

Lokaskýrsla
Orkusjóður
fyrir fyrra árið

Tvöföldun metanframleiðslu með rafþólsum

Verkefni: 8UI13020

Magnús Guðmundsson NMÍ
Bjarni Hjarðar og Nicolas Proietti SORPA
febrúar 2014



Nýsköpunarmiðstöð
Íslands

Innhald

1 Inngangur.....	2
2 Efni og aðferðir.....	3
2.1 Hráefni fyrir tilraunir.....	3
2.2 Mæliaðferðir	4
2.3. Tilraunauppsetning.....	5
3 Niðurstöður.....	8
3.1. Eiginleikar hráefna	8
3.2. Metan framleiðsla í smáskala.....	9
4 Hagkvæmni rafpúlsa	15
5 Verkpættir; seinna ár.....	17
Heimildir	18

1 Inngangur

Þessi lokaskýrsla fjallar um niðurstöður frá fyrra ári verkefnisins á notkun rafpúlsa til að auka magn metans við gasvinnslu. Rafpúlsar geta sundrað frumum hvort sem það eru jurta, dýrafrumur eða örverur. Meðhöndlun hráefnis með rafpúlsum gerir það að verkum að lífræn efni verða aðgengilegri fyrir metanmyndandi bakteríur. Sorpa framleiðir metan úr hauggasi en það er ekki mjög árangursrík aðferð þar sem það tekur mörg ár að brjóta lífræna efnið í haugunum og það nýtist ekki til fullnustu fyrir metanframleiðslu. Gerjun í hvarftönkum er betri leið til að framleiða metan og er mun hraðvirkari en framleiðsla úr hauggasi en engu að síður er hráefnið ekki fullnýtt til gasframleiðslu með þeim hætti. Margar aðferðir hafa verið prófaðar til að auka enn frekar nýtingu hráefnisins eins og úthljóð, háþrýstingur, sýru og basa meðhöndlun en engin þeirra hefur reynst nægilega hagkvæm eða árangursrík. En rafpúlsar virðast vera mjög árangursrík leið til að auka metanvinnslu fyrir sum hráefni (Salerno et.al. 2009, Banaszak 2011).

SORPA framleiðir um 2 milljónir Nm³ af metani úr hauggasi sem mun ná hámarki innan 10 til 15 ára og fara síðan minnkandi þar sem bannað verður að urða lífrænan úrgang eftir 2018 á Stór-Reykjavíkursvæðinu. Þessar breytingar eru byggja á ESB reglugerðum sem þær íslensku taka mið af. Reglugerðirnar innihalda ákvæði sem krefjast lausna á meðhöndlun lífræns úrgangs sem m.a. má leysa með metan framleiðslu í gerjunartönkum.

Sorpa er með góða aðstöðu til að gera tilraunir í smáskala (pilot) á metan-framleiðslu sem byggir á gerjun á lífrænu hráefni í tönkum við stýrðar aðstæður og er aðstaðan einstök hér á landi. Hver tankur er einn rúmmetri og voru fyrstu tilraunirnar gerðar í þessari aðstöðu. Einnig er búið að koma upp aðstöðu til auðgunar á sigvatni s.k. percolation kerfi til að nýta betur lífræna efnið í haugunum. Vegna þess að rafpúlsatækið reyndist frekar afkastalítið miðað við smáskala aðstöðu SORPU var ákveðið að gera framhaldstilraunir í smærri skala á tilraunastofu hjá NMÍ í flöskum sem eru 1 L hver til að nýta rafpúlsatækið sem best, annars væri púlsgjafinn (spark gap) fljótur að eyðast.

Tafir urðu á upphafi einmitt vegna þess að púlsgjafinn gaf sig og þurfti að panta og kaupa nýja sem tók lengri tíma en áætlað var. Einnig var nauðsynlegt að setja upp aðstöðu á rannsóknarstofu og tafði það einnig fyrir framhaldstilraunum sem byrjað var á á seinni helming 2013.

2 Efni og aðferðir

Fyrstu tilraunir voru gerðar í aðstöðunni á Álfsnesi hjá SORPU. Aðstaðan hjá SORPU samanstendur af tveimur gámum þar sem annar þeirra er ætlaður til forvinnslu og fyrir mælitæki og hinn er fyrir metanframleiðsluna sjálfa í níu eins rúmmetra tönkum. Þessir tankar eru hita og pH stýrðir og hafa hver um sig dælu sem heldur hráefninu á hreyfingu. Það er hægt að gera tilraunir bæði við mesophile (35-37°C) og thermophile (55-70°C) aðstæður. Gasið sem myndast er tekið úr toppi tankanna og magnið mælt og samsetning.

Einnig var sett upp aðstaða á rannsóknarstofu Nýsköpunarmiðstöðvar þar sem notaðir eru 1 lítra hvarftankar og eru þeir tólf að tölu. Rafpúlsatækið reyndist of lítið fyrir eins rúmmetra tanka til að gera margar tilraunir þar sem ákveðin íhlutur (spark gap) þess eyddist mjög fljótt við stærri tilraunir. Með tilraunum á rannsóknarstofu þá mun hann endast mun lengur og gerir kleift að framkvæma fleiri tilraunir. Þetta kom ekki að sök varðandi mat á tækninni því að aðstæður eru að öðru leyti eins hvað hitastýringu og mælitækni varðar. En ætlunin er að gera tilraun í stærri skala (100 L til 500L) þegar heildarniðurstöður á mismunandi hráefnum liggja fyrir í smærra kerfinu í lok seinna árs.

Það var einnig ákveðið að setja upp s.k. percolation kerfi til að nýta sem best lífrænan úrgang til að nýta sigvatnið og auðga það til metanframleiðslu með því að dæla eða úða heitu vatni yfir lífrænan úrgang. Settur var upp tilraunabúnaður fyrir það í Álfsnesi.

Það var ákveðið að bæta við verkþætti þar sem lagt er mat á möguleika til uppskölunar á tækninni og meta rekstrarkostnað og hagkvæmni útfrá niðurstöðum verkefnisins. Einungis gróft mat liggur fyrir eins og er.

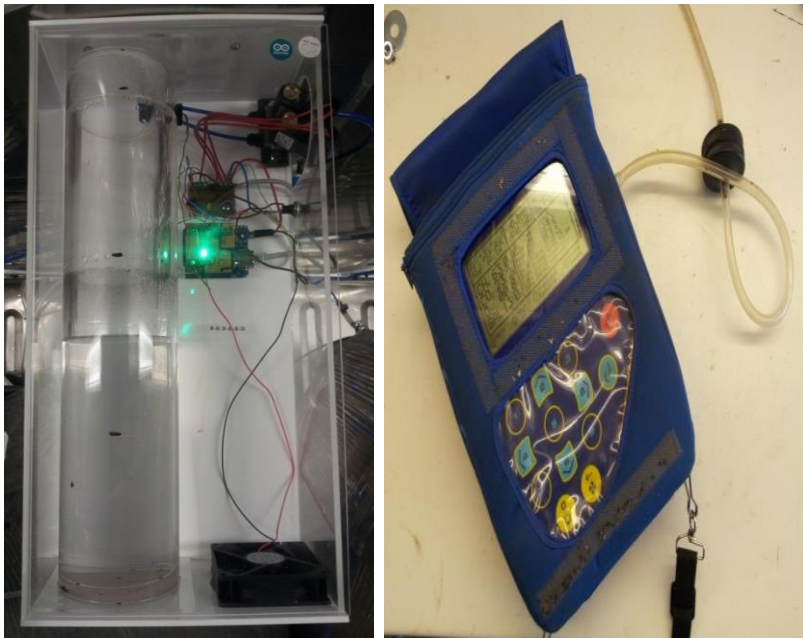
2.1 Hráefni fyrir tilraunir

Í smáskala (pilot) tilraunum var búin til blanda af lífrænu hráefni og vatni sem mögulegt var að pumpa í tankanna. Til að byrja með var kúamykja og svínaskítur valin. Þurrefnisinnihald skítsins og mykjunnar var 7 til 25% áður en það var blandað í 1-3%. Hluti hráefnisins var rafpúlsa-meðhöndlaður en hinn ekki. Fasta efnið var fyrst hakkað og mulið áður en það var blandað út í vatnið.

Rannsóknarstofutilraunir með minni hvarftönkum (1 L) voru gerðar á svínaskít til samanburðar við fyrri tilraunir. Einnig voru gerðar fyrstu tilraunir á sigvatni frá haugunum sem Sorpa hefur yfir að ráða. Búið er að koma upp vökvunarkerfi (percolation water) fyrir auðgað sigvatn en metantilraunir á því eru ekki hafnar. Á seinna ári er ætlunin að halda áfram tilraunum á sigvatni og auðguðu sigvatni. Einnig verða gerðar tilraunir á matarleifum og öðrum lífrænum úrgangi á seinna verkefnisári.

2.2 Mæliaðferðir

Metan framleiðslan er mæld með gasmæli frá GeoTec sem heitir GA 2000 plus og hliðrunar-rúmmálmæli fyrir gas (Angelidaki, Ellegaard, & Ahring, 1991) sem sést á mynd 1.



Mynd 1 Rúmmálmælir og gasmælir GA 2000 plus frá Geotech

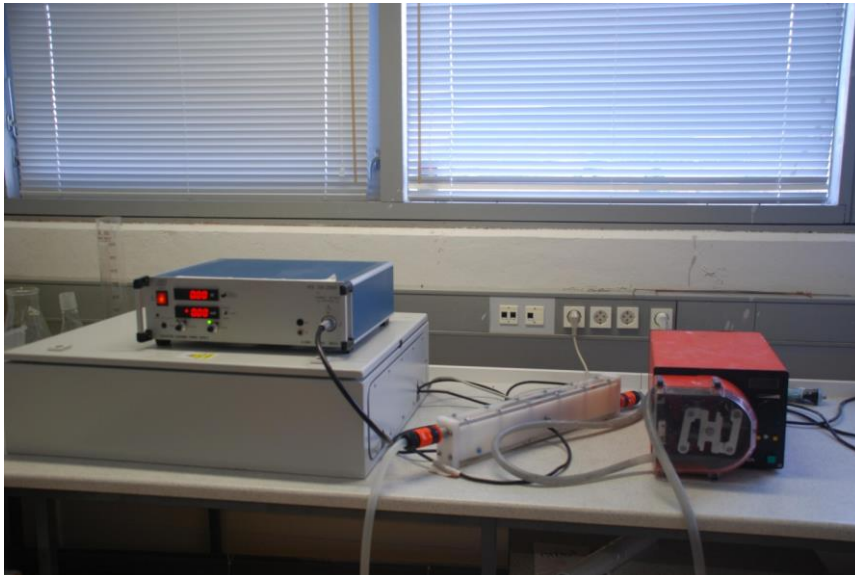
Gasmælirinn GA2000 Plus mælir metan (CH_4), súrefni (O_2), kolsýru (CO_2) og kolmónoxíð (CO). Einnig getur tækið mælt allt að 5000ppm vetnissúlfíð (H_2S). Aðrar efnamælingar voru gerðar á hráefninu fyrir og eftir meðhöndlun. Þetta voru mælingar á heildar þurrefni, fleygu þurrefni (Total solids (TS) og volatile solids (VS)), mælingar á efnum í lausn (total suspended solids (TSS), volatile suspended solids (TSS), total and volatile dissolved solids (TDS, VDS) auk mælinga á s.k. súrefnisnotkun lífræns efnis í lausn sem er mælikvarði á heildarmagni lífrænna efna og

uppleystra lífræna efna (Chemical oxygen demand (COD) og soluble chemical oxygen demand (SCOD)).

2.3. Tilraunauppsetning

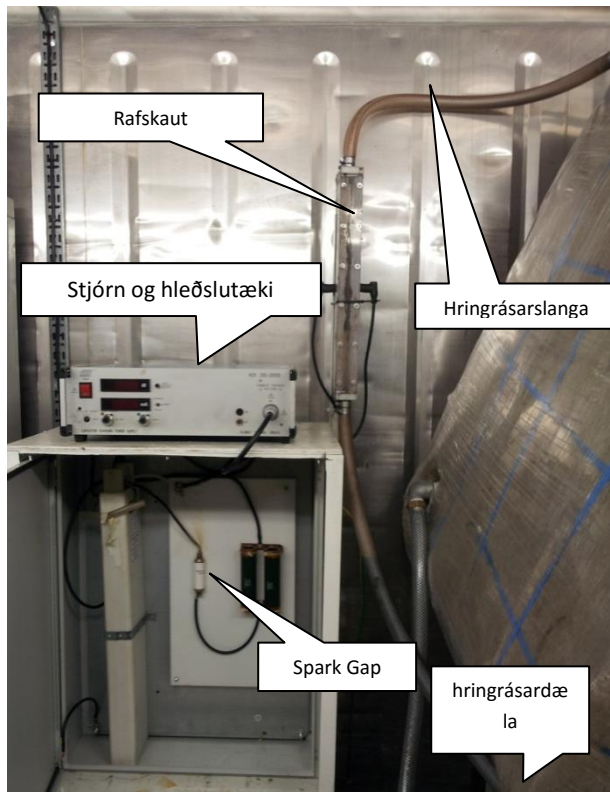
Rafpúlsameðferð

Rafpúlsatækið var sett saman hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands, en það hefur þétti sem er 20kV og 1 microfarad í rýmd. Stjórn og hleðslutækið (HK 200-20000) hleður þéttinn með 20 mA straumi við 220-240 V og möguleg púlsatíðni er 1,2- 1,7Hz. Tækið er frá F.u.G. Elektronik GmbH (Rosenheim – Germany). Púlsgjafinn (spark gap) er frá Perkin Elmer Optoelectronics týpa OGP75 og losna púlsar við 18,5 kV. Tækið sést á mynd 2 á rannsóknarstofu.



Mynd 2. Rafpúlsatækið; stjórnstöð , þéttir, rafskaut og dæla

Rafskautin eru í lokuðu hulstri og er um 1 cm á milli rafskauta en þau eru 7 cm á hæð og 20 cm á lengd en sjálft hulstrið er um 50 cm. Vökva eða blöndu er dælt á milli rafskautanna við rafpúlsameðhöndlun. Mynd 3 sýnir hvernig rafpúlsatækið var uppsett í aðstöðunni hjá SORPU og voru allt að 700 lítrar meðhöndlaðir í einu en oft ekki meira en 200 til 300 lítrar. Hámarksmeðhöndlun hvað orkunotkun varðar (energy intensity) var um 30kWh/m³ (108000 kJ/m³).

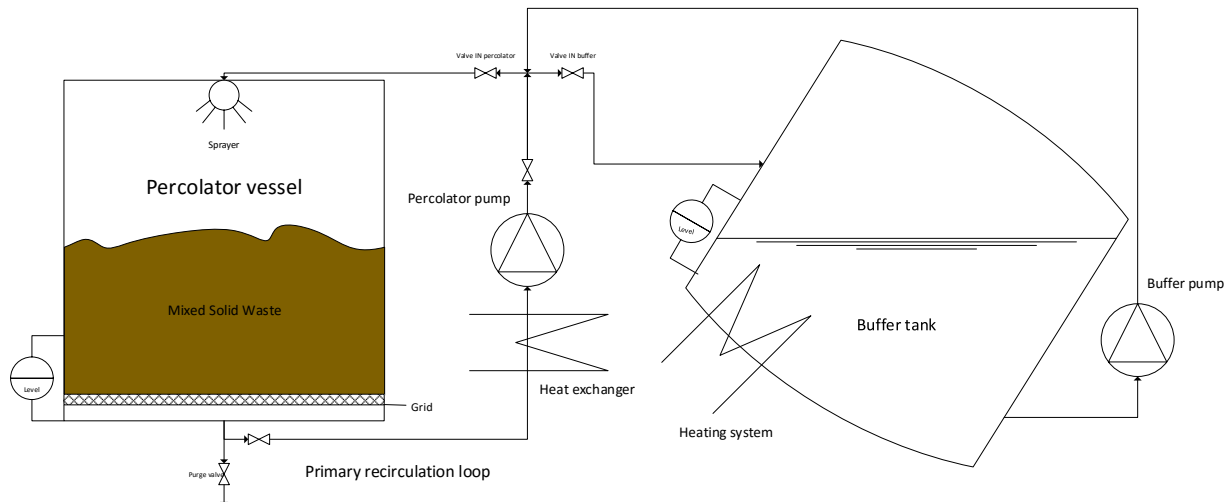


Mynd 3. Uppsett rafpúlsatækið hjá Sorpu.

Einnig var búið til nýtt metankerfi sem samanstendur af tólf eins lítra flöskum sem eru í stýrðu hitabaði. Búnaðurinn er staðsettur í húsnæði Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands þar sem rafpúlsatækið er einnig staðsett. Gasúttak er á flöskunum sem leiðir gasið í rúmmálmæli sem er kvarðaður og lesið beint af magn gassins sem myndast. Einnig voru tekin gassýni reglulega til að fylgjast með samsetningu gassins.

Auðgað sigvatn (Percolation kerfið)

Percolation kerfið (þrýstivökvunarkerfi) er uppsett hjá Sorpu sjá skematíska mynd 4. Það er búið að tilraunakeyra það og voru sýni af auðguðu sigvatni við 35-37°C tekin og meta hve mikið það auðgar vatnið en það á eftir að meta áhrif rafpúlsa og gera tilraunir með metanframleiðslu í tilraunum.



Mynd 4. Heitt vatn (35-37°C) er látið síga í gegnum lífrænt úrgangsefni eins og er í haugunum og því safnað í buffer tank. Hluti af þessu auðguðu sigvatni er síðan notað til tilrauna.

Tilraunir í nýja rannsóknarstofu kerfinu

Tilraunir voru gerðar á svínaskít með svipuðum hætti og áður í nýja búnaðinum sem sjá má á mynd 5 og einnig hafa verið gerðar tilraunir með sigvatn eins og það kemur fyrir frá haugunum. Sigvatn var safnað í tunnu og hráefni tekið úr því. Á meðan á tilraunum stóð þá var magn helstu gastegunda (CH_4 , CO_2 og O_2) mælt tvisvar í viku. Mælingar á heildargasmagni voru gerðar með rúmmálmælunum og lesið af á hverjum degi. Þegar rúmmálmælar voru að verða fullir voru þeir tæmdir og mælingar byrja aftur á núllpunkti. Niðurstöður eru sýndar sem uppsafnað magn metans sem myndast yfir gerjunartímann. Einnig voru gerðar mælingar á skítnum og sigvatninu á sama hátt og áður, fyrir og eftir rafpúlsa-meðhöndlun.



Mynd 5. Tilraunaútbúnaður fyrir metanvinnslu. Tilraun í gangi. Rúmmálmælar eru fyrir aftan gerjunarbúnaðinn.

3 Niðurstöður

3.1. Eiginleikar hráefna

Niðurstöður úr fyrstu tilraununum á hráefnunum var borin saman við hráefni sem ekki var meðhöndlað með rafpúlsum. Niðurstöður eru sýndar í töflu eitt fyrir mykju á TS, VS, TSS, VSS, TDS, VDS, COD og SCOD. Breytingar voru normaliseraðar miðað við TS gildi á viðmiðunar sýni. Rafpúlsameðhöndlun A var 10-13 kwh/m³ og B var 20-26 kwh/m³

Tafla 1. Mykja meðhöndluð við tvenns konar heildarorkugildi og TS, VS, TSS, VSS, TDS, VDS, COD og SCOD mælt og borið saman við ómeðhöndlaða mykju.				
	Ómeðhöndlað	Meðhöndlun A	Meðhöndlun B	% hámarks- breyting
Orkunotkun(kWh/m ³)	0	10-13	20-26	
Rafsvið (kV/cm)	0	20	20	
TS (g/L)	26.8	27	27.2	
VS (g/L)	21.2	21.5	21.7	2.5%
TSS (g/L)	17.6	18.2	19	8%
VSS (g/L)	15	16.3	17	13.5%
TDS (g/L)	7.4	8.8	9.2	24%
VDS (g/L)	4.3	4.7	5.4	25.6%
COD (g/L)	36.9	39.7	37.8	5%
SCOD (mg/L)	2750	3256	3326	21%

Eins og sést í töflunni þá er töluverð aukning á SCOD gildum auk annarra gilda sérstaklega meðhöndlun B í samanburði við viðmiðunargildið sem bendir til að rafpúlsar séu að sundra lífræna hráefninu. Mykjan í þessum fyrstu tilraunum er töluvert meira sundruð í upphafi gerjunar miðað við heimildir um virka seyru geta um. Engu að síður er mælanlegur munur. Í töflu 2 eru niðurstöður fyrir svínaskít en orkunotkun var lægri eða 8 og 15 kwh/m³.

Tafla 2. Svínaskítur var meðhöndlaður með tvenns konar orkunotkun og gildin TS, VS, TSS, VSS, TDS, VDS, COD og SCOD mæld og borin saman við viðmiðunargildi.				
	Ómeðhöndlað	Meðhöndlun A	Meðhöndlun B	% Hámarksbreyting
Orkunotkun (kWh/m ³)	0	8	15	
Rafsvið (kV/cm)	0	20	20	
TS (g/L)	9.2	8.8	9.0	
VS (g/L)	5.2	5.1	5.2	0%
TSS (g/L)	4.1	3.7	4.0	-3-7%
VSS (g/L)	3.6	3.7	3.9	5%
TDS (g/L)	5.2	5	4.9	-6%
VDS (g/L)	1.5	1.5	1.2	-0-20%
COD (g/L)	10.165	9.980	9.880	-3%
SCOD (mg/L)	4100	4400	4940	20%

Minni heildarorkunotkun var notuð í þessum tilraunum en engu að síður þá var 20% aukning í SCOD við 15 kWh/m³ orkunotkun. Aðrar mælingar sýndu minni mun. Þetta þýðir að annað hvort þarf svínaskítur meiri meðhöndlun eða að hann sé þegar þokkalega vel niðurbrotin fyrir meðhöndlun.

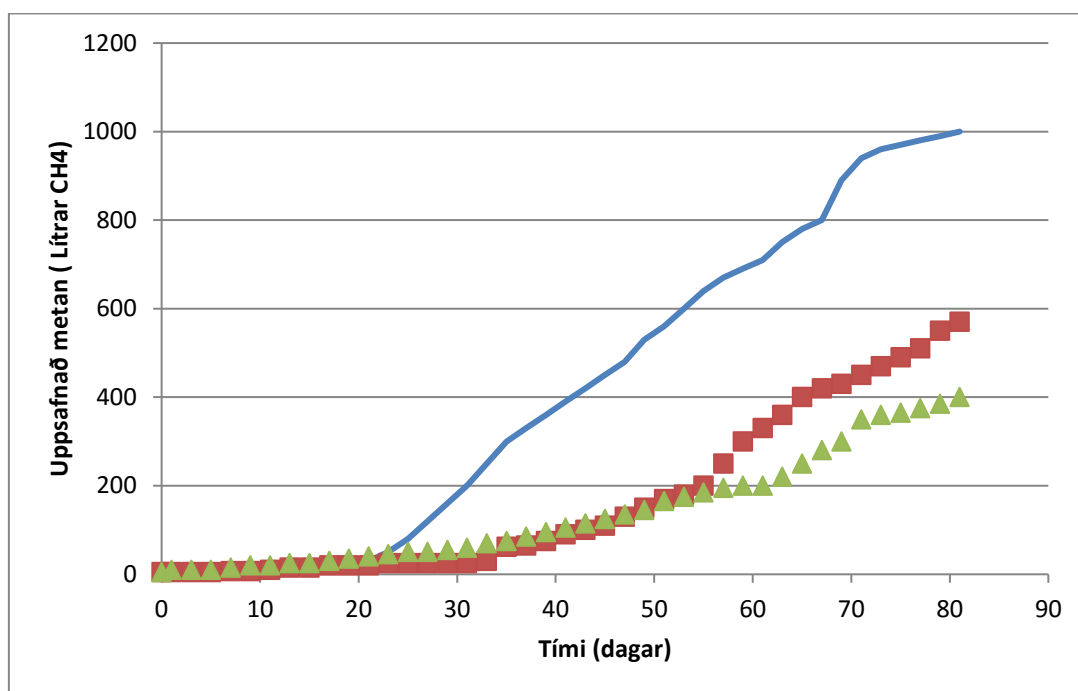
3.2. Metan framleiðsla í smáskala

Metangerjun var prófuð á svínaskít í smáskalaprófun. Á meðan á tilraunum stóð þá var magn helstu gastegunda (CH₄, CO₂ og O₂) mælt tvisvar í viku. Mælingar á heildargasmagni voru gerðar með rúmmálmælinum og fylgst með því online með Google tæki sem kallast Nimbits. Niðurstöður eru sýndar sem styrkur metans (%) og heildarmagni metans.

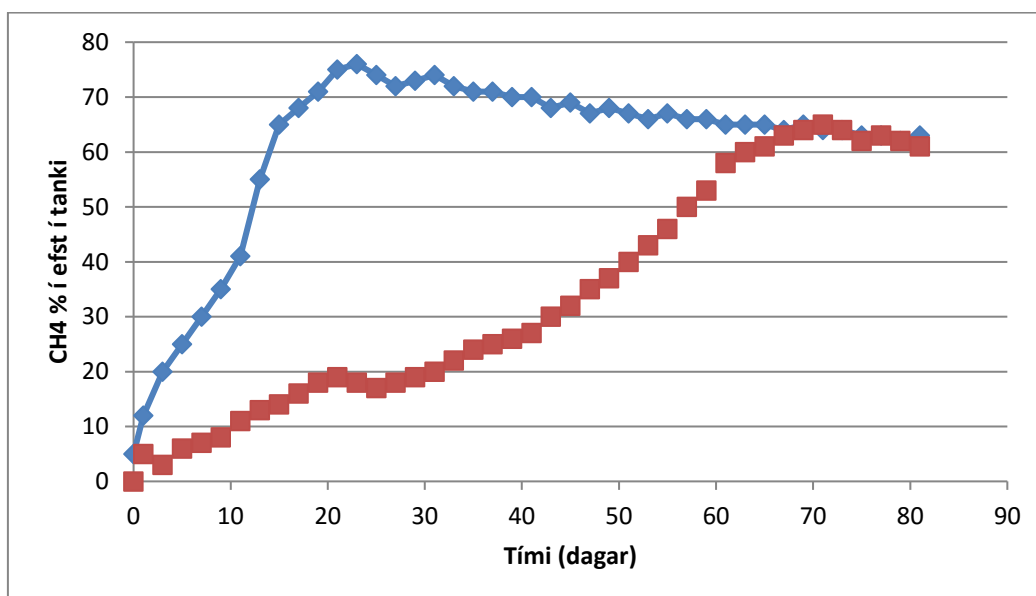
Metanframleiðsla úr svínaskít og áhrif rafpúlva

Allt að 700 L af svínaskít var meðhöndlaður og síðan var um 250 L notað af því í eina tilraun en ómeðhöndlaður skítur var einnig notaður í 2 tanka. Uppsöfnuð framleiðsla á metani er sýnd í mynd 6 fyrir skít sem meðhöndlaður var með 15 kWh/m³ og styrkur metans í efri hluta tanks (head space) var mældur og er sýndur í mynd 5 einnig fyrir sömu meðhöndlun. Mælanlegt metanmagn byrjaði á degi 14 fyrir meðhöndlaðan svínaskít en um 27±3 daga fyrir ómeðhöndlaðan skít. Uppsöfnuð framleiðsla samsvarar um 80 dögum í AD (anaerobic digestion) hvarftönkum.

Myndun metans var mælanlega meira fyrir meðhöndlað hráefni eða allt að tvöfalt meira miðað við ómeðhöndlað hráefni. Myndun metans byrjaði líka mun seinna fyrir ómeðhöndlað hráefni og mælingar á samsetningu gassins sýndi að metanmyndun byrjaði seinna og náði ekki jafnmiklum styrk og meðhöndlaða hráefnið.



Mynd 6. Uppsöfnun metanframleiðsla á svínaskít á meðhöndluðu (blátt) og ómeðhöndluðu hráefni (rautt og grænt). (Úr 250 lítrum hráefnis sem er u.þ.b. 1% að styrk).



Mynd 7. Metan styrkur (% CH₄) í toppi tanks á meðan á gerjun stendur. Blátt er rafrúpsameðhöndlaður svínaskítur en rautt er ómeðhöndlaður svínaskítur

Metanframleiðsla í rannsóknarstofu

Niðurstöður á hráefnunum voru borar saman við hráefni sem ekki var meðhöndlað með rafpúlsum. Niðurstöður eru sýndar í töflu þrjú fyrir svínaskít á TS, VS, TSS, VSS, TDS, VDS, COD og SCOD. Breytingar voru leiðréttar miðað við TS gildi á viðmiðunar sýni. Gerðar voru tilraunir á svínaskít til að fá samanburð milli rannsóknarstofukerfis og smáskala kerfis. Reynt var að hafa skítinn sambærilegan og í fyrri tilraunum. Orkunotkun var höfð sú sama og í fyrri tilraunum en reiknuð á rúmmetra var hún 8 og 15 kwh/m³.

Tafla 3. Svínaskítur meðhöndlaður með rafpúlsum og borinn saman við viðmiðunargildi.				
	Ómeðhöndlað	Meðhöndlun 8 kwh/m ³	Meðhöndlun 15 kwh/m ³	Hámarks- breyting (%)
Orkunotkun (kWh/m ³)	0	8	15	
Rafsvið (kV/cm)	0	20	20	
TS (g/L)	9.4	9.0	9.3	
VS (g/L)	5.2	5.2	5.2	0%
TSS (g/L)	4.3	4	3.9	-9%
VSS (g/L)	3.7	3.8	4.0	8%
TDS (g/L)	5.3	5.0	4.8	-10%
VDS (g/L)	1.6	1.5	1.1	-32%
COD (g/L)	9.765	9.830	9.740	2%
SCOD (mg/L)	4020	4300	5330	25%

Þessar niðurstöður fyrir svínaskít eru nokkuð sambærilegar og fékkst úr fyrri tilraunum í rúmmetra-skala, jafnvel örlítið meira niðurbrot ef eitthvað er. Þannig að rafpúlsum eru að hafa sömu áhrif og áður.

Niðurstöður mælinga á sigvatni er sýnd í töflu 4. Rafpúlsumeðhöndlun var 30-40 kwh/m³. Sigvatnið inniheldur um 0.7 til 0.8% þurrefni sem er blanda af örverum, lífrænum efnum og ólífrænum uppleystum efnum.

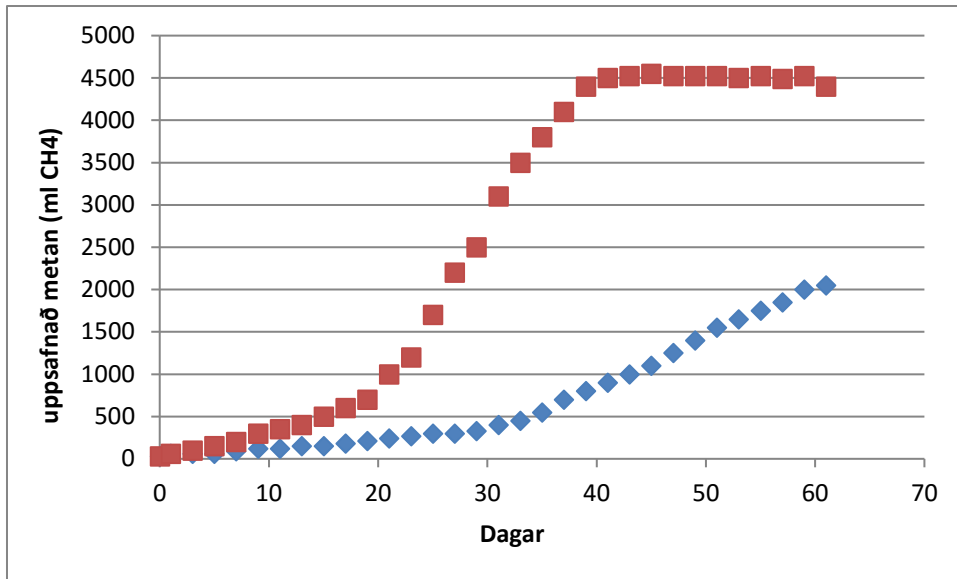
Tafla 4. Sigvatn meðhöndlað með rafpúlsum og borið saman við ómeðhöndlað sýni			
	Ómeðhöndlað	Meðhöndlað	Breyting (%)
Orkunotkun (kWh/m ³)	0	30-40	
Rafsvið (kV/cm)	0	20	
TS (g/L)	7.6	7.7	
VS (g/L)	2.9	3.2	10.5%
TSS (g/L)	1.4	1.05	-25%
VSS (g/L)	0.58	1.05	81%
TDS (g/L)	6.4	6.3	-1%
VDS (g/L)	2.1	2.1	0%
COD (mg/L)	4890	4350	-13%
SCOD (mg/L)	2394	3210	34%

Eins og sést í töflunni þá er töluverð aukning á SCOD gildum auk annarra gilda í samanburði við viðmiðunargildið sem bendir til að rafpúlzar séu að sundra lífræna hráefninu. Hlutfall lífrænna efna er lægra í sigvatninu en fyrir svínaskítinn.

Metanframleiðsla úr svínaskít og sigvatni.

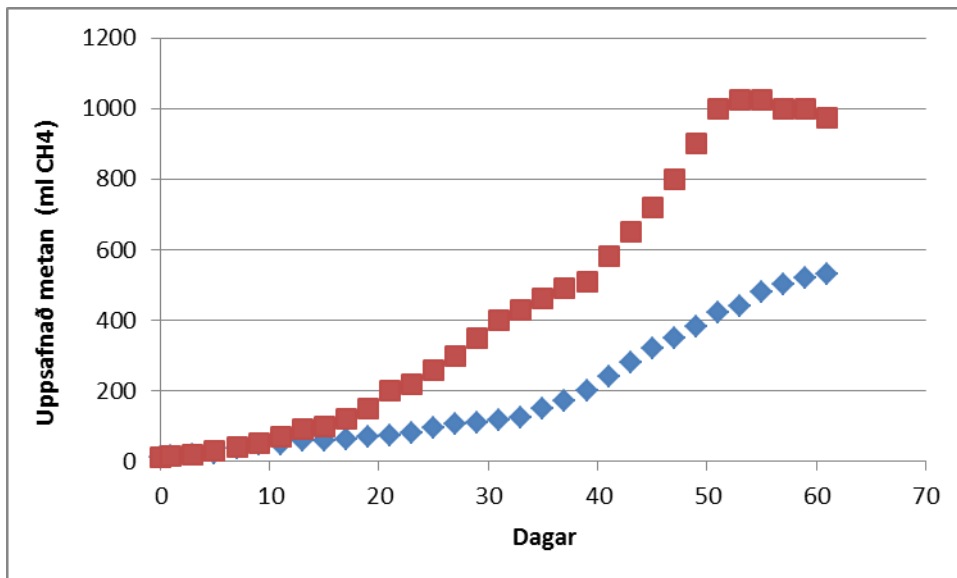
Umframmagn af svínaskít var meðhöndlað (um 10 lítrar) og síðan var hann settur á sex eins lítra flöskur en ómeðhöndlaður skítur var einnig settur á fjórar flöskur. Uppsöfnuð framleiðsla á metani er sýnd í mynd átta fyrir skít sem meðhöndlaður var með 15 kWh/m³.

Myndun metans var í heildina mælanlega meiri fyrir meðhöndlaðan svínaskít en ómeðhöndlað skít. Myndun metans byrjaði líka seinna á ferlinu og jókst hægar fyrir ómeðhöndlað hráefni en hjá meðhöndlaða skítinum. Að jafnaði mældist vera um 70 til 77% metan í því gasi sem myndaðist sem er meira en í venjulegri gerjun. Hlutfall metans og koldíoxíðs var nokkuð sambærilegt í meðhöndluðum og ómeðhöndluðum sýnum. Þetta háa gildi fyrir metan stafar líklega af því hvernig mælitækið er, þar sem rúmmálmælirinn er í vatni og líklegt að koltvísýringurinn leysist upp í vatninu að hluta. Þetta kemur ekki að sök fyrir magnmælingu á metani. Niðurstöður fyrir svínaskítinn í nýja kerfinu er aðeins betra ef reiknað er framleiðsla á þurrefni eða um 400 L CH₄ á móti um 450L/kg fyrir smærra kerfið.



Mynd 8. Uppsafnað metan hjá meðhöndluðum (rautt) og ómeðhöndluðum svínaskít í 1L kerfinu (blátt)

Myndun metans fyrir sigvatnið sést í mynd 9.



Mynd 9. Uppsafnað metan hjá meðhöndluðu (rautt) og ómeðhöndluðu sigvatni (blátt) í minna kerfinu.

Minna myndaðist af metani og gasi við gerjun sigvatnsins enda innihélt það minna af þurrefni. Minni munur var á metanmyndun á meðhöndluðu og ómeðhöndluðu sigvatni en fyrir svínaskít líklega vegna þess að hluti uppleysta efnisins í sigvatninu er ekki lífrænt og hugsanlega þess vegna tekur það lengri tíma að byrja að gerjast og metanmyndun minni. Engu að síður var um 70% munur á meðhöndluðu og ómeðhöndluðu sigvatni.

Niðurstöður sýna að rafpúlsameðhöndlun er að sundra lífrænu efni og gera það leysanlegra og aðgengilegra fyrir metanmyndandi bakteríur eins og niðurstöður sína bæði fyrir mykju og svínaskít og einnig fyrir sigvatn. Það er einnig ljóst að rafpúlsar auka metan framleiðsluna en áhrifin eru tengt því hve mikil meðhöndlunin er sem er orkan sem lögð er í meðhöndlunina. Líklega hefur meðhöndlunin mismunandi áhrif á mismunandi hráefni eftir því hve auðvelt er að brjóta það niður og hve mikið af lífrænum efnum eru til staðar. Sigvatn frá haugunum inniheldur hlutfallslega meira af ólífrænum uppleystum efnum en t.d. svínaskítur. Rafpúlsar henta líklega best fyrir hráefni sem ekki er auðleysanlegt og inniheldur mikið af örverum en þá má búast við mestum árangri. Stærra kerfið virðist hægverkara en minna kerfið þar sem gerjunin fer hægar í gang og myndar minna lífgas á sama tíma. Hafa verður þetta í huga þegar framleiðslan er sköluð upp.

Þær tilraunir sem verða gerðar á fleiri hráefnum á næstunni munu vonandi sýna að sem flest lífræn efni henta fyrir rafpúlsameðhöndlun nema e.t.v. mjög auðleyst efni svo og mjög torleyst efni.

4 Hagkvæmni rafpúlsa

Ef unnið er úr 30000 tonnum af lífrænu hráefni með 25% þurrefnisinnihaldi sem samsvarar um 7500 tonnum af þurrefni þá má gera ráð fyrir um 250-300 Nm³/tonn að jafnaði. Ef 50% aukning fæst nást allt að 450 Nm³.

Að þessu sinni er aðeins um lauslega athugun á hagkvæmni að ræða en gera má er ráð fyrir rafpúlsatæki fyrir slíka vinnslu kosti á bilinu 50 og allt að 120 milljónir eftir því hve stórt það er t.d. frá Diversified Technologies. Það er afskrifað á 15 árum. Viðhald á tæki er áætlað um 1 milljón króna og hreinsunarkostnaður um 0.5 milljónir.

Gert er ráð fyrir raforkunotkun sem er um 22 kwh á m³ á þynntu hráefni sem er um 5% að styrk en þetta þýðir að meðhöndla þarf 150.000 tonn. Samtals gerir þetta um 3.3 milljón kwh. Ef gert er ráð fyrir að einhver afsláttur fái af raforkukostnaði svo að kostnaður sé um 8 kr/kwh þá gerir það um 26.4 milljón krónur. Athuga þarf þó möguleikann á að meðhöndla hráefnið í meiri styrk og þynna það síðan út. Það gæti sparað meðhöndlunarkostnað.

Ef öll upphæðin er tekin að láni fyrir tækinu og 8% vextir í 15 ár þá má gera ráð fyrir að afborganir séu 6 til 16 milljónir á ári.

Heildar rekstarkostnaður gæti því verið á bilinu 34 til 46 milljónir á ári.

Ef það næst 50% aukning þá má gera ráð fyrir að sama magn af hráefni sé að gefa um 1.125 milljón Nm³ aukningu í metani. Ef áætlað er að 70 kr fái fyrir Nm³ þá gerir það 78.8 milljónir og nettó framleiðsluaukning því um 33-42 milljónir. Í töflu sex má sjá þrjár sviðsmyndir miðað við mismunandi kostnað vegna tækja og mismunandi nýtni.

Tafla 6. Hagkvæmni rafpúlsa miðað við þrenns konar mögulega fjárfestingarkostnað og vinnslu á 7500 tonn af þurrefni.

Prósent aukning í metan framleiðslu	Aukning í Nm ³	Nettó hagnaður (tap) miðað við 50 m. í fjárfestingu	Nettó hagnaður (tap) miðað við 120 m. í fjárfestu.	Nettó hagnaður (tap) miðað við 175 m. í fjárfestu.
10	225.000	-17.991.477	-26.169.545	-32.595.170
20	450.000	-2.241.477	-10.419.545	-16.845.170
30	675.000	13.508.523	5.330.455	-1.095.170
40	900.000	29.258.523	21.080.455	14.654.830
50	1.125.000	45.008.523	36.830.455	30.404.830
60	1.350.000	60.758.523	52.580.455	46.154.830
70	1.575.000	76.508.523	68.330.455	61.904.830
80	1.800.000	92.258.523	84.080.455	77.654.830
90	2.025.000	10.8008.523	99.830.455	93.404.830
100	2.250.000	123.758.523	115.580.455	109.154.830

Ef miðað er við dýrasta fjárfestingarkostinn þá þyrfti yfir 30% aukningu á metanframleiðslu til að fjárfestingin borgi sig. Tvöföldun metanframleiðslunnar (100% aukning) borgar sig upp á einu til tveimur árum eftir því hver stofnkostnaður er.

5 Verkbættir; seinna ár

Framhaldstilraunir verða gerðar á lífrænum úrgangi og fleiri tilraunir á sigvatni að viðbættum tilraunum á auðguðu vatni. Síunarkerfi Sorpu s.k. percolation system sem verið er að prófa dælir vatni í haugana undir þrýstingi og leysir það mun meira af lífrænu efni upp en sjálfrennandi sigvatnið inniheldur. Ætlunin er að gera tilraunir á auðguðu vatni við mismunandi hitastig frá síunarkerfinu þar sem dælt verður mismunandi heitu vatni í gegnum haugana og athugað hvort munur verður á magni lífræns efnis sem vatnið tekur með sér. Ein leið til að nýta haugana betur er að auðga sigvatnið (percolation water) með þessum hætti og auk þannig nýtinguna á metangasframleiðslu úr haugunum. Einnig verða gerðar tilraunir á blönduðum matarleifum og svo matarleifum með mismunandi íblöndun af pappa, skít og mykju og borin saman við ómeðhöndluð sýni. Hráefni verða meðhöndluð með púlsum sem samsvara orkunotkun (energy intensity) 10, 20 og 40 kwh/m³.

Samhliða þessum tilraunum verður unnið áfram að gerð hagkvæmni-athugunnar á notkun rafpúlsatækni í metanvinnslu miðað við þær magntölur sem Sorpa er að fást við. Farið verður nákvæmar yfir stofn-og rekstrarkostnað og hagkvæmni metin útfrá þeim tölum um metanaukningu sem fæst úr tilraunum.

Heimildir

Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. (1991). Compact automated displacement gas metering system for measurement of low gas rates from laboratory fermentors.

Baneszak, J.E., Burrowes, P., and Lopez, R. 2009. Focused-pulsed Treatment of Waste Activated Sludge: A Year review. Lecture in the 5th Canadian Residuals and Bio-solids Conference, Ontario Canada.

Geotech.(2012).GA2000*Datasheet*.Retrievedfrom<http://www.keison.co.uk/products/geotechnical/GA2000.pdf>

Salerno, M.B, Lee H.-S, Parameswaran P., and Rittman B.F. 2009. Using a pulsed electric field as a pretreatment for improved biosolids digestion and methanogenesis. *Water Environment Research*, August 81, 8, 831-839