

Ágrip

Skýrsla þessi „VINNSLA LÍFRÆNS ELDHÚS-ÚRGANGS – NOKKRAR AÐFERÐIR OG KOSTNAÐUR“ er unnin fyrir SORPU bs. af Stuðli verkfræði- og jarðfræðipjónustu. Fjallað er um mögulegar aðferðir við vinnslu lífræns eldhúsúrgangs og athugaður líklegur kostnaður við nokkrar aðferðir. Skýrslan í heild sinni er aðgengileg á heimasíðu SORPU.

Skilgreiningar

Haugagas - Blanda af mismunandi gastegundum sem myndast við loftfirrtar aðstæður. Myndast t.d. í sorphaugum. Haugagas inniheldur metan og koltvíoxíð ásamt fleiri gastegundum.

Jarðvegsbætur - Afurð sem verður til við jarðgerð, hvort sem er loftháða eða loftfirtra.

Lífrænn eldhúsúrgangur - Lífrænn úrgangur frá vanalegum eldhússtörfum, s.s. matarafgangar (kjöt, fiskur, grænmeti, sósur, ávextir o.s.frv.) ásamt bleium, bindum, bómull, afþurrkunarpappír og pappírspokum.

Lífrænn heimilisúrgangur - Lífrænn úrgangur frá vanalegum heimilisstörfum, s.s. lífrænn eldhúsúrgangur, garðaúrgangur, pappír, pappi, fernur og timbur.

Lífrænn úrgangur - Hvers kyns lífrænn úrgangur sem SORPA bs. tekur við í dag og á uppruna sinn á heimilum eða í fyrirtækjum. Innifelur m.a. lífrænan eldhúsúrgang, garðaúrgang, pappír, pappa, fernur, sláturhúsaúrgang og timbur ásamt öðrum lífrænum úrgangi frá fyrirtækjum.

Loftfirrt jarðgerð - Vinnsla lífræns úrgangs þar sem súrefni kemst ekki að vinnslunni.

Loftháð jarðgerð - Vinnsla lífræns úrgangs þar sem súrefni er notað við vinnsluna.

Bakgrunnur

Niðurbrot lífrænna efna gerist með hjálp örvera, annað hvort loftháðra eða loftfirtra.

Loftháðar og loftfirrtar örverur ráða mis vel við að brjóta niður hinar ýmsu gerðir lífrænna efna. Loftfirrtar örverur ráða mjög illa við lífrænt efni sem inniheldur kvoðuefni, vöx og tréni. Loftháðar örverur ráða betur við þessi efni en niðurbrotið getur tekið langan tíma.

Þegar bæði loftháðu og loftfirrtu niðurbroti lýkur verður eftir moldar- eða húmuskennt efni sem er mjög næringarefnaríkt. Plöntur og gróður geta nýtt þessi næringarefni og þannig er hægt að loka náttúrulegri hringrás efnanna. Við loftfirtra vinnslu verður einnig til haugagas sem er blanda koltvíoxíðs og metans. Nota má metan í stað olíu eða bensíns á vélar ökutækja og framleiða rafmagn eða varma með brennslu þess.

Aðferðir

Bæði loftháð og loftfirrt niðurbrot lífrænna efna gerist hægt í náttúrunni. Með því að skapa kjöraðstæður fyrir örverurnar má flýta þessu ferli. Þetta hafa menn nýtt sér við vinnslu lífræns úrgangs. Þróaðar hafa verið bæði loftháðar og loftfirrtar aðferðir til að brjóta niður ýmis lífræn efni, s.s. eldhúsúrgang, garðaúrgang, húsdýraáburð, sláturhúsaúrgang og seyru svo fátt eitt sé talið.

Loftháðum aðferðum má skipta í tvennt, *opnar* og *lokaðar* aðferðir.

Lokaðar loftháðar aðferðir fara annað hvort fram innanhúss, þar sem fylgst er með öllu loftflæði og allt loft er hreinsað eða utandyra í lokuðum færanlegum eða föstum einingum þar sem lofti og loftgæðum er einnig stjórnað.

Loftfirrtum aðferðum má í meginatriðum skipta í þrennt, *þurrar*, *hálfþurrar* eða *votar* aðferðir.

Kostir opinna loftháðra aðferða: krefjast lítillar tækniþekkingar, ekki mikilla eða stórra bygginga, oftast ódýrasta aðferðin. **Gallarnir eru:** vinnslan tekur langan tíma, meindýr eiga greiðan aðgang, fok- og lyktarvandamál algeng, krefjast stórs athafnasvæðis, safna þarf sigvatni og hreinsa, ótryggt hvort aðferðin tryggir heilnæmi afurða, vinnuáðstæður starfsmanna geta verið óheilnæmar, ekki er hægt að endurnota þann varma sem myndast við vinnsluna.

Kostir lokaðra loftháðra aðferða: aðgangur meindýra er hindraður, fokvandamál eru úr sögunni, auðveldara að eiga við lykt, vinnslutímminn er stuttur, hægt að nýta þann varma sem myndast við vinnsluna, vinnuáðstæður starfsmanna eru betur tryggðar. **Gallarnir eru:** flestar aðferðir krefjast stórra og flókinnar bygginga, eru tæknilega flóknar, lyktarvandamál eru þekkt.

Kostir loftfirtra aðferða: aðgengi meindýra er torveldað, fokvandamál lítil, lyktarvandamál óalgeng, vinnslutímminn er stuttur, vinnslan er sjálfri sér nóg um orku, getur skilað afgangorku í formi metans, vinnuáðstæður starfsmanna betur tryggðar, krefjast ekki mikils athafnasvæðis, blöndun með stoðefnum í flestum tilfellum óþörf. **Gallarnir eru:** oftast tæknilega flóknar, krefjast nokkuð stórra bygginga, stundum þarf að hreinsa mjög næringarefnaríkt vatn, þurfa að öllu jöfnu eftirmeðferð í formi loftháðra aðferða. Ein undantekning á þessu er aðferð sem kallast *orkuhleifur*. Þá er efninu komið fyrir í hleifum þar sem gasi er safnað í 3-5 ár, þá er hleifurinn fjarlægður og annar settur í staðinn. Þessi aðferð er tæknilega einföld en tekur langan tíma.

Samanburður aðferða

Í skýrslunni er lýst tuttugu mismunandi aðferðum við vinnslu lífræns eldhúsúrgangs, fimm loftháðum opnum aðferðum, tíu loftháðum lokuðum aðferðum og fimm loftfirrtum aðferðum. Gefin er stutt lýsing á hverri aðferð og lýst helstu kostum og göllum hverrar aðferðar. Þessar aðferðir eru:

Loftháðar opnar aðferðir: Múgar, loftaðir múgar, dúkar/membrur, (maðkar).

Loftháðar lokaðar aðferðir: Gámar, beddar, loftaðir/hræðir gangar, rásir, kassar, tromlur, þjöppun, turnar og votmeðferð.

Loftfirrtar aðferðir: Þurrvinnsla, hálfþurr vinnsla, eins þrepa votvinnsla, tveggja (fjöl-) þrepa vinnsla og orkuhleifur

Í skýrslunni eru þessar aðferðir bornar saman. Borin eru saman áhrif þessara aðferða m.t.t. aðgengis meindýra, hættu á foki og lyktarmengun, heilnæmis afurða, flatarmálsþarfar, byggingaþarfar, tæknistigs, afgangsvatns, orkunotkunar og vinnuumhverfis starfsmanna. Ekki er lagt mat á mikilvægi hvers athugunarþáttar.

Við samanburð, þar sem ekki er tekið tillit til mikilvægi athugunarþátta, kemur í ljós að **gámar, hitakær loftfirrt þurrvinnsla og orkuhleifur** koma best út

Í skýrslunni er gerð stuttlega grein fyrir samanburði sem gerður var í Sviss á umhverfisáhrifum mismunandi aðferða. Þar var reynt að ákvarða heildar umhverfisáhrif hinna ýmsu aðferða og var þá tekið tillit til ýmissa umhverfisþátta s.s. eyðingu ósonlagsins, súrs regns, áburðarmengunar, aukinnar hættu á krabbameini o.s.frv. Ekki er hægt að heimfæra þessa athugun beint upp á íslenskar aðstæður, m.a. í ljósi þess að mikið af raforku Evrópu er framleitt með kolum og kjarnorku. Hins vegar gefa niðurstöður þessarar athugunar ákveðnar vísbendingar sem vert er að hafa í huga. Í þessari athugun kom m.a. í ljós að metangasmengun frá loftháðum aðferðum er síst minni en frá loftfirrtum.

Í niðurstöðum samanburðarathugana frá Sviss á umhverfisáhrifum loftháðra og loftfirtra aðferða segir: „... í dag er erfitt að skilja hvers vegna menn vinna efnid eingöngu loftháð og nota dýrt og óendurnýjanlegt jarðefnaeldsneyti til að eyðileggja þá endurnýjanlegu sólarorku sem felst í hinum lífræna úrgangi“.

Af þessu og þeim samanburði sem að framan greinir, má sjá að út frá umhverfislegum sjónarmiðum hafa loftfirrtar aðferðir ákveðna kosti umfram loftháðar. Sú staðreynd að loftfirrtar aðferðir eru sjálfar sér nógar um orku og meira en það, gera loftháðar aðferðir ekki jafn eftirsóknarverðar og í fyrstu mætti halda. Bæta þarf orku við loftháða vinnslu og við sumar þarf að brenna olíu sem leiðir til aukningar á koltvíoxíði í andrúmsloftinu. Því vaknar sú spurning hvort hægt sé að sameina kosti beggja þessara aðferða og nota loftháðar aðferðir við niðurbrot trénisefna en loffirrtar

aðferðir við niðurbrot auðveldari efna. Jafnvel þótt tekin verði upp slík samþætt vinnsla er orkan, sem kemur frá loftfirrtar ferlinu, nægjanleg fyrir orkuþörf beggja aðferða. Slíkri samþætti vinnslu er lýst í skýrslunni.

Úrgangsmagn og söfnun

HÖFUÐBORGARSVÆÐIÐ	
<i>Lífrænn heimilísúrgangur:</i>	31.000 tonn/ári.
<i>þar af lífrænn eldhúsúrgangur:</i>	20.000 tonn/ári
<i>Annar lífrænn úrgangur</i>	54.000 tonn/ári
<i>Lífrænn landbúnaðarúrgangur</i>	45.000 tonn/ári
<i>Samtals lífrænn úrgangur</i>	130.000 tonn/ári

Heildarmagn lífrænna efna sem til fellur á höfuðborgarsvæðinu er áætlað 130.000 tonn/ári. Allan þennan lífræna úrgang mætti vinna, en hann hentar mis vel til vinnslu, sumt hentar til loftháðrar vinnslu og sumt til loftfirrtar vinnslu. Eins og áður hefur komið fram fjallar skýrsla þessi eingöngu um lífrænan eldhúsúrgang.

Jafnvel þótt tekin verði upp flokkun lífræns eldhúsúrgangs má ljóst vera að ekki skilar sér allt það efni sem til fellur á heimilum. Skv. reynslu Dana næst um 30 % af lífrænum úrgangi jafnvel þótt úrgangurinn sé flokkaður á upprunastað. Í samráði við SORPU var ákveðið að bera saman þrjár stærðir vinnslulína sem gætu tekið við 7.500 tonnum, 15.000 tonnum og 20.000 tonnum af lífrænum úrgangi á ári. Flokkun á upprunastað og söfnun er utan ramma þessa verkefnis.

Mismunandi aðferðir eru til við flokkun og söfnun lífræns úrgangs. Því er mikilvægt að sveitarfélögin vinni saman að heildstæðri lausn. Slíkt kemur í veg fyrir misskilning og vandræði sem gætu skapast vegna mismunandi flokkunarkerfa. Flokkun og söfnun lífræns úrgangs er flókið ferli sem sveitarfélögin verða að taka sameiginlega á ef fara á í flokkun og vinnslu lífræns úrgangs.

Afurðir og efnahagslegur ávinningur

Efnahagslegur ávinningur SORPU af því að taka upp vinnslu lífræns úrgangs er

misjafn eftir aðferðum. Ávinningurinn felst að mestu í spöruðu urðunarplássi sem aftur leiðir til aukinnar endingar urðunarstaðarins. Þetta getur einnig haft áhrif á rekstrarkostnað urðunarstaðarins. Slíkur ávinningur er óháður þeirri aðferð sem valin er til vinnslunnar.

Gert er ráð fyrir að afurðir í formi fasts og/eða fljótandi jarðvegsbætis séu verðlausar. Jafnvel þó áburðar-efnainnihald þessara efna feli í sér ákveðið „verðmæti“ kemur slíkt ekki inn í tekjur SORPU nema einhver sé reiðubúinn til að greiða fyrir efnið. Nokkrir aðilar hafa sýnt þessu efni áhuga án þess þó að einhver verð séu til viðmiðunar.

Reynsla erlendis sýnir að framleiðendur jarðvegsbætis fá alla jafna ekki greitt fyrir afurðina nema í mesta lagi einhverja sárabót. Vel mætti hugsa sér að pakka efnið í notendapakkingar en í skýrslunni er ekki gerð tilraun til að meta kostnað eða ávinning af slíku.

Metangasi, sem myndast við loftfirrtar aðferðir, má brenna til framleiðslu og sölu á varma eða raforku. Einnig má hreinsa og selja gasið til notkunar á ökutæki. Gert er ráð fyrir í skýrslunni að SORPA selji gasið sem hráorku til annars aðila sem sjái þá um að skapa varma, raforku eða eldsneyti á ökutæki. Slíkt er eðlilegt þar sem fyrirtækið (SORPA bs.) er ekki orku-fyrirtæki eða smásöluaðili ökutækja-eldsneytis.

Kostnaður

Við kostnaðarsamanburð **er ekki tekið tillit til aukins kostnaðar vegna flokkunar eða söfnunar lífræns eldhúsúrgangs.** Eingöngu er tekið tillit til þess kostnaðar sem SORPA hefði af breyttu fyrirkomulagi. **Áætlaður kostnaður gefur allgóða vísbendingu um kostnaðarmun milli aðferða og endurspeglar grófluga raunkostnað hvernar aðferðar.**

Við samanburðinn kemur í ljós að orkuhleifur virðist í öllum tilfellum hagstæðastur, en verulegum fjárhæðum getur munað milli aðferða. Hagstæðast er í öllum tilfellum að vinna 15.000 – 20.000

tonn á ári en vinnsla á 10.000 tonnum á ári eða minna er í öllum tilfellum óhagstæðari. Í töflunum hér á eftir er samantekt á áætluðum samanlögðum stofn- og rekstrarkostnaði þeirra aðferða sem athugaðar voru.

Áætlaður kostnaður pr. tonn (kr/tonn) af lífrænum úrgangi eftir aðferð og magni.

AÐFERÐ	Tonn/ári		
	7.500	15.000	20.000
Opnir múgar	12.493	7.249	6.128
Loftaðir múgar	12.164	7.294	6.226
Gámar, meðaltal	10.908	7.708	6.951
Opnir kassar	10.537	8.000	7.341
Þurr hitakær+loftun	11.731	8.247	7.196
Hálfþurr-hitakær	9.271	8.017	7.434
Hálfþurr/þurr-hitakær+beddi	13.876	10.494	9.114
Millihitakær votvinnsla	11.801	7.328	6.405
Orkuhleifur	7.675	4.376	3.490
Núverandi móttökugjöld SORPU	5.320	5.320	5.320

Áætlaður kostnaður pr. tonn (kr/tonn) af lífrænum úrgangi eftir aðferð og magni að teknu tilliti til ávinnings (sparað urðunarrými og hráorkusala).

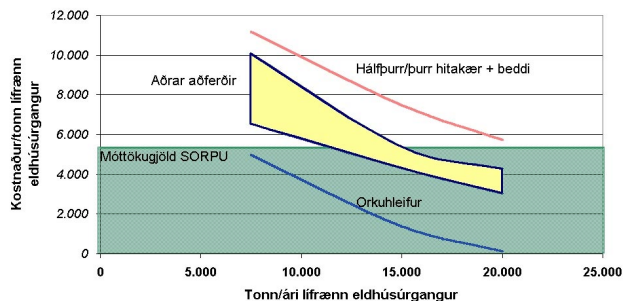
AÐFERÐ	Tonn/ári		
	7.500	15.000	20.000
Opnir múgar	10.066	4.518	3.023
Loftaðir múgar	9.737	4.564	3.121
Gámar, meðaltal	8.481	4.978	3.846
Opnir kassar	8.109	5.270	4.236
Þurr hitakær+loftun	9.036	4.874	3.823
Hálfþurr-hitakær	6.576	5.019	4.061
Hálfþurr/þurr-hitakær+beddi	11.181	7.496	5.741
Millihitakær votvinnsla	9.105	4.329	3.032
Orkuhleifur	4.980	1.378	117
Núverandi móttökugjöld SORPU	5.320	5.320	5.320

Eins og sést af þessum töflum virðist orkuhleifurinn vera ódýrasti kosturinn. Röð aðferða m.t.t. kostnaðar, helgast af magni sem unnið er og er röðin ekki alltaf sú sama. Sé tekið tillit til ávinnings virðist orkuhleifurinn enn vera ódýrasti kosturinn.. Rétt er þó að hafa í huga að kostnaðarmunur milli aðferða er ekki mikill og full ástæða til að skoða betur t.d. hálfþurra-hitakæra vinnslu.

Næsta mynd sýnir kostnaðarsamanburð aðferða að teknu tilliti til ávinnings. Dýrustu og ódýrustu aðferðirnar skera sig úr og kostnaður pr. tonn minnkar með

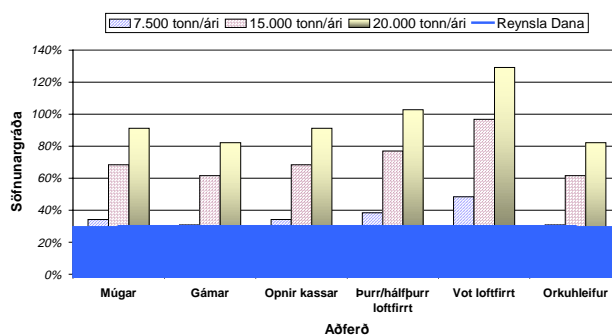
auknu magni. Hagkvæmni stærðarinnar kemur þar berlega í ljós.

Kostnaðarsamanburður að teknu tilliti til ávinnings, hæstu og lágstu kostnaðartölur aðskildar



Söfnunargráða lífræns eldhúsúrgangs þ.e.a.s. hve miklu hægt er að safna af vinnanlegu efni ræður stærð þeirrar vinnslulínu sem valin verður. Vinnanlegt magn er hins vegar háð vinnsluáætluninni (t.d. henta bleiur í suma vinnslu en ekki aðra). Á næstu mynd má sjá hvaða söfnunargráðu er nauðsynlegt að ná við hverja aðferð og magn (búið að taka tillit til stoðefna þar sem það á við).

Nauðsynleg söfnunargráða miðað við vinnslugetu og aðferð



Sé tekið mið af danskri reynslu er óraunhæft að ætla sér að ná 20.000 tonnum af lífrænum eldhúsúrgangi. Miðað við 15.000 tonna vinnslugetu þarf 60 -85% skil og við 20.000 tonna vinnslugetu þarf 80 - 130% skil til að vinnslugetan sé fullnýtt. Verði vinnslulína hönnuð fyrir 15.000 tonn/ári og söfnunargráðan er 30% verður mismunurinn að koma annars staðar frá t.d. frá atvinnulífínu. Þær aðferðir sem þarfnast lægstrar söfnunargráðu (gámar og orkuhleifur) eru einnig sveigjanlegustu aðferðirnar og bjóða því helst upp á þann möguleika að vinnslugetan á hverjum tíma sé í takt við söfnunargráðuna. - *Mai 2000/ -bhh*