvæði 29. gr. tilskipunarinnar.

Í aðfararorðum tilskipunarinnar eru færð rök fyrir því aðtaka megi tillit til aðstæðna eins og eru á Íslandi. Í aðfararorðum nr. 3 er greint frá mikilvægi orkuöryggis og þeim samfélagslegu áhrifum sem aukin notkun endurnýjanlegra orkugjafa hefur og að það eigi sérstaklega við um afskekkt og fámenn svæði. Á svipuðum nótum eru aðfararorð nr. 64 sem fjalla sérstaklega um ystu svæði (e. *outermost regions*) Evrópusambandsins. Um þau ættu sérstök ákvæði. Þó að hér sé átt við svæði sem eru hluti af ríkjum ESB eiga þessi aðfararorð jafn vel við um allt hið strjálbýla Ísland. Fá þarf viðurkenningu á því.

Núverandi regluverki Evrópusambandsins hefur verið breytt þannig að eftir 2030 megi ekki telja lífoldsneyti, unnið úr matvæla- og fóðurplöntum sem hlutfall af endurnýjanlegum orkugjöfum, og uppfylla þannig ákvæði um aukna hlutdeild þeirra. Það er gert með vísan í það að ræktunin geti haft í för með sér breytingu á landnotkun sem leiði til aukinnar losunar á gróðurhúsalofttegundum og að matvæla- og fóðurframleiðsla verði ýtt til hliðar. Það á þó ekki við um lífoldsneyti, unnið úr matvæla- og fóðurplöntum, sem eru ræktaðar á svæðum með litla óbeina landnotkunarbreytingu þar sem slík ræktun hefur jákvæð áhrif á losun gróðurhúsalofttegunda og aðra þætti eins og aukin landgæði.

Ekki verður séð að ræktun á repju og nepju á Íslandi hafi nokkur neikvæð eða fráhrindandi áhrif á ræktun matvæla- og fóðurjurta. Ræktun repju mun væntanlega binda kolefni til lengri tíma í jarðvegi og framleiðsla á lífoldsneyti úr repju mun minnka notkun hefðbundins jarðefnaeldsneytis.

Með vísan í ákvæði framseldrar reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar nr. 2019/807/EB, sem ákvarðar hvenær ræktun telst valda ásókn í land sem bindur mikið kolefni, s.s. skóglendi, og hvenær ekki, verður að telja að áframhaldandi innleiðing regluverks ESB í íslenskt regluverk standi ekki í vegi fyrir repjuræktun hér landi.

Önnur stefnumótun og áætlanagerð:

Íslensk stjórnvöld hafa margoft sýnt verkefnum um umhverfissvæna orkugjafa áhuga og gefið þannig til kynna hverjar áherslur þeirra í málaflöknum eru. 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 leitast 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.

Í samgönguáætlun er að finna markmið um umhverfislega sjálfbærar samgöngur. Hvað varðar orkusparnað og orkuskipti eru lagðar til markvissar aðgerðir sem miða að minni notkun jarðefnaeldsneytis og að samgöngutæki nýti orku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum. Einnig að eflar verði rannsóknir sem miða að sjálfbærni í framleiðslu á vistvænum orkugjöfum og stuðningi við uppbyggingu innviða og þróun og framleiðslu á innlendu vistvænu eldsneyti. Stuðla ber að rannsóknum og nýtingu umhverfissvænna orkugjafa. Einnig hefur í stjórnarsáttmálum síðustu ríkisstjórna verið lögð áhersla á nýta vistvæna orkugjafa við samgöngur.

Núverandi ríkisstjórn hefur sett það markmið að Ísland verði kolefnishlutlaust árið 2040 og áformað er að lögfesta það. Á síðustu fimmtán árum hafa opinberir aðilar, atvinnulífið, stofnanir og félagasamtök brugðist við loftslagsvandannum með því að leggja fram fjölda aðgerðaáætlana

og stefnuyfirlýsinga. Tillögur að aðgerðum hafa einnig verið ræddar á samráðsvettvangi ýmissa aðila svo og í loftslagsráði. Sem nýjustu stefnur og áætlanir má nefna eftirfarandi:

1. Sjálfbær orkuframtíð – Orkustefna til ársins 2050, gefin út í september 2020 á vegum atvinnu- og nýsköpunarráðuneytisins.
2. Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum. Aðgerðir íslenskra stjórnvalda til að stuðla að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda til 2030, gefin út í júní 2020 á vegum umhverfis- og auðlindaráðuneytisins.
3. Samstarfsyfirlýsing um að draga úr kolefnisspori íslensks sjávarútvegs, undirrituð þann 10. júní 2021 af forsætis-, fjármála- og efnahags-, atvinnuvega- og nýsköpunar-, samgöngu- og sveitarstjórnar- og umhverfis- og auðlindaráðherrum fyrir hönd ríkisstjórnarinnar annars vegar, og fulltrúa Samtaka fyrirtækja í sjávarútvegi hins vegar.
4. Innviðir til orkuskipta – samvinnuverkefni Grænu orkunnar og samstarfshóps ráðuneyta um orkuskipti frá því í nóvember 2019.
5. Loftslagsráð, skipað í ágúst 2019. Sjálfstætt starfandi ráð sem hefur það meginhlutverk að veita stjórnvöldum aðhald með faglegri ráðgjöf um loftslagsmál.

Í aðgerðaáætlun íslenskra stjórnvalda í loftslagsmálum frá júní 2020 er að finna mjög metnaðarfullar aðgerðir sem stuðla eiga að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda til ársins 2030. Í áætluninni er gert ráð fyrir að árið 2030 muni losun gróðurhúsalofttegunda á beinni ábyrgð Íslands dragast saman um ríflega milljón tonn af CO₂-ígildum miðað við losun ársins 2005. Þetta þýðir að Ísland nær skuldbindingum sínum í loftslagsmálum um 29% samdrátt í losun frá árinu 2005 og gott betur eða 35% samdrætti.

Til samanburðar notar íslenski fiskiskipaflotinn um 120 þúsund tonn af olíu á ári sem losar um 380 þúsund tonn af CO₂-ígildum.

Staða repjuræktar hér á landi:

Repja er og hefur verið ræktuð hér á landi í litlum mæli, einkum til fóðurgerðar, af bændum sem hafa getað nýtt afurðirnar sjálfir og átt viðeigandi tæki og ræktarlönd. Olían hefur í sumum tilfellum verið aukaafurð. Stórfelld repjuræktun hefur ekki hafist sem staðfestir að markað vantar fyrir afurðirnar eða stærðarhagkvæmni, þ.e. mögulegir notendur eru ekki tilbúnir að greiða það verð sem bændurnir þurfa fyrir afurðirnar. Ræktun í litlum mæli til fóðurgerðar hefur hins vegar viðhaldist sem bendir til að ekki vanti mikið upp á að ræktun í stórum stíl geti orðið hagkvæm.

Ræktun repju fellur vel að sjálfbærri orkuframtíð og undir aðgerðaáætlun í loftslagsmálum. Repjuræktun getur einnig verið liður í orkuskiptum í sjávarútvegi sem stjórnvöld hafa kallað eftir. Þar til annar hagkvæmari orkuberi og viðeigandi vélbúnaður hefur verið innleiddur í sjávarútvegi má keyra núverandi vélbúnað ýmist beint á repjuolíu eða lífdísil sem framleiða má úr repjuolíunni með tiltölulega lítilli eftirvinnslu.

3.1.2. Framtíðarsýn

Með kvótakerfum eins og ETS kerfi Evrópusambandsins er tryggt að náð sé markmiði um losun en markaðurinn látinn um að ákveða verð á losunarheimildum⁶.

Aðrar algengar leiðir að þessu markmiði eru annars vegar að leggja skatt eða gjald á þann sem mengar og hins vegar að veita þeim umbun sem mengar minna eða hegðar sér rétt að mati

⁶ https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_ets.pdf

stjórnvalda. Hugmyndin að baki gjaldtöku af þeim sem mengar er að hann greiði fyrir það tjón sem hann veldur öðrum. Um leið aflar ríkið tekna til að standa undir nauðsynlegum mótvægisáðgerðum. Báðar þessar leiðir tryggja fyrirsjáanleika í kostnaði og hvetja til réttar hegðunar en tryggja ekki endilega að náð verði markmiði um tiltekna losun. Hvatinn er fastur óháð því hvort markmiðið næst öfugt við ETS kerfið þar sem hvatinn, markaðsverð á losunarheimildum, ræðst af því hve duglegur iðnaðurinn er að innleiða umhverfissvænar lausnir. Ef árangurinn lætur á sér standa hækkar verðið á losunarheimildunum. Hver þessara leiða fyrir sig hefur sína kosti og galla og hefur íslenska ríkið farið blandaða leið og nýtt sér þær allar, sbr. kolefnisgjald á jarðefnaeldsneyti og ívilnanir fyrir rafbíla.

Hvaða leið eða blanda leiða verður fyrir valinu í framtíðinni er pólitískt úrlausnarefni sem ekki verður tekin afstaða til hér. Ef ná á settu markmiði um kolefnishlutleysi verður hvatinn í öllum tilfellum að vera nægur til þess að hagkvæmara sé að velja umhverfissvæna lausn í stað þess að brenna jarðefnaeldsneyti. Hvernig sem dæminu er snúið mun samkeppnisstaða lífolíu batna.

Eins og rakið hefur verið er og verður ræktun orkujurta í heiminum takmörk sett. Íslensk repjuolía kemur því fyrst og fremst til með að keppa í verði við annarrar og þriðju kynslóðar lífolíu. Ræktun repju er tiltölulega einfalt ferli sem komin er reynsla á hér á landi og ekki fjarri því að vera hagkvæm við núverandi aðstæður. Til að repjurækt hefjist hér í stórum stíl þarf því tiltölulega lítinn viðbótar hvata og sá hvati mun koma fyrr en síðar ef íslensk stjórnvöld ætla að ná markmiðum sínum um kolefnishlutleysi eða standa við skuldbindingar sínar gagnvart öðrum ríkjum. Sýna verður fram á með lífsferilsgreiningu að losun koltvísýrings út í andrúmsloftið minnki, þar með talið vegna óbeinnar breytingar á landnotkun og að ekki dragi úr matvælaframleiðslu. Að því gefnu mun repjuræktun hér á landi stór aukast á næstu árum. Spurningin er fyrst og fremst hvenær, hvað þarf mikinn hvata og hvernig verður hann til.

Erlendis eru þeir sem átta sig á því sem felst í orkuskiptunum að undirbúa sig fyrir stór hækkandi verð á orku og eftir atvikum tilheyrandi losunarheimildum. Þeir sem telja sig áfram verða háðir olíu eru að tryggja sér lífolíu og hinir að undirbúa nauðsynlegar tæknibreytingar.

Þó svo að erlendis séu stórir og fjársterkir aðilar að tryggja sér aðgang að lífolíu til framtíðar er ekki við því að búast að tiltölulega lítil íslensk fyrirtæki leggi út í dýr verkefni sem þau hafa litla þekkingu á. Heldur er ekki við því að búast að bændur leggi út í ræktun repju fyrr en nokkuð tryggt er að þeir tapi ekki á henni.

Unnið er að ýmsum öðrum lausnum en brennslu olíu fyrir stór og þung tæki. Enn er ekki ljóst hvaða tækni verður ofan á. Framleiðsla tækjanna er ekki hafin né þeirra orkuinnviða sem til þarf. Það er því erfitt að sjá fyrir sér að tímasettum markmiðum Íslands verði náð með öðrum hætti en með núverandi vélbúnaði og að framboð á lífeldsneyti verði tryggt.

Hægt er að hugsa sér að kaupa lífolíu erlendis frá. Viðbúið er að framboð verði minna en eftirspurn og að sterkir aðilar hafi jafnvel tryggt sér megnið af lífolíunni með samningum. Fyrirsjáanlega verður því hart barist um það lífeldsneyti sem í boði verður og óvarlegt að treysta á nægt framboð á heimsmarkaði.

Hægt er að auka innlenda lífolíuframleiðslu nokkuð hratt en samhliða þarf að vinna rannsóknir á mismunandi gerðum ræktarlands, framkvæma lífsferilsgreiningar, fá viðurkenningar á því að ekki sé dregið úr matvælaframleiðslu með ræktuninni og að um sjálfbæra orku sé að ræða í skilningi tilskipunar Evrópusambandsins nr. (EU) 2018/2001 og reglugerð framkvæmdastjórnarinnar nr. (EU) 2019/807. Einnig þarf að byggja upp gæðakerfi,

viðskiptasambönd og söfnunar- og dreifikerfi svo eitthvað sé nefnt. Nýir aðilar þurfa að læra, gerð verða mistök og reikna verður með áföllum, s.s. uppskerubresti annað slagið. Allt þetta tekur sinn tíma og jafnvel þó að byrjað yrði fljótlega verður það kapp við tímann að ná markmiðum Íslands í loftslagsmálum.

Til að hefja ræktun má sjá fyrir sér að á nokkrum árum verði bændur með 20-50 ha í olíuræktun samhliða öðrum búskap, en fljótlega myndist ný stétt sérhæfðra akuryrkjubænda með 100-200 ha og þannig yrði mögulegt að rækta 10.000 ha eftir nokkur ár með 100-200 ræktendum í heildina. Til að styðja slíka þróun gætu bændur þurft að vera með korn í skiptirækt. Þá þurfa þeir að koma korninu á markað og því mætti hugsa að komið yrði upp kornsamlagi samhliða lífolíuverksmiðju sem tæki á móti korni, þurrkaði og gerði það markaðshæft eða framleiddi úr því kjarnfóður fyrir búfé. Slíkt samlag gæti ýtt undir atvinnunýsköpun, verðmætasköpun og drægi á þörf á innflutningi fôðurs með tilheyrandi eflingu á fæðuöryggi landsins.

Tryggja þarf að nægileg repjuolía verði fáanleg ef til dæmis fiskiskipaflotinn hæfi íblöndun á repjuolíu. Einnig þarf að tryggja að gæði repjuolíunnar sé í samræmi við staðla og kröfur vélaframleiðenda.

Ef og þegar önnur tækni leysir núverandi olíubrennslu af hólmi mun áfram verða markaður fyrir umhverfisvæna repjuolíu hvort sem hún verður nýtt til matar eða orku, beint eða sem hráefni í annarrar kynslóðar lífolíur.

Notkun sjálfbært framleiddrar olíu í stað ósjálfbærrar jarðolíu getur verið millileikur þar til aðrar hagkvæmari, sjálfbærar lausnir koma fram, s.s. til að knýja skipaflotann. Til lengri framtíðar er þó ekki útlit fyrir annað en að framleiða þurfi líf- og rafeldsneyti eins og hægt er með sjálfbærum hætti.

Við ræktun repju fellur til mikið af stönglum sem munu fljótlega metta markaðinn hér innanlands. Til að byrja með væri helst að nota þá sem varmagjafa eða skoða hvort hægt væri að nýta þá til langtíma bindingar á kolefni. Þegar framboð og aðrar aðstæður skapast má gerja repjustönglana í etanol sem nota má sem eldsneyti, til íblöndunar á bensínvélar eða eins og hvern annan lífmassa í annarrar kynslóðar lífolíugerð.

Við ræktun repju fellur einnig til talsvert af repjuhrati, sem getur nýst, eftir frekari vinnslu, til framleiðslu á kjarnfóðri fyrir nautgripi og tilfiskeldis. Einnig geta kúabændur notað repjuhrat við heilfóðurgerð fyrir búpening sinn.

Samantekt:

Heimurinn, og þar á meðal Ísland, þarfnast varanlegrar bindingar á kolefni auk matar- og orkuframleiðslu.

Ræktun repju á vel völdum og vannýttum svæðum á Íslandi gæti aukið kolefnisbindingu landsins (rannsóknir) og skilað af sér þremur afurðum:

Repjuolíu sem nýta má beint til að knýja fiskiskipaflotann.

Stönglum sem nýta má sem hráefni í annarrar kynslóðar lífolíur.

Repjuhrat sem getur nýst til framleiðslu á kjarnfóðri fyrir nautgripi og fyrir fiskeldi. Affallsvatnið frá fiskeldinu má hugsanlega nýta til framleiðslu þriðju kynslóðar lífolíu.

Ísland er matvælaframleiðsluland og til skemmri tíma vantar hér sjálfbært framleidda orku til að knýja núverandi matvælaframleiðslutæki. Áhættuminnst og öruggast er fyrir Íslendinga að

byggja á þeirri þekkingu og reynslu sem nú þegar er til staðar, þ.e. repjuræktinni, og innleiða síðan flóknari aðferðir sem enn eru í þróun.

Segja má að það sé kominn tími til að hefjast handa og hrinda repjuræktun af stað á Íslandi. Öll rök hníga að því. Opinbera regluverkið hefur sett rammann og stefnur og áætlanir gera einnig ráð fyrir því.

3.2. Rekstrarleg sjónarmið

Samkeppnishæfni lífolúframleiðslu:

Þeir sem eru í rekstri þurfa að standast samkeppni og eiga því í erfiðleikum með að vera lengi í stórfelldri og kostnaðarsamri hugsjónastarfsemi, s.s. í þágu loftslagsins. Því fylgir kostnaður sem samkeppnisaðilarnir geta komið sér hjá. Ef það er niðurstaða samfélagsins að losun gróðurhúsalofttegunda valdi samfélaginu tjóni hlýtur að koma til álita að þeir sem valda tjóninu greiði bætur vegna þess, a.m.k. verði þeim ekki gefið samkeppnisforskot á hina. Það er ríkisvaldsins að sjá til þess að leikreglurnar séu sanngjarnar.

Ef lífolía á að leysa jarðolíu af hólmi að einhverju leyti þurfa allir aðilar í virðiskeðjunni að sjá hag sínum borgið með því að hætta brennslu jarðefna og fara þess í stað að nýta lífolíu. Hvort sem það er bóndinn sem ræktar og selur repjufræin, verksmiðjan sem framleiðir olíuna og hратиð, útgerðin sem notar olíuna eða kjarnfóðurframleiðendur sem geta nýtt repjuhратиð sem hráefni við framleiðslu sína.

Ef ætlun stjórnvalda er að stuðla að aukinni notkun sjálfbærrar lífolíu í stað jarðolíu en halda jafnframt hækkunum á orkukostnaði í skefjum, t.d. til að gefa aðlögunartíma, er hægt að veita styrkjum inn í virðiskeðjuna á mismunandi stöðum, til bóndans, til verksmiðjunnar eða til orkunotandans. Færa má rök fyrir því, ef um tímabundna styrki væri að ræða, að þeir væru þróunaraðstoð til að hægt væri að þróa framleiðsluferlin og ná stærðarhagkvæmni. Ef bændur tækju t.d. að sér að prófa mismunandi yrki við mismunandi aðstæður og uppskeran væri ótrygg væri eðlilegt að styrkirnir væru á hvern hektara en eftir að reynsla og þekking hefur byggst upp tengist þeir framleiðslumagninu, varanlega bundnum koltvísýringi, olíu og fóðurmagni.

Hvaða aðferð sem notuð verður þarf sjálfbæra lífolían að vera samkeppnisfær í verði við jarðefnaolíuna og þá skatta og gjöld sem á brennslu hennar kunna að verða lögð.

Ekki er eftir neinu að bíða með að hefja þetta ferli allt því að það mun taka tíma.

Dæmi um hvata:

Áður hefur verið minnst á ETS kerfi Evrópusambandsins og að Alþjóða flugmálastofnunin og Alþjóða siglingamálastofnunin hafa sett upp, hvort á sínu sviði, kerfi framseljanlegra losunarheimilda. Þetta er þó ekki aðeins lausn í milliríkjasamningum. Einstök ríki og fylki hafa einnig innleitt slík kerfi, ýmist ein eða nokkur saman. Dæmi eru Sviss, Nýja Sjáland, Suður Kórea, Quibeck, Ontario, Kalifornía og nokkur fylki við austurströnd Bandaríkjanna sameiginlega í svo kölluðu RGGI kerfi (Regional Greenhouse Gas Initiative) sem tók til starfa 2009. Í Kína hafa einnig verið innleidd sambærileg kerfi.

Kolefnisgjöld eða skattar í ýmsum útfærslum eru vel þekkt en ekki síður að veittir séu beinir styrkir eða skattaafslættir þeim sem velja umhverfisvænar lausnir, s.s. rafmagnsbíla, eða rannsóknarstyrkir til þeirra sem vinna að þróun slíkra lausna. Í Bandaríkjunum er t.d. veittur

tekjuskattsafláttur fyrir að fanga og farga CO₂ með tiltækum hætti, sbr. „26 U.S. Code § 45Q - Credit for carbon oxide sequestration“⁷. Þetta jafngildir greiðslu fyrir varanlega bindingu kolefnis. Skattaafslátturinn getur orðið allt að 50 dollarar á tonn af CO₂ eða 6.000 kr.á tonn af CO₂ miðað við gengið 120 kr.

3.3. Annar ávinningur

Ekki er ástæða til að rekja hér þann umhverfislega ávinning sem felst í notkun sjálfbærrar orku og samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda enda eru þetta orðin sjálfstæð markmið íslenskra stjórnvalda. Hér verður því aðeins gerð grein fyrir öðrum ávinningi af því að hefja sjálfbæra framleiðslu á lífoldsneyti með repju- og nepjurækt.

3.3.1. Hagrænn og samfélagslegur ávinningur

Ef repjurækt stuðlar að því að Ísland standi við skuldbindingar sínar gagnvart öðrum ríkjum um minnkun gróðurhúsalofttegunda mun verða til mikill, en ill mælanlegur, ávinningur fyrir Ísland, Íslendinga og íslensk fyrirtæki í öllum samskiptum og viðskiptum við aðrar þjóðir.

Með repjuræktun sem hreinni viðbót við íslenskan landbúnað aukast umsvif og tekjur í íslenskum landbúnaði. Repjuræktun eins og önnur ræktun styrkir byggðir og fjölgar störfum. Með aukinni sjálfbærni, s.s. aukinni eigin framleiðslu á orku og fódri, minnkar þörfin fyrir innflutning á þessum vörum og gjaldeyri til að greiða fyrir þær.

Repjurækt hér á landi skapar grundvöll fyrir ýmiskonar atvinnuþróun, s.s. áframvinnslu repjuolíunnar í lífdísil og síðar flóknari áframvinnslu. Fleiri tækifæri verða til skiptiræktunar, landgræðslu og undirbúnings jarðvegs fyrir hverskonar ræktun.

Vinnsla repjuafurða skapar hér nýja atvinnumöguleika á landsbyggðinni og vinnslan eykur einnig samfélagslega sjálfbærni og þjóðartekjur.

3.3.2. Orku- og fæðuöryggi

Ísland er matvælaframleiðsluland með gnægð sjálfbærrar orku. Engu að síður eru nær allar samgöngur, fiskiskip og landbúnaðartæki knúin áfram af innfluttri, umhverfislega ósjálfbærri orku, jarðefnaeldsneyti. Ísland er því mjög háð innflutningi jarðefnaeldsneytis, þar á meðal til matvælaframleiðslunnar.

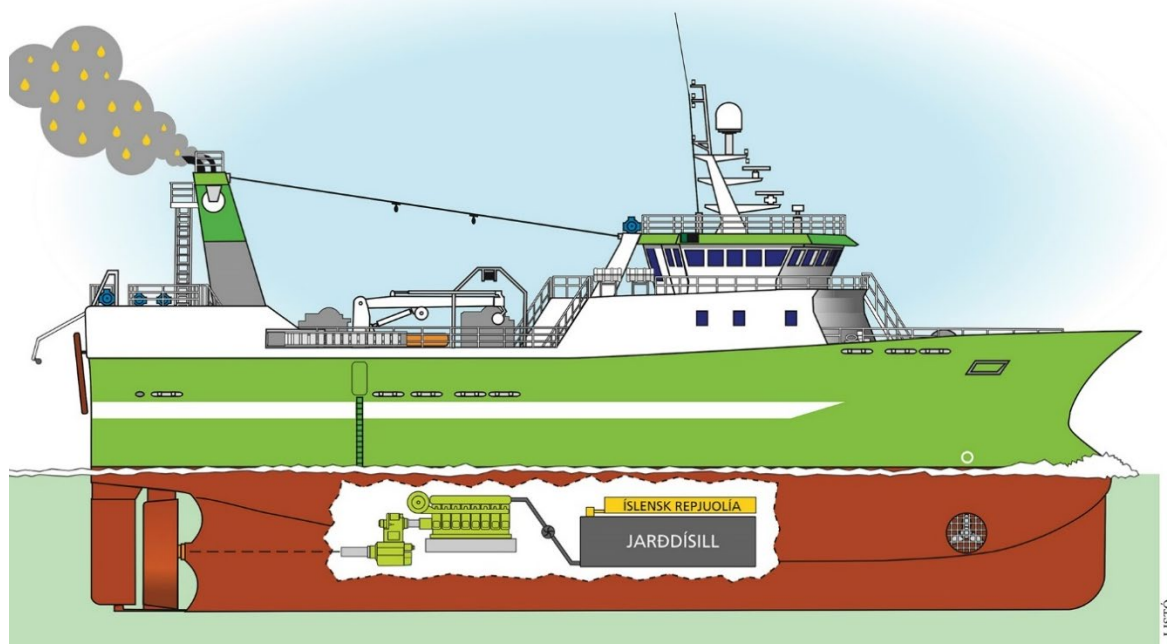
Á Íslandi er mikið landrými sem nýta má betur í þágu kolefnisbindingar, orku- og matvælaframleiðslu með repjurækt. Auðveldlega ætti að vera hægt að framleiða hér tugi þúsunda tonna af repjuolíu sem mundi strax stór auka orkuöryggi, sjálfbærni og tryggja lágmarks getu til matvælaframleiðslu.

Við repjuræktunina verður til helmingi meira af hrati en olíu. Hratið má nýta sem fódurbæti fyrir búpening, í fiskeldi og við kjarnfóðurframleiðslu. Aukin framleiðsla á fódri hér á landi dregur úr þörf fyrir innflutning á fódri og stuðlar þannig að aukinni sjálfbærni og fæðuöryggi Íslendinga og auknu rými til fódur- eða matvælaframleiðslu hér á landi og annars staðar í heiminum.

⁷ <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2021-01-15/pdf/2021-00302.pdf>

3.4. Samvinna við atvinnulíf

Útgerðarfyritræki innan Samtaka fyrirtækja í sjávarútvegi (SFS) hafa náð miklum árangri í því að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis hin síðari ár. Miðað við árið 1990 hefur notkun íslenskra fiskiskipa og fiskimjölsværksmiðja á jarðefnaeldsneyti minnkað um meir en helming. Fiskveiðistjórnun þar sem byggðir hafa verið upp stærri fiskistofnar og skilvirkara skipulag veiða hefur leitt til þess að auðveldara er að sækja fiskinn, minna um leit og færri og stærri skip sem eru hagkvæmari og sparneytnari. Það er hagur útgerða að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis og hafa margar nú þegar tekið mikilvæg skref í þá átt.



Mynd 2: Framtíðarsýn, togari brennir íslenskrri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.

Hvað varðar íblöndun repjuolíu í dísilvélar íslenskra fiskiskipa þá geta vélar skipanna í dag brennt repjuolíu án vandræða og í yfirlýsingu SFS og stjórnvalda er m.a. ákvæði um að kanna fýsileika íblöndunar endurnýjanlegs eldsneytis og kortleggja heimildir vélaframleiðenda á notkun slíks eldsneytis.

Til þess að notkun repjuolíu í framdriftsbúnaði íslenskra fiskiskipa sé raunhæf þarf verð repjuolíunnar að vera samkeppnishæft við jarðdísil.

Íslenski fiskiskipaflotinn notar í dag um 139 milljónir lítra af jarðdísil sem samsvarar um 120 þúsund tonn. Ef farið yrði í 5% íblöndun á repjuolíu myndi flotinn nota um 6 þúsund tonn af henni.

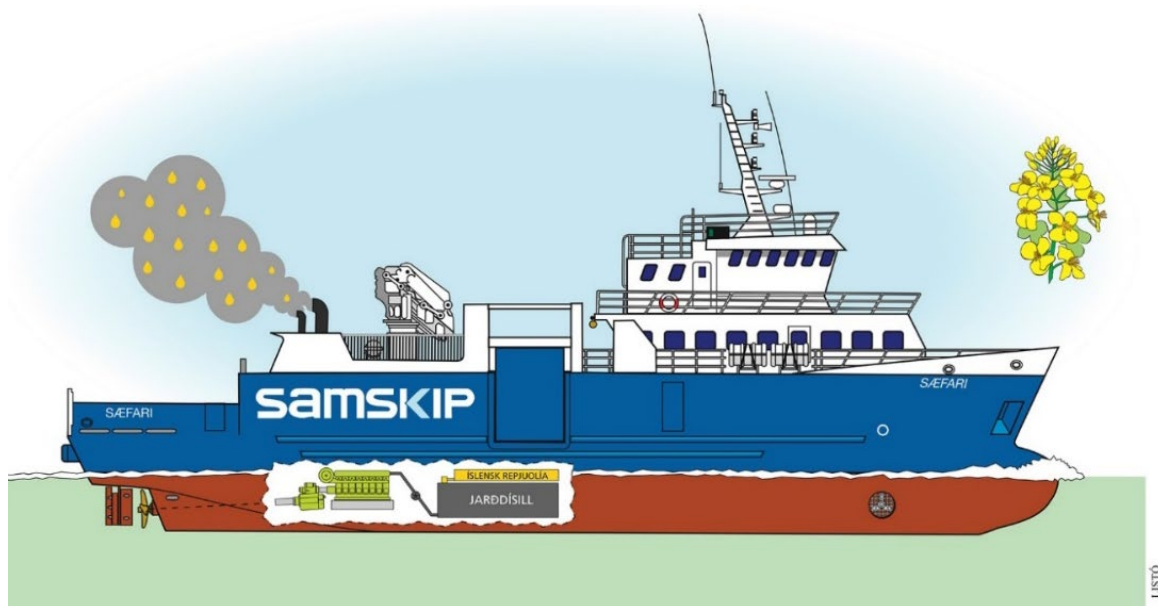
Samskip hafa sett sér markmið um að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og þá bæði á sjó og á landi. Þannig brenna tvö skip Samskipa jarðgasi (LNG) og er markmiðið að auka notkun lífolíu bæði fyrir skip og flutningabíla.

Skoða mætti 5% íblöndun á flutningabíla Samskipa til að byrja með og auka hana síðan í 10 til 15%. Einnig mætti skoða búnað þar sem flutningabílarnir og vinnuvélarnar keyrðu á tvöföldu kerfi þar sem vélin er keyrð í upphafi á jarðdísil og þegar hún er orðin nógu heit væri skipt yfir á repjuolíu og áður en vélin er stöðvuð er aftur keyrt á jarðdísil.



Mynd 3: Framtíðarsýn, skip Samskipa brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.

Samskip er með þjónustusamning við Vegagerðina um rekstur ferjunnar Sæfara sem þjónar fólks- og farmflutningum milli Dalvíkur og Grímseyjar annarsvegar og til Hríseyjar hins vegar.



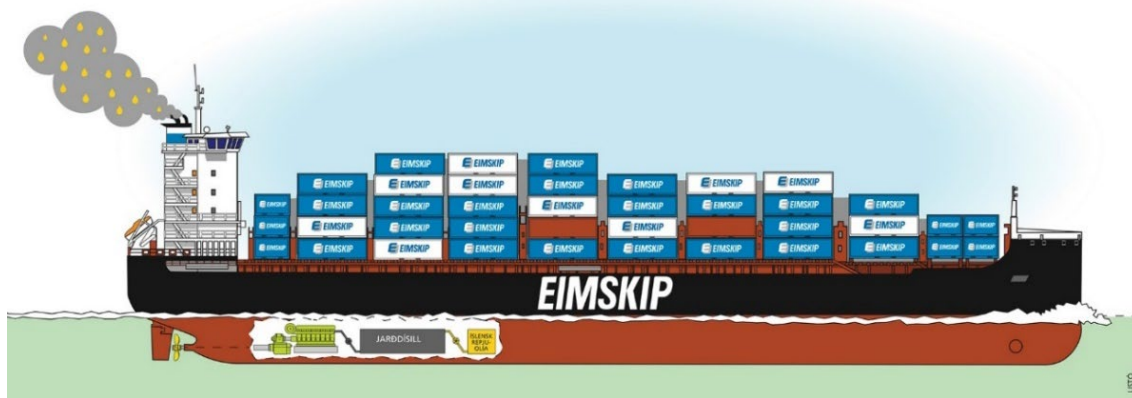
Mynd 4: Framtíðarsýn, Sæfari brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.

Sæfari brennir í dag skipagasolíu (MGO). Í athugun er að setja á laggirnar tilraunaverkefni og keyra ferjuna á lífolíu. Mögulegt er að fara bæði í íblöndun og að vélarnar yrðu alfarið keyrðar á íslenskri repjuolíu.

Eimskip hefur um langt skeið lagt áherslu á umhverfismál en félagið var eitt af fyrstu fyrirtækjunum á Íslandi til að setja sér stefnu í þeim málum árið 1991. Síðan hafa tækifæri og áskoranir á þessu sviði þróast hratt og til mikils er að vinna.

Árið 2015 skrifaði Eimskip undir yfirlýsingu um loftslagsmál sem felur í sér að dregið verður úr losun gróðurhúsalofttegunda um 40% fyrir árið 2030. Unnið hefur verið ötullega að þessu markmiði með ýmsum aðgerðum.

Eimskip telur mikilvægt að kannaðir verði möguleikar á innlendri repjuframleiðslu enda er nauðsynlegt að leita allra leiða til að draga úr losun í flutningum. Repjuolían er klárlega ein þeirra lausna sem horfa þarf til.



Mynd 5: Framtíðarsýn, skip Eimskipa brennir íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.

Icelandair hefur til skoðunar að nýta lífolíur og annars konar tilbúið eldsneyti til að minnka kolefnisspor félagsins í framtíðinni.



Mynd 6: Framtíðarsýn, flugvél Icelandair brennir eldsneyti framleiddu úr íslenskri repjuolíu, teiknari Jóhann Jónsson Listó.

Félagið hefur mikinn áhuga á að koma að málum um umhverfisvæna orkugjafa framleidda á Íslandi. Icelandair leggur mikla áherslu á að ná árangri í umhverfismálum og sér tilbúin eldsneyti sem eitt af bestu skammtímatækifærum félagsins í umhverfismálum. Því kemur vel til greina að skoða íblöndun á eldsneyti framleiddu með sjálfbærum hætti úr repjuolíu í hlutföllunum 0,5 til 5% en slíkt þarfnast samþykkis hreyflaframleiðenda. Þess skal þó getið að mörg erlend flugfélög nota þegar jafnvel yfir 15% íblöndun af tilbúnu eldsneyti á flugvélar sínar.

Í september á síðasta ári gerðu Isavia og Samgöngustofa með sér viljayfirlýsingu um samstarf við tilraunaverkefni um íblöndun repjuolíu á tæki Isavia á Keflavíkurflugvelli.



Mynd 7: Forstjórar Isavia og Samgöngustofu skrifa undir viljayfirlýsinguna þann 8. september 2020.



Mynd 8: Sigurður Ingi Jóhannsson, samgöngu- og sveitarstjórnarráðherra, setur fyrstu repjuolíuna á tækið.

Verkefnið fól í sér prófun á íblöndun repjuolíu á tæki á Keflavíkurflugvelli. Byrjað var á einu moksturstæki sem er í talsverðri notkun og hámark 5% íblöndun. Fyrir og eftir íblöndun var útblástur frá tækinu mældur sem og eyðsla þess. Einnig var prófuð 10% íblöndun repjuolíu og alveg upp í 20% íblöndun og það með góðum árangri.

Nokkrir flugvællir í Evrópu keyra tæki sín og búnað á lífdísil úr repju og Arlanda flugvöllur við Stokkhólm stærir sig af því að vera nú þegar, fyrstur flugvalla, kolefnishlutlaus. Hér er markaðstækifæri fyrir flugvælli, að höfða til ferðalanga sem vilja lágmarka kolefnisfótspor sitt. Því hefur Isavia lagt til að verkefnið haldi áfram með annarskonar tæki. Fengist hefur staðfesting á því hjá framleiðenda tækisins að 10% íblöndun repjuolíu er leyfileg.



Mynd 9: Fluggrítan til Arlanda flugvallar við Stokkhólm gengur á hreinni repjuolíu.

3.5. Samantekt

Á meðan hægt er að losa gróðurhúsalofttegundir út í andrúmsloftið og valda þannig tjóni án þess að viðkomandi þurfi að fanga úr andrúmsloftinu og binda varanlega jafn mikið af gróðurhúsalofti, munu alltaf einhverjir nýta sér það og ná sér þannig í samkeppnisforskot á aðra. Það er á ábyrgð stjórnvalda að setja samfélaginu leikreglur sem hvetja menn til að valda ekki öðrum tjóni. Í þessu tilfalli velja sjálfbært framleiðda lífolíu fram yfir jarðefnaolíu. Sú er ekki staðan í dag, en er engu að síður forsenda þess að framleiðsla repjuolíu hefjist í einhverjum mæli hér á landi. Þessu þarf að breyta.

Ræktun repju hér á landi er nauðsynleg til þess að Ísland nái markmiðum sínum í samdrætti gróðurhúsalofttegunda. Nauðsynlega hvata má búa til með ýmsum leiðum en þar sem tíma tekur að hefja stórtæka framleiðslu á lífolíu verður að telja líklegt að annaðhvort beinar niðurgreiðslur eða ýmiskonar rannsóknar og þróunarstyrkir séu heppileg leið á meðan byrjunar örðugleikar eru yfirstignir og stærðarhagkvæmni náð. Beinir ræktunarstyrkir eru t.d. heppilegir við tilraunarækt en magntengdir styrkir þegar tókum hefur verið náð á ræktuninni. Ef ræktun repju á að stuðla að því að ná tímasettum markmiðum stjórnvalda í loftslagsmálum þarf réttu hvatana strax.

Hvaða aðferð sem notuð verður þarf sjálfbær lífolía að vera samkeppnisfær í verði við jarðefnaolíuna og þá skatta og gjöld sem kunna að verða lögð á brennslu jarðefnaolíunnar.

4. Lífeldsneytisframleiðsla úr repju á Íslandi

Í þessum kafla er fyrst fjallað almennt um lífeldsneytisframleiðslu en síðan settar fram tvö konar hugmyndir að verksmiðjum til að framleiða repjuolíu, lífdísil og repjumjöl. Annars vegar er skoðuð hugmynd að verksmiðju sem geti í fyrstu framleitt um 5 þúsund tonn af repjuolíu á ári úr um 15 þúsund tonnum af repjufræjum. Hins vegar er hugmynd um færanlega verksmiðju í flutningabíl með tengivagni sem kemur til bóndans og pressar repjufræin. Í næsta kafla er síðan fjallað nánar um ræktun repju á Íslandi.

4.1. Almennt um lífeldsneyti

4.1.1. Almennt

Til er fjöldi nytjajurta sem mynda olíurík fræ, má þar nefna hamp, nepju, repju, soja, pálma, sólblóm o.s.frv. Hérlendis er mest reynsla af því að rækta ýmist vetrar- eða vorafbrigði af nepju og repju. Ýmsar jurtaolíur s.s. pálmaolía, sojaolía og repjuolía eru notaðar til manneldis, í dýrafóður og til lífdísilframleiðslu. Fæstar jurtanna henta til ræktunar hér á landi. Ræktun repju og framleiðsla repjuolíu hér á landi er hins vegar þekkt og verða því aðeins repjan og nepjan skoðaðar hér en þær eru náskyldar tegundir. Á heimsvísu hefur repjuframleiðsla a.m.k. tífaldað síðustu áratugi, mest vegna nýtingar hennar til framleiðslu á lífdísil. Repjurækt hefur hins vegar verið lítil hér á landi, helst í tilraunaskyni, og á fárra manna höndum en tæknin við framleiðsluna er þó vel þekkt. Afurðir repjujurtarinnar eru repjuhrat og repjuolía sem með einföldu ferli má framleiða lífdísil úr.

Jurtaolía var fyrsta eldsneytið sem notað var á dísilvélar, en Rudolf Diesel, þýskur verkfærðingur og uppfinningamaður, fann upp dísilvélinu rétt fyrir lok 19. aldar og er dísilvélin nefnd eftir honum. Þegar hann sótti um einkaleyfi fyrir þessa uppfinningu benti hann á að jurtaolía yrði með tíð og tíma jafn mikilvægt eldsneyti fyrir vélar sínar og eldsneyti úr jarðolíu og kolatjöru er nú.



Mynd 10: Páll Eggert Ólafsson, bóndi og frumkvöðull og formaður Lofislagsráðs, Halldór Þorgeirsson, sem dælir repjuolíu á traktorinn.

Alla tíð síðan hefur mátt nota repjuolíu sem eldsneyti á dísilvélar. Við vissar aðstæður getur verið erfitt að gangsetja kalda dísilvél með repjuolíu en sé vélin orðin mátulega heit má keyra hana á repjuolíunni óblandaðri (R100). Í flestum tilfellum er mælt með að fara ekki yfir 30% (R30) íblöndun í jarðdísilolíu miðað við að geta kaldstartað vélinni. Gæta þarf þó að síum því repjuolían hreinsar óhreinið í lögnum sem veldur því að síur geta stíflast. Einnig þarf að gæta að hitastigi í eldsneytisgeymum þegar það fer mikið undir -5°C .

Við umestrún (efnaferli) verður repjuolían að lífdísil og er eldsneytið sem myndast í því ferli kallað fyrsta kynslóð lífnaeldsneytis. Lífdísill hefur svo til sömu eiginleika og venjulegur jarðdísill. Hann má nota beint, en einnig sem íblöndun í jarðdísil og getur blöndunarhlutfallið verið allt frá 5% (B5) og jafnvel að 100% (B100). Lífdísil má vinna úr hvaða jurtaolíu eða dýrafeiti sem er. B5 er algengt eldsneyti sem sett er á dísilbifreiðar á Íslandi og í allri Evrópu.

4.1.2. Repjufræ

Hráefni til framleiðslu repjuolíu eru fræ repjujurtarinnar. Á ökrunum eru fræin skilin frá stönglum og safnað saman í þreskivélum. Mátulega þurr (stundum þarf að þurrka uppskeruna fyrir vinnslu) eru þau tilbúin til vinnslu sem í raun er bara að fræin eru kreist (í pressu) til að ná úr þeim olíunni og eftir verður hrat. Um þriðjungur af þyngd fræjanna er olía. Eftir að olían fer í gegnum sigti er hún nýtanleg til fódurs, á vélar eða í matvæli.

Vinnsla repjufræja er möguleg á stórum eða smáum skala. Hér á landi hafa bændur ræktað repju og unnið fræin sálfir. Erlendis er vinnsla á repjufræjum komin lengra og eru þau gjarnan unnin

í stórum verksmiðjum sem vinna úr þúsundum tonna. Dæmi um stóra vinnslu er t.d. í Emmelev⁸ í Danmörku.

Repjuolíu má síðan vinna frekar með umestrun (efnaferli) sem breytir seigju olíunnar til samræmis við seigju jarðdísils og verður þannig til lífdísill.

Virka markaði með repjufræ, repjuolíu og lífdísil má finna í Evrópu og víðar. Gæði framleiðslunnar eru miðuð við staðla og gjarnan vottuð af óháðum aðilum. Hratið eða repjumjölið sem óhjákvæmilega fellur til við pressun fræjanna er einnig selt á mörkuðum sem fóður fyrir búpening og til fiskeldis.

4.1.3. Repjuolía

Repjuolía, sem uppfyllir kröfur staðalsins DIN51605, hentar vel sem orkugjafi á einfaldari dísilvélar s.s. skipsvélar og ýmis tæki sem nota jarðdísil. Repjuolíuna má nota sem íblöndun en hún er með háa seigju og því þarf dísilvélin að vera orðin heit (70°C) svo repjuolían renni vel eftir lagnakerfum vélarinnar. Þess vegna þarf fyrst að keyra vél á dísil þar til hún er orðin nógu heit og þá má skipta yfir í repjuolíu. Áður en drepíð er á vélinni þarf hún að ganga í fáeinar mínútur aftur á dísil til að hreinsa lagnakerfið og gera gangsetningu á dísil aftur mögulega. Við slíkar aðstæður getur hlutfall repjuolíu verið allt að 85% olíunotkunarinnar. Bein íblöndun repjuolíu í jarðdísil er einnig möguleg og getur auðveldlega farið í 30% án þess að forhitun vélar fyrir repjuolíuna sé nauðsynleg.

4.1.4. Lífdísill

Lífdísillinn verður til við efnahvarf sem nefnist umestrun. Umestruð verður repjuolían að lífdísil (repjudísil) sem er endurnýjanlegur orkugjafi og telst í dag einn umhverfislutlausasti orkugjafinn sem getur komið í stað jarðdísilolíu á bíla, skip og ýmiskonar vinnuvélar.

Í ferlinu er notuð repjuolía (lífolía), metanól (CH_3OH) og vítissóði (NaOH) í hlutföllunum repjuolía 87,5%, metanól 12% og vítissóðinn 0,5% og við það skilst glýseról frá olíunni. Síðan eru metanólið og sóðinn hreinsuð úr olíunni með eimingu og vöskun og eftir verður þá lífdísill. Nánari lýsingu á framleiðsluferlinu má sjá í viðauka II.

Um framleiðslu á lífdísil í Evrópu gilda staðlaðar gæðakröfur (EN14214) og hann skal m.a. vera tær og hafa eðlismassa um 883 kg/m³.

Lífdísil má nota í olíubrennurum og á allar dísilvélar farartækja og þurfa þær ekki að gangast undir breytingar ef skipta skal yfir á lífdísil. Lífdísill virkar eins og jarðdísill nema hvað hann er óeittraður, brotnar niður lífefnafræðilega og veldur lágmarks mengun, hefur einnig meiri hreinsunar- og smureiginleika. Einnig hefur lífdísill lága eldfimi og sjálfsvikun verður við yfir 180°C. Lífdísill er notaður óblandaður eða blandaður í jarðdísilolíu og þá í hvaða hlutföllum sem er.

Lífdísill getur leyst upp gúmmí og því þarf að nota viðeigandi slöngur og þéttingar í vélum sem brenna hreinan lífdísil. Þar sem útfellingarhitastigið er nálægt frostmarki (háð hráolíu eða hráfeiti) þarf að gera viðeigandi ráðstafanir þegar hitastig fer niður fyrir frostmark. Því er blöndun með jarðdísilolíu eða sérstökum efnum (anti-útfellingarefnum) notuð í hreinan lífdísil. Við skiptingu yfir á lífdísil hreinsast kerfið í vélinni og þarf því að skipta um síur nokkuð oft við byrjun notkunarinnar. Hafa skal ávallt samband við vélaframleiðanda áður en byrjað er að

⁸ <https://emmelev.dk/emmelev/>

nota lífdísil því margir þeirra ábyrgjast ekki þá notkun. Einnig ber að hafa í huga að lífdísill oxast með tímanum og skyldi ekki vera geymt lengur en 6 mánuði.

4.1.5. Repjumjöl

Hratið sem eftir verður þegar olían hefur að mestu verið fjarlægð úr fræjunum getur hentað sem hráefni fyrir framleiðslu kjarnfóðurs, eða notast beint við heilfóðurgerð t.d. hjá kúabændum og við fiskeldi. Þróa þarf afurðina í samvinnu við hugsanlega kaupendur og endanlega notendur mjölsins. Kjarnfóðrið þarf að standast gæðakröfur sem fóður fyrir búfé bænda og eldisfiska. Dæmigert efnainnihald repjumjöls er yfir 30% prótein, 5 til 18% fita, 10% trefjar og vatn og afgangurinn er steinefni eins og kalsíum, fosfór og natríum. Sem viðmið um olíuinnihald í repjumjöli fyrir kúafóður má nota 2 til 4% en í fiskafóðri 10 til 12%.

4.2. 5.000 tonna verksmiðja á Íslandi

4.2.1. Almenn

Víða eru starfræktar verksmiðjur sem framleiða repjuolíu, lífdísil og repjumjöl sem selja afurðir á Evrópskum markaði. Íslendingar kaupa og flytja inn árlega um 2.000 tonn af repjuolíu (til manneldis), 8.000 tonn af lífdísil (íblöndun í dísilolíu til samgangna á landi) og 1.500 tonn af repjumjöli. Í heild eru fluttir til Íslands tugir þúsunda tonna af hráefnum til kjarnfóðurframleiðslu og má gera ráð fyrir því að með vinnslu og þróun gæti repjumjöl framleitt á Íslandi komið í stað nokkurs hluta þess.

Tekjur verksmiðju af þessu tagi koma af sölu á repjuolíu, lífdísil og repjumjöli. Hráefni er repjufræ sem verksmiðjan kaupir af bændum. Gera má ráð fyrir að þriðjungur hráefnisins verði að olíu en afgangurinn (2/3) að repjumjöli. Hér verður gert ráð fyrir að framleiðslu verði skipt jafnt á milli repjuolíu og lífdísil eða um 2.500 tonn af hvoru. Einnig verða til um 10 þúsund tonn af próteinríku repjumjöli.

Markaður fyrir repjuolíu yrði íslenski fiskiskipaflotinn og markaður fyrir lífdísil yrði samgöngur á landi. Íslenski fiskiskipaflotinn notar um 139 milljónir lítra af skipaolíu árlega sem samsvarar um 120 þúsund tonnum af skipaolíu. Með því að bjóða 2.500 tonn af lífolíu væri hér um að ræða 2% af því magni sem íslenski fiskiskipaflotinn notar hvert ár. Markað fyrir repjumjölið þarf að þróa með innlendum kjarnfóðurframleiðendum, íslenskum bændum og fiskeldisfyrirtækjum eða selja það úr landi.

Til lengri tíma er stefnt að því að nýta fyrst og fremst repjufræ frá íslenskum bændum. Það sem uppá kann að vanta af repjufræjum mætti flytja inn t.d. frá Danmörku, Svíþjóð, Þýskalandi eða Úkraínu. Þannig verður hægt að tryggja verksmiðjunni hráefni allt árið ef uppskera á Íslandi bregst.

Árið 2017 var unnin viðskiptaáætlun fyrir 5.000 tonna lífdísilverksmiðju á Íslandi⁹. Í viðauka I er að finna lýsingu á vinnsluferlum verksmiðjunnar, tækjum og búnaði.

4.2.2. Markaður fyrir afurðir

Gert er ráð fyrir því að notendur íslenskrar lífolíu (repjuolíu) verði útgerðir íslenskra fiskiskipa, rekstraraðilar ferja og eigendur stærri tækja og vinnuvéla. Lífolíunni er ætlað að uppfylla alla

⁹ <https://www.samgongustofa.is/media/siglingar/skyrslur/Lifdisill-vidskiptaetlun-lokaeintak-2017-002-.pdf>

staðla sem krafist er til hennar sem eldsneyti á dísilvélar og hentar þá vel sem íblöndun í jarðdísil og getur hlutfall íblöndunar auðveldlega farið yfir 30% og í sumum tilfellum má keyra stærri vélar á 100% lífolíu (repjuolíu).

Við pressun á 15 þúsund tonnum af repjufræjum verða til um 10 þúsund tonn af próteinríku repjumjöli sem þarf að standast gæðakröfur sem fóður fyrir búfé bænda og eldisfisk. Er hér aðallega átt við að olíumagnið í repjumjölinu skuli vera í samræmi við uppgefið magn fóðurframleiðenda. Til að hafa stjórn á olíumagni í mjölinu þarf að gæta sérstaklega að pressun fræjanna. Eigi að nota mjölið í kúafóður þarf pressunin að skila svo til allri olíunni frá mjölinu. Þetta er aftur á móti auðveldara með fiskafóðrið sem þolir mun meira olíuinnihald en kúafóðrið. Repjumjöl sem fóður fyrir svín og til dæmis mink má hafa meira olíuinnihald en fiskafóður. Oft eru svín fóðruð á ópressuðum fræjunum og hvað minkinn varðar þá er olíunni og mjölinu blandað saman áður en það er sett út í heilfóður þeirra.

Eins og áður hefur komið fram eru árlega flutt inn til landsins um 1.500 tonn af repjumjöli, aðallega frá Danmörku. Repjumjölið er oftast blandað öðrum hráefnum við kjarnfóðurframleiðslu og hentar það vel nautgripum, svínum, kjúklingum, sauðfé, hestum og eldisfiskum og telst almennt vera gott fóður. Miðað við að fiskeldi geti aukist allverulega hér á landi á næstu árum ættu söluhorfur fyrir repjumjöl að vera nokkuð góðar. Ekki er heldur ólíklegt að aukið framboð af repjufóðri eflí áhuga bænda á því að nýta það sem hluta af heilfóðri fyrir búpening sinn.

Tryggja þarf stöðugleika og gæði repjumjölsins og þróa fóðrið í samvinnu við hugsanlega kaupendur og notendur þess.

4.2.3. Stofnkostnaður verksmiðju

Stofnkostnaður verksmiðju, sbr. áður nefnda skýrslu frá 2017, er vegna húsnæðis og tækja og búnaðar sem verksmiðjan þarf til sinnar starfsemi. Miðað við stærðarþörf er gert ráð fyrir að grunnflötur verksmiðjunnar sé 1.250 fermetrar og skipt upp í átta vinnslu- og geymslurými. Kostnaður fyrir húsnæðið eitt og sér er um 250 milljónir króna. Tæki og búnaður er einnig áætlaður 250 milljónir króna sem er aðallega tankar og tengikerfi þeirra ásamt pressum og hreinsibúnaði olíunnar.

Í heildina er stofnkostnaður verksmiðjunnar áætlaður um 500 milljónir króna.

4.2.4. Afkoma

Margir stórir óvissuþættir eru um rekstrarlíkan verksmiðju, þættir sem geta breytt kostnaðar- og tekjutölum verulega. Sem dæmi má nefna repjumjölið, hve mikið undir heimsmarkaðsverði nýr, lítill aðili á Ísland þarf að vera með afurðir sínar, þróunarkostnaður fyrir innlenda markaði, kostnaður við áföll í upphafi o.s.frv. Nauðsynlegt er að greina þetta nánar og draga úr óvissuþáttunum eins og kostur er. Til að varpa einhverri mynd á kostnað og tekjur er hér þó reynt að stilla upp mjög grófu rekstrarlíkani fyrir vel heppnaðan rekstur miðað við núverandi heimsmarkaðsverð.

Tekjur af repjuolíunni og lífdísilnum munu ráðast af heimsmarkaðsverði á jarðefnaolíu og þeim mismun á sköttum og gjöldum sem fylgir brennslu þeirra. Samkeppnisstaða lífolíu gagnvart jarðolíu mun batna hvort sem það gerist með ívilnunum til lífolíuframleiðslu eða gjöldum á jarðefnaolíu. Þetta er óhjákvæmilegt þar sem Ísland hefur skuldbundið sig til að draga úr losun gróðarhúsalofttegunda eða kaupa losunarheimildir ella. Meðfylgjandi greiningu er ætlað að

gefa einhverja mynd af mögulegum kostnaði ríkisins ef ákveðið verður að fara þá leið að ívilna lífolíuframleiðslu.

Framleiðslukostnaður

Helstu kostnaðarliðirnir eru repjufræin, laun starfsmanna, rafmagn, efni til umestrunar lífolíunnar yfir í lífdísil, viðhald, þróun afurða, ófyrirséður kostnaður og fjármagnskostnaður.

Lang stærsti kostnaðarliðurinn er kaup á repjufræjum, sbr. töflu 3 um framleiðslukostnað hér aftar. Heimsmarkaðsverð á repjufræjum er mjög breytilegt eftir árstíðum og einnig milli ára.

Hér verður miðað við að innkaupsverð verksmiðjunnar á repjufræjum verði 75 kr. á kg komið að verksmiðjudyrum. Viðmiðunarverðið erlendis frá er allt frá 384 evrum á tonn að 450 evrum á tonn og þá er eftir að taka tillit til flutningskostnaðar að verksmiðju en eðlilegt þykir að miða hann við 10 til 15 kr. á kg. Kostnaður við innkaup á 15 þúsund tonnum af fræjum er því áætlaður um kr. 1.125.000.000 á ári.

Annar stærsti kostnaðarliðurinn eru laun starfsmanna. Flestir aðrir kostnaðarliðir tengjast lífdísilframleiðslunni, það er metanól, vítissóði, auka rafmagn og auka heitt og kalt vatn.

Tekjur af repjuolíu

Meðalverð repjuolíu á heimsmarkaði er áætlað 122 kr. á lítra (135 kr. á tonn).

Miðað við framleiðslu og sölu á 2.500 tonnum af lífolíu og söluverði á 135 kr. á kg eru tekjur af lífolíunni um kr. 337.500.000.

Tekjur af repjumjöli

Repjumjölið er stóri óvissuþátturinn hvað varðar markaðssetningu og verð. Við fræpressunina falla til um 10 þúsund tonn af próteinríku repjumjöli sem nýtist í fóður. Verð á repjumjöli er hér áætlað um 50 kr. á kg og miðast það við upplýsingar frá innflytjendum hráefna til kjarnfóðurframleiðslu.

Miðað við framleiðslu og sölu á 10 þúsund tonnum af repjumjöli og söluverði á 50 kr. á kg eru tekjur af repjumjölinu um kr. 500.000.000.

Ekki hefur verið tekið tillit til þróunarkostnaðar á repjumjöli sem stofna þarf til svo hægt sé að setja mjölið á markað fyrir nautgripi og í fiskeldi.

Tekjur af lífdísil

Miðað er við innkaupsverð olíufélaganna á lífdísil til íblöndunar í dísilolíu umferðar á landi. Miðað er við að meðal heimsmarkaðsverð sé 1.400 bandaríkjadóllarar á tonn og verð á lífdísil um 155 kr. á lítra (175 kr. á kg).

Miðað við framleiðslu og sölu á 2.500 tonnum af lífdísil á 175 kr. á kg eru tekjur af lífdísil um kr. 437.500.000.

Samantekt

Tafla 2: Einingar vinnslunnar.

Hráefni til vinnslu	Magn	Eining	Hráefni frá vinnslu	Magn	Eining
---------------------	------	--------	---------------------	------	--------

Repjufræ	15.000	tonn	Repjuolía	5.000	tonn
Metanól	300	tonn	Metanól	15	tonn
Hvati (vítissódi)	13	tonn	(endurunnið)		
Rafmagn	Magn	Eining	Lífolía	2.500	tonn
Rafmagn-pressur	44,00	kWh/tonn	Lífdísill	2.500	tonn
Rafmagn-dælur	25,00	kWh/tonn	Repjumjöl	10.000	tonn
Rafmagn-hitun	30,00	kWh/tonn	Stofnfé	Magn	Eining
Vatn	Magn	Eining	Verð á verksmiðju	500	m.kr.
Kalt vatn (vöskun)	207,71	kr./m ² /ár	Stærð verksmiðju	1250	fermetrar
Heitt vatn (hitun)	159,97	kr./tonn	Vextir af stofnfé	3,65	prósent
Almennt	Magn	Eining	Afskriftartími	25	ár
Starfsmenn	12	störf	stofnfjár		
Launakostnaður	700.000	kr./mán.	Almennar	Magn	Eining
Ófyrirséð	15.000.000	kr./ár	upplýsingar		
Afborganir og	30.522.255	af stofnfé	Starfstími tækja	6.400	klst./ár
vextir			Eðlismassi lífolíu	0,91	kg/lítri
			Eðlismassi lífdísils	0,88	kg/lítri

Tafla 3: Framleiðslukostnaður.

Kostnaðarliðir	Magn	Eining	Verð	Eining	Alls kr./ár
Repjufræ	15.000	tonn	75,00	kr./kg	1.125.000.000
Metanól	300	tonn	125,00	kr./kg	37.500.000
Hvati (vítissódi)	13	tonn	200,00	kr./kg	2.600.000
Rafmagn-pressur	660.000	kWh	13,90	kr./kWh	9.174.000
Rafmagn-dælur	125.000	kWh	13,90	kr./kWh	1.737.500
Rafmagn-hitun	150.000	kWh	13,90	kr./kWh	2.085.000
Kalt vatn (vöskun)	1.250	fermetrar	207,71	kr./m ² /ár	259.638
Heitt vatn (hitun)	15.000	tonn	159,47	kr./tonn	2.392.050
Launakostnaður	12	störf	700.000	kr./mán.	100.800.000
Alls kostnaður á ári:					1.282 m.kr.

Tafla 4: Verð á eldsneyti miðað við lítra og kg.

Eldsneyti	Verð	Eining	Verð	Eining
Lífolía (repjuolía)	122,00	kr./lítri	135,00	kr./kg
Lífdísill (repjudísill)	155,00	kr./lítri	175,00	kr./kg

Tafla 5: Tekjur af sölu framleiðslu.

Tekjuliðir	Magn	Eining	Verð	Eining	Alls kr./ár
Lífolía (repjuolía)	2.500	tonn	135,00	kr./kg	337.500.000
Lífdísill (repjudísill)	2.500	tonn	175,00	kr./kg	437.500.000
Repjumjöl	10.000	tonn	50,00	kr./kg	500.000.000
Alls innkoma:					1.275 m.kr.

Miðað við þetta er framleiðslukostnaður og tekjur verksmiðjunnar í járnnum, 1,3 milljarðar króna. Ekkí eru teknar með í reikninginn afskriftir, fjármagnsliðir, óvissa né ófyrirséð. Engin tilraun er heldur gerð til að taka tillit til ávinningsins af minnkaðri losun gróðurhúsalofttegunda

á Íslandi. Þá er heldur ekki gerð grein fyrir ávinningi bænda sem hugsanlega framleiða fræ fyrir verksmiðjuna.

4.2.5. Staðsetning verksmiðju

Staðsetningu verksmiðjunnar þarf m.a. að ákveða m.t.t. flutnings á aðföngum og afurðum hennar. Sér í lagi þyrfti að skoða landbúnaðarhéruðin þar sem repjuræktin yrði mest og ef reikna þarf með innflutningi fræja þyrfti einnig að taka tillit til nálægðar við góða höfn og hafnarsvæði þar sem fyrir er 3-fasa rafmagn, jarðhiti og nálægð við notendur olíunnar og mjölsins.

4.3. Færanleg verksmiðja

4.3.1. Hugmyndin að færanlegri verksmiðju

Dæmi eru um að bændur hafi hætt repjuræktun vegna þess að þeir hafa hvorki haft aðgang að tækjum og tólum til þess að pressa repjufræin né haft markað fyrir þau. Þetta hefur hingað til verið frekari vexti í repjurækt fjötur um fót. Því hefur komið fram hugmynd um færanlega verksmiðju sem komið væri fyrir í flutningabíl með tengivagni sem kemur til bóndans og pressar repjufræin.

Flutningabíllinn mætti vera knúinn repjuolíu í svokölluðu „tveggja-tankakerfi“ þar sem bíllinn startaði á venjulegum dísil og skipti svo yfir á repjuolíu þegar vélin er orðin nógu heit til að brenna repjuolíunni við 70°C. Þetta gerir það að verkum að hægt væri að keyra bílinn í heildina á 85% repjuolíu.

Söfnun fræja og framboð

Söfnun á sér þannig stað að repjubíllinn kemur til ræktandans og pressar fyrir hann fræin. Ræktandinn heldur eftir repjumjölinu en repjuolían verður eftir í repjubílum. Einnig getur ræktandinn komið þar sem repjubíllinn er staddur hverju sinni og látið pressa fræin og síðan tekið með sér repjumjölið. Með þessu móti þurfa bændur ekki að flytja uppskeruna í verksmiðju, sem reiknað er með að kostaði 10-15 kr. á kg, og standa allir jafnt gagnvart staðsetningu verksmiðjunnar.

Ekki liggja fyrir neinar kannanir á vilja bænda til að eiga viðskipti við verksmiðjuna á þessum grunni en ef styrkja á bændur til framleiðslu á repjuolíu má greiða þeim fyrir olíuna.

Uppbygging færanlegrar verksmiðju

Hugmyndin gerir ráð fyrir að á bílnum verði 20-feta gámur og tengivagn verði með öðrum 20-feta gámi. Báðir gámarnir verða sérhannaðir fyrir þessa útfærslu.

Í fremri gámnum verður innst á gólfi gámsins komið fyrir tveimur aflpressum sem hvor um sig getur pressað 100 kg af fræjum á klukkustund. Á þaki gámsins verður sérbúin trekt þar sem repjufræin renna í sitt hvora pressuna. Aftan við pressurnar tvær eru tveir meðalstórir móttökutankar fyrir nýpressuðu repjuolíuna og út frá báðum pressunum verður sitt hvor lögnin (eða rör) þar sem repjumjölið (hratið) rennur út úr hlið gámsins og í kör sem bóndinn á sjálfur.

Í aftari gámnum verða tveir tankar og á milli þeirra verður komið fyrir síu- og hreinsunarkerfi fyrir repjuolíuna. Fremri tankurinn er forðatankur. Í hann er repjuolíunni dælt úr móttökutönkunum tveimur. Þaðan fer repjuolían í gegnum síun og hreinsun og áfram yfir í repjuolíutankinn þar sem olían verður tilbúin til notkunar sem eldsneyti.

Afköst færarlegrar verksmiðju

Afköst slíkrar færarlegrar repjuolíuverksmiðju myndu miða við að ljúka vinnslu 5-6 tonna af repjufræjum á dag. Þetta gefur 2 tonn af repjuolíu eða um 200 kg á tímann miðað við getu aflpressanna. Reiknað er með að bóndinn eða ræktandinn haldi eftir kjarnfóðrinu en vinnslan taki olíuna, hreinsi hana og selji.

4.3.2. Stofnkostnaður færarlegrar verksmiðju

Færilega repjuvinnslan, eins og hún er sett upp hér, er í raun ódýrasta leiðin til að komast yfir pressun á um 5 til 6 tonnum af repjufræjum á dag sem aftur á móti skiluðu um 250 til 300 tonnum af repjuolíu á ári og að auki tvöföldu því magni af repjumjöli og þá er einungis miðað við eina færilega repjuverksmiðju. Gert er ráð fyrir að færilega repjuvinnslan haldi eftir olíunni sem gjaldi fyrir pressun fræjanna en bóndinn fái mjölið til fóðurgerðar.

Heildarkostnaður við slíka repjuvinnslu er í kringum 25 milljónir króna. Helstu kostnaðarliðirnir eru flutningabíllinn sjálfur, tengivagninn og pressurnar.

Tafla 6: Drög að kostnaðargreiningu fyrir færilega repjuvinnslu.

Repjuolíubíll	Fjöldi	Verð á einingu	Alls verð
Dráttarbíllinn/vörubíllinn	1	7.500.000 kr.	7.500.000 kr.
Tengivagninn	1	2.500.000 kr.	2.500.000 kr.
20 feta gámur	2	500.000 kr.	1.000.000 kr.
Trektir á þaki vörubíls	2	150.000 kr.	300.000 kr.
Aflpressur í vörubíl	2	4.000.000 kr.	8.000.000 kr.
Lagnir fyrir repjumjöl	2	25.000 kr.	50.000 kr.
Safntankar í vörubíl	2	150.000 kr.	300.000 kr.
Dælur í pallbíl	2	150.000 kr.	300.000 kr.
Lagnir fyrir repjuolíu	2	50.000 kr.	100.000 kr.
Fortankur í tengivagni (bambi)	2	200.000 kr.	400.000 kr.
Síukerfi með dælu	1	250.000 kr.	250.000 kr.
Hreinsikerfi með dælu	1	150.000 kr.	150.000 kr.
Repjuolíutankur í tengivagni (bambi)	2	250.000 kr.	500.000 kr.
Repjueldsneytiskerfi fyrir dráttarbíllinn	1	1.250.000 kr.	1.250.000 kr.
Ljósavél, lítil og handhæg	1	150.000 kr.	150.000 kr.
Vinna við breytingar á tækjum og búnaði	1	1.250.000 kr.	1.250.000 kr.
Efni og fleira	1	500.000 kr.	500.000 kr.
Annar ófyrirséður kostnaður	1	500.000 kr.	500.000 kr.
Alls verð fyrir repjubíllinn:			25.000.000 kr.

4.3.3. Afkoma

Framleiðslukostnaður

Stærstu kostnaðarliðir eru hér launakostnaður en gert er ráð fyrir einu og hálfu stöðugildi. Einnig er tekið tillit til geymslu og leiguhúsnæðis fyrir repjubíllinn.

Tafla 7: Drög að árlegum rekstrarkostnaði fyrir færilega repjuvinnslu.

Kostnaðarliðir	Nánar um kostnað	kr./mán.	kr./ári
Leiguhúsnæði/geymsla	Upphituð skemma	250.000	3.000.000
Tryggingar repjubíls	Ábyrgðartrygging	100.000	1.200.000

Launakostnaður	1,5 stöðugildi	1.000.000	12.000.000
Almennt viðhald	Venjulegt viðhald	100.000	1.200.000
Sérstakt viðhald	Óvæntar upptakomur	125.000	1.500.000
Annar kostnaður	Ýmist tilfallandi	100.000	1.200.000
Eldsneyti	85% repja/15% dísil	75.000	900.000
Alls árlegur rekstrarkostnaður:			21.000.000

Rekstrarkostnaðurinn miðast við að færanlega repjuvinnslan sé starfrækt allt árið.

Hér heldur bóndinn eftir repjumjölinu og framleiðir sitt kjarnfóður sjálfur en verksmiðjan fær olíuna fyrir að pressa fræin.

Tekjur

Miðað við 250 til 300 tonn af repjuolíu á ársgrundvelli og söluverð repjuolíunnar á 122 kr. á hvern lítra væru tekjurnar um 30 til 36 milljónir á ári.

Samantekt

Miðað við framangreindar forsendur yrði afkoma repjuvinnslnnar jákvæð um 9-15 m.kr. sem ætti að duga vel fyrir afskriftum, fjármagnskostnaði, ófyrirséðu og annarri óvissu.

4.4. Samantekt

5.000 tonna repjuverksmiðju stendur ekki undir sér miðað við núverandi verð á mörkuðum. Hún framleiðir auk þess mun meira af repjumjöli en flutt er til landsins og því þyrfti að flytja út repjumjölið eða þróa innlenda markaði fyrir það. Til að afkoma 5.000 tonna repjuverksmiðju yrði jákvæð þyrfti hún að njóta góðs af þeim umhverfislega ávinningi sem hún skapar, þ.e. fá eitthvað greitt fyrir þann samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda sem hún stuðlar að.

Færanleg verksmiðja sem pressar repjufræ fyrir bændur gegn því að halda olíunni eftir skilar afgangi sé nægt framboð á repjufræjum.

5. Repjurækt á Íslandi

5.1. Ræktun

5.1.1. Almennt um ræktun olíujurta og ræktunarreynsla hér á landi

Margar nytjajurtir mynda olíurík fræ. Hér á landi er mest reynsla af að rækta ýmist vetrar- eða vorafbrigði af nepju og repju. Nokkrar hindranir geta verið í ræktun olíujurta hérlendis, til að mynda eru sumur víða of svöl fyrir vorafbrigði og veturinn oft umhleypingasamur fyrir vetrarafbrigðin sem þó geta skilað meiri uppskeru og þroskast fyrr á haustin. Repju- og nepjufræ eru mjög olíurík og því hægt að framleiða olíu á landi sé hægt að hafa stjórn á umhverfisþáttum, þróa góðar ræktunaraðferðir og finna hentugar arfgerðir.

Um mitt ár 2008 fór Siglingastofnun Íslands (nú Samgöngustofa) af stað með verkefnið „Umhverfissvænir orkugjafar“ en það var hluti af samgönguáætlun stjórnvalda þar sem leita átti leiða til orkuskipta í samgöngum almennt. Kannaðar voru sérstaklega leiðir til framleiðslu á endurnýjuðum og umhverfissvænum orkugjöfum sem framleiða mætti hér á Íslandi. Haft var samband við Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ) og Ólaf Eggertsson bónda á Þorvaldseyri. Í júní 2008 gerði Siglingastofnun verksamning við LbhÍ um gerð kostnaðaráætlunar um tilraunaræktun á vetrarafbrigðum repju og nepju fyrir olíuframleiðslu og uppgæðslu á völdum stöðum hringinn í kringum landið. Verkáætlunin var unnin af Jónatani Hermannssyni, tilraunastjóra LbhÍ á Korpu, og Þóroddi Sveinssyni, tilraunastjóra á Möðruvöllum, í samráði við Siglingastofnun. Verkefnið hófst um miðjan júlí 2008 og því lauk í lok september 2009 með slætti og þreskingu. Tilraunirnar voru alls á níu stöðum og á hverjum stað var sáð í 0,5 til 1,0 hektara af hvorri tegund. Í framhaldinu gaf LbhÍ út rit nr. 24 „Um ræktun repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgæðslu“¹⁰. Síðan hefur Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri, verið driffjöður repjuræktunarinnar og hefur hann ræktað repju og nepju öll árin eftir að verkefnið hófst árið 2008.

Árið 2015 fór af stað tilraunaræktun með styrk frá atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytinu. Aðilar að verkefninu voru Jón Bernódusson, verkfræðingur, Gylfi Árnason, vélaverkfræðingur, Ólafur Eggertsson bóndi á Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum, Sigurbjörn Einarsson, jarðvegsfræðingur og Einar Einarsson, verkfræðingur. Auk þess hjónin á Teigi III í Fljótshlíð, þau Hlín Hólm og Guðbjörn Árnason, en þau komu að verkefninu sem ræktendur á 1,25 hektaralands. Verkefninu lauk með ítarlegri skýrslu Jóns Bernódussonar o.fl. í nóvember 2016, „Sjálfbær ræktun orkujurta á Íslandi til skipaeldsneytis“¹¹. Farnar voru þrjár leiðir í ræktun. Það er ræktun á vetrarrepju, vorrepju og vornepju. Repjan var ræktað á Þorvaldseyri en vornepjan á Teigi III.

Í skýrslu Jóns eru ítarlegar upplýsingar um verkefnið og í 7. kafla er fjallað um hagkvæmni ræktunar orkujurta á Suðurlandi. Þar koma fram upplýsingar um kostnað, tekjur og uppskeru. Meðal annars er þar að finna meðfylgjandi samantekt um uppskeru.

¹⁰ Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgæðslu.“ Rit LbhÍ nr. 24, 2009.

¹¹ <https://www.samgongustofa.is/media/siglingar/skyrslur/SjalfbaerRaektun-JB-2016.pdf>

Tafla 8: Framleiðsla fræja, olíu og hrats í rannsóknarverkefni 2015-2016.

Heildarframleiðsla			Fræ	Olía	Hrat	Hlutfall
Samanburður	Magn	Eining	kg	kg	kg	olía/fræ
Vettrarrepja	5,00	hektarar	10.550	3.350	7.195	31,8%
Vorrepja	4,00	hektarar	7.020	2.030	4.985	28,9%
Vornepja	1,25	hektarar	1.680	510	1.165	30,4%
Alls:	10,25	hektarar	19.250	5.890	13.345	30,6%

Í 6. kafla skýrslunnar kemur einnig fram að frá og með árinu 2014 hafi Samgöngustofa pressað fræ frá nokkrum stöðum á Suðurlandi til að gera mælingar á magni jurtaolíu og fódurmjöls í fræjunum. Um mismunandi yrki var að ræða. Einnig voru gerðar mælingar á fræjum frá ræktendum á Austurlandi og á Snæfellsnesi. Vísað er til kafla 6.2 í skýrslunni um niðurstöður mælinganna.



Mynd 11: Jón Bernóðusson, fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar hjá Samgöngustofu.



Mynd 12: Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri.

Eins og áður segir hefur Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri, ræktað repju og nepju á hverju ári frá 2008. Ólafur telur að með rétt afbrigði, reynslu og vönduðum vinnubrögðum megi ná meðaluppskeru um 1,8 tonn þurrefni á hektara (þe/ha). Hann hefur fengið allt að 4 tonn þe/ha af vetrarafbrigði og 2,5 tonn þe/ha af vorafbrigði. Vegna þess að vetrarafbrigðið þarf tvö sumur til að skila uppskeru má bera 4 tonn þe/ha af vetrarafbrigði, sem gerir 2 tonn þe/ha/ár, saman við 2,5 tonn þe/ha/ár af vorafbrigði. Ólafur bendir á að vorafbrigðið virðist þrífast á flestum stöðum landsins og það er ekki eins háð breytileika í veðri og vetrarafbrigðið. Ahættan sé minni að rækta vorafbrigði, fyrir þann sem ætlar að hefja repjurækt en að hægt sé að gera meira til að sækja uppskeruframfarir í vetrarafbrigðum.

Takmörkuð ræktunarreynsla er hjá bændum af ræktun olíujurta, þó hafa einstaka bændur verið duglegir að prófa sig áfram og sumir náð viðunandi árangri. Þó er að heyra á þeim öllum að uppskera geti verið mjög breytileg milli ára og uppskerutölur nokkuð á reiki. Í góðum árum hefur uppskera verið um tvö tonn þe/ha af fræi af vetrarafbrigðum en stundum bregst hún nær algjörlega og algengt að heyra að um 1-1,3 tonn þe/ha af fræi sé af vorafbrigðum. Þess ber að geta að uppskeruskráningu kornuppskeru er í mjög ábótavant á Íslandi miðað við það sem þekktist í öðrum löndum.



Mynd 13: Á myndinni er starfsfólk LbhÍ, Sunna Skeggjadóttir, Hrannar Smári Hilmarsson, tilraunastjóri og Egill Gunnarsson, bústjóri.

5.1.2. Ræktun

Vor- og vetrarafbrigði

Olíunepja (*Brassica rapa* L. var. *olifeira* DC) er af krossblómaætt (*Brassicaceae*) og er náskyld öllum káltegundum, sem einnig eru af *Brassica* ættkvíslinni. Nepja (*B. rapa*) á uppruna sinn að rekja til Póllands og ber því oft heitið Polish canola (*Canola Encyclopedia*, e.d.a). Nepja er náskyld repju (*Brassica napus*) en er minna þekkt. Nepja hefur verið þróuð í löndum þar sem vetur eru harðir og vaxtatímabilið er stutt t.d. í Kanada og Skandinavíu (*oilseed rape and turnip rape*, 2005). Nepjan hefur styttri vaxtartíma og er harðgerðari en repja (*Canola Encyclopedia*, e.d.a) og er þar af leiðandi öruggari í ræktun. Bæði eru til vor- og vetrarafbrigði. Munurinn felst í því að vorafbrigðum er sáð að vori (frá byrjun apríl til um miðjan maí eftir tíðarfari) og þau eru uppskorin við þroska í lok september eða byrjun október sama ár. Vetrarafbrigðum er oftast sáð um miðjan júlí, fara ekki í kynvöxt fyrr en að vetri liðnum og því uppskorin í ágúst/september árið eftir. Þau þurfa því að lifa af vetur sem er nokkur áhættuþáttur. Vetrarafbrigðin skila meiri uppskeru og því eftir nokkru að slægjast, þó er greinilegt að sama spildan skilar ekki fræuppskeru ár eftir ár og því nauðsynlegt að finna hentuga skiptirækt á mótí til að varðveita jarðveg og nýta landsvæði betur. Repja og nepja eru mjög líkar í útliti og eru mjög líkar í ræktun en nepjan er bæði vetrarþolnari og fljótþroskaðri, en hún skilar alla jafnan minni uppskeru og lægra hlutfalli af olíu í fræjunum¹².

¹² Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgæðslu.“ Rit LbhÍ nr. 24, 2009.

Áburðarþörf

Áburðargjöf á vetrarafbrigði oliurepju og oliunepju er tvískipt, annars vegar við sáningu og hinsvegar að vori í byrjun gróanda.

- Áburðarþörf vetrarafbrigða við sáningu í frjósaman jarðveg er 50-60 kg köfnunarefnis (N) á ha, 20-30 kg fosfór (P) á ha og 50-100 kg kalí (K) á ha. Einnig þarf 20-30 kg brennisteins (S) á ha og helst 1-2 kg Bór á ha því káltegundir eru viðkvæmar fyrir brennisteins- og bórskort en fer eftir jarðvegsgerðum.
- Áburðar þarfir að vori í byrjun gróanda eru taldar vera 60-70 kg N á ha, 20-30 kg P á ha og 40-60 kg K á ha.
- Til einföldunar má draga þetta saman í 450 kg á ha við sáningu með hentugum þrigildum áburði sem inniheldur brennistein og bór og annan skammt af 450 kg á ha að vori af hentugum þrigildum áburði. Samtals um 900 kg á ha en þetta þarf að laga að aðstæðum hverju sinni.
 - Hér er ekki gert ráð fyrir nýtingu á búfjáráburði eða öðrum lífrænum áburðargjöfum.
 - Ef hálmur er skilinn eftir saxaður út á akri þarf að bæta við köfnunarefnisgjöf í næstu sáningu til að viðhalda uppskeru. Í kornrækt eru almennar leiðbeiningar að bæta við 20-30 kg N/ha á öðru ári í sama akri.
- Vorafrbrigði þurfa bara áburð við sáningu að vori, líklega sambærilegan skammt og að vori við vetrarafbrigði þó heldur meira köfnunarefni til að reyna að hámarka uppskeru (60-100 kg/N ha). Það væri um 450-550 kg/ha af hentugum þrigildum áburði.

Jarðvegskröfur

Tegundirnar lifa best í vel loftræstum (vatnsleiðandi), moldríkum og frjósömum jarðvegi. Stólparæturnar þurfa að geta náð djúpt ofan í jarðveginn og ná góðum þroska (forða) fyrir veturinn til að hámarka vetrarþol og blómsprotamyndun um vorið. Frostþolið er umtalsvert en svell- og vatnspól er mjög takmarkað. Tegundirnar eru mjög góðar í sáðskiptaræktun við gras og korn og þannig ræktunarkerfi skilar áþreifanlegum uppskeruauka í samanburði við einræktun.¹³ Af þessu má leiða að nepja og repja eru ekki hentugar til frumlandgræðslu en geta hins vegar komið í kjölfarið á vel heppnaðri landgræðslu eins og reynslan hefur sýnt í Gunnarsholti.

Uppskeruvæntingar

Erlendis þar sem ræktunarskilyrði eru góð er þekkt að vorafrbrigðin skili um 2,2-2,5 tonnum þe/ha en vetrarafbrigðin 3-4 tonnum þe/ha. Það má nefna að í Frakklandi var meðaluppskera á vetrarrepju 2016-2020 um 3,2 tonn þe/ha en 1-3 tonn þe/ha fyrir vorrepju að teknu tilliti hvort er gert upp fyrir óeðlilegum umhverfisþáttum s.s. þurrki¹⁴. Tafla 9 sýnir uppskeru við góðar aðstæður erlendis.

Tafla 9: Uppskeru á repju og nepju við góðar aðstæður erlendis¹⁵.

	Fræ	Feiti	Pressað	Olía	Gráðu-
	kg þe./ha	%	% af þe.	lítrar/ha	dagar
Tvíær nepja	2.750	44	29	900	1.200

¹³ Þóroddur Sveinsson, Jónatan Hermannsson; 2009: „Ræktun repju og nepju til oliuframleiðslu og uppgæðslu.“ Rit LbhÍ nr. 24, 2009.

¹⁴ (<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/>)

¹⁵ Jónatan Hermannsson; 2011: Nokkur atriði um repju. Fyrirlestur á Hamri 23. nóvember 2011, LbhÍ.

Tvíær repja	3.850	48	33	1.400	1.350
Einær nepja	1.800	44	29	600	1.450
Einær repja	2.250	47	32	800	1.600

Í töflu 10 má sjá samanburð á nokkrum eiginleikum vorafbrigða repju og nepju miðað við breskar forsendur.

Tafla 10: Samanburður á eiginleikum vorrepju og vornepju¹⁶.

	Vorrepja	Vornepja
Sáðmagn	5-6 kg/ha	3,5 kg/ha
Köfnunarefni	130-150 kg/ha	100-120 kg/ha
Ágangur fugla	Hætta	Engin hætta
Tap á fræjum	Mikil hætta	Lítill hætta
Uppskeru mánuður	Miður september	Miður ágúst
Uppskeruvæntingar	2,5 t þe/ha	2,2 t þe/ha

Algennt er að 46% af þyngd fræsins sé olía og 21% prótein (Harker, o.fl., 2014). Til einföldunar gerum við ráð fyrir 45% fræsins sé olía (eðlismassi 0,914 – 0,920 g/cm³) og 20% prótein. Þetta eru þær meginafurðir sem má fá úr fræinu. Tafla 11 tekur saman gróflega þessar uppskeruvæntingar.

Tafla 11: Uppskeruvæntingar út frá ræktunarreynslu.

Meðaltal fræ- og olíumagns fyrir vornepju (meðaltal á ári m.v. 10 ára tímabil)	
Fræmagn (kg þe/ha)	800-1000
Olía (kg/ha)	360-450
Olía (L/ha) miðað við 917 g/L	393-491
Prótein (kg/ha)	160-200
Meðaltal fræ- og olíumagns fyrir vetrarnepju eða -repju (meðaltal á ári m.v. 10 ára tímabil)	
Fræmagn	1600
Olía (kg/ha)	720
Olía (L/ha) miðað við 917 g/L	788
Prótein (kg/ha)	320

Nokkur munur er á uppskeruvæntingum, áhættu, sáð- og uppskerutíma á milli vor- og vetrarafbrigða sem gefur ólíka möguleika eða ógnanir. Í töflu 12 eru þessir ræktunarþættir bornir saman.

Tafla 12: Samanburður ræktunarþátta.

	Vetrarnepja eða nepja	vornepja
Sáðtími	Júlí	Apríl-maí
Vetrardvali	Áhætta	Á ekki við (uppskorin innan sama árs)
Uppskerutími	Ágúst – september	September-október
Hætta á frætapi (haustveður)	Lítill	Mikil
Ágangur fugla	Áhætta	Engin hætta

¹⁶ Crowley, J. (1998). *THE POTENTIAL OF NEW CROP INTRODUCTIONS*. Dublin: Crops Research Centre.

Möguleikar á uppskeruframförum

Miklir

Lítlir

Víða er erfitt að áætla hvenær vetur endar eða hefst að nýju, vaxtartímabilið fyrir vorafbrigði er stutt og hver dagur er hlutfallslega mikið af vaxtartímanum. Þannig getur slæmt árferði að vori gert sáningu erfitt um vik og slagveður að hausti geta gert þreskingu erfiða eða ómögulega og hækkað kostnað við þurrkun og aðra vinnslu á fræinu. Þessi vandamál eru því úr sögunni við notkun vetrarafbrigða en þau þurfa að lifa yfir vetrarmánuði sem er mikill áhættuþáttur. Sá áhættuþáttur takmarkar hvar hægt er að rækta vetrarafbrigði á Íslandi. Sveitir þar sem veðurfar er stöðugt yfir vetur og lítið um umhleypinga eru heppilegastar. Þarna er hinsvegar mest að sækja sé hægt að ná stjórn á vetrarlífun. Yfirleitt er auðveldara að áætla sáð- og uppskerutíma vetrarafbrigða repju og nepju því veðurfar er stöðugra mið- og síðsumars en snemma á vorin eða við lok haustsins.

Skaðvaldar

Á Íslandi eru sumrin stutt sem gerir vorrepju erfitt að gefa uppskeru, en svo virðist sem hægt sé að fá ásættanlega uppskeru af vornepju¹⁷. Hvasvðið fyrir uppskeru getur valdið umtalsverðu tapi en einnig getur mikið tap orðið samhliða slætti og þreskingu¹⁸. Á stöðum þar sem ríkir veðursæld er líklegra að náist fram fullnægjandi uppskera¹⁹.

Við stórfellda ræktun má telja öruggt að miklar áskoranir verði tengdar lífrænum skaðvöldum sem er ekki mikil reynsla af héraendis miðað við önnur lönd. Regluleg sáðskipti, hvíld lands, kölkun og varnarefni eru dæmi um aðferðir sem ætlaðar eru til þess að verjast sjúkdómum.

Landsvæði

Erfitt að fullyrða hve mikið landsvæði er tiltækt sem hentar sérstaklega til repjuræktunar en miðað við önnur lönd er hér á landi töluvert landsvæði sem taka mætti til akuryrkju eins og sjá má í töflu 13.

Tafla 13: Möguleg stærð ræktarlands²⁰.

Möguleg ræktun	Áætluð stærð
Tún, grænófóður, bygg og hveiti	20 þús. ha (einkum sunnanlands)
Tún, grænófóður og bygg (of kalt fyrir hveiti)	380 þús. ha
Tún og grænófóður (of kalt fyrir bygg)	200 þús. ha
Samtals	600 þús. ha

Árið 2010 var nýtt ræktað land áætlað um 120 þús. hektarar þar af var ræktað korn og grænófóður samtals á 13 þús. hekturum sbr. töflu 14.

¹⁷ Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013.

¹⁸ Þóroddur Sveinsson og Jónatan Hermannsson, 2009.

¹⁹ Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013.

²⁰ Áslaug Helgadóttir og Jónatan Hermannsson, í: Arnór Snæbjörnsson o.fl. (2010). Skýrsla nefndar um landnotkun. Athugun á notkun og varðveislu ræktanlegs lands, https://www.stjornarradid.is/media/atvinnuvegaraduneyti-media/media/Skyrslur/Skyrsla_nefndar_um_landnotkun_b.pdf.

Tafla 14: Skipting á ræktarlandi 2010²¹.

Nýting	Áætluð stærð
Gamalt tún	70 þús. ha
Tún, 1-6 ára	36 þús. ha
Grænfóður	8 þús. Ha
Korn	5 þús. Ha
Matjurtir	1 þús. Ha
Samtals	120 þús. ha

Taka þarf tillit til fleiri þátta en jarðvegsgerðar þegar meta þarf stærð hugsanlegs ræktarlands fyrir olíujurtarækt, t.d. hvort náist stórar samfelldar spildur, þykkt ræktarlags, grjóthreinsunarþörf, fjárfestingaþörf til undirbúnings, veðurfar o.s.frv. Til að byrja með væri skynsamlegt að leggja áherslu á olíujurtaræktun í sveitum þar sem reynsla hefur verið góð af kornrækt, helst þar sem veðurfar er nokkuð stöðugt eða milt, jarðvegsgæði fullnægjandi og ekki fara með ræktun yfir 150 m.y.s. Ákjósanleg ræktunarsvæði eru væntanlega á láglandi Suðurlands, Borgarfjarðar og Mýra, Skagafjarðar, Eyjarfjarðar, sunnanverðs Snæfellsness og á Fljótsdalshéraði. Greina þarf í framhaldi af þessum fyrstu rannsóknum hvaða ræktunarland er ákjósanlegast og hversu mikið land er tiltækt.

Eins og vikið hefur verið að má olíuræktin ekki ryðja burt matvælaframleiðslu og meta þarf heildstætt hvernig land nýtist best til kolefnisbindingar, varðveislu vistkerfa og líffræðilegs fjölbreytileika, matvæla- og orkuframleiðslu.

Mannauður og tækjabúnaður

Stórfelld ræktun á olíujurtum kallar á mikla eftirspurn eftir vélum, tækjum og mannauði. Ef ekki er rétt haldið á spilum getur hún haft ruðningsáhrif á þá jarðrækt sem fyrir er en ætti að geta stutt við akuryrkju, þekkingu og jarðræktarmenningu sem rétt er staðið að. Það er ljóst að ekki er til mannauður, þekking eða aðrir innviðir núna til að hefja slíka stórræktun til skemmri tíma en mögulegt að ráða bót á því sé sett fram áætlun til áratuga. Það þarf að ráðast í stórfellt átak í rannsóknum á ræktun, greiningu á möguleikum og fræðslu fyrir bændur sem og fjölga búfræðingum/búvísindafólki með yfirgripsmikla þekkingu á akuryrkju.

Kjörtímaáhrif eru mikil í jarðrækt, þ.e. verk verður að vinna á sem stystum tíma þegar það er hentugast. Til dæmis er stuttur gluggi fyrir þreskingu, þresking er aðeins möguleg eftir að belgir eru nægjanlega þroskaðir en dragist hún of lengi er hætt við þeir opnast og missi fræin. Slíkt eykur afkastapörf véla og tækja.

Í töflu 15 er skotið gróflega á þörf á vélum og tækjum miðað við ræktun á 100 ha á ársgrundvelli.

Tafla 15: Þörf á vélum, tækjum og áburði við ræktun á vetrarafbrigðum nepju og repju.

	Fjöldi á 100 ha
Þreskivélar	1
Dráttarvélar	2

²¹ Áslaug Helgadóttir og Jónatan Hermannsson, í: Arnór Snæbjörnsson o.fl. (2010). Skýrsla nefndar um landnotkun. Athugun á notkun og varðveislu ræktanlegs lands, https://www.stjornarradid.is/media/atvinnuvegaraduneyti-media/media/Skyrslur/Skyrsla_nefndar_um_landnotkun_b.pdf.

Plógar	2
Herfi	2
Sáðvélar	1
Varnarefnadælur	0,5
Áburðardreifingar	0,5
Áburður (tonn)	90

Einnig þarf að fjárfesta í hreinsun, þurrkun og geymslu fræja áður en þau eru flutt til verksmiðju. Til eru kornþurrkstöðvar víða um landið sem má nota í upphafi ræktunar og myndu nýtast utan núverandi notkunartíma en augljóst er að fjárfesta þyrfti í aukinni afkastagetu þeirra eða nýjum stöðvum ef ætti að fara í mikla ræktun á olíujurtum.

Léttvinnsluáðferðir

Á Íslandi er nær eingöngu notast við hefðbundnar jarðvinnslu áðferðir. Með því er átt við að sáðbeð er undirbúið með plægingu og herfun af einhverju tagi. Plæging gengur út að að taka efsta jarðvegslagið (20 cm) og hvolfa því við. Það hefur ýmsa kosti svo sem:

- Fyrri gróður grefst niður og samkeppnisstaða sáðgresis verður sterkari.
- Hægt er að rjúfa samloðunarkrafta jarðvegs vegna jarðvegsþjöppunar.
- Jarðvegur brotnar upp, loft kemst að og plöntunæringarefni verða aðgengilegri.
- Hægt að plægja niður lífrænan áburð (úrgang, búfjáraður o.fl) sem getur gefið eftirverkun í mörg ár.

Hinsvegar hefur plæging ýmsar neikvæðar afleiðingar svo sem:

- Efsta lagið (torflagið, 5 cm) sem innheldur mikið af uppsöfnuðum næringarefnum er grafið niður.
- Hætta er á að fá upp næringarsnaudan jarðveg.
- Hentar illa í grunnum jarðvegi eða grýttum jarðvegi.
- Neikvæð áhrif á jarðvegslíf sem getur verið gagnlegt fyrir ræktun.
- Við plægingu eykst hættan á jarðvegsrofi, útskolun næringarefna og jafnframt eykst losun á CO₂ í andrúmsloftið.
- Plæging er mjög aflfrek áðferð, þarf öflugar vélar með tilheyrandi notkun á olíu.

Vegna þessara neikvæða þátta hefur víða erlendis verið horfið frá plægingu í akuryrkju og leitað annarra leiða. Þær má kalla léttvinnslu og núllvinnslu (e. *low-till and no-till*). Í stuttu máli ganga þær út á að sá beint ofan í svörðinn með sérstökum sáðfótum án mikillar jarðvinnslu, slíkt er oftast ekki í frumvinnslu á akri en við endurteknar sáningar eru þessar áðferðir mikið notaðar. Til að losna við samkeppni frá fyrri gróðri er oftast stuðst við varnarefni (einkum glýfósfat) og jarðvegur rofinn lítillaga í sáningu til að gefa sáðfræi samkeppnisforskot. Þetta hefur ýmsa kosti:

- Tekur styttri tíma og dregur úr vinnu, þar með lækkar jarðvinnslukostnaður.
- Bætir uppbyggingu jarðvegs og viðheldur efsta næringarlaginu.
- Hefur jákvæð áhrif á jarðvegslíf.
- Hættan á jarðvegsrofi, uppblæstri og útskolun næringarefna nær engin.
- Útblástur gróðurhúsalofttegunda frá vélum og jarðvegi mun minni á hvert kg afurðar.

Mjög lítil hefð er hérlendis fyrir þessum jarðvinnsluáðferðum og þekking takmörkuð. Líklegt er að það þurfi að aðlaga þessar áðferðir að einhverju leyti fyrir íslenskar aðstæður og alls ekki víst að það sé hægt að beita þeim alls staðar. Þessar áðferðir eru ekki með öllu gallalausar, helst má benda á að þetta myndi hafa í för með sér stóraukna notkun á illgresiseyðum sem yrði án vafa umdeilt. Hins vegar eru aðrir umhverfislegir kostir óumdeilanlegir og yrði að vege og meta hvort vegi ekki þyngra á tímum þegar öllu skiptir að draga úr kolefnisspori afurða.

5.2. Greining kostnaðar repjuræktunar

5.2.1. Almennt um ræktunarkostnað

Ræktunarkostnaður fyrir repjurækt getur verið afar mismunandi eftir landgæðum og skiptir því miklu máli hvers konar land er notað undir repjuræktunina. Er það aðallega hve mikla vinnu þarf að leggja í landið til þess að það henti til ræktunar á repju/nepju og hvort sú vinna sé jafn mikil ár eftir ár.

Ræktunarkostnaður repju er sérstaklega háður þeirri forvinnu sem nauðsynleg er áður en ræktunin hefst. Hvernig landið er og hvort það hefur verið notað í ræktun áður eða hvort um nýrækt sé að ræða. Einnig skiptir jarðvegur akursins miklu máli og sá undirbúningur sem ræktandinn þarf að leggja í fyrir hverja ræktun og hvort ræktunin svarar kostnaði og þá einnig þegar fram líða stundir.

Við greiningu á einstökum kostnaðarliðum ræktunarinnar eru skoðaðir þættir eins og:

- Jarðvinnsla.
- Sáning og dreifing áburðar.
- Þresking uppskeru og söfnum fræja og hálms (stöngla).
- Hreinsun og þurrkun fræjanna.
- Annar kostnaður (geymsla afurða og fleira).

Margvíslegur annar kostnaður getur fallið til og er hann hlutfallslega metinn inn í greiningu kostnaðar fyrir hvern verkþátt fyrir sig.

5.2.2. Ræktunarkostnaður - Bændasamtök Íslands

Árið 2017 gáfu Bændasamtökin út tölur um ræktunarkostnað á hektara miðaðar við eftirtaldir landgerðir:

- A. Nýrækt á mýrlendi
- B. Nýrækt á mýrlendi (minni framleiðsla og auðveldari vélavinna)
- C. Nýrækt á mólendi (lítil framræsla, grjótnám og jöfnun lands)
- D. Nýrækt á vallendi og sendnu landi (engin framræsla, ekkert grjótnám og lágmarks jöfnun).
- E. Endurræktun (land þar sem hreinsa þarf skurði og laga kýfingu/gert kúft)
- F. Endurrækt (land þar sem einungis þarf jarðvinnslu með dráttarvél)

Kostnaðinum er skipt í eftirtalda liði eða verkþætti:

1. Vélar og jarðvinna
2. Framræsla og jöfnun lands
3. Áburður og fræ
4. Laun fyrir vinnuna

Tafla 16: Ræktunarkostnaður á hektara árið 2017²².

Landgerðir	Verkþáttur 1	Verkþáttur 2	Verkþáttur 3	Verkþáttur 4	Alls kr.
Landgerð A	78.358	380.400	49.950	32.899	541.607
Landgerð B	78.358	253.600	49.950	32.899	414.807

²² Samantekt Bændasamtakanna 2017.

Landgerð C	78.358	187.200	49.950	32.899	348.407
Landgerð D	78.358	35.800	49.950	32.899	197.007
Landgerð E	78.358	201.000	49.950	32.899	362.207
Landgerð F	78.358	0	49.950	32.899	161.207
Meðaltal	78.358	176.333	49.950	32.899	337.540

Hér eru allar kostnaðartölur þær sömu nema fyrir verkþátt 2 (framræsla og jöfnun lands) þar sem kostnaður er mjög mismunandi eftir landgerðum. Mesti kostnaður við framræslu og jöfnun lands er fyrir nýrækt á mýrlendi og mólendi sem og endurræktun með hreinsun skurða og lagfæringu á landhalla. Kostnaðartölur eru allt að 380 þúsund kr. á ha.

Skoða þarf nánar kostnaðartölur fyrir framræslu og jöfnun lands (Verkþáttur 2) með tilliti til þess hvort þessi kostnaður minnkar eða jafnvel fellur út með tímanum. Til að viðhalda framleiðni ræktunarlands er algengt að það þurfi að stunda dýrt viðhald á framræsluskurðum og kýfingu á 5-15 ára fresti eftir aðstæðum. Þegar svo háttar kann að vera hagkvæmt að leggja drenkerfi undir yfirborðið eins og víða er gert erlendis. Þá er stofnkostnaður hærri en viðhaldskostnaður mun lægri. Einnig verða til stærri spildur sem þá eru hagkvæmari í vinnslu og þreskingu þar sem betri nýting næst á vélar og tæki.

Einnig er eðlilegt að skoða nánar verkþátt 1, vélar- og jarðvinnu og þá með tilliti til þess að slíka vinnu þurfi ekki að endurtaka árlega. Hugsanlega má innleiða hér léttvinnslu og núllvinnslu (e. *low-till and no-till*) jarðvinnsluaðferðir að erlendri fyrirmynd. Það myndi draga úr jarðvinnukostnaði og hafa umhverfislegan ávinning miðað við hefðbundnar aðferðir.

5.2.3. Kostnaðargreining

Áætlaður verður hér lægsti, hæsti og viðmiðunarkostnaðar repjuræktunar. Hæsti ræktunarkostnaðurinn er miðaður við töflu Bændasamtaka Íslands frá árinu 2017, tafla 16, en þó þannig að ekki sé gert ráð fyrir að jarðvegsvinna og framræsla lands sem og vélavinna fari fram á hverju ári heldur er upphaf þeirrar jarðvegs- og vélavinnu við nýrækt skipt niður á nokkur ár. Þannig verður hæsti liður kostnaðarins lægri en í töflu Bændasamtaka Íslands um ræktunarkostnað á hektara 2017. Hér er einnig miðað við kostnað við repjuræktun þeirra ræktenda sem nota verktaka í svo til alla verkliði ræktunarinnar og hafa sjálfir takmarkaðan aðgang að vinnutækjum sem henta repjuræktuninni.

Lægstu kostnaðarliðir repjuræktunar eru fengnir frá bændum sem stundað hafa repjurækt um lengri og skemmri tíma og hafa svo til öll tól og tæki til ræktunarinnar.

Í meðfylgjandi kostnaðargreiningu er áætlaður hæsti og lægsti kostnaður hvers verkþáttar ásamt viðmiðunarkostnaði. Þessar kostnaðartölur ættu að vera nokkuð nákvæmar því notaðar hafa verið tölur um ræktunarkostnað frá bændum sem stundað hafa repjurækt í lengri tíma, Landbúnaðarháskóla Íslands og frá Bændasamtökum Íslands.

Nota má þetta til að áætla á hvaða bili kostnaður ræktunarinnar getur verið og þá miðað við ástand þess lands sem nota á til ræktunarinnar. Einnig þarf að taka tillit til nauðsynlegra tækja og tóla við ræktunina ásamt því að skoða hvort verktaka fyrir einhverja kostnaðarliði borgi sig.

Jarðvinnsla

Ræktun á repju og nepju krefst góðs jarðvegs og á það bæði við vor- og vetrarafbrigðin. Mismikið þarf að vinna tún og akra eftir ástandi þeirra en undirstöðuatriðið er að jarðvinnslan fari fram á réttum tíma með tilliti til raka jarðvegsins og með réttum tólum og tækjum.

Sáning repjufræja og dreifing áburðar

Hér er einnig tekinn saman kostnaður við kaup á fræjum og áburði. Einnig kostnaður við áburðardreifara og sáðvél. Áburðarkostnaðurinn og magn áburðar eru miðuð við meðaltal áburðarnotkunar á vor- og vetrarafbrigðum. Fræ- og áburðarkostnaður er úr verðlista innflytjenda hér á landi. Hvað varðar dreifingu áburðar og sáningu fræja er miðuð við notkun vélbúnaðar. Kostnaðurinn er hér því áburður, fræ, sáning fræja og dreifing áburðar.

Gengið er út frá sama kostnaði fyrir hæsta, lægsta og viðmiðunarverð fyrir fræ og áburð og er þá miðuð við bæði vor- og vetrarafbrigði. Viðmiðunarkostnaður fyrir sáningu og dreifingu er meðaltal hæsta og lægsta kostnaðar.

Þresking uppskeru og söfnun fræja og hálms (stöngla)

Kostnaðartölur fyrir uppskeruna eru vegna þreskingar uppskerunnar og eru þreskivélarnar annað hvort í eigu ræktandans eða að ræktandinn notar verktaka til að þreskja uppskeruna fyrir sig. Nokkur búnaðarsambönd eiga þreskivélar sem ræktendur á þeirra svæðum geta notað gegn ýmsum skilyrðum. Hér er því mismunur í hæsta og lægsta kostnaði sem verður til vegna mismunandi tíma sem það tekur að þreskja akurinn.

Söfnun fræja er í raun dráttarvél með vagni undir repjufræin. Vélin keyrir að þreskivélinni og þreskivélin dælir repjufræjunum yfir í vagninn. Dráttarvélin skilar síðan fræjunum í hreinsun og þurrkun. Hér er örlítill mismunur á hæsta og lægsta verði sem ræðst af fjarlægð frá akri að þurrkstöð.

Við þreskingu repjunnar verða stönglarnir eftir á jörðinni. Oft eru þeir skildir eftir á akrinum eða þeim er safnað saman og bundnir í rúllur. Hér er einnig örlítill munur á kostnaði sem miðast við þann tíma sem tekur að binda hálminn.

Hreinsun og þurrkun repjufræja

Eftir þreskingu repjunnar þarf að hreinsa hálmléifar frá fræjunum. Helsta aðferðin er að sigta repjufræin í gegnum gatasigti (vínnet) þannig að fræin fara í gegnum götin og ofan á gatasigtinu sitja hálmléifarnar eftir. Sumir ræktendur eru með sérstakan búnað þar sem blástur er notaður til að fjarlægja hálmléifarnar.

Þurrkun repjufræjanna er vissum erfiðleikum háð vegna þess að of fáar þurrkstöðvar eða þurrkhús eru hér á landi. Ræktendur sem ekki hafa slíka aðstöðu hafa sjálfir þurft að gera eins konar trog þar sem repjufræjunum er komið fyrir og síðan blásið undir þau. Einnig er hægt að þurrka fræin með því að nota þar til gerðan þurrkofn eða gám við 80°C blástur í um sólarhring eða lengur. Nauðsynlegt er að rakamagn fræjanna fari ekki yfir 8% eftir þurrkun.

Annar kostnaður (geymsla repjufræja og fleira)

Þurrkuð repjufræ má geyma árum saman í upphituðu og þurru húsnæði uns fræin verða. Fræin eru oftast geymd í sekkjum sem stafla má í hæðina eða í sílóum séu þau fyrir hendi. Einnig má geyma fræin í lokuðum gámum. Því er annar kostnaður helst geymsla fræja og er hann áætlaður miðuð við það húsnæði sem ræktandi hefur til afnota. Sumir ræktendur eru með eigið húsnæði og aðrir þurfa jafnvel að leigja húsnæði. Hér er því kostnaður nokkuð óviss.

Samantekt kostnaðargreiningar

Kostnaðartölur ræktunar eru settar í þrjá verðflokka. Þar hefur hæsti og lægsti kostnaður verið áætlaður og út frá þeim ákveðinn viðmiðunarkostnaður, sem ætti að vera raunhæft viðmið a.m.k. þar sem allar aðstæður eru hagstæðar og auðveldast að hefja ræktunina.

Viðmiðun lægsta kostnaðar er þegar ræktandinn á öll tól og tæki til ræktunarinnar eða fær hagkvæma þjónustu frá afkastamiklum verktaka og landið undir ræktunina er auðvelt í jarðvinnslu. Hæsti kostnaðurinn miðast við meiri háttar jarðvinnslu.

Tafla 17: Kostnaður repjuræktunar miðað við ræktun á einum hektara lands.

Aðgerð	Lægsti	Viðmiðun	Hæsti
Jarðvinnsla	30.000 kr.	42.000 kr.	78.000 kr.
Repjufræ	10.000 kr.	10.000 kr.	10.000 kr.
Áburður	60.000 kr.	60.000 kr.	60.000 kr.
Sáning og dreifing	8.000 kr.	9.000 kr.	10.000 kr.
Þresking og uppskera	20.000 kr.	20.000 kr.	25.000 kr.
Hreinsun og þurrkun	10.000 kr.	15.000 kr.	45.000 kr.
Annar kostnaður (geymsla fræja o.fl.)	10.000 kr.	12.000 kr.	15.000 kr.
Alls kostnaður ræktunar:	148.000 kr.	168.000 kr.	243.000 kr.

Þessir kostnaðarliðir sýna hvað ræktendur þurfa að leggja út í mikinn kostnað fyrir ræktunina. Ætli ræktandi sér að fara til dæmis í 100 hektara ræktun þá þarf hann að leggja í tæplega 17 milljóna króna kostnað ef miðað er við viðmiðunarverð. Ef gengið er út frá ræktun á vetrarrepju þarf bóndinn að bíða í rúma 14 mánuði eftir tekjum af sölu fræjanna. Stofnkostnaður og áhætta við að fara út í slíka ræktun kann að vera of hár þröskuldur fyrir marga sem annars mundu vilja leggja stund á repjuræktun.

5.3. Greining innkomu repjuræktunar

5.3.1. Tekjur af repjufræjum

Við framleiðslu á repjuafurðum getur ræktandinn selt fræin í verksmiðju. Verðið er byggt á verði repjufræja í verksmiðju í Danmörku og í Þýskalandi. Þegar þetta verð hefur verið reiknað yfir á kaup á repjufræjum fyrir íslenska verksmiðju má áætla að verksmiðjan greiði um 75 kr. á kg og þá er hér innifalinn flutningur að verksmiðju. Flutningskostnaður er mjög breytilegur en ef gert er ráð fyrir að hann sé 10-15 kr. á kg fær bóndinn 60-65 kr. á kg. Miðað við að uppskeruvæntingar séu á bilinu 0,8-1,8 kg þe/ha og 65 kr. á kg þe yrðu tekjur bóndans 52.000 - 117.000 kr. á ha.

5.3.2. Ræktunarstyrkir

Bændur sem stunda jarðrækt í dag fá ræktunarstyrki á milli 35 og 36 þúsund krónur á hvern ræktaðan hektara og fer upphæð styrksins eftir því hve margir hektarar eru í rækt á landinu í heild. Stórfelld repjurækt mundi því lækka þennan styrk að óbreyttu. Hve mikið og hvernig repjurækt verður styrkt þyrfti að vera óháð öðrum ræktunarstyrkjum til að koma í veg fyrir neikvæð áhrif repjuræktunar á aðra jarðrækt í landinu.

5.4. Afkoma

Miðað við meðaluppskeru eins og hún best gerist, núverandi ræktunarstyrki og lægsta ræktunarkostnað nást endar saman þegar hvorki er tekið tillit til afskrifta, fjármagnskostnaðar, ófyrirséðs né annarrar óvissu.

Tafla 18: Möguleg afkoma ræktunar.

Sala repjufræja	117.000 kr.
Ræktunarstyrkir	35.000 kr.
Kostnaður	-148.000 kr.
Samtals:	4.000 kr.

Þetta er ekki ásættanleg afkoma fyrir neinn bónda og því þarf meira að koma til, s.s. að hærra afurðaverð sé tryggt, ef stórfelld ræktun á að byrja.

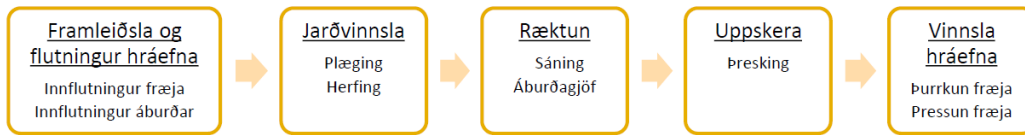
5.5. Lífsferilsgreining verkfræðistofunnar Mannvits²³

Með því að beita lífsferilshugsun og lífsferilsgreiningu er unnt að meta hvernig ávinningur verður af ræktun repju og nepju á Íslandi og hve mikill hann verður. Með styrk frá samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytinu framkvæmdi verkfræðistofan Mannvit grófa lífsferilsgreiningu á repjurækt á Íslandi. Útreikningar lífsferilsgreiningarinnar eru byggðir á upplýsingum um ræktunarferlið frá Ólafi Eggertssyni, bónda á Þorvaldseyri, en þar hefur repja verið ræktuð á hverju ári frá 2008. Aðrar upplýsingar eru fengnar úr skýrslum, samtölum við sérfræðinga hjá Landbúnaðarháskóla Íslands og úr erlendum gögnum þar sem ekki fundust upplýsingar miðað við íslenskar aðstæður. Markmið lífsferilsgreiningarinnar er að kortleggja kolefnisspor repjuræktunar á Íslandi en tilgangur hennar er að öðlast meiri og betri þekkingu á umhverfisáhrifum á Íslandi yfir allan lífsferil repjujurtarinnar, frá innflutningi á vörum og að uppskeru. Mikilvægt er að slíkar upplýsingar séu til staðar svo betur sé hægt að meta umhverfisáhrif, bæði jákvæð og neikvæð, sem fylgja notkun íslenskrar repjuolíu í stað innflutts jarðefnaeldsneytis.

Við ræktun á repju er um helmingur lífsmassans stönglar (hálmur) og hinn helmingurinn eru fræin. Úr fræjunum er þriðjungur olía og afgangurinn fóðurmjöl. Því eru einungis 15% lífsmassans olía en hin 85% nýtast beint eða óbeint fyrir menn og dýr og þá er átt við að mjölið nýtist sem fóður og stönglarnir sem rotmassi fyrir til dæmis svepparækt. Almennt fer undirbúningur ræktunar, ræktunin sjálf, uppskeran og vinnsla fræjanna fram á eftirfarandi hátt:



²³ Bergrós Arna Sævarsdóttir og Sandra Ásgrímsdóttir; 2021: Kolefnisspor íslenskrar repju. Verkefni unnið fyrir samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið, apríl 2021.



Mynd 14: Ræktunarferli reypju, mynd úr skýrslu Mannvits.

Til að reikna kolefnisspor við ræktun á reypju er skilgreind aðgerðareining útreikninga semmiðast við einn hektara af ræktaðri reypju með uppskeru upp á 1,8 þurrefnistonn reypjufræja. Kerfismörk útreikninga eru frá innflutningi áburðar og vinnslu fræja eftir uppskeru reypjunnar. Ekki er tekin með í útreikninga á losun, losun frá framleiðslu og innflutningi fræja né flutningur aðfanga innanlands. Gera má ráð fyrir að 1,8 tonn af reypjufræjum sé um 30 til 35% olía eða um 0,54 til 0,63 tonn af olíu. Losun vegna bruna á reypjuolíu er ekki tekin með í útreikninga því engin CO₂-losun er bókuð við notkun á reypjuolíu sem lífeldsneyti.

Niðurstöður eru birtar fyrir meðaltals uppskeru sem er um 1,8 tonn þurrefnis reypjufræja á hektara á ári. Við útreikninga er framkvæmd næmnigreining á uppskerumagni til þess að meta breytingar í kolefnisspori eftir uppskeru.

Útreikningarnir eru takmörkunum háðir. Þar sem ekki hafa verið gerðar mælingar á kolefnislosun eða bindingu á öllum stigum ræktunar reypju hérlendis voru dregnar ályktanir út frá bestu fáanlegu upplýsingum.

Tafla 19: Niðurstöður á kolefnisútreikningum fyrir reypju ræktaða við íslenskar aðstæður og utan losunar frá ræktunarlandi, tafla úr skýrslu Mannvits.

Fasi	Losunarþáttur	Losun Kg CO ₂ íg./ha
Undirbúningsfasi	Jarðvinnsla og plæging	13,60
Gróðursetningarfasi	Sáning	1,36
Ræktunarfasi	Áburður	195,30
	Binding	-6.000
Uppskeyrafasi	Þresking	9,10
	Pressun	13,20
Vinnsla hráefna	Þurrkun	29,60
	Niðurstaða	-5.738

Úr þessum 1,8 tonnum af reypjufræjum fást 0,54-0,63 tonn af reypjuolíu. Við framleiðsluna voru losuð um 262 kg af CO₂-íg. Í lífsferilgreiningunni er ekki áætluð binding í jarðvegi við reypjuræktina. Ekki liggja fyrir upplýsingar um hve mikil breyting verður á losun frá mismunandi landgerðum ef reypjurækt hefst. Mikilvægt er að hafa í huga að niðurstöður lífsferilgreiningarinnar ná ekki til notkunar á afurðum reypjunnar, þ.e. notkunar á olíu, fóðurmjöli og stönglum. Ef gert er ráð fyrir að við notkun afurðanna losni ekki meira magn af CO₂-ígildum en voru bundin við ræktunina felst ávinningurinn í að þegar olíunni er brennt

kemur hún í staðinn fyrir 0,54-0,63 tonn af jarðefnaolíu sem hefði losað 1,75-2,0 tonn af CO₂-ígildum, þ.e. dregið er úr losun sem mismuninum nemur, 1,5 – 1,7 tonn af CO₂-ígildum, og fóðurmjölið fer til matvælaframleiðslu.

Til að fá heilstæða mynd af ávinningi reypjuræktunar þarf að mæla kolefnisbindingu í jarðvegi fyrir og eftir ræktun, breytingu í losun CO₂-ígilda frá landinu og losun CO₂-ígilda fyrir mismunandi ráðstöfun afurðanna, s.s. að brenna stönglana til hitagjafar, nota þá til varanlegrar bindingar kolefnis eða skilja þá eftir á akrinum.

Með losun á 262 kg af CO₂-ígildum við reypjuframleiðsluna má spara losun sem nemur hátt í tveimur tonnum af CO₂-ígildum auk ýmis annars ávinnings.

5.6. Samantekt

Tryggja þarf nægt fjármagn á viðráðanlegum kjörum til að standa straum af fjárfestingum í þreskivélum, dráttarvélum, þurrkstöðvum og öðrum jarðræktarverkfærum.

Ræktendur þurfa að leggja í áhættusaman stofnkostnað. Þeir þurfa að hafa aðgengi að hagkvæmu skammtímafjármagni til að standa straum af kostnaði við sáningu eða fjárfestingu í ræktunarlandi.

6. Niðurstöður

1. Eftirspurn eftir lífolíum og lífmassa mun aukast í heiminum eftir því sem dregið verður úr bruna jarðolíu, verð á lífolíum mun hækka og ræktun verða hagkvæmari.
2. Nokkuð er á reiki hverjar uppskeruvæntingar repju eru hérlandis. Einstaka bændur hafa náð viðunandi árangri og bendir reynsla til að ræktun sé möguleg í stórum stíl á vel völdum svæðum.
3. Uppskeyra og ræktunarkostnaður er afar mismunandi eftir landgæðum og því mikilvægt að velja ræktarland m.t.t. þess. Greina þarf hvaða ræktunarland er ákjósanlegast og hversu mikið land er tiltækt.
4. Nauðsynlegt er að halda áfram rannsóknum og auka fræðslu til að bæta árangur og draga úr áhættu.
5. Meta þarf losun gróðurhúsalofttegunda mismunandi landgerða fyrir og eftir ræktun.
6. Framkvæma þarf heildstætt mat á ávinningi mismunandi landnýtingar, hvernig landið og afurðir þess nýtast til varanlegrar kolefnisbindingar, matvæla- og orkuframleiðslu til að tryggja sé að ekki sé unnið gegn markmiðum Íslands.
7. Fá þarf viðurkenningar á að repjuolían sé sjálfbært framleidd til að brennsla hennar komi ekki fram í losunarbókhaldi Íslands.
8. Ýmis annar ávinningur er af hagkvæmri repjurækt s.s. að ræktunin getur stutt aðra akuryrkju, þekkingu og jarðræktarmenningu og aukið orkuöryggi auk þess sem ræktunin er einfaldasta leiðin til að hefja sjálfbæra olíuframleiðslu hér á landi.

7. Tillögur

1. Farið verði í þær rannsóknir, þróun og ræktun sem nauðsynlegar eru til að sjálfbær framleiðsla repjuolíu verði hagkvæm að teknu tilliti til ytri kostnaðar, s.s. umhverfiskostnaðar.
2. Skapaðir verði nægjanlegir efnahagslegir hvatar til að ræktun verði hagkvæm. Á tilraunastigi verði ræktunarstyrkir veittir á hvern hektara en þeir færðir yfir á framleiðslumagn þegar þekking og reynsla eykst.
3. Sala afurða verði tryggð. Færanlegri verksmiðju verði komið upp sem pressi repjufræ fyrir bændur sem geta nýtt repjumjölið sjálfir. Verksmiðjan tryggi bændum kaup á olíunni og sjái um að koma henni annarsvegar til orkunotenda og hins vegar í rannsóknar- og þróunarverkefni s.s. lífdísilvinnslu.
4. Rannsóknir og þróun verði eflar, s.s. á:
 - e) nýtingu repjuhratsins s.s. í fiskafóður,
 - f) ræktun, vali á yrkjum, kynbótum, sáðtíma, sáðmagni, áburðarmagni, þreskitíma, jarðvinnsluaðferðum, hættu á skaðvöldum, notkun varnarefna, skiptiræktun o.s.frv.,
 - g) hagkvæmustu landnýtingu m.t.t. losunar gróðurhúsalofttegunda, orku- og matvælaframleiðslu, verndunar vistkerfa o.s.frv.,
 - h) rekstrargrunni stórfelldrar ræktunar og lífdísilframleiðslu.
5. Aflað verði viðurkenningar á að um sjálfbæra framleiðslu sé að ræða.

Viðauki I: Vinnsluferlar repjufræja

Vinnsluferlar repjufræja eru í megin atriðum þrír sem eru pressun repjufræja, hreinsun repjuolíunnar og vinnslan á repjufóðrinu (hratinu). Fyrir slíkt kerfi þarf að stilla upp búnaði sem framleiðir repjuolíu og repjumjöl. Stærð pressu eða pressukerfis og tanka fer eftir því hve mikil framleiðslan verður.

Í kringum pressukerfið þarf rörasnigil sem matar fræjunum upp í frægeymi. Snigillinn þarf að vera búinn segli til að fjarlægja úr fræjunum 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 repjuolía og repjumjöl (hrat) í hvorn sinn geymi. Repjumjölið fer í pökkun en olían í síukerfi sem annað hvort er skilvinda eða sjálfvirk plötusía. Sé síunin gerð sjálfvirk þarf þrýstiloft til hreinsunar á repjuolíunni. Við síunina fellur fína hratið úr olíunni sem botnfall. Sérstakar dælur eru notaðar til að dæla botnfallinu frá síunni. Þetta er verðmætt fóður og má nota sér eða blanda saman við hratið. Einnig má ná meiri olíu úr hratinu með útleysingu. Hexan eða hexanól er notað til að leysa upp olíuna í hratinu og er það síðan aðskilið sem hrat og olíuvökvi. Hexanólið er síðan eimað og endurnotað en olían verður eftir. Reyndar er ekki gert ráð fyrir útleysingu í þessum vinnsluferlum.

Heppilegast er því að verksmiðjan sé starfrækt 7 daga vikunnar, 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 stöðvast framleiðslan í einn til tvo sólarhringa og lengur ef þurfa þykir. Reikna má því með að aflpressurnar séu keyrðar í 6.400 klukkustundir á ári og er þá tekið tillit til lögbundinna frídaga og helgidaga.

Í verksmiðjunni yrðu alls 12 starfsmenn í fullu starfi. Við venjulega 8 tíma vinnu eru þrír einstaklingar á skrifstofu og einn á tilraunastofu. Einn starfsmaður sér um daglegan rekstur sem framkvæmdastjóri. Einn sér um almenn skrifstofustörf, bókhald ásamt innkaupum birgða og sölu lífelfsneytis. Einn starfsmaður sér um sölu repjumjöls og steikingarolíu og síðan er einn starfsmaður á tilraunastofu með nauðsynlega menntun til greiningar og vöktunar á framleiðslunni.

Reiknað er með að verksmiðjan verði rekin 24 tíma á dag sjö daga vikunnar og til þess þurfi tvo starfsmenn í senn á fjórum vöktum eða samtals átta starfsmenn.

Að meðaltali er gert ráð fyrir meðalkostnaði hvers starfsmanns á kr. 700 þúsund á mánuði með launatengdum gjöldum eða 100,8 milljónir á ári í launakostnað.

Fyrir hvert tonn af repjuolíu þarf að meðaltali um þrjú tonn af fullþroskuðum repjufræjum. Fyrir verksmiðju, sem framleiðir árlega 5.000 tonn af repjuolíu, þarf því um 15.000 tonn af repjufræjum en þau gefa einnig tíu þúsund tonn af repjumjöli (hrati) sem er afar próteinríkt og verðmætt og nýtist til dýrafóðurs (búfé bænda og eldisfiskur).

Móttaka og geymslurými fyrir repjufræ þurfa að vera það stór að framleiðslan í verksmiðjunni gangi ávallt snurðulaust fyrir sig. Því þarf móttökupláss að rúma allt að fimmtungi árlegrar notkunar á repjufræjum sem er um þrjú þúsund tonn. Huga þarf að því hvort og þá í hvaða magni flytja þarf inn fræ erlendis frá til verksmiðjunnar. Innlend uppskera fellur öll til á tiltölulega stuttum tíma hvert haust og þá þarf verksmiðjan að geta tekið við sem mestu magni fræja frá bændum og geymt þau en umframmagnið verður í geymslu hjá hverjum ræktanda fyrir sig þar til verksmiðjan kallar á meira magn.

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

Þegar repjufræin eru komin í móttöku hefst pressun þeirra. Öll repjufræin eru pressuð í þar til gerðum aflpressum (skrúfupressum) sem skilja fræin í sundur í olíu og repjumjöl (hrat) þannig að þriðjungur fræjanna verður að olíu og tveir þriðju að repjumjöli.

Strax eftir pressun repjufræjanna má pakka repjumjölinu í sekki eða poka enda á það að vera tilbúið til markaðssetningar þegar það kemur úr pressuninni. Efnainnihald repjumjölsins er yfir 30% prótein, 5 til 18% fita, 10% trefjar og vatn og afgangurinn er steinefni eins og kalsíum, fosfór og natríum. Repjumjölið er afar viðkvæmt fyrir raka og geymsla þess krefst mikillar og góðrar loftræstingar. Of mikill raki í fóðrinu getur valdið gerjun í því og við það myndast eldfim gös sem valda sprengihættu.

Eftir pressun fræjanna er repjuolían síuð og hreinsuð þannig að hún verði algerlega hrein og smákoralaus. Eftir síunina er olían tilbúin hvort sem er til umestrunar í lífdísil eða til notkunar sem lífolía sem eldsneyti á fiskiskip. Einnig má framleiða lítinn hluta af lífolíunni sem steikingar- og matarolíu.

Samkvæmt lögum um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi, nr. 40/2013, eiga innlendir framleiðendur og söluaðilar endurnýjanlegs eldsneytis að sýna fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og framleiðsla þess uppfylli sjálfbærni viðmið 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 sjálfbærni viðmið séu uppfyllt.

Ef hráefni eins og repjufræ sem ætluð eru til framleiðslu á vistvænu eldsneyti verður flutt til landsins og er vottað af viðurkenndum útgefendum upprunavottorða þá er ekki þörf á því að votta sérstaklega íslensku framleiðsluna.

Tæki og búnaður fyrir verksmiðju

Tæki og búnaður verksmiðjunnar þurfa að vera í samræmi við staðla og kröfur sem gerðar eru til verksmiðju sem ætlað er að framleiða lífolíu, lífdísil, matar- og steikingarolíu og repjumjöl. Lífolían þarf að uppfylla staðalinn DIN 51605 og lífdísillinn staðalinn EN 14214. Bæði lífolían og lífdísillinn þurfa að standast kröfur sem eldsneyti og einnig þarf lífolían að standast kröfur sem matar- og steikingarolía.

Aflpressur og búnaður þeirra verða að geta afkastað 15 þúsund tonnnum af repjufræjum á ári. Helsti búnaður í kringum pressurnar eru síurnar, lagnakerfi og sniglar sem mata að og frá pressunum.

Til að tryggja að pressun gangi snurðulaust fyrir sig er nauðsynlegt að nota nokkrar aflpressur þannig að ekki verði miklar tafir á framleiðslunni eða að framleiðslan stöðvist þótt einhver þeirra bili. Ef miðað er við pressun á 15 þúsund tonnnum á ári og árleg keyrsla pressanna sé 6.400 klukkustundir þarf að pressa tæp 2,5 tonn af repjufræjum á klukkutíma. Ákjósanlegt væri að hafa að minnsta kosti 5 pressur og að hver þeirra afkastaði 500 kg á klst. Einnig væri nauðsynlegt að hafa minni pressu til vara og til að grípa til þegar pressa á lítið magn.

Miðað við ofangreint og að olían sé þriðjungur af magni fræjanna þá gæfi pressunin um 1.000 lítra á klst. (910 kg á klst.) af repjuolíu sem þarf að fara í gegnum síunarferli. Hér má líka fara þá 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 140 til 450 lítrum/klst.

Gera verður ráð fyrir að tankar taki bæði við olíu og öðrum afurðum sem til verða við vinnsluna. Stærsti tankurinn innandyra í verksmiðjunni yrði forðatankur fyrir repjuolíuna eftir síun hennar eða um 60 rúmmetrar. Aðrir tankar yrðu fyrir hreina og kaldpressaða repjuolíu, fyrir glýseról, skolvatn, metanól og sóða. Útvið yrðu tveir tankar fyrir lokaframleiðslu á lífolíu og lífdísil en tankarnir yrðu hvor um sig 175 rúmmetrar að stærð.

Tankar lokaframleiðslunnar taka því um 7% af heildarframleiðslu olíunnar sem þýðir að þá þarf að tæma á 14 daga fresti. Alls er því gert ráð fyrir 12 tönkum með 550 rúmmetra heildarrými.

Fullkomið lagnakerfi með dælum þarf að vera á milli tankanna sem tengir þá saman. Gæta þarf að því að dælur sem koma að eldfimum efnum sé loftdælur og einnig að kerfið sé í samræmi við það magn sem verksmiðjunni er ætlað að framleiða.

Annar búnaður eru þrær og grindur sem og sniglar og loftpressur. Einnig tækjabúnaður sem tengist mötun fræjanna í pressurnar. Síðan 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.

Viðauki II: Áframvinnsla repjuolíu í lífdísil

Lífdísillinn verður til við efnahvarf sem nefnist umestrun og við það verður seigja olíunnar tíu sinnum minni eða svipuð og seigja venjulegs jarðdísils. Við vinnsluna er notuð repjuolía (lífolía), metanól (CH_3OH) og vítissóði (NaOH). Hlutföllin eru repjuolía með 87,5%, metanól 12% og vítissóðinn 0,5%.

Sóðinn er fyrst blandaður í metanólið (tréspíri) í sérstökum blöndunartanki og leysist hann þar upp. Ferlið tekur um 15 til 20 mínútur. Í öðrum tanki (hvarfatanki) hefur repjuolía verið hituð upp í 55-60°C og er vökvunum í blöndunartankinum nú dælt 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 (10% af magni blöndunarinnar) safnast á botn tanksins því það er þyngra en olían. Glýserólið er síðan aðskilið frá olíunni með því að tappa því undan tankinum. Að umerstunarferlinu loknu er olían flutt yfir í vöskunartankinn. Til að ná burtu sápu og öðrum óhreinindum eins og afgangssóða er olían þvegin (vöskuð) með því að úða yfir hana þriðjung af vatni miðað við olíuna. Við það seytlar vatnið í gegnum olíuna og sest á botn tanksins. Ekki má hræra í olíunni meðan vatnið er að hreinsa hana því þá getur myndast mikið af sápu sem eykur vinnuna við að hreinsa olíuna. Vatnið er yfirleitt haft við umhverfishita (um 15°C) því olían er enn heit. Vatnið má ekki innihalda brennistein og því ber að forðast hitaveituvatn í vöskunina. Vöskunarferlið getur tekið um átta klukkustundir og er það lokastig framleiðslunnar á lífdísilinum. Eftir að vatnið með óhreinindunum hefur sest á botninn er því tappað undan. Þegar búið er að fjarlægja skolvatnið undan botni tanksins er lífdísillinn tilbúinn til notkunar og setja má hann á svo til öll farartæki sem ganga fyrir jarðdísil.

Glýseról er eftirsótt vara sé það fullhreinsað en með aukinni heimsframleiðslu á lífdísil hefur framboð á glýseróli aukist töluvert og heimsmarkaðsverð lækkað í framhaldi af því. Það er frekar kostnaðarsamt að fullhreinsa glýserólið og ekki er markaður fyrir það hér á landi. Því er líklegra að glýserólið verði nýtt sem áburður og/eða frostlögur frekar en að fullhreinsa það til sölu í sápugeti eða fegrunkrem.

Í skolvatninu er afgangur af metanóli og sóða sem 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.

Metanólið þarf að vera um 12% af magni repjuolíunnar og vítissóðinn um 0,5%. Miðað við 2,5 þúsund tonna framleiðslu á lífdísil þyrfti því um 300 tonn af metanóli og um 13 tonn af vítissóða. Vítissóðann og metanólið má flytja inn eða framleiða hérlandis en framleiðsla metanóls úr koltvísýringi er þegar hafin hér á landi á vegum Carbon Recycling International (CRI) og er verksmiðjan í Svartsengi við Grindavík.

Við framleiðslu á lífdísil eru meðal annars notuð eitruð og hættuleg efni eins og metanól (tréspíri) og vítissóði. Gera þarf 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 lífdísillinn standist kröfur um framleiðslu og gæði vörunnar og standist vottun samkvæmt viðurkenndum stöðlum.

Við val á tækjum og búnaði fyrir lífeldsneytisframleiðslu verður að hafa í huga að efni eins og metanól og vítissóði geta haft skaðleg áhrif á dælur og lagnir sem gerðar eru 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.

Besta hráefnið í lífdísil er repjuolía, hrein og vatnsfrí. Nákvæmlega 10,2 þungaprósent þarf af metanóli reiknað af magni repjuolíu til að mynda nýju estrana en hvarfið gengur betur með umframmagni eða allt að 12%. Til að hvarfið gangi hraðar fyrir sig þarf hvata og er hagkvæmast að nota NaOH-lút (vítissóði) og þarf um 3,5 grömm á hvern lítra repjuolíu.

Vel hreinsaðan lífdísil sem blandaður er í jarðdísil ætti ekki geyma á lager lengur en í eitt ár. Í bátum og skipum þarf sérstaklega að gefa gaum að þéttivatni (condense water). Ráðlagt er að tæma tankana í skipum áður en skipt er frá jarðdísil yfir í lífdísil. Aldrei skyldi geyma lífdísil við hita undir frostmarki nema blandað sé efnum í hann.

Með því að blanda 20% af jarðdísil í lífdísilinn (B80) má einnig komast hjá kuldavandamálum á veturna.

