

Reykjavík
Október 2009



Athugun á forsendum metanvinnslu á fjórum býlum

*Kári Jónsson
Jón Guðmundsson*

Inngangur

Í þessari skýrslu eru skoðaðar forsendur fyrir metanvinnslu á fjórum býlum. Mögulegt hráefni er metið og orka sem hægt væri að fá er reiknuð út frá þekktum viðmiðunum. Sú orka er síðan borin saman við orkunotkun á býlinu. Skýrslunni er ætlað að gefa hugmynd um þá orku sem vinna mætti úr þeim hráefnum, sem falla til á býlinu, en er ekki ætlað að veita upplýsingar um vélbúnað og tæknilegar útfærslur við vinnslu metans.

Þau býli sem voru skoðuð eru að mörgu leyti ólík bæði hvað varðar búskap og eins varðandi þá nýtingu á orkunni sem ábúendur sjá fyrir sér. Saman sýna þau því ágætlega hve mikil fjölbreytni er varðandi aðstæður og hráefni og eins hve margbreytilegir möguleikar eru fyrir hendi varðandi nýtingu orkunnar. Þessi fjölbreytni undirstrikar nauðsyn þess að huga vel að aðstæðum á hverjum stað áður en lagt er upp í framkvæmdir. Hér að neðan er gerð nánari grein fyrir þeim fjórum býlum sem skoðuð voru. Í upphafi eru rædd nokkur atriði sem lúta að gerjun, hreinsun og þjöppun og mismunandi nýtingarleiðum.

Gerjunarferli

Tvær aðferðir eru einkum notaðar við metangerjun. Annars vegar það sem nefnt er lotugerjun, en þá er hráefnið sett í tank og látið gerjast að fullu og tankurinn þá tæmdur og nýr skammtur settur í hann. Hins vegar er samfelld gerjun en þá er stöðugt streymi í gegnum tankinn og viðverutíma stýrt miðað við stærð tanks. Gasmyndunin við gegnumstreymisgerjun er nokkuð jöfn að því tilskyldu að gæði hráefnis séu áþekkt. Ef notuð er lotugerjun eru meiri sveiflur í gasflæðinu. Hægt að jafna gasflæði með því að hafa tvo eða fleiri gerjunartanka á mismunandi stigum. Svigrúm til að jafna gasflæði með breytingum á gerjunar aðstæðum er þó ekki mikið.

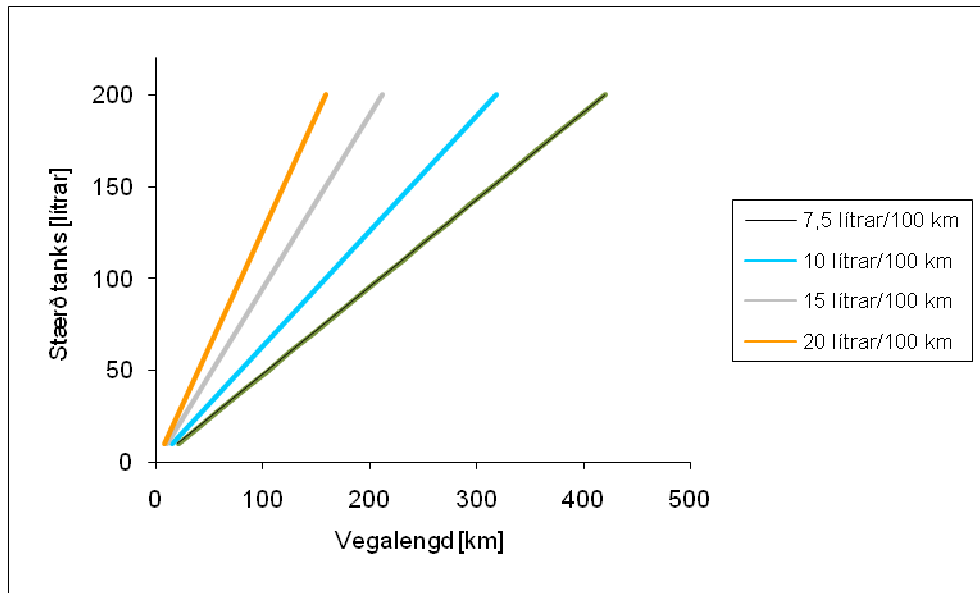
Lengd gerjunarlotu getur verið mjög breytileg en almennt gildir að því lengri sem lotan er því stærri hluti hráefnisins er brotinn niður og meira gas myndast. Hins vegar kallar það á stærri gerjunartank ef gerjunarlotan er lengd, að því gefnu að hráefnisstreymið sé það sama. Að lokinni gerjun í gerjunatanki þarf að koma hratinu fyrir. Ef það er ekki nýtt beint sem áburður þarf einhverja geymslu fyrir það. Gera má ráð fyrir því að gerjunin haldi áfram í hratgeymslunni og er mikilvægt að hún sé þannig gerð að safna megi því hauggasi sem þar myndast. Söfnun á gasinu úr eftirgerjun hratsins skilar bæði umhverfislegum og fjárhagslegum ávinningi.

Hreinsun og þjöppun

Til þess að stilla saman gasmyndunina og notkunina þarf oft að geyma gasið með einhverjum hætti. Þar eru ýmsir valkostir og er hægt að geyma gasið bæði hreinsað eða óhreinsað, þjappað eða óþjappað.

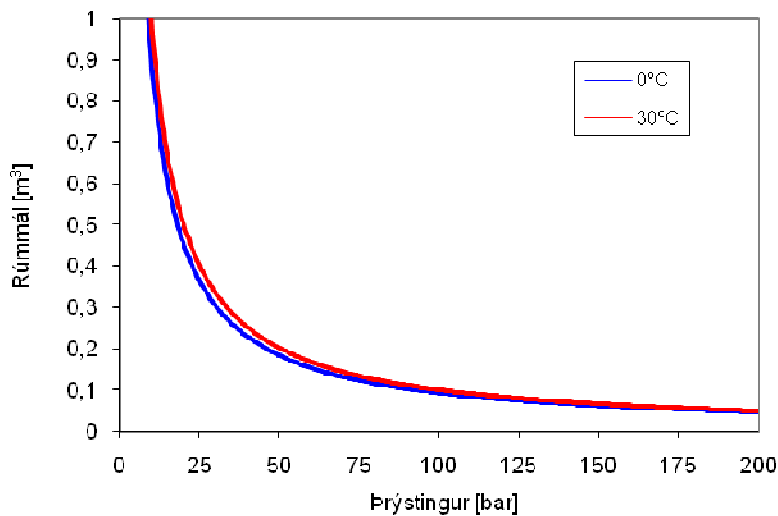
Ef nota á gasið sem eldsneyti á farartæki þarf að hreinsa það til að koma í veg fyrir skemmdir á vélum. Hreinsun á gasinu felst einkum í því að fjarlægja brennisteinsvetni og vatn en þessi efni valda í sameiningu tæringu á vélbúnaði. Vatn er fjarlægt með kælingu en brennisteinsvetni má fjarlægja á ýmsan hátt. Eins er nauðsynlegt að fjarlægja koltvísýring úr gasinu til að auka styrk metans og þar með orkuinnihald gassins. Til að minnka geymslurými gassins þarf að þjappa því. Algeng þjöppun er 200 bör. Slík þjöppun er orkufrek og þarf aði taka tillit til þess þegar orkulegur ávinningur

gasvinnslunnar er metinn. Þegar gasið er notað sem eldsneyti á farartæki er því undantekningalaust þjappað Mynd 1 sýnir mögulega drægni á farartæki miðað við stærð tanks og eyðslu. Miðað er við 200 bara þrýsting.



Mynd 1 Sýnir drægni farartækis miðað við stærð tanks og eyðslu. Gasi þjappað í 200 bör

Gasmyndun í gerjun er breytilegt eftir tíma og hráefni. Æskilegt að hafa sem bestar upplýsingar um gashæfni viðkomandi hráefnisins og breytileika í gasmyndun yfir gerjunartíman. Gerjunartíma má stjórna að einhverju leyti og aðlaga gasframleiðsluna þannig að orkuþörfinni, en þó er nauðsynlegt að gera ráð fyrir geymslu á gasi til að stilla af framleiðslu og notkun. Geymslurými sem þörf er fyrir ræðst m.a. af því hve mikið gasið er hreinsað og þjappað.



Mynd 2: Sýnir hvernig rúmmál gass (10 Nm³) breytist með þrýstingi og hitastigi.

Mynd 2 sýnir hvernig rúmmál gass breytist með auknum þrýstingi og gefur því hugmynd um geymslurými sem þarf miðað við þjöppun.

Með hreinsun á gasinu má helminga rúmmál þess og þar með geymslurýmið. Eins og sjá má á myndinni hefur hefur hitastig á gasinu hverfandi áhrif á rúmmál þess miðað við þrýstinginn.

Hreinsunin felur þó í sér aukinn kostnað. Litlar kröfur eru gerðar varðandi hreinsun ef brenna á gasið en til að lágmarka skemmdir á búnaði er oft mælt með því að brennisteinsvetni og vatn sé fjarlæggt. Vatn er hreinsað burt með kælingu og eru til lausnir sem ekki krefjast orkufreks vélbúnaðar. Brennisteinsvetnið er hægt að fjarlægja á ýmsan hátt. Algengast er að dæla lofti inn í gerjunartank í hæfilegu magni en aðrar útfærslur eru einnig notaðar.

Nýtingarleiðir

Hægt er að nýta metangasið með á ýmsan máta. Mismunandi nýtingarleiðir eru t.d. brennsla til upphitunar, rafmagnsframleiðsla eða sem eldsneyti á bíla og vinnuvélar. Óháð því hvaða nýtingarleið er valin á sér alltaf stað einhvert orkutap, þ.e. sú orka sem er í gasinu skilar sér aldrei að fullu. Orkutapið er ekki mikið ef gasið er brennt til upphitunar, en getur verið allt að 70% ef orkunni er breytt í rafmagn. Mismunandi nýting gerir einnig mismiklar kröfur til hreinsunar á óæskilegum efnum úr gasinu sem og um styrk metans í gasinu.

Það hvernig gasið er notað ræður líka miklu um hve mikil þörf er fyrir gasgeymslur til að stilla saman myndunina og notkunina

Umfangsmiklar og kostnaðarsamar hreinsunaraðferðir eru ekki nauðsynlegar þegar nota á gasið til húshitunar. Hins vegar gerist oft þörf á að fjarlægja brennisteinsvetni úr gasinu vegna þeirra skemmda sem það kann að valda á búnaði auk slæmrar lykta og af heilsufarsástæðum. Fyrir gasbrennara er mælt með að magn brennisteinsvetnis sé undir 1000 ppm. Magn brennisteinsvetnis í hauggasinu er breytilegt eftir hráefni og tíma og því nauðsynlegt að mæla það til að ákvarða hreinsipörf. Ef gasið er nýtt sem eldsneyti á faratæki kallar það á meir hreinsun.

Býli 1.

Forsendur

Búið er sauðfjárbú með 250 vetrarfóðraðar ær og gemlinga. Einnig eru nokkur hross á staðnum. Akstur er stundaður sem aukavinna og eru eknir um 130.000 km á ári. Olíunotkunin er um 22.000 lítrar. Mikið er af ónýttum tünnum í nágrenninu og er hugmyndin að nýta hey af þeim til metanvinnslu og afla þannig þess eldsneytis sem þarf í aksturinn eða a.m.k. hluta þess.

Úrvinnsla

Miðað við 250 kindur og 6 mánuða innistöðutíma falla til um 90 tonn af kindaskít á ári. Árleg framleiðsla á hauggasi úr því magni gæti því numið um 1500 Nm³. Ef gert er ráð fyrir 60% metani í hauggasinu þá er orkan í gasinu um 9000 kWh. Sú orka jafngildir um 800 lítrum af díselolíu.

Ónýtt tún á svæðinu eru fjölmörg og samkvæmt nýju túnakorti Landbúnaðarháskólans sem unnið er útfra gervitunglamyndum eru um 400 ha af túnnum á svæðinu sem koma til greina

Við úrvinnslu var svæðinu skipt í þrjá hluta og heildar hektarafjöldi hvers svæðis notaður við útreikninga.

Gert er ráð fyrir að uppskera nemi 3,2 tonn þurrefnis á hektara¹ og að vélatíminn sem fer í hvert verk við heyskapinn sé eins og sýnt er í töflu hér að neðan (Tafla 1). Reiknað er með að flutningar á heyi sé minniháttar og geymslur fyrir hey séu til staðar á hverju svæði fyrir sig. Eins er gert ráð fyrir að gerjunin fari fram á hverju svæði úr því hráefni sem þar fellur til. Ekki er gert ráð fyrir að heyi sé snúið eða því pakkað.

Tafla 1: Vélatími sem fer í hvert verk

Verk	Tími [klst/tonn]
Við slátt	0,24
Heysnún.	0,31
Rakstur	0,54
Rúllubind.	0,27
Rúllupökk.	0,28

Orkunotkunin á hvert verk er reiknuð útfra olíunotkun dráttarvéla á klukkutíma í viðkomandi verki og þeim tíma sem fer í akstur milli staða. Gert er ráð fyrir dráttarvél eyði 20 lítrum/klst við slátt og 15 lítrum/klst í akstri (um 38 lítrar á hundraðið) og 15 lítrum/klst við rakstur². Rétt era að hafa í huga að niðurstöður útreikninganna eru mjög háðir þeim forsendum sem miðað er við varðandi olíueyðslu dráttarvéla.

Til að metanvinnslan borgi sig þarf orkan sem fæst úr heyinu að vera meiri heldur en sú orka sem fer í afla þess. Í Töflu 2 er áætlun á þeirri orku sem mögulegt væri að fá af hverju svæði miðað við stærð svæðis og áætlaða uppskeru. Orkan sem mögulega fæst úr kindaskítinum er einnig sett þar með til samanburðar.

¹Talan er meðaltal reiknað út frá 23 sveitabæjum á Íslandi. Guðmundsson, B. and B. H. Benjamínsson (2000). Verktaka og samnýting véla í búrekstri. Ráðunautafundur, Reykjavík.

² Tölur eru byggðar á samtölum við aðila frá búrekstrarsviði Landbúnaðarháskólans.

Tafla 2: Sýnir þá orku sem hey af hverju svæði gæti skilað.

	Gasmyndun [m ³]	Orka [kWh]	Jafngildi díselolíu [lítrar]
Svæði 1	28.100	169.100	14.700
Svæði 2	41.500	249.000	21.600
Svæði 3	62.800	376.800	32.700
Kindaskítur	1.500	9.100	700

Tafla 3 sýnir áætlaða orkunotkun við slátt, rakstur og akstur.

Tafla 3 Sýnir áætlaða orkunotkun heyöflunina

	Vegalengd* [km]	Olía í akstur [lítrar]	Olía í sláttur og rakstur [lítrar]	Samtals orka [kWh]
Svæði 1	10	3,75	3.700	41.900
Svæði 2	45	16,88	5.400	61.800
Svæði 3	60	22,50	8.200	93.500

*Vegalengdin er gróflega metin og er miðað við að farið sé einu sinni fram og til baka með dráttarvél.

Við gerjun á heyi verður til auk hauggass hrat, sem má nota sem áburð á túnin. Flest næringarefni úr heyinu svo sem köfnunarefni og fosfór verða eftir í hratinu. Með því að nota hratið sem áburð er hringrás næringarefna tryggð og ekki ætti að vera þörf á annarri áburðarnotkun. Orkunotkunin eykst við áburðardreifinguna en til lengri tíma litið er ávinningurinn ótvíræður þar sem ekki þarf að kaupa tilbúinn áburð. Orka sem gera má ráð fyrir að fá af hverju svæði að frádreginni olíunotkun er sýnd í Tafla 4. Þetta er sú orka sem unnt væri að nýta í akstur eða til annarrar notkunar. Gert er ráð fyrir að hrati sé dreift aftur á túnin.

Tafla 4: Sýnir nettó orku sem fæst við heyvinnsluna.

	Afgangsorka [kWh]	Jafngildi Dísel [lítrar]
Svæði 1	121.100	10.500
Svæði 2	178.100	15.400
Svæði 3	269.600	23.400

Eins og sjá má skilar metanvinnsla úr heyinu talsverðri orku umfram það sem notað er við heyöflunina. Miðað við gefnar forsendur væri hægt fyrir hvern hektara af túni að keyra um 380 km á dráttarvél til að orkan komi út á sléttu (miðað við eyðslu upp á 38 lítra á hundraðið og að uppskera sé 3,2 tonn/ha). Uppskeran er þó misjöfn og má t.d einungis keyra 110 km ef uppskeran er 1 tonn/ha.

Viðfangsefni þessarar samantektar er ekki að skilgreina stærð mannvirki eða búnað sem þarf til að koma upp aðstöðu til metanvinnslu. Engu að síður er rétt hafa til viðmiðunar rúmmál þess hraéfnis sem um ræðir. Út frá því má gera sér grein fyrir því umfangi sem þarf að vera á geymslum og gerjunartönkum. Tafla 5 hér að neðan sýnir áætlað rúmmál hraéfnis og gefur hugmynd um þær tankstærðir (gerjunarrými) sem þarf fyrir heyið og skítinn miðað við að gerjunin fari fram í fjórum lotum.

Tafla 5: Sýnir gróft stærð geymslna og tanka sem þarf fyrir skít og hey.

	Hraefni [tonn]	Rúmmál [m ³]	Tankstærð [m ³]
Svæði 1	290	410	103
Svæði 2	420	600	150
Svæði 3	630	900	225
Kindur	90	90	23

Miðað við 0,7 tonn/m³ af heyi og 1 tonn/m³ af skít

Tankstærð miðuð við 4 gerjunar lotur á ári

Niðurstaða

Miðað við gefnar forsendur fæst mun meiri orka úr heyinu en sú orka sem þarf til að koma því í hús og hratinu til baka aftur á túnið að lokinni gerjun. Afgangsorkan jafngildir um 50.000 lítrum af díselolíu og er það um tvöfalt meira en það sem notað er í akstur á hverju ári. Svæðið er hinsvegar stórt og ekki víst að hægt sé að nýta allt það sem gert var ráð fyrir.

Magn gass sem myndast er talsvert mikið og til að jafna framleiðslu og notkun gæti þurft að geyma gasið undir þrýstingi þangað til þarf að nota það. Samsetning hauggassins og hraði gasmyndunar er einnig breytileg eftir hraefni og tíma og er æskilegt að mæla slíkt til áður en hafist er handa.

Býli 2.

Forsendur

Búskapur

Tvíbýlt er á jörðinni og er svínabú á öðru búinu en kúabú á hinu að auki eru nokkrar kindur. Alls eru á svínabúinu 163 gyltur, 3 geltir, 1190 eldisgrísir (12 kg +) og 190 smágrísir. Kýr eru um 40 og sauðfé um 30. Kornrækt er stunduð og svín fóðruð á því.

Hráefni til metanvinnslu

Hráefnið samanstendur af þeim skít sem skepnurnar gefa af sér. Haughús svínabússins er tvískipt og er samtals um 1500 m³. Haughúsið er tæmt seint á haustin og snemma á vorin og stendur rými tæpt. Miðað við að tæma þurfi haughús tvisvar á ári falla til um 3000 m³ af skít frá svínunum á ári. Hálmur er nýttur til svepparæktunr. Heyafgangar eru litlir sem engir.

Orkunotkun

Rafmagnsnotkun á ári nemur um 134.000 kWh. Olíunotkun á vélar er um 20.000 lítrar á ári og um 30.000 lítrar af olíu fara í kornþurrkun á ári (500 tonn af korni). (korndæla er 5,5 kW)

Notkunarhugmyndir

Hugmynd ábuenda er að nýta metangas til kornþurrkunar og/eða á farartæki.

Úrvinnsla

Ef gengið er úr frá þeim viðmiðunartölum sem gefnar eru upp fyrir úrgang frá skepnum og miðað við 160 gyltur og 1000 grísi fellur til úrgangur í svínabúinu sem er rúmlega 3.000.000 kg. Sú tala er nánast samhljóða þeirri tölu sem fengin var út frá rúmáli kjallara og hve oft hann er tæmdur. Árleg framleiðsla á hauggasi frá þessum úrgangi gæti numið um 90.000 Nm³. Ef gert er ráð fyrir 60% metani í hauggasinu þá er orkan í gasinu um 535.000 kWh. Ef þessari orku er jafnað á eitt ár samsvara þetta virkjun upp á 60 kW. Orkan jafngildir orku í um 45.000 lítrum af díselolíu.

Miðað við að 30.000 lítrar af olíu fari í kornþurrkun nemur orkunotkunin 345.000 kWh. Olía á vélar er um 20.000 lítrar sem nemur 230.000 kWh. Samtals gefur þetta 575.000 kWh og dugir orkan sem fá mætti úr metanvinnslu því nánast til að mæta þeirri orkunotkun sem er vegna kornþurrkunar og á vélanotkunar. Ef reiknað er með úrgangi frá 40 kúm og 30 kindum þá eykst orkan upp í 600.000 kWh, sem svarar til um 52.000 l af díselolíu.

Forsendur þessara útreikninga má sjá í töflu 1 þar sem tekið er saman frá mismunandi búfé magn úrgangs og möguleg gasmyndun úr honum.

Tafla 6 Sýnir forsendur úrvinnslu. Tölur miðast við hverja skepnueiningu

	Nautgripir	Kindur	Gyltur	Grísir
Úrgangur [kg/dag]	39,5	2,0	13,3	6,7
Húsmánuðir	8	6	12	12
Gasmyndun [m ³ /dag]	1,11	0,034	0,3	0,2
Árleg gasmyndun [m ³ /ári]	266	6	108	72

Heimildir: Skýrsla VSO ráðgjafar um metangasvinnslu. (Hallsdóttir 1998) Handbók bænda 2008.

Þar sem ekki er gert ráð fyrir að nýta gasið jafnóðum og það myndast þarf að huga að því hvernig unnt er að brúa þann mun sem óhjákvæmilega verður í framleiðslu og notkun. Rúmmál af óþjöppuðu og óhreinluðu hauggasi sem myndast er 90.000 m³ til að rúma það gas óþjappað og óhrensað þarf tank sem er rúmir 50 m í þvermál og yfir 130 m að hæð. Það þarf því augljóslega að huga að því hvernig hægt er að samþætta notkun og myndun gassins eða geyma það með hagkvæmum hætti. Með því að hreins koltvísýring og vatn úr gasinu minnkar rúmmál þess niður í allt 50% og með því að þjappa gasinu í rúmlega 200 bör mætti minnka rúmmálið í um 200 m³. Tankur sem rúmar þetta magn af gasi undir þessum þrýstingi er eingu að síður mikið mannvirki.

Niðurstaða:

Miðað við gefnar forsendur getur gasframleiðslan staðið að mestu undir þeirri orku sem þarf til kornþurrkunar og á vélar. Magn gass sem myndast er talsvert mikið og þarf mikið rými til geymslu ef nota á gasið einungis einu sinni á ári, t.a.m. í kornþurrkun. Hagkvæmara gæti því verið að hreinsa gasið og nota á farartæki eða annan búnað til að dreifa gasnotkuninni. Samsetning hauggass og hraði gasmyndunar eru breytileg eftir hráefni og tíma og æskilegt að mæla slíkt til áður en framkvæmdir hefjast. Talsvert af hreinsiefnum eru notað í svínabúinu og er óvíst hvaða áhrif slík efni hafa á gerjunarferlið og gasmyndunina.

Næstu skref gætu verið:

1. Að mæla gasmyndun úr því hráefni sem er til staðar og breytingar á henni yfir gerjunartímann.
2. Að útfæra gerjunartanka og rými fyrir hrat og eftirgerjun á því. Í því sambandi þarf að horfa til þess hvernig nýverandi geymslurými nýtist sem best.
3. Að taka ákvörðun um nýtingu á gasinu og þar með þörf fyrir hreinsun og geymslurými.
4. Að gera kostnaðaráætlun vegna nauðsynlegra framkvæmda og leggja mat á fjárhagslegan og umhverfislegan ávinning.

Býli 3

Forsendur

Bústærðir

Á býlinu eru um 70 kýr og 100 kálfar sem eru á húsi frá september til lok apríls, einnig eru nokkur naut. Auk grasræktar er ræktað bygg á um 40 ha landi og gefur um 4 tonn/ha (alls 160 tonn).

Hráefni og aðstaða til metanvinnslu

Hráefni er kúamykja en einnig falla til um 20-30 rúllur af heyi á ári. Hálmur sem fellur til úr byggækt er nýttur til svepparæktunar. Fyrir hendi er steiptur tankur um 800m³ sem kúamykju er safnað í. Miðað við að tankur sé tómur í október þá er hann orðinn fullur í apríl. Mykja úr fjósi fer fyrst í minni pró sem síðan er dælt reglulega úr í stóra tankinn.

Orkunotkun

Kornþurrkari notar um 10 kW_{el} og er í gangi þar til þurrkun klárast. Þurrkarinn hreinsar um 250 kg/klst og er kyntur með flotaolíu. Olíunotkunin er um 23 lítrar/klst. Þetta þýðir olíunotkun upp á tæpa 15.000 lítra á ári. Önnur orkunotkun svo sem olía á vélar og rafmagn á hús er ekki skoðuð sérstaklega í þessari skýrslu.

Vatnsaflsvirkjun (16 kW) er á bænum.

Notkunarhugmyndir

Hugmyndin er að safna gasinu óhreinsoðu og brenna því til framleiðslu á rafmagni sem selt yrði inn á landsnetið með sama hætti og rafmagn frá vatnsaflsvirkjuninni.

Úrvinnsla

Miðað við 70 kýr, 100 kálfa og 5 naut fellur til mykja sem nemur um 1100 tonnum á ári (gert er ráð fyrir að helmingur kálfa séu ungneyti). Árleg framleiðsla á hauggasi úr þessari mykju gæti numið um 30.000 Nm³ (rúmmetrar við staðalaðstæður) en það samsvarar um 200.000 kWh. Ef þessari orku er jafnað á árið samsvarar hún 23 kW virkjun. Orkan jafngildir orku úr um 20.000 lítrum af flotaolíu (17.000 lítrar af díselolíu).

Ekki er mögulegt að nýta alla orkuna sem er í gasinu og verður alltaf eitthvað tap í búnaði og lögnum. Slíkt tap getur verið talsvert mikið en þó breytilegt eftir því hvort framleiðaða skuli rafmagn eða varma. Tapið er minna ef gasið er notað til að mynda varma heldur en til að framleiða rafmagn. Hér er miðað við að nýtni vélbúnaðar sé sú sama hvort sem eldsneytið er hauggas eða olía. Það er með öðrum orðum hægt að leggja að jöfnu orku sem fæst úr olíu og metangasi. Hins vegar ef nota á gasið til að framleiða rafmagn nýttast aðeins um 30% orkunnar.

Orkan sem fer í kornþurrkunina er um 155.000 kWh fyrir hverja kornuppskeru (160 tonn) og er þá tekið mið af bæði rafmagnsorkunni og þeirri orku sem kemur frá flotaolíunni.

Orkan sem fá má úr mykjunni er því meiri en sú orka sem fer í kornþurrkunina á hverju ári. Kostnaður við orkunotkun (rafmagn og olía) í dag nemur um 2,5 milljónum³.

Tafla 7 sýnir forsendur fyrir útreikningum á mögulegri gasframleiðslu frá nautgripum.

Tafla 7 Sýnir forsendur úrvinnslu. Tölur miðast við hverja skepneiningu.

	Naut	Mjólkurkýr	Ungneyti	Kálfar
Úrgangur [kg/dag]	63,8	39,5	23,3	10,0
Húsmánuðir	6	8	8	8
Gasmyndun [m ³ /dag]	1,3	1,11	0,7	0,5
Árleg gasmyndun [m ³ /ári]	242	266	157	114

Heimildir: Skýrsla VSÓ ráðgjafar um metangasvinnslu. (Hallsdóttir 1998) Handbók bænda 2008.

Aðrar forsendur eru þær að hauggasið innihaldi 60% metan og hafi orkugildi sem nemi 6 kWh/m³.

Rúmmál þess gass sem mögulegt er að mynda er töluvert mikið og ef það er ekki nýtt jafnhraðan þarf með einhverjum hætti að geyma það þar til það er notað. Með því að hreinsa gasið er hægt að helminga rúmmál gassins. Með þjöppun má síðan minnka rúmfangið en frekar. Miðað við að þjappa hreinsuðu gasi í um 200 bör þarf um 75 m³ tank til að geyma það gas sem gæti myndast. Tankur sem er t.d. 5m í þvermál og 12 m hár rúmar það magn.

Gasflæðið í gerjuninn er breytilegt eftir magni og gæðum hráefnis svo og þeim tíma sem gerjun hefur staðið, en gera má ráð fyrir að það sé mest þegar gerjunartankurinn er fullur (í apríl). Breytingar á gasflæði yfir gerjunartímann er þó rétt að ákvarða með mælingum. Hér er gasflæðið reiknað út frá gasmynduninni sem verður á hvert kg af úrgangi og gert ráð fyrir að hauggasið myndist jafnt yfir gerjunartímann. Miðað við það nemur gasflæðið tæpum 4m³/klst að jafnaði yfir árið.

Niðurstaða

Miðað við gefnar forsendur varðandi magn hráefnis og gasflæði er orkan úr því gasi sem mögulegt væri að framleiða heldur meiri en t.d. notuð er í kornþurrkuninni. Orkan jafngildir um 17.000 lítrum af díselolíu, sem er líklega af sömu stærðargráðu og það sem notað er á dráttarvélar á býlinu hverju ári.

Yfir vetrartímann þegar mykja er í tanki má gera ráð fyrir að gasmyndunin sé nokkuð samfelld á sama tíma er orkunotkun vegna kornþurrkunar og á vélar í lágmarki. Hreinsun og þjöppun á gasinu getur því verið nauðsynleg til að brúa muninn á framleiðslu og

³ Miðað er við 9,3 kr/kWh af rafmagni og 180 kr/olíulítri

notkun. Aðrir valkostir við nýtingu gassins t.d. að nýta gasið til rafmagnsframleiðslu sem seld yrði inn á landsnetið gætu hentað betur til að stylla saman framleiðslu og notkun. Þá er gengið út frá því að ekki séu sett skilyrði varðandi hvenær orkan er sett inn á landsnetið. Þessu fylgir þó sá ókostur að töluvert orkutap getur verið við að brenna metangasið til rafmagnsframleiðslu.

Næstu skref gætu verið mæla gashæfni þess hráefnis sem er til staðar og skoða hvernig gasflæðið breytist með tíma. Einnig þarf að gera mælingar á innihaldi hauggassins sem myndast og ákvarða þannig hreinsunarþörf miðað við fyrirhugaða notkun. Út frá þeim mælingum er síðan unnt að stilla upp valkostum í metanvinnslu og í framhaldi af því leggja mat á kostnað.

Nokkrir valkostir eru fyrir hendi bæði varðandi fyrirkomulag vinnslunnar svo og nýtingu orkunnar.

1. Nýta núverandi 800 m³ tank til gassöfnunar
2. Nýta þá þró sem mykjan úr fjósinu fer beint í til gassöfnunar og stóra tankinn til geymslu á hrati og jafnframt safna gasi sem þar verður til við eftirgerjun hratsins.
3. Brenna því gasi sem til fellur til rafmagnsframleiðslu.
4. Hreinsa og þjappa gasi að því marki sem þarf til að nýta það í stað flotaolíu til þurrkunar á korni.
5. Hreinsa og þjappa gasi þannig að það verði nýtanlegt sem eldsneyti á vélar á búinu.

Ekki verður á þessu stig lagt mat á þessa valkosti en ljóst er að þeir eru misjafnir m.t.t. stofnkostnaðar, umhverfislegs og efnahagslegs ávinnings.

Býli 4

Forsendur

Búskapur:

- Um 700 fjár, vetrarfóðrað
- Um 2700 kjúklingar í hverjum eldishópi, 7 hópar á ári
- Nokkrir hestar á húsi að vetri

Hráefni til metanvinnslu:

- Um 3-400 kg skít/kind -> ~200t á ári
- Um 10-15 tonn af kjúklingaskít frá hverjum eldishópi – miklar spænis (um 50%)
- Auk þessa falla til um 10-15 rúllur af heyi á ári
- Landgræðsla er möguleg á um 2000 ha lands og árleg uppgræðsla er um 10 ha. Þetta gæti gefið viðbótarhráefni (30 - 40 tonn).

Orkunotkun:

Kjúklingahús

Húsið er hitað með master-blásara sem brennir steinolú. Olíunotkunin er um 400 lítrar að jafnaði á hvern eldihóp (7 hópar á ári) en þó breytilegt eftir árstíma og þroskunarstigi kjúklinganna. Stýribúnaður er notaður til að stilla blásturinn en kælibúnaði (viftum) þarf að handstýra. Hitastig í kjúklingahúsi breytist mikið yfir eldistímann. Byrjar í 30°C þegar ungar eru nýfæddir og lækkar í um 18°C þegar þeir hafa náð fullum þroska eftir 6 vikur. Rýmið sem þarf að hita er um $150\text{m}^2 \cdot 4\text{m} = 600\text{ m}^3$.

Fjánhús

Fjánhúsin eru óupphituð. Lýsing er í lofti ásamt tækjabúnaði fyrir fóðrun. Einnig er þarna eldhús með ískáp og fleiru. Skítur fellur niður um grindur og safnast saman í kjallara. Við tæmingu er vatni dælt í kjallarann til að geta dælt og dreift skítum sem áburði. Hesthús er sambyggt við fjárhúsið og eru þar nokkur hross yfir vetur.

Íbúðarhús

Húsið er kynt með rafmagni. Vatn tekið úr lind neðan við bústað og þarf dælu til.

Vélanotkun

Þetta er stærsti útgjaldaliður búsins ásamt áburði en olúkostnaður er um 2 milljónir á hverju ári. Um 7-8000 lítrar hráolú fara á vélarnar á hverju ári.

Fyrirhuguð nýting á metangasi

Hugmynd ábúanda er að nýta metangasið til að kynda upp kjúklingahúsið. Önnur möguleg nýting er til rafmagnsframleiðslu og sem eldsneyti á vélar.

Úrvinnsla

Magn af gasi sem búast má við miðað við það hráefni sem er til staðar.

-Miðað við 700 kindur, 2700 kjúklinga á ári að meðaltali og 10 hross, fæst flæði sem nemur $2\text{ m}^3/\text{klst}$ af hauggasi að jafnaði sem samsvarar virkjun upp á um 11 kW. Heildarmagnið af hauggasi er um 16.000 Nm^3

-Orkan jafngildir um 10.000 lítrum af díselolú á ári sem kosta um 1,8 m.kr/ári (m.v. 180 kr/olíulítri). Samsvarandi orkunotkun af rafmagni myndi kosta um 800 þús.kr/ári (m.v. 9,15 kr/kWh).

-Með því að bæta við því heyi, sem fellur til má gera ráð fyrir aukningu í gasframleiðslu sem nemur um 6% (gert ráð fyrir að 10 tonn af heyi falli til). Slíkt gasflæði samsvarar virkjun upp á um 12 kW.

Olían sem fer í hitun á kjúklingabúinu í dag nemur um 3 kW og kostar um 500.000 kr árlega (miðað við 180 kr/olíulítri). Orkan sem fá má úr metanvinnslu er því næg til að hægt sé að hita kjúklingahúsið upp árið um kring. Eitthvert tap verður þó á orkunni og ber að hafa það í huga.

Orkugildi 1 Nm³ (normal rúmmetri) af óhreinsuðu hauggasi er um 6 kWh ef gert er ráð fyrir um 60% metaninnihaldi. Allir útreikningar eru miðaðir við það. Forsendur fyrir útreikningum á gasmyndun eru dregnar saman hér að neðan (Tafla 8).

Tafla 8 Gasmyndun frá mismunandi lífrænum efnum

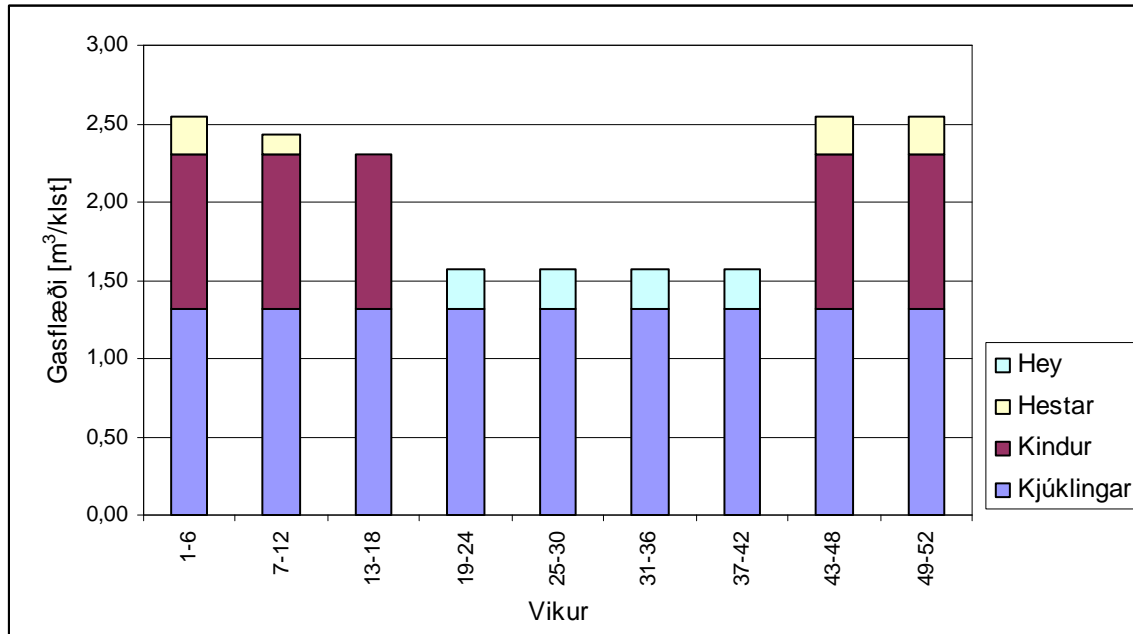
	Úrgangur á dag [kg/dag skepna]	Húsmánuðir	Gasmyndun á ári [m ³ /skepna á ári]	Gasmyndun af lífrænum efnum [m ³ /kg af rotmassa]
<i>Hross</i>	19,7	4	0,42	
<i>Kindur</i>	2	6	6,12	
<i>Kjúklingar</i>	0,06	12	4,2	
<i>Hey</i>				0,1

Magn lífræns úrgangs sem til fellur á býlinu er dregið saman í Tafla 9. Miðað er við 10 hross, 700 kindur, 2700 kjúklinga að meðaltali og 10 tonn af heyi sem fellur til.

Tafla 9: Magn lífrænna efna sem til fellur á býlinu

Lífrænt efni [tonn/ári]	
<i>Hrossatað</i>	20
<i>Kindaskítur</i>	250
<i>Kjúklingaskítur</i>	60
<i>Hey</i>	10

Ef gert er ráð fyrir 6 vikna viðverutíma í gerjunartanki þá þarf tank sem er um 35.000 lítrar (tankur uppá 4 metra í þvermál og 3 metra hæð ca) sé hráefninu jafnað á árið. Ef tekið er tillit til hámarks magn úrgangs sem fellur til á hverjum 6 vikum þarf um 75.000 lítra tank (eða tvo minni tanka).



Mynd 3 Breytileiki í gasflæði yfir árið

Viðverutíminn er sá tími sem hver ögn er að meðaltali í gerjunartanki og er stærð sem þarf að meta út frá mælingum á hráefni. Á þessum viðverutíma (6 vikur) er miðað við að uppgengið gasmagn hafi myndast.

Gasflæðið er breytilegt eftir því hráefni sem er til staðar hverju sinni. Mynd 3 sýnir grófa áætlun um hvernig gasflæðið gæti breytst eftir vikum. Gert er ráð fyrir að 6 vikna skammtur af skít sé í gerjun hverju sinni. Aðrar forsendur eru þær að fé sé á húsi frá byrjun nóvember og út apríl og hross frá byrjun nóvember og út febrúar.

Orkunotkunin er mest á veturna og því fellur gasflæðið því vel að notkunarpörfinni. Eins og sjá má á mynd 3 er gasflæðið minnst í 19. til 42. viku sem er sá tími sem einungis kjúklingar eru í húsum og mest yfir veturinn þar sem allar skepnur eru á húsi. Lágmarksflæðið er um $1,5 \text{ m}^3/\text{klst}$ sem samsvarar virkjun upp á 9 kW og hámarksflæðið er um $2,5 \text{ m}^3/\text{klst}$ sem jafngildir virkjun upp á 15 kW. Hér er gert ráð fyrir að gasflæðið sé jafnt yfir gerjunartímann.

Niðurstaða

Miðað við gefnar forsendur er nægt hráefni til gasmyndunar til að hita upp kjúklingahúsið árið um kring. Staðfesta þarf þó gasflæði með mælingum. Sveiflur í gasflæðinu eru tiltölulega litlar og er lágmarksgasframleiðslan ávallt fyrir ofan uppgfna orkunotkun fyrir kjúklingahúsið. Mögulegt er með ýmsum hætti að breyta gasflæðinu eftir því hver orkuþörfin er hverju sinni. Miðað við að kjúklingahúsið noti 3 kW eru eftir minnst 6 kW sem jafngilda um 52.000 kWh á ári. Slík orka er t.d. nægjanleg til að hita upp um 200 m^2 íbúðarhús (miðað við 80 kWh/m^3).

Það er því möguleiki að framleiða umtalsvert meira hauggas en það sem þarf til upphitunar á kjúklingahúsinu. Ýmsir möguleikar eru á að nýta það gas sem umfram er.

Ein leið væri að nýta það til húshitunar eins væri mögulegt að nýta það sem eldsneyti á vélar. Til að stilla saman gasframleiðluna og notkunina þarf að koma upp tanki/tönkum til geymslu á gasi. Hagkvæmt gæti verið að hreinsa og þjappa gasinu til að minnka tankana.

Heimildir

Guðmundsson, B. and B. H. Benjamínsson (2000). Verktaka og samnýting véla í búrekstri. Ráðunautafundur, Reykjavík.

Hallsdóttir, B. S., B. H. Halldórsson (1998). Megas, Metangasvinnsla úr lífrænum úrgangi frá landbúnaði. Forverkefni styrkt af Rannís. Reykjavík, VSÓ Ráðgjöf: 25.