

# Hagkvæmni og umhverfisávinningur metanvinnslu á landsbyggðinni



**metanORKA**

Verkefni unnið með styrk úr  
Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar árið 2013

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	3
Samantekt .....	4
1. Aðferðafræði og forsendur.....	5
1.1 Kortlagning á lífrænu aukahráefni.....	5
1.2 Orku- og næringarefnainnihald .....	5
1.3 Nýting og flutningur á lífrænu aukahráefni.....	6
1.4 Hagkvæmni stærðar .....	7
1.5 Staðsetning vænlegra metanorkuvera .....	7
1.6 Umhverfislegur og efnahagslegur ávinningur .....	7
2. Framleiðsla metans og áburðar úr lífrænu aukahráefni .....	8
2.1 Metan .....	8
2.2 Áburður .....	8
3. Niðurstöður .....	10
3.1 Staðarval.....	10
3.2 Framleiðslugeta .....	12
3.2.1 Metan .....	12
3.2.2 Áburður .....	14
3.3 Þjóðhagsleg áhrif .....	15
3.4 Flutningskostnaður.....	16
3.4.1 Forsendur .....	16
3.4.2 Flutningskostnaður - díselolífa.....	17
3.4.3 Flutningskostnaður - metan .....	18
3.5 Loftslagsbreytingar .....	19
3.5.1 Fyrirvarar .....	20
4. Ályktanir og lokaorð .....	22
5. Heimildaskrá.....	23

## Inngangur

Í þessari skýrslu eru kynntar niðurstöður rannsóknar á hagkvæmni og umhverfisávinningi við metanvinnslu á landsbyggðinni. Hagrænn ávinningur af notkun metans í stað innflutts bensíns og sá samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda sem mætti ná með framleiðslu og notkun þess metans sem um ræðir, er áætlaður út frá tölum um lífrænt aukahráefni og líklegri samsetningu þess á þeim svæðum sem þykja vænlegust til framleiðslunnar.

Metanorka ehf. hefur kortlagt þau svæði sem þykja líkleg til að geta séð metanorkuveri fyrir nægilegu magni af lífrænu aukahráefni til að standa undir hagkvæmri framleiðslu á metangasi. Hagkvæmnin ræðst af magni hráefnis og fjarlægð þess frá hugsanlegum framleiðslustað. Til að framleiðslan teljist hagkvæm þarf árleg metanframleiðsla væntanlega að nema að minnsta kosti 500.000 Nm<sup>3</sup> (normalrúmmetrum). Jafnframt þarf stór hluti hráefnisins (lífræna úrgangsins) að vera innan fjarlægðarmarka sem teljast viðráðanleg í fjárhagslegu og umhverfislegu tilliti. Þessi hámarksfjarlægð er í flestum tilvikum nálægt 20 km, en hægt er að sækja orkuríkustu hráefnisflokkana um lengri veg án þess að það útiloki hagkvæma vinnslu.

Fremst í skýrslunni er að finna stutta samantekt þar sem helstu niðurstöður eru undirstrikaðar, en þar fyrir aftan er gerð nánari grein fyrir einstökum umhverfisþáttum sem líklegt er að skipti verulegu máli. Tölulegar heimildir um magn lífræns hráefnis, samsetningu þess, metanframleiðslu einstakra hráefnisflokka, næringargildi einstakra hráefnisflokka o.s.frv. eru að mestu fengnar úr útreikningum sem fyrirtækið PlanEnergi hefur unnið fyrir Metanorku ehf. í tengslum við metanorkuver í Melasveit, frá Landbúnaðarháskóla Íslands (LBHÍ) og úr samantekt Kára Gunnarssonar, sem er hluti af skýrslu Metanorku undir yfirskriftinni „*Metankortið: Kortlagning á hagkvæmni metanvinnslu úr lífrænu aukahráefni á Íslandi*“.

Verkefni þetta er unnið með styrk úr rannsóknasjóði Vegagerðarinnar á árunum 2012 og 2013. Að samantekt þessarar skýrslu komu Dofri Hermannsson hjá Metanorku ehf., Stefán Gíslason og Birgitta Stefánsdóttir hjá Environice / Umhverfisráðgjöf Íslands ehf. en tvö þau síðarnefndu tóku saman í sérstaka skýrslu umhverfisáhrif af gefinni metanvinnslu á landsbyggðinni. Loks lagði Svavar Ásgeir Guðmundsson, meistaranemi í umhverfis- og auðlindafræðum við Háskóla Íslands, til útreikninga á flutningskostnaði hráefnis til vinnslunnar út frá sömu forsendum.

## Samantekt

Tilgangur þessa verkefnis var að leggja mat á umhverfislegan og efnahagslegan ávinning þess að framleiða metan úr lífrænu aukahráefni sem til fellur hjá sveitarfélögum og í landbúnaði á Íslandi og nýta þau sem eldsneyti á bíla í stað innflutts bensíns, svo og þess að nýta hratið sem til fellur til áburðar í stað innflutts tilbúins áburðar. Verkefnið byggir á fyrirliggjandi kortlagningu á staðsetningu og magni lífrænna aukahráefna.

Fræðilega séð er auðvelt að framleiða metan úr lífrænu hráefni. Þegar lífrænt efni brotnar niður við loftfirðar aðstæður, þ.e. án aðkomu súrefnis, myndast svonefnt lífgas sem samanstendur af metangasi og nokkrum öðrum lofttegundum. Metan er yfirleitt um 60-85% af blöndunni og þarfnast sérstakrar hreinsunar til að nýtast sem eldsneyti á bifreiðar. Við niðurbrotið myndast einnig hrat, þ.e.a.s. tiltölulega einsleitur grautur sem inniheldur blöndu lífrænna og ólífrænna efnasambanda. Þetta efni hentar yfirleitt enn betur til áburðar og uppgræðslu en ómeðhöndlaður húsdýraáburður, að því tilskyldu að magn þungmálma og annarra mengandi efna í hráefninu hafi verið innan viðunandi marka.

Út frá kortlagningu á staðsetningu og áætluðu magni lífræns sorps sem til fellur hjá sveitarfélögum og í landbúnaði á Íslandi er unnt að greina 31 svæði þar sem talsvert magn af lífrænu aukahráefni fellur til. Þar af virðast við lauslega skoðun fjögur hafa aðgang að nægjanlegu magni lífræns aukahráefnis í nægilega lítilli fjarlægð til að standa undir framleiðslu á 500.000 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári, sem áætlað er að sé það lágmarksmagn sem þarf til að metanvinnsla geti verið hagkvæm. Umhverfislegur og efnahagslegur ávinningur metanvinnslu og nýtingu hrats til áburðar var metinn fyrir þessi fjögur svæði, auk Melasveitar, þar sem Metanorka ehf. hefur þegar hafið undirbúning að byggingu metanorkuvers sem mun nýta svínaskít frá búi þar auk lífrænna aukahráefna af ýmsu tagi frá nálægum sveitarfélögum.

Útreikningar benda til að þau lífrænu aukahráefni sem tiltæk eru og hæf til metanframleiðslu á ofangreindum fimm svæðum ættu að geta gefið af sér árlega 4.664.447 Nm<sup>3</sup> af metangasi sem selja mætti sem eldsneyti á bíla. Þá er áætlað að ársskammtur af hrati frá þessum starfsstöðvum innihaldi samtals 909.937 kg af köfnunarefni, 169.669 kg af fosfór og 698.516 kg af kalíum.

Framleiðsla metans í ofangreindum metanorkuverum getur leitt til verulegs samdráttar í innflutningi á bensíni og tilbúnum áburði, með samsvarandi gjaldeyrissparnaði. Þannig er áætlað að með þessari nýtingu metansins sé unnt að lækka gjaldeyrísútgjöld vegna innflutnings á bensíni um 514 milljónir króna á ári. Jafnframt gæti gjaldeyrir upp á 306 milljónir króna á ári sparast vegna minni innflutnings á tilbúnum áburði. Samanlagður gjaldeyrissparnaður samkvæmt því gæti numið samtals um 820 milljónum króna á ári. Þessu til viðbótar má getum að því leiða að umrædd metanorkuver gætu skapað samtals um 125 störf með beinum eða óbeinum hætti. Þar er þó aðeins um mjög lauslega viðmiðun að ræða.

Áætlað er að tilkoma umræddra metanorkuvera myndi koma í veg fyrir losun um 85.500 tonna af koltvísýringi árlega, annars vegar með því að nýta metanið í stað þess að sleppa því út í andrúmsloftið og hins vegar með því að brenna ekki samsvarandi magni af bensíni. Þetta jafngildir því að tæplega 31.000 fólksbílur með bensínvél séu teknir úr umferð.

## 1. Aðferðafræði og forsendur

Tilgangur þessa verkefnis var að leggja mat á umhverfislegan og efnahagslegan ávinning þess að framleiða metan úr lífrænu aukahráefni sem til fellur á tilteknum stöðum á Íslandi og nýta það sem eldsneyti á bíla í stað innflutts bensíns, svo og þess að nýta hratið sem til fellur til áburðar í stað innflutts tilbúins áburðar. Verkefnið var unnið í nokkrum þrepum og er aðferðafræðinni sem beitt var í hverjum verkhluta er lýst hér á eftir.

### 1.1 Kortlagning á lífrænu aukahráefni

Í skýrslunni „*Metankortíð: Kortlagning á hagkvæmni metanvinnslu úr lífrænu hráefni á Íslandi*“ (hér eftir nefnd *Metankortíð*), voru kortlögð þau lífrænu aukahráefni sem til falla hjá sveitarfélögum og í landbúnaði á Íslandi. Niðurstöðurnar, sem teljast hluti af því verkefni sem hér um ræðir, voru settar fram í formi hitakorts sem sýnir upprunastaði eða uppsprettur lífræns aukahráefnis og þá miðlægu staði í hverju héraði þar sem nærtækast væri að safna þessu hráefnisaman til vinnslu, annars vegar með hliðsjón af magni og hins vegar með tilliti til nálægðar við aðalvegi í gegnum svæðið. Fyrir hvern þessara miðlægu staða var útbúin sérstök tafla sem gefur yfirlit yfir magn mismunandi tegunda lífræns aukahráefnis í 20, 25, 30, 40 og 60 km fjarlægð frá staðnum. Kortlagningin leiddi til þess að 31 staður var tekinn til skoðunar með þessum hætti.

### 1.2 Orku- og næringarefnainnihald

Mjög mismunandi er eftir tegundum hversu mikið metan er unnt að framleiða úr hverju tonni lífrænna aukahráefna. Í þessu sambandi er ekki til nein algild reikniregla, enda ræðst framleiðslugetan af efnasamsetningu og fleiri þáttum sem kunna m.a. að vera breytilegir eftir dýrakynjum og samsetningu fóðurs þegar um búfjáraburð er að ræða.

Við útreikning á mögulegri metanframleiðslu hvers hráefnisflokks var í þessu verkefni stuðst við reiknistuðla frá danska ráðgjafafyrirtækinu PlanEnergi í Danmörku en þar er til staðar mikil sérfræðiþekking á framleiðslu metans úr lífrænu hráefni. Stuðlarnir eru fengnir úr minnisblaði sem PlanEnergi vann fyrir Metanorku ehf. vegna undirbúnings fyrirhugaðs metanorkuvers í Melasveit.<sup>1</sup> Þetta á þó ekki við um útreikninga á framleiðslu metans úr kúamykju, en þar var stuðst við nýlega reiknistuðla frá Landbúnaðarháskóla Íslands (LBHÍ)<sup>2</sup> og gengið út frá því að þurrefnisprósenta kúamykju sé um 7,22%.

<sup>1</sup> Karl Jørgen Nielsen, PlanEnergi (2012): *Regarding: Biogas plant on Iceland. Note on biogas potential, investment and economic etc.* Minnisblað til Metanorku ehf. 02.03.2012.

<sup>2</sup> Þóroddur Sveinsson, LBHÍ (2010): *Aætluð brúttó metanframleiðslugeta búfjáraburðar á Íslandi 2008.* Óbirtar niðurstöður.

Tafla 1 gefur yfirlit yfir þá reiknistuðla sem notaðir voru skv. framanskráðu.

Tegund lífræns aukahráefnis	Áætluð metanframleiðsla Nm <sup>3</sup> /tonn hráefnis (votvikt)
Kúamykja	15,60
Frá kjúklingabúum	170,62
Frá minkabúum	27,27
Frá sveitarfélagi	100,80
Frá sveppaframleiðslu	28,13
Skítur frá varphænum	46,88
Frá ölgerð	186,00
Kartöfluhýði	52,44
Svínaskítur, pressaður	96,90
Svínaskítur, blautur	10,31

Tafla 1: Reiknistuðlar fyrir mögulega metanframleiðslu úr mismunandi flokka lífrænna aukahráefna.

Reiknistuðlar fyrir næringarefnainnihald mismunandi flokka lífrænna aukahráefna eftir gasgerð voru einnig fengnir frá PlanEnergi. Áætlað næringargildi eftir hráefnisflokkum er sýnt í töflu 2.<sup>3</sup>

Næringarefni (kg / tonn votvikt)			
	N	P	K
Kúamykja	3,8	0,6	3,3
Frá kjúklingabúum	19,5	5,8	15,5
Frá minkabúum	6,03	1,51	0,94
Frá sveitarfélagi	6,75	1	2,5
Frá sveppaframleiðslu	-	-	-
Skítur frá varphænum	11,6	3,55	4,23
Frá ölgerð	1,6	0,3	2,8
Kartöfluhýði	3,5	0,5	4,8
Svínaskítur, pressaður	9,2	7,3	3,2
Svínaskítur, blautur	5	1	2,1

Tafla 2: Áætlað magn næringarefna eftir hráefnisflokkum að lokinni gasgerð (kg næringarefni/tonn af votvikt).

### 1.3 Nýting og flutningur á lífrænu aukahráefni

Sem fyrr segir er mjög mismunandi eftir hráefnisflokkum hversu mikið metan er unnt að framleiða úr hverju tonni af lífrænu aukahráefni. Af þessu leiðir að hagkvæmt kann að reynast að flytja tiltekinn hráefnisflokk um mun lengri veg til vinnslu en annan orkuminni. Sömuleiðis er flutningur á þurru hráefni alla jafna hagkvæmari en flutningur á blautu hráefni, þar sem í honum er meira af virkum lífrænum efnum sem er hráefni metanframleiðslunnar. Þess vegna skiptir þurrefnishlutfall verulegu máli í þessu sambandi. Ekki er heldur sjálfgefið að allar gerðir lífrænna aukahráefna henti til þessarar vinnslu, m.a. vegna takmarkana sem kunna að vera í gildi varðandi

<sup>3</sup> Karl Jørgen Nielsen, PlanEnergi (2012): *Regarding: Biogas plant on Iceland. Note on biogas potential, investment and economic etc.* Minnisblað til Metanorku ehf. 02.03.2012.

nýtingu hráefna af tilteknum uppruna til áburðar. Í því verkefni sem hér um ræðir var ákveðið að ganga út frá eftirfarandi forsendum hvað þetta varðar:

- a) Að sauðatað verði ekki notað við framleiðslu metangass vegna óvissu um afdrif riðusmitefnis í metanframleiðslunni og þar með um hugsanlega dreifingu smits.
- b) Að hrossatað verði ekki notað við framleiðslu metangass þar sem hross eru lítið á húsi og því ekki augljóst hvernig standa mætti að söfnun.
- c) Að sú kúamykja sem notuð er sé ekki flutt meira en 25 km frá upphafsstað að metanorkuveri (þar sem tiltölulega lítið metan fæst úr hverju tonni af votvikt, sbr. töflu 1).
- d) Að hagkvæmt sé að flytja skít frá minkabúum, kjúklingabúum og frá varphænum allt að 40-60 km frá upphafsstað að metanorkuveri.
- e) Að hagkvæmt sé að flytja sveppamassa, ölgerðarhrat, kartöfluhýði og flokkaðan lífrænan úrgang frá sveitarfélögum allt að 60 km frá upphafsstað að metanorkuveri.

Forsendurnar hér að framan taka öðru fremur mið af mögulegri metanframleiðslu úr hverju tonni lífræns hráefnis af mismunandi uppruna, (sbr. töflu 1).

#### **1.4 Hagkvæmni stærðar**

Til að metanvinnsla til eldsneytisframleiðslu sé hagkvæm þarf tiltekna framleiðslugetu að lágmarki. Engin algild viðmiðun er til varðandi þetta, enda ræðst hagkvæmni af mörgum þáttum, þ.á.m. stofnkostnaði, verðlagsþróun á eldsneyti, skattlagningu eldsneytis og opinberum styrkjum. Í þessu verkefni var ekki mögulegt að áætla þessar stærðir fram í tímann, né að meta hagkvæmniforsendur út frá mismunandi staðháttum í mismunandi landshlutum. Því var farin sú leið að miða framleiðslugetu við tiltekna fasta lágmarkstölu. Í verkefninu er þannig gengið út frá því að metanorkuver þurfi að geta framleitt að minnsta kosti 500.000 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári til að vinnslan geti talist hagkvæm.

#### **1.5 Staðsetning vænlegra metanorkuvera**

Staðsetning vænlegra metanorkuvera var metin út frá kortlagningu á magni lífræns aukahráefnis og fjarlægðartöflum (sbr. kafla 1.1) og þeim forsendum sem nefndar hafa verið í köflum 1.2-1.4 hér að framan. Þeir staðir þar sem fljótt á lítið virtist mögulegt að framleiða að minnsta kosti 500.000 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári voru síðan teknir til nánari skoðunar. Í þessu stigi verkefnisins var bætt við fyrirliggjandi gögnum vegna fyrirhugaðs metanorkuvers í Melasveit, en þar er ætlunin að nýta m.a. svínaskít frá svínabúi sem þar er. Þess var gætt að magntölur fyrir metanvinnsluna í Melasveit sköruðust ekki við tölur frá hinum stöðunum sem teknir voru til skoðunar, þannig að hvergi yrði um tvítalningu sama lífræna hráefnis að ræða.

#### **1.6 Umhverfislegur og efnahagslegur ávinningur**

Umhverfislegur og efnahagslegur ávinningur metanvinnslu á þeim stöðum sem teknir voru til skoðunar var reiknaður út frá þeim forsendum sem getið er um hér að framan, bæði hvað varðar eldsneyti og áburð. Þar að auki var notast við tölfræðilegar heimildir varðandi innflutning eldsneytis og áburðar, verð eldsneytis og áburðar auk annarra forsenda sem kynntar eru í niðurstöðukaflanum.

## 2. Framleiðsla metans og áburðar úr lífrænu aukahráefni

### 2.1 Metan

Fræðilega séð er auðvelt að framleiða metan úr hvers konar lífrænu aukahráefni. Þegar lífrænt efni brotnar niður við loftfirðar aðstæður (e. anaerobic), þ.e. án aðkomu súrefnis, myndast svonefnt lífgas, sem samanstendur af metangasi og nokkrum öðrum lofttegundum, einkum koltvísýringi og brennissteinssamböndum. Metan er yfirleitt um 60-85% af blöndunni.

Til að metanið nýtist sem eldsneyti, t.d. á bifreiðar, þarf lífgasið að fara í gegnum sérstaka hreinsun til að skilja aðrar lofttegundir frá og hækka metanhlutfallið. Óhreinsað lífgas er ónothæft sem bílaeldsneyti, en getur nýst í grófari brennara eftir að brennisteinssambönd hafa verið síuð úr því, svo sem til raforkuframléiðslu og í kyndistöðvum. Metan er rúmlega 20 sinnum virkari gróðurhúsalofttegund en koltvísýringur og því er losun þess út í andrúmsloftið óáskileg. Þar sem metan myndast en er ekki nýtt, er því mælt með brennslu þess áður en því er sleppt út. Við brennslu á hreinu metani myndast eingöngu koltvísýringur og vatnsgufa.

### 2.2 Áburður

Sem fyrr segir myndast lífgas þegar lífrænt efni brotnar niður við loftfirðar aðstæður. Auk lofttegunda myndast hrat í niðurbrotsferlinu, þ.e.a.s. tiltölulega einsleitur grautur sem inniheldur blöndu lífrænna og ólífrænna efnasambanda. Þetta efni hentar vel til áburðar og uppgræðslu, að því tilskyldu að magn þungmálma og annarra mengandi efna í hráefninu hafi verið innan viðunandi marka.

Almennt hentar hrat úr gasgerð enn betur til áburðar en ómeðhöndlaður húsdýraáburður. Næringarefni sem til staðar eru í hráefnunum varðveitast að mestu leyti í gasvinnsluferlinu og skila sér í hratinu. Þetta á sérstaklega við köfnunarefni. Auk heldur verða næringarefni aðgengilegri og eru fyrr tekin upp af plöntum. Þetta dregur úr hættu á útskolun, sé sú hætta á annað borð fyrir hendi. Sú breyting sem verður á formi köfnunarefnis í gasvinnslunni leiðir jafnframt til þess að losun hláturgass ( $N_2O$ ) minnkar verulega samanborið við ómeðhöndlaðan húsdýraáburð,<sup>4</sup> en hláturgas er um 300 sinnum öflugri gróðurhúsalofttegund en koltvísýringur.

Ávinningur af nýtingu hrats frá metangasvinnslunni til áburðar umfram ávinning af nýtingu ómeðhöndlaðs húsdýraáburðar felst einkum í eftirtöldum þáttum:<sup>5,6,7</sup>

- Sjúkdómsvaldandi örverum fækkar mjög í gasvinnslunni. Þar með minnkar sýkingarhætta, svo sem vegna salmonellu. Þetta hefur m.a. þau áhrif að að hugsanlega er hægt að komast

<sup>4</sup> DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University (2011): *Facts about Bio-gas*.

[http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta\\_om\\_biogas/](http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta_om_biogas/).

<sup>5</sup> Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2003): *Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs*. Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins, IPPC-skrifstofan, júlí 2003.

[http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/bref/download/download\\_IRPP.cfm](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/bref/download/download_IRPP.cfm).

<sup>6</sup> Birna S. Hallsdóttir og Björn H. Halldórsson (1998): *Megas. Metanvinnsla úr lífrænum úrgangj frá landbúnaði*. VSÓ, Reykjavík.

<sup>7</sup> DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University (2011): *Facts about Bio-gas*.

[http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta\\_om\\_biogas/](http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta_om_biogas/).



af með minni safnþrær og styttri geymslutíma þegar um er að ræða hrat frá gasgerð heldur en þyrfti fyrir ómeðhöndlaðan húsdýraáburð.

- Illgresisfræjum í mykjunni fækkar mjög í gasvinnslunni.
- Lyktarmengun við dreifingu minnkar, þar sem illa lyktandi efni brotna að hluta til niður í gasvinnslunni.
- Nýting köfnunarefnis til áburðar batnar vegna hærri leysanleika.
- Líkur á útskolun næringarefna minnka.
- Losun gróðurhúsalofttegunda minnkar, þar sem metan losnar ekki lengur úr mykjunni að neinu marki.
- Losun hláturgass ( $N_2O$ ) minnkar.
- Mykjan verður einsleitari og auðveldari í dreifingu.

Auk þess sem hér hefur verið talið upp hefur nýting hrats til áburðar í för með sér sama eða svipaðan ávinning í umhverfislegu tilliti og nýting ómeðhöndlaðs húsdýraáburðar í stað tilbúins áburðar. Þar má nefna eftirtalin atriði:

- Stuðlað er að hringrás næringarefna.
- Stuðlað er að aukinni frjósemi jarðvegs og dregið úr hættu á plöntusjúkdómum.<sup>8</sup>
- Losun gróðurhúsalofttegunda minnkar vegna minni framleiðslu og flutninga tilbúins áburðar.

Við skoðun á áburðargildi hratsins frá metangasframleiðslunni nægir ekki að horfa á köfnunarefnisinnihaldið, heldur þarf líka að taka mið af fosfór- og kalíuminnihaldi. Almennt má ganga út frá því að búfjáráburður sem fullnægir köfnunarefnisþörf tiltekinnar landspildu innihaldi jafnframt nægjanlegt magn af fosfór og kalíum.<sup>9</sup> Að sama skapi er lítil hættu á að þessi efni séu ofnotuð. Kalíum skiptir litlu máli í því sambandi, og samkvæmt framangreindum útreikningum verður hlutfall köfnunarefnis og fosfórs í hratinu með þeim hætti að ekki er ástæða til að draga verulega úr notkun hratsins til áburðar vegna hættu á ofnotkun fosfórs.

Málmar skila sér í hratið í hlutfalli við styrk þeirra í hráefnum metanvinnslunnar og kunna sem slíkir að vera takmarkandi hvað varðar nýtingu hratsins til áburðar, þar sem mikil notkun í langan tíma getur leitt til uppsöfnunar. Málmar á borð við kopar og sink eru nauðsynlegir í hófi sem snefilefni, bæði fyrir plöntur og dýr. Í hratinu kunna hins vegar einnig að leynast aðrir þungmálmar, svo sem blý, kadmíum, króm, nikkell og kvikasilfur. Ólíklegt er að þessir málmar séu til staðar í þeim mæli að það takmarki notkun hratsins, en til öryggis mætti e.t.v. mæla styrk þeirra með svipuðum hætti og styrk kopars.

<sup>8</sup> Henning Hahn og Uwe Hoffstede (2010): *Final Assessment Report on Residual Materials*. Biogasmax-verkefni nr. 019795. [http://biogasmax.eu/media/d2\\_13\\_biogasmax\\_iwes\\_vfinal\\_nov2010\\_\\_096562800\\_1109\\_10022011.pdf](http://biogasmax.eu/media/d2_13_biogasmax_iwes_vfinal_nov2010__096562800_1109_10022011.pdf).

<sup>9</sup> Umhverfisstofnun (2010): *Starfsreglur um góða búskaparhætti*. 26. ágúst 2002. [http://www.reykjavik.is/Portaldata/1/Resources/umhverfissvid/voektun/vatnsgaedi/Starfsreglur\\_um\\_g\\_a\\_b\\_s\\_kaparh\\_tti.pdf](http://www.reykjavik.is/Portaldata/1/Resources/umhverfissvid/voektun/vatnsgaedi/Starfsreglur_um_g_a_b_s_kaparh_tti.pdf).

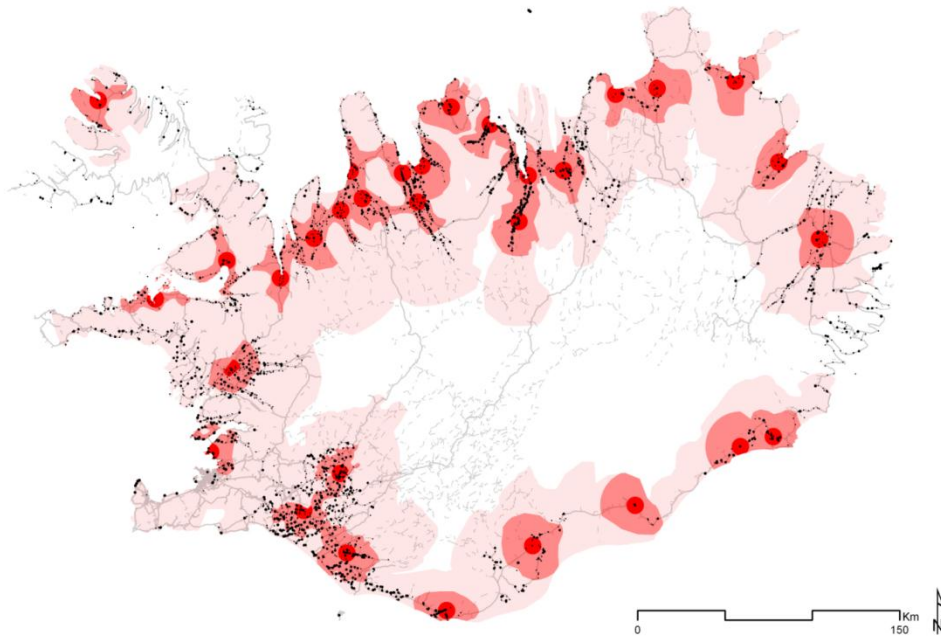
Í íslensku regluverki eru skilgreind hámarks- og lágmarks gildi fyrir snefilefni í fóðri, en eftir því sem best er vitað gilda engar reglur um hámarks- og lágmarks gildi kopars, sinks eða annarra málma í hrati og jarðvegi. Sem dæmi um erlendar takmarkanir á þessu sviði má nefna að í Þýskalandi má kopar í seyru ekki fara yfir 800 mg/kg ÞE og hámarks- og lágmarks gildi fyrir sink er 2.500 mg/kg ÞE. Samsvarandi gildi fyrir jarðveg eru 20-60 mg/kg ÞE fyrir kopar og 60-200 mg/kg ÞE fyrir sink, mismunandi eftir sýrustigi jarðvegs.<sup>10</sup>

### 3. Niðurstöður

#### 3.1 Staðarval

Í skýrslunni „Metankortið: Kortlagning á hagkvæmni metanvinnslu úr lífrænu aukahræfni á Íslandi“ var kortlagt það lífræna aukahræfni sem til fellur hjá sveitarfélögum og í landbúnaði á Íslandi. Niðurstöðurnar voru settar fram í formi korts sem sýnir upprunastaði eða uppsprettur lífræns aukahræfnis og þá miðlægu staði í hverju héraði þar sem nærtækast væri að safna þessu hræfni saman til vinnslu, annars vegar með hliðsjón af magni og hins vegar með tilliti til nálægðar við aðalvegi í gegnum svæðið.

Mynd 1 sýnir Metankortið í grófum dráttum. Svörtu doppurnar sýna staðsetningu bújarða en rauðu flekkirnir þau svæði sem greind voru sem miðpunktur í hverju héraði út frá fjarlægðum og miðpunktum vegakerfis. Miðjur rauðu svæðanna eru þar með þær staðsetningar þar sem úrvinnsla úr lífrænu aukahræfni ætti að öðru jöfnu að vera hagkvæmust. Samtals kemur 31 slíkt svæði fram á kortinu. Kortið er sett fram sem hitakort.



Mynd 1: Hitakort sem sýnir lífræn aukahræfni (búfjáraburð) frá landbúnaði, (Metanorka, 2013).

<sup>10</sup> Henning Hahn og Uwe Hoffstede (2010): *Final Assessment Report on Residual Materials*. Biogasmax-verkefni nr. 019795. [http://biogasmax.eu/media/d2\\_13\\_biogasmax\\_iwes\\_vfinal\\_nov2010\\_\\_096562800\\_1109\\_10022011.pdf](http://biogasmax.eu/media/d2_13_biogasmax_iwes_vfinal_nov2010__096562800_1109_10022011.pdf).

Tafla 3 hefur að geyma lista yfir þá staði sem fram koma á Metankortinu.

Nr.	Staður (miðpunktur)	Svæði
1	Krókur	Kjalarnes
2	Hlöðutún	Borgarbyggð
3	Narfeyri	Dalabyggð
4	Ásgarður	Dalabyggð
5	Þórustaðir	Ísafjarðarbær
6	Fjarðarhorn	Hrútafjörður
7	Stórhóll	Húnaþing vestra
8	Sveinsstaðir	Húnavatnshreppur
9	Tindar	Húnavatnshreppur
10	Sölvabakki	Blönduós
11	Bergsstaðir	Skagafjörður
12	Bakki/Varmahlíð	Skagafjörður
13	Narfastaðir	Skagafjörður
14	Stóra-Holt	Skagafjörður
15	Hrísar	Dalvíkurbyggð
16	Möðruvellir	Eyjafjarðarsveit
17	Hallland	Svalbarðsstrandarhreppur
18	Lækjamót	Þingeyjarsveit
19	Lón í Kelduhverfi	Norðurþing
20	Sandfellshagi	Norðurþing
21	Brúarland	Svalbarðshreppur
22	Ásbrandsstaðir	Vopnafjörður
23	Hafrafell	Fljótshálsa
24	Hólar	Hornafjörður
25	Flatey á Mýrum	Hornafjörður
26	Svínafell í Örafum	Hornafjörður
27	Kirkjubær	Skaftárhreppur
28	Norður-Götur	Mýrdalshreppur
29	Gata	Rangárþing eystra
30	Hjálmholt	Flóahreppur
31	Bryðjuholt	Hrunamannahreppur

Tafla 3: Staðsetning bújarða sem greindar voru sem miðpunktar í hverju héraði út frá fjarlægðum og miðpunktum vegakerfis. Á þessum jörðum ætti metanframleiðsla að öðru jöfnu að vera hagkvæmust.

Rétt er að taka fram að á þéttbýlustu dreifbýlissvæðum landsins koma fleiri en einn staður til greina sem miðpunktar metanframleiðslu. Sem dæmi má nefna að Hjálmholt í Flóa og Bryðjuholt í Hrunamannahreppi gefa áþekkar niðurstöður, en staðirnir útiloka engu að síður hvor annan þar sem söfnunarsvæði hráefnisins skarast að miklu leyti. Þar sem svo hagar til er aðeins gert ráð fyrir framleiðslu á öðrum staðnum til að komast hjá tvítalningu sama hráefnis með samsvarandi skekkju.

Af þeim rúmlega 30 stöðum sem greindir voru sem miðpunktar á Metankortinu virðast fjórir við lauslega vera nægilega skammt frá því magni lífræns aukahráefnis sem þarf til að standa undir framleiðslu á að minnsta kosti 500.000 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári, sem er sem fyrr segir það lágmarksmagn sem gengið er út frá að þurfi til að metanvinnslan geti verið hagkvæm. Þessi svæði og miðpunktar þeirra eru:

1. Bakki við Varmahlíð í Skagafirði
2. Hjallland í Eyjafirði
3. Gata við Hvolsvöll
4. Hjálmholt í Flóa

Þessu til viðbótar hefur Metanorka ehf. þegar hafið undirbúning að byggingu metanorkuvers í Hvalfjarðarsveit, sem m.a. mun nýta skít frá svínabúi sem þar er. Melasveit var því bætt við sem fimmta ákjósanlega framleiðslustaðnum, enda ljóst að ekki yrði um að ræða skörun varðandi öflun aðfanga. Umhverfislegur og efnahagslegur ávinningur metanvinnslu og nýtingu hrats til áburðar var því metinn fyrir samtals 5 staði.

## 3.2 Framleiðslugeta

### 3.2.1 Metan

Fyrir hvern ofangreindra staða sem taldir eru hafa aðgang að nægjanlegu magni lífræns aukahráefnis í viðunandi fjarlægð til að standa undir framleiðslu á 500.000 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári var útbúin sérstök tafla sem gefur yfirlit yfir magn mismunandi tegunda lífræns aukahráefnis í 20, 25, 30, 40 og 60 km fjarlægð frá staðnum. Tilgangurinn með þessu var að greina nánar hve mikið magn lífræns aukahráefnis væri raunhæft að taka til vinnslu á hverjum stað. Við mat á því hvað teldist raunhæft í þessu sambandi var gengið út frá þeim forsendum um hámark flutningsvegalengda eftir hráefnisflokkum sem tilgreindar eru í kafla 1.3.

Tölur 4-7 sýna votvikt hvers hráefnisflokks fyrir sig eftir fjarlægð frá ætluðum úrvinnslustað. Tölurnar í skyggðu (bláu) reitunum sýna hámarksmagn hvers hráefnisflokks sem talið er hagkvæmt að flytja til vinnslu á viðkomandi stað miðað við fjarlægðarforsendurnar í kafla 1.3. Við útreikning á mögulegri metanvinnslu á hverjum stað fyrir sig eru þessar tölur síðan margfaldaðar með reiknistuðlum PlanEnergi fyrir hvern hráefnisflokk, nema fyrir kúamykju þar sem stuðst var við nýlega reiknistuðla frá Landbúnaðarháskóla Íslands (LBHÍ), (sbr. kafla 1.2).

Bakki - Varmahlíð Skagafirði: Votvikt (tonn)						Metanframleiðsla	
Fjarlægðir	20 km	25 km	30 km	40 km	60 km	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	30.915	33.160	35.180	49.634	64.959	15,60	517.296
Sauðatað	6.582	8.585	9.314	14.680	22.655		
Hrossatað	1.570	1.952	2.109	2.942	4.082		
Frá minkabúum	1.881	1.881	2.431	3.322	3.322	27,27	90.591
Frá sveitarfélagi	9	190	190	209	275	100,80	27.720
<b>Samtals til vinnslu</b>					<b>36.757</b>		<b>635.607</b>

Tafla 4: Votvikt aukahráefnis sem tiltækt er í 20, 25, 30, 40 og 60 kílómetra fjarlægð frá Bakka við Varmahlíð í Skagafirði og metanframleiðslan sem það hráefni getur staðið undir.

Hallland - Svalbarðsstrandarhreppur: Votvikt (tonn)						Metanframleiðsla	
Fjarlægðir	20 km	25 km	30 km	40 km	60 km	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	38.964	<b>56.947</b>	65.412	86.293	114.484	15,60	888.373
Sauðatað	2.100	4.037	5.476	7.789	11.163		
Hrossatað	755	988	1.159	1.278	1.628		
Frá kjúklingabúum					<b>450</b>	170,62	76.779
Frá minkabúum				506	<b>913</b>	27,27	24.898
Frá sveitarfélagi	895	895	895	910	<b>1.037</b>	100,80	104.530
Frá ölgerð	<b>300</b>	300	300	300	300	186	55.800
Samtals til vinnslu					<b>59.647</b>		<b>1.150.380</b>

Tafla 5: Votvikt aukahráefnis sem tiltækt er í 20, 25, 30, 40 og 60 kílómetra fjarlægð frá Halllandi í Svalbarðsstrandarhreppi og metanframleiðslan sem það hráefni getur staðið undir.

Gata - Hvolsvöllur: Votvikt (tonn)						Metanframleiðsla	
Fjarlægðir	20 km	25 km	30 km	40 km	60 km	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	<b>43.785</b>	53.141	62.207	80.032	128.784	15,60	683.046
Sauðatað	4.317	5.343	6.953	9.049	12.225		
Hrossatað	1.752	2.225	2.781	3.442	5.467		
Frá kjúklingabúum	<b>45</b>	45	885	975	1.255	170,62	7.678
Frá minkabúum		<b>297</b>	297	297	2.046	27,27	8.099
Frá sveitarfélagi	146	329	<b>710</b>	710	867	100,80	71.568
Skítur frá varphænum			150	150	185	46,88	0
Kartöfluhýði				<b>1.200</b>	1.200	52,44	62.928
Samtals til vinnslu					<b>46.037</b>		<b>833.319</b>

Tafla 6: Votvikt lífræns aukahráefnis sem tiltækt er í 20, 25, 30, 40 og 60 kílómetra fjarlægð frá Götu í útjaðri Hvolsvallar og metanframleiðslan sem það hráefni getur staðið undir.

Hjálmholt - Flóahreppur: Votvikt (tonn)						Metanframleiðsla	
Fjarlægðir	20 km	25 km	30 km	40 km	60 km	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	<b>33.541</b>	53.742	69.483	100.641	153.146	15,60	523.240
Sauðatað	2.734	3.891	5.377	9.222	15.698		
Hrossatað	1.577	2.580	3.477	4.786	8.360		
Frá kjúklingabúum	<b>1.210</b>	1.255	1.255	1.255	1.307	170,62	206.450
Frá minkabúum	770	1.474	1.749	<b>2.849</b>	3.146	27,27	77.692
Frá sveitarfélagi	72	140	279	<b>792</b>	920	100,80	79.834
Frá sveppaframleiðslu				<b>3.500</b>	3.500	28,13	98.455
Skítur frá varphænum	150	<b>185</b>	185	185	185	46,88	8.673
Frá ölgerð					<b>1.000</b>	186	186.000
Kartöfluhýði				1.200	1.200	52,44	0
Samtals					<b>43.077</b>		<b>1.180.344</b>

Tafla 7: Votvikt lífræns aukahráefnis sem tiltækt er í 20, 25, 30, 40 og 60 kílómetra fjarlægð frá Hjálmholti í Flóahreppi og metanframleiðslan sem það hráefni getur staðið undir.

Tölur fyrir hugsanlegar metanvinnslustöðvar að Götu og Hjálmholti bera þess merki hversu stutt þessir staðir liggja hvor frá öðrum. Fjarlægðin þarna á milli eru tæpir 40 km, sem þýðir að söfnunarsvæðin skarast að hluta. Gata liggur nær helstu uppsprettu kartöfluhýðis og því er gert ráð fyrir að það fari til vinnslu þar en ekki í Hjálmholti. Dæmið snýst aftur á móti við að mestu leyti hvað varðar skít frá kjúklingabúum, minkabúum og varphænum, en Hjálmholt er betur í sveit sett gagnvart þessum hráefnisflokki. Þetta endurspeglast í töflum 5 og 6. Hugsanlega leynist þar engu að síður einhver skörun og þar með tvítalning hvað varðar lífrænan úrgang frá sveitarfélögum, en þær tölur veða ekki ýkja þungt í heildarniðurstöðunni. Til mótvægis má einnig benda á að e.t.v. fellur til meira af lífrænu aukahráefni frá ölgerðum en hér er gert ráð fyrir, svo og frá matvælavinnslu. Tiltækt magn kann því að vera vanáætlað.

Magntölur fyrir metanframleiðslu í Melasveit sem notast er við í þessari skýrslu eru fengnar úr minnisblaði sem danska ráðgjafafyrirtækið PlanEnergi vann fyrir Metanorku ehf. í undirbúningi metanorkuversins.<sup>11</sup> Útreikningar á framleiðslugetu metanorkuversins byggja því ekki á þeim fjarlægðartakmörkunum sem notast var við til að skilgreina hin svæðin fjögur. Í Melasveit er reiknað með að tekið verði við samtals 29.650 tonnum af lífrænu aukahráefni á ári, og að úr því magni verði unnir 864.796 Nm<sup>3</sup> af metani.

### 3.2.2 Áburður

Sem fyrr segir byggðust útreikningar á næringarefnainnihaldi mismunandi flokka lífræns aukahráefnis á reiknistuðlum frá PlanEnergi (sbr. kafla 1.2). Þessir stuðlar voru notaðir til að reikna út magn næringarefna úr hrati frá metanvinnslu á hverjum þeirra 5 staða sem teknir voru til skoðunar miðað við þá flokka lífrænna efna sem gert er ráð fyrir í hverju tilviki, (sjá töflurnar hér að framan). Eins og vænta má er samsetning og næringargildi hrats talsvert breytileg eftir því hvers konar hráefni er notað í framleiðsluferlið.

Gert ráð er fyrir að þau fimm metanorkuver sem um ræðir vinni úr u.þ.b. 215 þúsund tonnum af lífrænu aukahráefni á ári. Meginuppistaða lífræns hráefnis er mismunandi eftir vinnslustöðvum. Á stöðvunum fjórum sem skilgreindar eru á metankortinu er um að ræða kúamykju, hænsnaskít, flokkaðan lífrænan úrgang frá sveitarfélögum og í sumum tilfellum lífrænt aukahráefni frá minkabúum, ölgerðum, sveppaframleiðslu og kartöfluvinnslu. Í Melasveit er lífrænt hráefni til metanvinnslunnar að mestu leyti svínaskítur þar sem metanorkuverið er byggt í tengingu við svínabú á svæðinu.

Það lífræna hráefni sem áætlað er að tiltækt sé til metanframleiðslu á ofangreindum fimm svæðum ætti að geta gefið af sér 4.664.447 Nm<sup>3</sup>/ári af metangasi á sem selt verður sem eldsneyti á bíla. Þá er áætlað að hratið frá fyrrnefndum fimm starfsstöðvum innihaldi að meðaltali 4,2 kg af köfnunarefni á hvert tonn, um 0,8 kg af fosfór og 3,2 kg af kalíum. Þetta þýðir að á hverju ári fellur til hrat sem inniheldur samtals 909.937 kg af köfnunarefni, 169.669 kg af fosfór og 689.516 kg af kalíum (sjá töflu 8).

<sup>11</sup> Karl Jørgen Nielsen, PlanEnergi (2012): *Regarding: Biogas plant on Iceland. Note on biogas potential, investment and economic etc.* Minnisblað til Metanorku ehf. 02.03.2012.



	Votvikt	Metan	Næringarefni (kg/tonn)			Næringarefni (kg)		
	Tonn/ár	Nm <sup>3</sup> /ár	N	P	K	N	P	K
Melasveit	29.560	864.796	5,7	1,5	2,9	168.516	43.714	86.404
Bakki	36.757	635.607	4,0	0,7	3,1	147.896	25.187	113.238
Halland	59.647	1.150.380	4,0	0,7	3,3	238.159	39.284	199.191
Gata	46.037	833.319	3,9	0,6	3,3	178.044	28.290	153.002
Hjálmholt	43.077	1.180.344	4,1	0,8	3,2	177.322	33.193	137.681
<b>SUMMA</b>	<b>215.078</b>	<b>4.664.447</b>				<b>909.937</b>	<b>169.669</b>	<b>689.516</b>
<b>MEÐALTAL</b>			<b>4,2</b>	<b>0,8</b>	<b>3,2</b>			

Tafla 8: **Votvikt aukahræfnis, áætluð ársframleiðsla metans og næringarinnihalds hrats frá vinnslustöðvunum fimm.**

### 3.3 Þjóðhagsleg áhrif

Ljóst er að framleiðsla metans í ofangreindum metanorkuverum mun leiða til samdráttar í innflutningi, annars vegar á bensíni og hins vegar á tilbúnum áburði og/eða fódri. Þessum samdrætti fylgir samsvarandi gjaldeyrissparnaður.

Eins og fram hefur komið er áætluð samanlögð framleiðslugeta metanorkuveranna 4.664.447 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári. Einn Nm<sup>3</sup> af metangasi samsvarar um 1,12 lítrum af bensíni, þannig að áætluð framleiðslugeta samkvæmt framanskráðu jafngildir 5.224.181 lítra af bensíni á ári. Þetta dugar til að knýja 4.353 fólksbíla, sem eyða sem samsvarar 8 l af bensíni á 100 km og er ekið 15.000 km á ári. Samkvæmt tölum Hagstofu Íslands voru samtals flutt inn um 137.745 tonn (137.744.690 kg) af bensíni á árinu 2012, að verðmæti samtals rúmlega 18 milljarðar króna (18.318.579.797 kr.) (cif).<sup>12</sup> Meðalinnflutningsverðmæti samkvæmt þessu er um 133 kr/kg, eða um 98,40 kr/l miðað við eðlismassann 0,74. Innflutningsverðmæti 5.224.181 lítra er samkvæmt þessu um 514,1 milljón króna.

Eins og fram kemur í töflu 8 er áætlað að árlega falli til í metanorkuverunum um 910 tonn af hreinu köfnunarefni sem nýtist til áburðar. Sé notagildi þessa magns lagt að jöfnu við notagildi köfnunarefnis í tilbúnum áburði samsvarar þetta um 4.550 tonnum af tilbúnum áburði miðað við 20% köfnunarefnisinnihald að meðaltali. Samkvæmt tölum Hagstofu Íslands voru samtals flutt inn um 51.400 tonn (51.397.310 kg) af áburði á árinu 2012, að verðmæti samtals tæplega 3,5 milljarðar króna (3.461.438.119 kr.) (cif).<sup>13</sup> Meðalinnflutningsverðmæti samkvæmt þessu er um 67.300 kr/tonn. Innflutningsverðmæti 4.550 tonna er samkvæmt þessu um 306,2 milljónir króna.

Samkvæmt framanskráðu gæti framleiðsla metans og áburðar í umræddum 5 metanorkuverum dregið úr innflutningi bensíns og tilbúins áburðar að verðmæti samtals 820,3 milljónir króna á ári.

Hér að framan hefur eingöngu verið fjallað um þjóðhagsleg áhrif út frá áhrifum metanorkuframleiðslu á innflutning. Jákvæð þjóðhagsleg áhrif verða í reynd meiri en sem þessu nemur, þar sem framleiðslan skapar tiltekinn fjöldi starfa á Íslandi. Þau störf verða til við metanframleiðsluna sjálfa, við landbúnað sem kann að leiða af nýtingu áburðarefnanna, vegna

<sup>12</sup> Hagstofa Íslands (2013):. *Innflutningur eftir tollskrárnúmerum, kaflí 25-40, 2013*. <http://www.hagstofa.is/pages/2572>.

<sup>13</sup> Sama heimild.

sparnaðar notenda sem leiðir af lægra eldsneytisverði og gjaldeyrissparnaði auk afleiddra starfa við þjónustu o.fl. Erfitt er að áætla fjölda þessara starfa, en í þessu sambandi má nefna að samkvæmt upplýsingum á heimasíðu þýsku upplýsingamiðstöðvarinnar um endurnýjanlega orku framleiddu þarlend metanorkuver samtals 18.000 GWst af orku á árinu 2011.<sup>14</sup> Áætlað er að þessi framleiðsla skapi 46.000 störf, eða rúmlega 2,5 störf á hverja GWst. Sé reiknað með að orkugildi hvers bensínlítra sé 9,5 KWst, þá gefur 5.224.181 lítri um 50 GWst. Metanorkuver með þessa framleiðslugetu ættu því að geta skapað samtals 125 störf miðað við framangreindar forsendur. Þessi áætlun er þó einungis sett fram hér sem lausleg viðmiðun.

Störf við metanframleiðsluna teljast tvímælalaust græn störf, sé tekið mið af skýrslu Alþingis um eflingu græns hagkerfis á Íslandi.<sup>15</sup>

### 3.4 Flutningskostnaður

Kostnaður við flutning á lífrænu hráefni til metanvinnslunnar getur haft veruleg áhrif á afkomu metanorkuvera. Eins og fram hefur komið er misjafnt hvað hver gerð hráefnis skapar mikið magn metans. Það fer að miklu leyti eftir þurrefnisinnihaldi viðkomandi hráefnis en einnig eftir hlutfalli virkra lífrænna efna í þurrefninu og síðast en ekki síst eftir því hver hin lífrænu efni eru.

Flutningskostnaði var skipt upp í tvennt, annars vegar fastan kostnað sem ekki breytist hvort sem ekið er lítið eða mikið. Í þeim flokki er fjárfestingarkostnaður, afskriftir og laun bílstjóra á ári. Þetta var gert til auðvelda lesendum skýrslunnar að reikna flutningskostnað út frá mismunandi forsendum s.s. ólíku akstursmagni. Hins vegar er kostnaður eins og eldsneytisnotkun og viðhald ökutækis sem auðvelt er að reikna sem fasta tölu á hvern ekinn km. Valið var að reikna þennan kostnað út fyrir tvenns konar orkugjafa, díselolíu og metan.

Mikilvægt er að fá upplýsingar um mismunandi kostnað á hvern Nm<sup>3</sup> af framleiddu metani eftir gerð hráefnis. Ljóst er að það er mun dýrara á hvern framleiddan Nm<sup>3</sup> metans að flytja kúamykju en t.d. kjúklingaskít. Til að finna þessa tölu fyrir hverja gerð hráefnis var áætlað það magn af lífgasi sem fá má úr hverjum farmi og svo deilt með þeirri tölu í kostnaðinn við að flytja það hráefni gefna vegalengd. Út úr því kom tafla þar sem sjá má þennan kostnað, sundurliðaðan eftir hráefnisgerð annars vegar og ekinni vegalend hins vegar.

Í útreikningum er gert er ráð fyrir að flutningabíllinn kosti 32 milljónir króna og að hann verði afskrifaður um 10% á ári. Tankstærð bílsins er 22 tonn og gert er ráð fyrir að hann sé að staðaldri um 90% fullur.

#### 3.4.1 Forsendur

Helstu forsendur við útreikningana eru sem hér segir:

- Fjárfesting bíll 32.000.000 kr
- Afskriftir 10%

<sup>14</sup> Deutschlands Informationsportal zu Erneuerbaren Energien (2012): *Slurry stinks. Biogas plants do not.*

<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/225/slurry-stinks-biogas-plants-do-not.html>.

<sup>15</sup> Nefnd Alþingis um eflingu græna hagkerfisins (2012): *Efling græns hagkerfis á Íslandi. Sjálfbær hagsæld – Samfélag til fjármyndar.* Alþingi, Reykjavík. [http://www.althingi.is/pdf/Graent\\_hagkerfi.pdf](http://www.althingi.is/pdf/Graent_hagkerfi.pdf).



- Afskrift á ári 3.200.000 kr
- Laun bílstjóra 2.500.000 kr/ári (hálf starf)
- Eyðsla 55 pr 100km lítrar díselolía eða Nm<sup>3</sup> metans
- Viðhald 15,00 kr/km
  
- Eldsneytisverð Metan 100 kr/Nm<sup>3</sup>
- Eldsneytiseyðsla 0,55 Nm<sup>3</sup>/km
- Eldsneytiskostnaður 55 kr/km
- Eldsneyti og viðhald 70 kr/km
  
- Eldsneytisverð dísel 260 kr/l
- Eldsneytiseyðsla 0,55 ltr/km
- Eldsneytiskostnaður 143 kr/km
- Eldsneyti og viðhald 158 kr/km

Eins og sjá má er umtalsverður munur á kostnaði á hvern kílómetra eftir því hvort ekið er á díselolíu eða metani. Þegar annar kostnaður við aksturinn er tekinn með í reikninginn s.s. afskriftir af flutningabíl og laun bílstjóra minnkar þessi munur talsvert. Ef reiknað væri með að eknir væru 30.000 km/ári og að bílstjóri væri í hálfu starfi væri munurinn eftir sem áður verulegur því um 33% dýrara er að aka á olíu en á metani miðað við þær forsendur sem hér eru gefnar. Hugsanlegt er að þessi munur sé í raun meiri og að það mætti reikna metanið á kostnaðarverði eða jafnvel glatverði ef um er að ræða metan sem framleitt væri umfram sölu þar sem framleiðandi metansins er einnig rekstraraðili flutningabílsins.

### 3.4.2 Flutningskostnaður - díselolía

Í töflu 9 má sjá flutningskostnað eftir tegund lífmassa sé flutningabíllinn knúinn díselolíu. Þar sem kúamykja hefur lægsta nyt metans er flutningskostnaðurinn á hvern Nm<sup>3</sup> hár eða um 51 eyrir/km. Til samanburðar eru kjúklingaskítur og ölgerðarhrat með lágan flutningskostnað á hvern Nm<sup>3</sup> metans sem framleiða má úr því hráefni.

Flutningskostnaður pr/km miðað við díselolíu				
	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup> pr. tank	Kostn. Kr/km	Km kost. Kr/Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	15,60	312,00	158,00	0,51
Kjúklingabú	170,63	3.412,50	158,00	0,05
Mínkabú	27,27	545,45	158,00	0,29
Svínaskítur	96,90	1.938,00	158,00	0,08
Sveitarfélag	100,80	2.015,98	158,00	0,08
Skítur frá varphænum	46,88	937,51	158,00	0,17
Frá Ölgerð	186,00	3.720,00	158,00	0,04
Sveppaframleiðsla	28,13	562,50	158,00	0,28

Tafla 9 Flutningskostnaður aðfanga, kr/km mismunandi hráefnis.

Í töflu 10 hefur flutningskostnaður (annar en afskriftir og laun bílstjóra) úr töflu 9 verið reiknaður fyrir ólíkar vegalengdir miðað við að flutningabíllinn gangi fyrir díselolíu. Að sækja kúamykju 20 kílómetra vegalengd kostar 10,13 krónur á hvern Nm<sup>3</sup> metans sem framleiða má úr því hráefni. Fyrir rúmlega fjórðung sömu upphæðar á hvern Nm<sup>3</sup> má sækja kjúklingaskít allt að 60 kílómetra. Í þessari töflu er einnig sýndur flutningskostnaður fyrir lífrænt aukahráefni frá sveitarfélögum, sveppaframleiðslu og ölgerð en í flestum tilfellum má gera ráð fyrir að slíkir aðilar sjái sjálfir um flutning hráefnisins að metanorkuverinu.

Flutningskostnaður (kr/Nm <sup>3</sup> af framleiddu metani) á sóknarvegalengd miðað við díselolíu												
	5 km.	10 km.	15 km.	20 km.	25 km.	30 km.	35 km.	40 km.	45 km.	50 km.	55 km.	60 km.
Kúamykja	2,53	5,06	7,60	10,13	12,66	15,19	17,72	20,26	22,79	25,32	27,85	30,38
Kjúklingabú	0,23	0,46	0,69	0,93	1,16	1,39	1,62	1,85	2,08	2,32	2,55	2,78
Minkabú	1,45	2,90	4,35	5,79	7,24	8,69	10,14	11,59	13,04	14,48	15,93	17,38
Svínaskítur	0,41	0,82	1,22	1,63	2,04	2,45	2,85	3,26	3,67	4,08	4,48	4,89
Sveitarfélag	0,39	0,78	1,18	1,57	1,96	2,35	2,74	3,13	3,53	3,92	4,31	4,70
Skítur frá varphænum	0,84	1,69	2,53	3,37	4,21	5,06	5,90	6,74	7,58	8,43	9,27	10,11
Frá ölgerð	0,21	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,49	1,70	1,91	2,12	2,34	2,55
Sveppaframleiðsla	1,40	2,81	4,21	5,62	7,02	8,43	9,83	11,24	12,64	14,04	15,45	16,85

Tafla 10 Flutningskostnaður aðfanga, kr/Nm<sup>3</sup> af framleiddu metani úr ólíku hráefni reiknað fyrir mismunandi vegalengdir.

### 3.4.3 Flutningskostnaður - metan

Í töflu 11 sést flutningskostnaðurinn eftir tegund lífmassa ef metan er notað sem eldsneyti á flutningabíllinn. Hér er flutningskostnaður kúamykju kominn niður í 22 auru á hvern kílómetra og kostnaður við flutning á kjúklingaskít er kominn niður í 2 auru.

Flutningskostnaður Nm <sup>3</sup> /km miðað við metan				
	Nm <sup>3</sup> /tonn	Nm <sup>3</sup> pr. tank	Kostn. Kr/km	Km kost. Kr/Nm <sup>3</sup>
Kúamykja	15,60	312,00	70,00	0,22
Kjúklingabú	170,63	3.412,50	70,00	0,02
Minkabú	27,27	545,45	70,00	0,13
Svínaskítur	96,90	1.938,00	70,00	0,04
Sveitarfélag	100,80	2.015,98	70,00	0,03
Skítur frá varphænum	46,88	937,51	70,00	0,07
Frá Ölgerð	186,00	3.720,00	70,00	0,02
Sveppaframleiðsla	28,13	562,50	70,00	0,12

Tafla 11 Flutningskostnaður aðfanga, kr/km mismunandi hráefnis.

Í töflu 12 hefur flutningskostnaður (annar en afskriftir og laun bílstjóra) úr töflu 11 verið reiknaður fyrir ólíkar vegalengdir miðað við að flutningabíllinn gangi fyrir metani. Þegar metan er notað sem orkugjafi í stað díselolíu kostar 4,49 kr að sækja kúamykju 20 kílómetra vegalengd á

hvern Nm<sup>3</sup> metans sem framleiða má úr því hráefni. Með sama orkugjafa má sækja kjúklingaskít allt að 60 kílómetra fyrir 1,23 kr á hvern Nm<sup>3</sup> metans sem það hráefni gefur af sér.

Flutningskostnaður (kr/Nm <sup>3</sup> af framleiddu metani) á sóknarvegalengd miðað við metan												
	5 km.	10 km.	15 km.	20 km.	25 km.	30 km.	35 km.	40 km.	45 km.	50 km.	55 km.	60 km.
Kúamykja	1,12	2,24	3,37	4,49	5,61	6,73	7,85	8,97	10,10	11,22	12,34	13,46
Kjúklingabú	0,10	0,21	0,31	0,41	0,51	0,62	0,72	0,82	0,92	1,03	1,13	1,23
Mínkabú	0,64	1,28	1,93	2,57	3,21	3,85	4,49	5,13	5,78	6,42	7,06	7,70
Svínaskítur	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,63	1,81	1,99	2,17
Sveitarfélag	0,17	0,35	0,52	0,69	0,87	1,04	1,22	1,39	1,56	1,74	1,91	2,08
Skítur frá varphænum	0,37	0,75	1,12	1,49	1,87	2,24	2,61	2,99	3,36	3,73	4,11	4,48
Frá Ölgerð	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	0,85	0,94	1,03	1,13
Sveppaframleiðsla	0,62	1,24	1,87	2,49	3,11	3,73	4,36	4,98	5,60	6,22	6,84	7,47

Tafla 12 Flutningskostnaður aðfanga, kr/Nm<sup>3</sup> af framleiddu metani úr ólíku hráefni reiknað fyrir mismunandi vegalengdir.

### 3.5 Loftslagsbreytingar

Eins og fram hefur komið ætti metanið frá metanorkuverunum fimm að duga til að knýja 4.353 fólksbíla, sem eyða sem samsvarar 8 l af bensíni á 100 km og er ekið 15.000 km á ári. Þar með er komið í veg fyrir losun u.þ.b. 12.000 tonna af koltvísýringi sem þessi bílar myndu samanlagt losa að óbreyttu miðað við að losun koltvísýrings sé 2,3 kg á hvern bensínslítra, (4.353 bílar x 15.000 km/bíl x 0,08 l/km x 2,3 kg CO<sub>2</sub>/l = 12.014.280 kg CO<sub>2</sub> – eða 5.224.181 l x 2,3 kg CO<sub>2</sub>/l = 12.015.616 kg CO<sub>2</sub>).

Gert er ráð fyrir að samanlögð metanframleiðsla á umræddum fimm stöðum verði 4.664.447 Nm<sup>3</sup> af metangasi á ári, eða um 3.500 tonn, miðað við að 1 Nm<sup>3</sup> vegi 0,75 kg. Sé gert ráð fyrir að þetta sama magn myndi ella sleppa út í andrúmsloftið jafngildir það 73.500 tonnum af koltvísýringi, miðað að eitt kg af metani hafi sama hnatthlýnunarmátt (e. global warming potential) og 21 kg af koltvísýringi eins og gengið er út frá í alþjóðlegum samningum um loftslagsmál.<sup>16</sup> Þessi ávinningur bætist við þau 12.000 tonn sem sparast vegna minni bensínnotkunar (sjá framar). Samanlagt myndi tilkoma metanorkuveranna því koma í veg fyrir losun 73.500+12.000 = 85.500 tonna af koltvísýringi, annars vegar með því að nýta metanið í stað þess að sleppa því út í andrúmsloftið og hins vegar með því að brenna ekki samsvarandi magni af bensíni. Þetta jafngildir því að 30.978 fólksbílar með bensínvél séu teknir úr umferð, (miðað við meðalbensíneyðslu 8 l/100 km og 15.000 km akstur á ári, (30.978 bílar x 15.000 km/bíl x 0,08 l/km x 2,3 kg CO<sub>2</sub>/l = 85.499.280 kg CO<sub>2</sub>)).

Þegar metani er brennt í bílvélum losnar vissulega koltvísýringur, líklega um það bil 2,06 kg fyrir hvert kg af metani sem brennt er. Það jafngildir samanlagt um 7.200 tonnum af koltvísýringi þegar 3.500 tonnum af metani er brennt, (3.500 x 2,06 = 7.210). Í reynd er rökrétt að draga þessa losun frá þeim ávinningi sem fyrr er getið, en hér er valin sú leið að gera það ekki, þar sem almennt er lítið á þetta sem kolefnishlutlausu brennslu, þ.e.a.s. að þessi tiltekna losun sé hluti af

<sup>16</sup> Birna S. Hallsdóttir, Umhverfisstofnun (2012): Símtal 15. júní 2012.

náttúrulegri hringrás. Þannig er losun af þessu tagi ekki talin til „gjalda“ í alþjóðlegu losunarbókhaldi.<sup>17</sup>

Meginniðurstaða þessa kafla er því sú að metanvinnsla í umræddum 5 metanorkuverum og nýting framleiðslunnar sem eldsneytis á bíla komi í veg fyrir losun samtals 85.500 tonna af koltvísýringi árlega. Þetta jafngildir því að tæplega 31.000 bensínknúnir fólksbílar séu teknir úr umferð. Til samanburðar má einnig nefna að á árinu 2010 nam losun koltvísýrings frá umferð á Íslandi um 806.000 tonnum samtals.<sup>18</sup> Umræddur samdráttur nemur tæpum 11% af því magni. Þessi niðurstaða er þó sett fram með þeim fyrirvörum sem getið er um hér að neðan.

### 3.5.1 Fyrirvarar

#### *Losun koltvísýrings við brennslu metans*

Sem fyrr segir losna um það bil 2,06 kg af koltvísýringi fyrir hvert kg af metani sem brennt er. Það jafngildir samanlagt tæplega 7.200 tonnum af koltvísýringi þegar 3.500 tonnum af metani er brennt. Þessi losun er ekki dregin frá ávinningi metanvinnslunnar af ástæðum sem getið er um hér að framan. Hins vegar er ljóst, hvað sem alþjóðlegu losunarbókhaldi líður, að stór hluti þess aukahráefnis sem metanið verður unnið úr er ekki hluti af hinni náttúrulegu hringrás, heldur beinlínis tilkomið vegna athafna manna. Þess vegna væri rökrétt frá fræðilegu sjónarmiði að þessi losun kæmi til frádráttar ávinningnum að hluta eða öllu leyti.

#### *Hugsanlegt ofmat á metanlosun*

Í útreikningum í þessari skýrslu er gengið út frá því að allt það metan sem gert er ráð fyrir að vinna í umræddum fimm metanorkuverum myndi ella losna út í andrúmsloftið með tilheyrandi gróðurhúsaáhrifum. Hér er líklega um ofáætlun að ræða, þar sem líklegt verður að teljast að niðurbrot kolvetna í því lífræna aukahráefni sem notað verður myndi að hluta til fara fram við loftháðar aðstæður ef hann yrði ekki notaður í gasvinnsluna, eða þá að hluti af því metani sem myndast í hráefninu oxist við yfirborð hans og losni þaðan út í andrúmsloftið sem koltvísýringur og hafi þar með mun minni hnathlúnunarmátt en hér er gengið út frá. Ekki er gerð tilraun til að leiðrétta þetta hér, enda takmakaðar forsendur til staðar til þess. Hins vegar væri ástæða til að kanna þetta nánar í tengslum við þróunarferil hvernar framleiðslustöðvar um sig.

#### *Flutningar*

Metanvinnslunni sem hér um ræðir fylgja eðlilega flutningar, annars vegar á hráefnum til vinnslustöðvanna og hins vegar á afurðum, þ.e. metani og hrati, til dreifingarstöðva. Hráefnin eru flutt um mislangan veg eftir tegundum, í samræmi við forsendur í kafla 1.3. Hámarksfjarlægð hvers hráefnisflokks frá vinnslustað (sbr. kafla 1.3 og töflur 4-7) ætti að gefa allgóða hugmynd um akstursvegalengdir. Þannig má gera ráð fyrir að hráefni sem sótt er í mesta lagi 40 km frá vinnslustað sé að meðaltali í 20 km fjarlægð. Hámarksfjarlægð hvers hráefnisflokks samsvarar því að meðaltali akstursfjarlægðinni fram og til baka.

<sup>17</sup> Birna S. Hallsdóttir, Umhverfisstofnun (2013): Símtal 27. mars 2013.

<sup>18</sup> Umhverfisstofnun (2012): Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2010. National Inventory Report 2012. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Umhverfisstofnun, apríl 2012.

<http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Loftslagsbreytingar/ICELAND%20NIR%202012.pdf>.

Umhverfisáhrif flutninga á lífrænu aukahráefni til vinnslu í metanorkuverunum ráðast að töluverðu leyti af orkunotkun flutningstækjanna, en ætla má að flest þeirra verði knúin dísilolíu til að byrja með. Hlutfall metanknúinna tækja mun þó að öllum líkindum aukast eftir að metanorkuverin taka til starfa, enda er eldsneytiskostnaður metanbíla aðeins um helmingur af eldsneytiskostnaði díselbíla eins og verðlagi er nú háttað. Hvert sem eldsneytið er má líkum að því leiða að í fæstum tilvikum sé um viðbótarflutninga að ræða, heldur muni þessir flutningar koma í stað annarra. Þetta er þó væntanlega misjafnt eftir tegundum lífræns aukahráefnis, eða með öðrum orðum eftir þeim afdrifum sem bíða myndu þessa hráefnis ef væri það ekki sent til metanorkuveranna. Þannig er líklegt að flokkaður lífrænn úrgangur frá sveitarfélögum yrði a.m.k. í sumum tilvikum fluttur um lengri veg til urðunar, enda fer urðunarstöðum fækkandi. Sama getur gilt um fleiri tegundir lífræns aukahráefnis, svo sem skít frá minkabúum og kjúklingabúum. Öðru máli gegnir hins vegar um kúamykju, sem væntanlega myndi að einhverju leyti liggja óhreyfð eða verða nýtt sem húsdýraáburður á viðkomandi býlum. Svínaskít, sem verður uppistaðan í metanvinnslunni í Melasveit, verður hins vegar dælt í lokuðu kerfi frá svínabúinu til metanorkuversins. Metani sem framleitt verður í umræddum fimm vinnslustöðvum verður í flestum tilvikum ekið þaðan í sérstökum flutningsgámum til nærliggjandi sölustaða. Getum má að því leiða að sá flutningur leysi aðra eldsneytisflutninga af hólmi og hafi því ekki í för með sér aukin umhverfisáhrif sem slíkur.

Með hliðsjón af framanskráðu var ákveðið að horfa framhjá flutningum á hráefnum og afurðum til vinnslustöðvanna og frá þeim, þar sem þessir flutningar koma væntanlega að töluverði leyti í stað annarra flutninga. Á það má einnig benda að flutningar virðast hafa mjög lítið vægi í þeim lífsferilsgreiningum á mismunandi meðhöndlun lífræns aukahráefnis sem gerðar hafa verið hérlandis. Enda þótt þessar lífsferilsgreiningar fjalli um annars konar meðhöndlun en hér um ræðir gefa niðurstöður þeirra ákveðnar vísbendingar.<sup>19,20</sup>

### Lífsferilsnálgun

Lífsferilsnálgun er beitt að vissu marki í þessari samantekt. Í útreikningum á losun gróðurhúsalofttegunda, og þar með í mati á umhverfislegum ávinningi, er þó aðeins miðað við beina losun en ekkert tillit tekið til lífsferilslosunar, þ.e.a.s. losunar sem verður við framleiðslu og flutning eldsneytis og annarra aðfanga. Þannig er ekki sjálfgefið að bensínbíll skilji eftir sig jafnstórt kolefnisfótspor í framleiðslunni og samsvarandi metanbíll. Uppruni metanbílsins getur líka áhrif á þennan samanburð.

Í þessari samantekt er ekki gerð tilraun til að mæla umhverfislegan ávinning vegna breyttrar áburðarnotkunar, en framleiðslu og notkun tilbúins áburðar fylgir talsverð losun gróðurhúsalofttegunda, bæði koltvísýrings og hláturgass ( $N_2O$ ), þ.m.t. vegna orkunotkunar við áburðarframleiðsluna. Ávinningurinn af því að nýta hrat til áburðar í stað tilbúins áburðar kann því að vera vanreiknaður. Sé ávinningurinn af notkun hratsins borinn saman við ávinning af

<sup>19</sup> Harpa Birgisdóttir, Línuhönnun (2008): *Gróðurhúsaábrif við urðun og endurvinnslu dagblaða og tímarita á starfssvæði Sorpstöðvar Suðurlands*. Fyrirlestur á aðalfundi FENÚR 18. apríl 2008.

[http://www.fenur.is/assets/files/Adalfundur/2008/LCA\\_dagblod\\_Fenur\\_2008\\_\[Compatibility\\_Mode\]\\_00264.pdf](http://www.fenur.is/assets/files/Adalfundur/2008/LCA_dagblod_Fenur_2008_[Compatibility_Mode]_00264.pdf).

<sup>20</sup> Línuhönnun (2006): *Vistferilsgreining fyrir plast- og pappambúðir í heimilissorpi á Íslandi*. Úrvinnslusjóður.

[http://www.urvinnslusjodur.is/media/skyrslur/Visferilsgreining\\_fyrir\\_umbudir\\_-\\_lokaskyrsla\\_18\\_04\\_2006.pdf](http://www.urvinnslusjodur.is/media/skyrslur/Visferilsgreining_fyrir_umbudir_-_lokaskyrsla_18_04_2006.pdf).

notkun ómeðhöndlaðs húsdýraáburðar er munurinn minni. Notkun hratsins leiðir þó eftir sem áður til nokkurs samdráttar í losun hláturgass, eins og fram kemur í kafla 2.2.

#### 4. Ályktanir og lokaorð

Sá útreikningur á umhverfislegum ávinningi sem settur er fram í þessari skýrslu er hvorki óbrigðull né endanlegur, en meginniðurstaðan liggur engu að síður nokkuð ljós fyrir. Það virðist sem sagt augljóst að vinnsla metans úr þeim lífræna úrgangi sem til fellur hjá sveitarfélögum og í landbúnaði á Íslandi geti haft verulegan umhverfislegan ávinning í för með sér. Áætlað er að tilkoma umræddra fimm metanorkuvera myndi koma í veg fyrir losun um 85.500 tonna af koltvísýringi árlega, annars vegar með því að nýta metanið í stað þess að sleppa því út í andrúmsloftið og hins vegar með því að brenna ekki samsvarandi magni af bensíni. Þetta jafngildir því að tæplega 31.000 fólksbílar með bensínvél væru teknir úr umferð. Til samanburðar má einnig nefna að á árinu 2010 nam losun koltvísýrings frá umferð um 806.000 tonnum samtals. Umræddur samdráttur nemur tæpum 11% af því magni.

Ekki verður annað séð en metanvinnslan myndi einnig hafa mjög veruleg jákvæð áhrif á þjóðarhag. Bein áhrif felast í u.þ.b. 820 milljóna króna gjaldeyrissparnaði á ári, en óbein áhrif gætu einnig orðið veruleg. Þannig má getum að því leiða að umrædd metanorkuver gætu skapað samtals um 125 störf með beinum og óbeinum hætti.

Til eru leiðir til að verðmeta ávinninginn af því að safna saman metaninu líkt og gert er við metanvinnslu af þessu tagi. T.d. hefur verið virkur markaður með losunarheimildir í Evrópu en þar fór tonnið af losunarheimildum hæst í 30 evrur í apríl 2006 en hefur síðan farið lækkandi einkum af tveimur ástæðum. 1) að evrópusambandsríkin hafa verið örlát á undanþágur til ýmissa geira atvinnulífsins og 2) sumir geirar atvinnulífsins tóku skart við sér og náðu markmiðum sínum mun fyrir en áætlað var og þurftu ekki að kaupa heimildir. Nú er verð á tonni af losunarheimildum 3,93 evrur sem er afar lágt. Búast má við að ofnagreind reynsla og aukin vitund um afleiðingar gróðurhúsaáhrifa kalli á mun strangari áætlun um samdrátt og verð losunarheimilda hækki aftur.

Gjaldeyrissparnaður, aukið orkuöryggi, atvinnusköpun, margháttaður umhverfisávinningur og tækifæri til að standa við skuldbindandi markmið um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda eru allt veigamikil rök fyrir því að stjórnvöld hér, líkt og í flestum nágrannalöndunum, styðji við stofnun og rekstur metanorkuvera eins og þeirra sem hér hefur verið fjallað um.

Í þessari skýrslu er fjallað um fimm staði þar sem ætla má að fyrir hendi sé nægilegt hráefni til hagkvæmrar metanvinnslu. Áður en ákvarðanir eru teknar er nauðsynlegt að skoða nánar þau atriði á hverjum stað fyrir sig sem hafa áhrif á umhverfislega og efnahagslega hagkvæmni. Í þeirri athugun kann m.a. að koma í ljós að aðrar staðsetningar henti betur en einhverjar þeirra sem hér hafa verið nefndar.

Mikilvægasta niðurstaða þessarar samantektar er að vinnsla metans úr því lífræna aukahráefni sem til fellur í íslenskum byggðum felur í sér veruleg tækifæri til að auka hagsæld Íslendinga og draga úr neikvæðum áhrifum þeirra á umhverfið.



## 5. Heimildaskrá

1. Birna S. Hallsdóttir og Björn H. Halldórsson (1998): *Megas. Metavinnsla úr lífrænum úrgangi frá landbúnaði*. VSÓ, Reykjavík.
2. Birna S. Hallsdóttir, Umhverfisstofnun (2012): Símtal 15. júní 2012.
3. Birna S. Hallsdóttir, Umhverfisstofnun (2013): Símtal 27. mars 2013.
4. DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University (2011): *Facts about Bio-gas*. [http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta\\_om\\_biogas/](http://agrsci.au.dk/en/research/faciliteter/biogas/fakta_om_biogas/).
5. Deutschlands Informationsportal zu Erneuerbaren Energien (2012): *Slurry stinks. Biogas plants do not*. <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/225/slurry-stinks-biogas-plants-do-not.html>.
6. Hagstofa Íslands (2013): *Innflutningur eftir tollskrárnúmerum, kafli 25-40, 2013*. <http://www.hagstofa.is/pages/2572>.
7. Harpa Birgisdóttir, Línuhönnun (2008): *Gróðurhúsaábrif við urðun og endurvinnslu dagblaða og tímarita á starfssvæði Sorpstöðvar Suðurlands*. Fyrirlestur á aðalfundi FENÚR 18. apríl 2008. [http://www.fenur.is/assets/files/Adalfundur/2008/LCA\\_dagblod\\_Fenur\\_2008 \[Compatibility Mod ej\\_00264.pdf](http://www.fenur.is/assets/files/Adalfundur/2008/LCA_dagblod_Fenur_2008_[Compatibility_Mod_ej_00264.pdf).
8. Henning Hahn og Uwe Hoffstede (2010): *Final Assessment Report on Residual Materials*. Biogasmax-verkefni nr. 019795. [http://biogasmax.eu/media/d2\\_13\\_biogasmax\\_iwes\\_vfinal\\_nov2010\\_096562800\\_1109\\_10022011.pdf](http://biogasmax.eu/media/d2_13_biogasmax_iwes_vfinal_nov2010_096562800_1109_10022011.pdf).
9. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2003): *Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs*. Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins, IPPC-skrifstofan, júlí 2003. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/brefdownload/download\\_IRPP.cfm](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/brefdownload/download_IRPP.cfm).
10. Karl Jørgen Nielsen, PlanEnergi (2012): *Regarding: Biogas plant on Iceland. Note on biogas potential, investment and economic etc*. Minnisblað til Metanorku ehf. 02.03.2012.
11. Línuhönnun (2006): *Vistferilsgreining fyrir plast- og pappambúðir í heimilissorpi á Íslandi*. Úrvinnslusjóður. [http://www.urvinnslusjodur.is/media/skyrslur/Visferilsgreining\\_fyrir\\_umbudir\\_-\\_lokaskyrsla\\_18\\_04\\_2006.pdf](http://www.urvinnslusjodur.is/media/skyrslur/Visferilsgreining_fyrir_umbudir_-_lokaskyrsla_18_04_2006.pdf).
12. Nefnd Alþingis um eflingu græna hagkerfisins (2012): *Efning græns hagkerfis á Íslandi. Sjálfbær hagsæld – Samfélag til fyrirmyndar*. Alþingi, Reykjavík. [http://www.althingi.is/pdf/Graent\\_hagkerfi.pdf](http://www.althingi.is/pdf/Graent_hagkerfi.pdf).
13. Umhverfisstofnun (2010): *Starfsreglur um góða búskaparbætti*. 26. ágúst 2002. [http://www.reykjavik.is/Portaldata/1/Resources/umhverfissvid/voektun/vatnsgaedi/Starfsreglur\\_um\\_g\\_a\\_b\\_skaparh\\_tti.pdf](http://www.reykjavik.is/Portaldata/1/Resources/umhverfissvid/voektun/vatnsgaedi/Starfsreglur_um_g_a_b_skaparh_tti.pdf).
14. Umhverfisstofnun (2012): *Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2010. National Inventory Report 2012. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Umhverfisstofnun, apríl 2012.
15. Þóroddur Sveinsson, LBHÍ (2010): *Áætluð brúttó metanframleiðslugeta búfjáraburðar á Íslandi 2008*. Óbirtar niðurstöður.