



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

BIOKAASUN TUOTANTO SIKATILALLA

Tomi Pirttimäki

Opinnäytetyö
Lokakuu 2019
Konetekniikan koulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma

PIRTTIMÄKI, TOMI:
Biokaasun tuotanto sikatilalla

Opinnäytetyö 29 sivua
Lokakuu 2019

Opinnäytetyön aiheena on biokaasun tuotanto sikatilalla. Työssä tehtiin kartoitus edellytyksistä biokaasutuotannon aloittamiseksi. Työn tilaajan on helpompaa tehdä päätös biokaasutuotannon aloittamisesta, kun alustavat laskelmat on tehty.

Kartoituksessa selvitettiin tilan käytettävissä olevien raaka-aineiden biokaasuntuottopotentiaalia tilan energiankulutukseen. Vertailuvuodeksi valittiin vuosi 2017. Kyseisen vuoden sähkön-, lämmön- ja öljynkulutusta verrataan biokaasusta tuotettavaan energiaan. Metaanintuottopotentiaali eli biokaasun energiantuottokyky lasketaan vuonna 2017 käytettävissä olleiden raaka-aineiden mukaan. Raaka-aineina olivat omalta tilalta saatavissa olevat eli sianlanta, nurmikasvit ja oljet.

Laskelmien mukaan tilan sähköenergian kulutus on korvattavissa biokaasulla tuotettavalla sähköenergialla. Lämpöenergian tarpeeseen biokaasua ei tule riittävästi. Määtysjäännös on edelleen käytettävissä lannoitteena, sillä biokaasuprosessista huolimatta syötteen ravinteet pysyvät tallella.

Ympäri vuoden tasaisesti biokaasua käyttämällä tilan sähköenergia on korvattavissa biokaasulla. Ongelma on lämpöenergian tuhlaaminen kesäkuukausina, sillä sähkön tuotanto CHP-voimalassa tuottaa myös lämpöä. Lämpö on arvotonta, jos sitä ei tarvita. Ratkaisuna voisi yrittää painottaa biokaasun tuottoa talvikuukausille mutta se tuo omat ongelmansa. Liikennepolttoaineena kaasun käyttö tuo lisää kustannuksia puhdistusvaatimuksen muodossa, toisaalta sitä voisi myydä tilan ulkopuolelle. Lämpöä voi hyödyntää pelletöimällä ja kuivaamalla määtysjäännöstä. Pelletöity määtysjäännös on halvempaa kuljettaa pelletille lannoitteeksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tomi Pirttimäki
Biogas production at a pig farm

Bachelor's thesis 29 pages.
October 2019

The subject of this thesis is the production of biogas at pig farm. The aim was to figure out the conditions for starting biogas production. With the aid of the calculations made in this study, it will be easier for the farmer to make the decision to start biogas production.

This study explored the potential of biogas production at the farm in relation to the farm's overall energy consumption. The base year was 2017. The electricity, heat and oil consumption of that year was compared to the energy produced from biogas. The methane production potential, i.e. the energy production capacity of biogas, was calculated according to the raw materials available in 2017. The raw materials available at the farm were pig manure, grass plants and straw.

According to the calculations, the electricity consumption can be covered by electricity produced with biogas. However, there was not enough biogas to cover the energy required for heating. The digestion residue can still be used as a fertilizer because the nutrients remain in the feed after the biogas process.

Using biogas evenly throughout the year, the farm's electricity can be replaced by biogas. The problem is, the thermal energy generated by the CHP power plant goes to waste during the summer months. Heat is worthless if it is not needed. As a solution, it might be possible to focus biogas production on the winter months, but this could also be problematic. The use of gas as a vehicle fuel could also be considered, but the legislative requirements on the purity of the fuel would bring additional costs. On the other hand, surplus fuel could be sold for profit. The heat can be utilized by pelleting and drying the digestion residue. It is cheaper to transport pelletized digestate residue than wet digestate residue to the field as fertilizer.

Key words: biogas, methane, CHP power plant

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	BIOKAASU YLEISTÄ.....	7
2.1	Biologinen perusta.....	7
2.2	Raaka-aineet.....	9
2.2.1	Metaanituotoista.....	10
2.2.2	Lanta.....	12
2.2.3	Kasvibiomassat.....	13
2.3	Prosessit.....	14
2.3.1	Märkämädätys.....	14
2.3.2	Viipymä ja kuormitus.....	15
2.3.3	Kuivamädätys.....	16
2.4	Mädätysjäännös.....	16
2.5	Käyttö.....	17
2.5.1	Lämmöksi ja sähköksi.....	18
2.5.2	Liikennekäyttö.....	19
2.5.3	Jalostuksesta.....	19
3	TILAN ENERGIANKÄYTTÖ.....	21
3.1	Tilan esittely.....	21
3.2	Tilan energiankäyttö.....	21
4	KAASUN TUOTANTO.....	23
4.1	Käytettävissä olevat raaka - aineet.....	23
4.2	Metaanintuotto potentiaali.....	24
4.3	Käyttökohteet.....	25
4.3.1	Energiaksi.....	25
4.3.2	Lämmön hyötykäyttö kesällä.....	25
4.3.3	Mädätysjäännöksen käyttö.....	26
5	MUUTA HUOMIOITAVAA.....	27
5.1	Lupa-asioista.....	27
5.2	Sähkösopimus.....	27
5.3	Palo- ja pelastustoimi.....	27
5.4	Mahdollisia tukia.....	28
6	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET.....	31

ERITYISSANASTO

CHP	Yhdistetty sähkön ja lämmöntuotanto. Combined Heat and Power
MMM	Maa- ja metsätalous ministeriö
Mineraalilannoite	Teollisesti valmistettu lannoite ns. apulanta
Kuivike	Eläinten karsinan kuivana pitoon käytetty aines. esim. oljet
Tähkylä	Viljan osa, jossa jyvät sijaitsevat
TS	Total Solids, kuiva-aine
VS	Volatile Solids, orgaaninen aine

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toimia taustaselvityksenä biokaasun tuotantoa varten sikatilalla. Kartoituksen perusteella tilalla voidaan tehdä johtopäätökset biokaasuntuotannon kannattavuudesta. Laitos on pitkäaikainen investointi, jonka on maksettava itsensä takaisin järkevällä takaisinmaksuajalla.

Tutkimusaineistona käytetään tilalta vuonna 2017 kerättyä tietoa eri energiamuotojen kulutuksesta lähinnä sähkö ja hake. Energiankulutusta verrataan metaanintuottokykyyn vuonna 2017 biokaasuntuotantoon käytettävissä olleiden resurssien pohjalta.

2 BIOKAASU YLEISTÄ

Biokaasua muodostuu metaanibakteerien toiminnan vaikutuksesta hapettomissa anaerobisissa olosuhteissa. Orgaanisen aineksen hajotessa syntyy metaania sisältävää biokaasua sekä lannoitekäyttöön soveltuvaa mädätysjäännöstä.

Biokaasu on seos, joka sisältää tavallisesti 40-70 % metaania, noin 30-60 % hiilidioksidia ja hyvin pieninä pitoisuuksina mm. rikkiyhdisteitä. Biokaasu on uusiutuva biopolttoaine ja energianlähde. Biokaasua voidaan hyödyntää sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä jalostettuna liikennepolttoaineena.

Metaani on vapaasti ilmakehään päästessään 20 – 70 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu. Biokaasun talteenotolla ja hyötykäytöllä voidaan huomattavasti vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä.

Biokaasua muodostuu jatkuvasti kosteikoissa, soilla, vesistöjen pohjakerroksissa ja eläinten suolistossa. Biokaasun tuottamiseen teknisesti on erilaisia vaihtoehtoja, kuten biokaasureaktorit tai biokaasun keräys kaatopaikoilta pumppaamalla.

Arvioitaessa anaerobisen käsittelyn soveltuvuutta biohajoavien jätteiden ja aineiden käsittelyyn on otettava huomioon energian saannin lisäksi myös käsittelyn ympäristönsuojelulliset edut. Asianmukaisesti toteutettuna käsittelyn avulla lannan ja muiden biojätteiden hajuhaitat ja kasvihuonekaasupäästöt vähenevät samalla kun saadaan puhdasta energiaa. (www.biokaasuyhdistys.net.)

2.1 Biologinen perusta

Biokaasu on biologisen hajoamisprosessin tulos, jossa eloperäinen aines hajoaa hapettomissa oloissa. Hapettomuus on ehto metaanibakteereille, jotka mädättävät orgaanista materiaalia poltettavaksi kaasuseokseksi. Mikäli happea on läsnä, biologinen hajoaminen tapahtuu kompostoitumalla. Tämän voi kokeilla kotona sulkemalla biojäteroskapussi tiukasti, jolloin pussiin alkaa muodostua metaania ajan kanssa. Biokaasun koostumus on esitettyinä taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Biokaasun koostumus (Motiva).

Aine	%
Metaani, CH ₄	55-75
Hiilidioksidi, CO ₂	25-45
Hiilimonoksidi, CO	0-0,3
Typpi, N ₂	1-5
Vety, H ₂	0-3
Rikkivety, H ₂ S	0,1-0,5

Metaania muodostavat eliöt ovat muutenkin tarkimpia elinympäristönsä vaatimusten suhteen. Olosuhteet sopeutetaankin metaania tuottavien bakteerien mukaan. Hapetta pääsee biokaasureaktoriin täytöksen yhteydessä, mutta jos määrät ovat pieniä, ongelmia ei synny. Kaasunmuodostuksen ensimmäiseen vaiheeseen osallistuvat liukoistajabakteerit pystyvät käyttämään hapen. Liukoistumisessa orgaaninen aines hajoaa sokereiksi, rasvahapoiksi ja aminohapoiksi. Toisessa vaiheessa liuenneista aineista syntyy yksinkertaisempia rasvahappoja. Nämä hajoavat edelleen kolmannessa vaiheessa etikkahapoksi ja hiilidioksidiksi. Lopulta neljännessä vaiheessa etikkahaposta ja reaktioiden välituotteista vedystä ja hiilidioksidista syntyy metaania. Vety ja rasvahapot ovat haitallisia pieneliöille, joten niiden olisi poistuttava metaanintuotannossa samaa tahtia kuin niitä syntyy. Biokaasuntuotannon vaiheet eivät ole erillisiä toisistaan vaan ne tapahtuvat samanaikaisina.

Mitä korkeampi lämpötila sitä nopeampia biologiset reaktiot yleensä ovat. Myös biokaasun muodostukselle tämä pätee, mutta vain niissä rajoissa kuin prosessiin osallistuvat eliöt sietävät lämpöä.

Biokaasun tuotannon aikana syntyy hyvin vähän lämpöä. Tämän takia ilmasto-oloissamme mädätyssäiliöiden pitää olla lämpöeristettyjä sekä lämmitettäviä, jotta nopeaa hajoamista ja kaasuntuotantoa voidaan ylläpitää. Bakteereille on tärkeää, että lämpötilassa ei tapahdu suuri muutoksia ja että muutokset ovat hitaita, jotta bakteerit ehtivät sopeutua muuttuneisiin olosuhteisiin. (Motiva. 2013 s. 3-5.)

2.2 Raaka-aineet

Kaikki orgaaninen aines kelpaa mädätettäväksi biokaasuprosessissa, parhaiten luonnostaankin helpoiten hajoavalle materiaalille tekniikka sopii parhaiten. Puu on poikkeus, se ei kelpaa mädätettäväksi sisältämänsä ligniinin vuoksi. Maataloudessa helpoiten hajoava aines on käytännössä lantaa, nurmikasveja, esim. sokerijuurikkaan naatteja ja olkea.

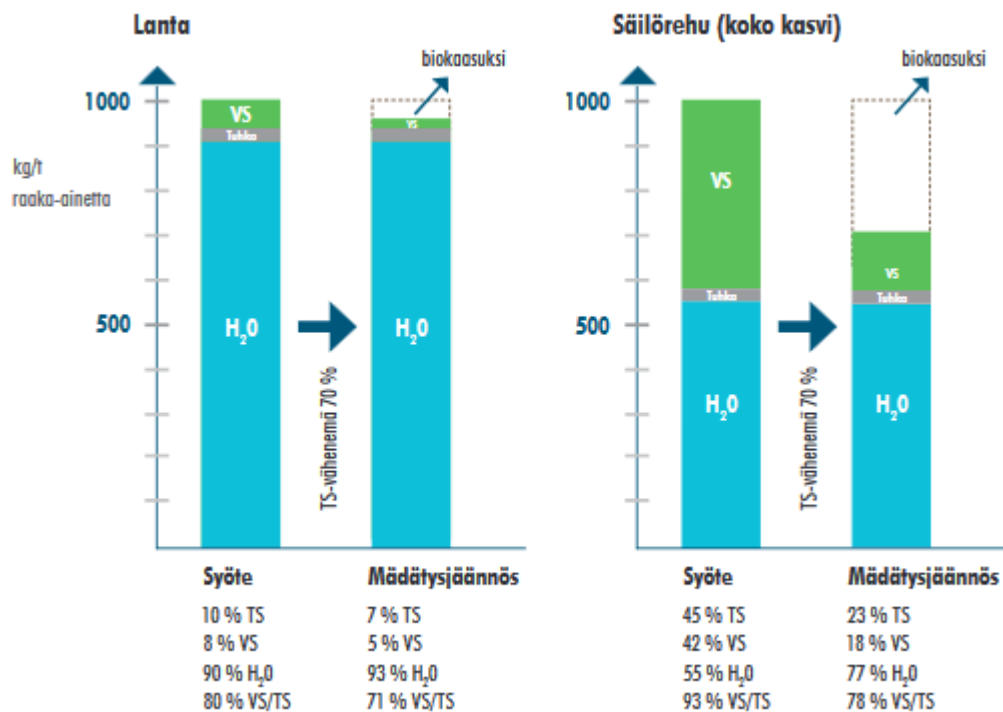
Elintarviketeollisuuden jätteet ja eläinperäiset jätteet kuten teurasjäte ja itsestään kuolleiden eläinten ruhot ovat hyvää materiaalia biokaasulaitokseen. Niiden käyttö edellyttää kuitenkin esikäsittelyä. Eläinperäiset sivutuotteet on hygienisoitava 70 ° C lämpötilassa vähintään tunnin ajan palakoon ollessa alle 12mm. Ruhot tai tautilähteitä sisältävät osat on käsiteltävä 133 asteen lämpötilassa 3 barin paineessa 20 minuutin ajan palakoon ollessa 50mm. (Motiva, 9.)

Esikäsittelyt luonnollisesti nostavat kustannuksia ja edellyttävät laitoshyväksyntää. Hyväksynnät ym. asiat käsitellään omassa luvussaan tuonnempana. Tässä opinnäytetyössä keskityn maatalouden omalta tilalta saataviin raaka-aineisiin, lantaan, nurmeen ja olkeen juuri kustannus ja viranomaisyyistä. Laitoshyväksyntää ei tarvita, kun käytetään oman tilan raaka-aineita ja kun lopputuote käytetään omalla tilalla.

Ympäristöystävällisyyden näkökulmasta lanta ja kasvijätteet ovat kestävimpiä biokaasuntuotannon raaka-aineita. Tuottamalla niistä biokaasua voidaan hallita niiden käsittelyn ja käytön aiheuttamia päästöjä. Samalla korvataan fossiilista energiaa ja mineraalilannoitteita. Jos tuotetaan yksinomaan energiakasveja saattavat kokonaisvaikutukset olla ympäristölle haitaksi. Peltopinta-ala, jota käytetään energiakasvien kasvatukseen, on korvattava jossain muualla ruuan ja rehuntuotannon tarpeisiin. Tämä raivaustarve voi kohdistua esimerkiksi sademetsiin. Toisaalta suomessa MMM on arvioinut että 500 000 hehtaaria peltoa voitaisiin käyttää energiakasvien viljelyyn ruuan ja rehuntuotannon vaarantumatta. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015, 33.)

2.2.1 Metaanituotoista

Materiaali koostuu kuiva-aineesta ja vedestä. Kokonaismassasta käytetään nimitystä märkäpaino. Kuiva-aineesta käytetään termiä TS Total Solids, suomenkielessä termiä ka kuiva-aine. Kuiva-aine koostuu orgaanisesta ja epäorgaanisesta aineesta. Orgaanisesta aineesta käytetään nimitystä VS Volatile Solids. Epäorgaaninen aines on tuhkaa. Biokaasu muodostuu kuiva-aineen orgaanisen osuuden hajotessa. Tuhka eli epäorgaaninen aines jää mädätysjäännökseen hajoamattoman orgaanisen aineksen ja veden kanssa. Tuotannon järkevyyteen vaikuttaa syöteen VS/TS-suhde. Mitä suurempi orgaanisen aineksen osuus ja mitä helpommin hajoavaa se on, sitä sopivampi syöte on biokaasuprosessiin. Kuviossa 1 on kahden VS/TS suhteeltaan erilaisen raaka-aineen koostumus ja massamuutos vertailu biokaasuprosessissa.



KUVIO 1. Lannan ja nurmirehun koostumus ja massamuutos vertailu. (Pakarinen, Kymäläinen)

Reaktorisyötteen kuiva-ainepitoisuuden hallinta ja samalla myös VS-pitoisuuden hallinta on tärkeää vakaalle hajoamisprosessille. Parhaimmillaan syötejakeet muodostavat seoksen, jonka kuiva-ainepitoisuus asettuu itsestään samalle tasolle eikä ylimääräistä laimennusvettä tarvita.

Biokaasutuottoja mitataan yleensä metaanituottoina, koska metaani on se osuus, joka edustaa energiasisältöä. Biokaasun sisältämä toinen suuri osa-aine hiilidioksidi on itsessään palamistuote eikä energiana hyödynnettävissä. Tuottoarvoja tutkittaessa onkin syytä olla huolellinen, kummasta on kyse. Toinen huomioon otettava seikka on mihin suhteutettuna tuotto ilmaistaan. Tuotto voidaan ilmaista orgaanista ainetta VS, kuiva-ainetta TS tai tuorepainoa kohti. Taulukossa 2 on esitetty sian lanta syötteen metaanintuottoarvot eri yksiköissä. Kuiva ainetta taulukon 2 lannassa on 6 % tuorepainosta, josta orgaanista ainetta 83 %. Orgaanisen aineen osuus taas tuorepainosta on 5 %. Tuotot on ilmoitettu litraa metaania per kg, litraa metaania per kg tuorepainoa ja viimeisessä sarakkeessa litraa metaania per kg orgaanista ainetta. Taulukosta huomataan, että huolellisuuteen on syytä tutkittaessa tuottoarvoja.

TAULUKKO 2. Sian lannan metaanintuotto arvoja eri yksiköissä. (Pakarinen, Kymäläinen)

	TS % (tuorepainosta)	VS % (tuorepainosta) % (kuiva-aineesta)	litraaCH ₄ kg ⁻¹ _{a)}	litraaCH ₄ (kgTS) ⁻¹ _{b)}	litraaCH ₄ (kgVS) ⁻¹ _{c)}
Lanta	6	5 83	12,5	208	250

Biokaasu ja metaanintuottomäärät on helppo muuttaa energiaksi. Metaanin energiasisältö on 10 kWh/m³ eli 36 MJ/m³. Näin ollen biokaasun energiamäärä määräytyy sen metaanipitoisuuden perusteella. Jos biokaasu sisältää metaania 60% tämän biokaasun energiasisältö on 6kWh/m³biokaasu. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015.)

Tyypillisimmät maatalouden raaka-aineryhmät esitellään seuraavaksi eli lanta ja kasvibiomassat. Materiaalien yhteydessä esitetyt kaasuntuottoarvot ovat kokeellisesti mitattuja ja käytännössä saavutettuja tuottoja. Olosuhteiden mukaan raaka-aineelle on voitu saada hyvinkin erilaisia tuottoja.

2.2.2 Lanta

Lanta on erinomainen perusraaka-aine biokaasulle. Vaikka lannan metaanituotto ei ole kovin korkea, sitä muodostuu suuria määriä tasaisesti ja laatu on suhteellisen tasaista. Metaanituoton alhaisuus johtuu lannassa siitä, että eläin on rehussaan hyödyntänyt pääosan organisesta aineksesta ja lantaan päätyy heikommin hajoava aines. Taulukossa 2 huomataan eri eläinten lantojen metaanintuotossa olevan eroja. Eläimiä ruokitaan eri tavoin ja ne hyödyntävät rehunsa eri tavoin. Nautojen ruuansulatus on tehokas, jolloin niiden lantaan jää suhteellisen vähän biokaasuprosessissa hajoavaa orgaanista ainesta. Sikojen lantaan taas päätyy enemmän orgaanista ainetta. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015.)

TAULUKKO 3. Eri lantojen metaanintuottoja. Metaanikuutiometriä / kuiva-aine tonni. Ja metaanikuutiometriä per tuorepainotoni. (Kymäläinen, Pakarinen)

MATERIAALI	$m^3CH_4(tVS)^{-1}$	$m^3CH_4(t tp)^{-1}$
Lehmän lietelanta	120 – 300	10 – 20
Sian lietelanta	180 – 490	12 – 24
Lehmän kuivalanta	126 – 250	24 – 55
Sian kuivalanta	162 – 270	33 – 39
Siiplikarjanlanta	150 – 300	42 – 156

Lantatyypin vaikutus metaanintuottoon. Lietelannassa on runsaasti vettä, koska esimerkiksi sikalan pesuvedet johdetaan tarkoituksella sen joukkoon. Lietelanta on näin ollen laimeaa ja sen metaanintuotto tuorepainoa kohti alhainen. Kuivalanta on kiinteää ja sillä on korkea kuiva-aine pitoisuus, joten metaanintuotto tuorepainoa kohti on korkeampi.

Lantatyypin vaikutus myös laitostyyppin valintaan. Lietelannoille soveltuvat märkäprosessit eivät sovellu kuiville lannoille yksistään. Kiinteille lannoille valitaan joko kuivaprosessi tai sitten ne yhteiskäsitellään lietelannan kanssa. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015 s. 33-37.)

2.2.3 Kasvibiomassat

Suomessa potentiaalisin energiakasvi on nurmi. Sitä viljellään jo rehukäyttöön merkittävällä pinta-alalla. Nurmella on myös ympäristöhyötyjä, kuten hiilinieluna toimiminen. Nurmet estävät myös ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin, talviaikaisen kasvipeitteisyyden myötä. Ympäristöhyödyt jäävät tällä hetkellä käyttämättä, koska kaikelle nurmelle ei ole käyttäjiä. Tuotannon erikoistuminen on myös jättänyt nurmet pois kasviviljelytilojen viljelykierrosta, koska ei ole kotieläintiloja, jotka tarvitsisivat nurmirehua. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015.)

Tuotannon sivutuotteena muodostuu myös nurmea, jolle ei ole käyttötarkoitusta.

Tällaisia ovat kesantonurmet, hoidetut viljelemättömät pellot ja vesistöjen suojavyyhykenurmet. Ne voitaisiin korjata ja hyödyntää, mutta vailla käyttötarkoitusta se jää tekemättä. Kesannoilta nurmia esimerkiksi muodostuu vuosittain 3,5 miljoonaa tonnia. Lisäksi rehukäytössä muodostuu ylijäämiä ja hävikkiä, jota ei useinkaan hyödynnetä. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015, 37-38)

Viljanviljelyssä muodostuu olkea, joka pääosin jätetään peltomaahan tai hyödynnetään kuivikkeena. On arvioitu, että olkea muodostuisi 4,8 miljoonaa tonnia tuorepainoltaan vuosittain. Tämä sisältää koko oljen eli tyngän, joka vähintään jää peltoon sekä lopun silpun. Arviolta 60% oljesta on pellolta pois kerättävissä. Oljen kuiva-ainepitoisuus on luokkaa 86 -90 %, josta orgaanisen aineen osuus on 92 %. Jos oljesta osakin ohjattaisiin biokaasuntuotantoon, tuotettu energiamäärä voi olla merkittävä. Taulukossa 4 kasvipohjaisen materiaalin biokaasun tuottoarvoja. Ensimmäisessä sarakkeessa kuutiometriä metaania per tonnia orgaanista ainetta ja toisessa sarakkeessa kuutiometriä per tuorepainotoni. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015, 37-38.)

TAULUKKO 4. Kasvibiomassan metaanin tuottoarvoja. (Kymäläinen, Pakarinen)

Materiaali	$m^3CH_4(tVS)^{-1}$	$m^3CH_4(t\ tp)^{-1}$
Olki	240 – 320	199 – 260
Nurmi	213 – 410	72 – 104
Ruokohelppi (tuore)	253 – 351	47 – 116
Maissi	312 – 410	-
Sokerijuurikkaan naatit	340	34

2.3 Prosessit

Biokaasulaitoksessa on tietyt prosessivaiheet laitoksen koosta tai kaasu muodostus tavasta huolimatta. Raaka-aineet esivarastoidaan ja esikäsitellään ennen siirtoa itse prosessiin. Maatilanmallin laitoksessa esivarastona toimii esim. sikalan lietesäiliö. Lietesäiliöstä raaka-aine pumpataan itse reaktoriin ja lisäsyötteen esikäsitellynä esim. nurmen murskaus, jonka jälkeen murska lisätään reaktoriin.

2.3.1 Märkämädätys

Märkämädätyksen reaktori on sylinterimäinen betonista valmistettu allas, joka on peitetty kahdella tiiviillä kalvolla. Alemman kalvon alla on tila, joka toimii kaasuvälikamerasena, ylempi kalvo toimii sääsuojana. Ylempi kalvo pidetään muodossaan heikon ylipaineen avulla, joka saadaan aikaan puhaltamalla ilmaa puhaltimella kahden kalvon väliin. Kalvojen välissä oleva ilma toimii lämmöneristyksenä, tosin Suomen ilmasto-oloissa lisäeristys on tarpeen. Reaktoriin on muutenkin asennettava lämminvesiputket lämmitystä varten. Reaktorissa on myös sekoitin, joka varmistaa pieneliöiden pääsyn kosketuksiin materiaalin kanssa. Jos materiaalia ei sekoiteta, se kerrostuu siten, että eliömassa on säiliön pohjan läheisyydessä ja syöte jää pintaan.

Koska materiaalia lisätään koko ajan, sitä täytyy myös poistaa tasaisesti. Poistuvalla materiaalilla on edelleen jäljellä osa biokaasuntuotantopotentiaalia. Sitä siirretään kaasutiiviiseen jälkikäsitelyaltaaseen odottamaan levittämistä lannoitteena pellolle. Kiinteiden aineiden syöttö märkämädätyslaitokseen voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Lanta ja kiinteä biomassa voidaan sekoittaa keskenään sekoitussäiliössä ja pumpata sieltä reaktoriin. Kiinteä aine voidaan myös siirtää siirtoruuvien avulla suoraan säiliöön. Ratkaisuna on käytetty tavallisesti apevaunua, jolla nurmi hienonnetaan ja sen jälkeen ajetaan siirtoruuvilla mädätyssäiliöön. (Motiva, 2013.)

2.3.2 Viipymä ja kuormitus

Aineksen täydellinen mädättäminen vaatii materiaalin pitkää viipymäaika reaktorissa ja siten suurta säiliötilavuutta, mikä nostaa investointi- ja käyttökustannuksia. Materiaalin sekoittamisesta johtuen ei tiedetä, kuinka pitkään yksittäinen molekyyli on reaktorissa. Aineksen keskimääräinen viipymäaika voidaan kuitenkin laskea yksinkertaisesti. Viipymä reaktorissa määritellään mädätys säiliön tilavuudella jaettuna päivittäin poistetun aineksen tilavuudella. Mitä enemmän materiaalia syötetään laitokseen, sitä lyhyemmäksi viipymä muodostuu. Metaania muodostavat bakteerit lisääntyvät kuitenkin hitaasti. Jos säiliöön syötetään materiaalia enemmän kuin sen koko edellyttää on vaarana pieneliöiden poishuhtoutuminen.

Kuormituksella ilmaistaan, kuinka paljon eloperäistä materiaalia mädätys säiliöön voidaan aikayksikköä kohti syöttää. Tämä tarkoittaa reaktoriin vuorokaudessa syötettyä eloperäisen materiaalin määrää jaettuna reaktorin tilavuudella.

Reaktorin suurin kuormitus määräytyy mädätettävän materiaalin ominaisuuksien mukaan. Täyssekoitteisen biokaasureaktorin tyypillinen kuormitus on noin kolme kiloa orgaanista ainetta biokaasureaktorin kuutiometriä kohden vuorokaudessa.

Esimerkiksi:

10 000 kg lietelantaa vuorokaudessa. Noin 10 % kuiva-ainetta TS, josta 80 % orgaanista ainetta VS.

Orgaanisen materiaalin määrä on $10\,000\text{ kg/vrk} \cdot 0,1 \cdot 0,8 = 800\text{ kg/vuorokausi}$.

Mädätys säiliön tilavuus 300 m^3

Kuormitus:

$800\text{ kg orgaanista materiaalia vuorokaudessa} / 300\text{ m}^3\text{ mädätys säiliötilavuus} = 2,67\text{ kg orgaanista materiaalia/ m}^3\text{ mädätys säiliötilavuutta ja vuorokautta kohti}$.

Viipymäaika:

$300\text{ m}^3\text{ Mädätys säiliötilavuus} / 10\text{ m}^3\text{ lietelantaa vuorokaudessa} = 30\text{ vuorokautta}$.

(Motiva 2013.)

2.3.3 Kuivamädätys

Kuivamädätys on märkämädätyksen tavoin riippuvainen vedestä.

Märkämädätysprosessit toimivat pumpattavalla materiaalilla, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 15 %. Kuivamädätyksen käytetään kiinteää materiaalia, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 30 %. Yleisimmin kuivamädätyksessä käytetään autotallityyppistä mädätyskammiota, jossa materiaali on kasalla ja kasan päälle ruiskutetaan nestettä, joka valuu hitaasti syötekerroksen läpi. Valunut neste kootaan ja pumpataan uudelleen materiaalin päälle. Viipymäaika on pidempi kuin märkämädätyksessä ja siitäkin huolimatta materiaaliin tahtoo jäädä huonosti hajonneita taskuja. Aineksen riittämätön sekoittuminen onkin tavallinen kuivamädätyslaitoksen ongelma.

Lisäksi laitos vaatii käsittelyyn tilaa, kun syötettä käsitellään pyöräkuormaajalla.

2.4 Mädätysjäännös

Kaikki mädätysssäiliöön syötetyt ravinteet ovat prosessin jälkeen jäljellä mädätysjätteessä, joka on arvokasta lannoitus- ja maanparannusainetta. Biokaasuprosessilla käsitellyllä lannalla on monia etuja. Kun lanta hajoaa, suurin osa valkuaisaineisiin sitoutuneesta typestä muuttuu ammoniumtypeksi, jota kasvit voivat helpommin hyödyntää. Kun lanta on mädätetty, typen huuhtoutuminen viljelysmaasta vähenee ja lisäksi hajuhaitat pienenevät, kun haisevat orgaaniset yhdisteet pilkkoutuvat prosessissa. Mädätysjäännöksen kuiva-ainepitoisuus on pienempi kuin syötteillä, ja se tasalaatuisempaa. Lisäksi levitys voidaan toteuttaa samalla tekniikalla kuin lietteenkin. (Motiva, 2013.)

Mädätysjätteen erottelulla kiinteään ja nestemäiseen osaan saadaan kahdenlaista lannoitusainetta. Pääosa fosforista on kiinteässä osassa, kun taas nestemäisessä osassa on typpi. Jos viljelysmaalla on ylimäärä fosforia, kiinteä fosforipitoinen osuus voidaan levittää muulle pellolle ja vesipitoinen runsastyyppinen osa kuitenkin hyödyntää kyseisellä viljelysmaalla.

2.5 Käyttö

Biokaasu on hyvää polttoainetta lukuisiin eri tarkoituksiin kuten kuvassa 1 lämmöntuotantoon. Biokaasua voidaan käyttää CHP-voimalassa yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon sekä jalostettuna liikennepolttoaineena. Yksinkertaisinta kaasun hyödyntämistä on polttaa kaasu lämmityskattilassa veden lämmittämiseksi. Tällä tavoin käytettynä maatilakokoluokan laitos täyttää moninkertaisesti tilan oman lämpöenergian tarpeen. Tilalla sijaitsevilla biokaasulaitoksilla on yleensä siirrytty yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon.



KUVA 1. Biokaasulla toimiva lämmityskattila. (Kuva, Tomi Pirttimäki)

2.5.1 Lämmöksi ja sähköksi

Biokaasuun perustuvalla CHP tuotannossa yleisimmin käytetään ottomoottoria kuvassa 2 tai kaasukäyttöiseksi muutettua dieselmoottoria.



KUVA 2. Biokaasumoottori sähköntuotannossa. (Kuva, Tomi Pirttimäki)

Moottori pyörittää sähköverkkoon tahdistettua generaattoria vakiokierrosluvulla. Otto moottoria kaasulla käytettäessä kaasuseos sytytetään sytytystulpalla. Dieselmoottorissa kaasuseos sytytetään pienellä määrällä dieselpolttoainetta jokaisella sylinterin täytöllä. Dieselin kulutus kaasukäytöllä on noin saman verran kuin vastaava käyttö dieselpolttoaineella tyhjäkäynnillä.

Hyvän mekaanisen hyötysuhteen ja alhaisen hinnan ansiosta mäntämoottorit ovat yleensä käytetyin ratkaisu pienimuotoisessa sähkön- ja lämmöntuotannossa. Lisäksi mäntämoottori edustaa perinteistä tekniikkaa, jonka kaikki koneiden parissa työskentelevät tuntevat. Mäntämoottorissa on toki haittapuolensa kuten paljon liikkuvia kuluvia osia. Lisäksi mäntämoottorilla on säännöllinen huoltonsa kuten öljyn- ja sytytystulppien vaihdot. Jatkuva käyttö edellyttää myös moottorin peruskunnostusta tai vaihtoa viiden – kymmenen vuoden välein. (Motiva, 2013.)

Suurin osa biokaasun energiasta muutetaan yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa lämmöksi etenkin pienemmässä kokoluokassa. Tuotantolaitoksen sijoituspaikkaa pohdittaessa kannattaa tähdätä siihen, että tuotetulle lämmölle saadaan mahdollisimman hyvä ja tasainen käyttö. Merkittävä määrä lämpöä kuluu myös reaktoriin syötettävän uuden materiaalin lämmittämiseen ja reaktorin lämpöhävikkien kattamiseen. Putkistolla on mahdollista johtaa kaasu myös hyödynnettäväksi toiseen paikkaan, jossa lämpöä voidaan hyödyntää. Esim. Viljankuivurin kaasukattilassa. Kesäisin kun lämpöenergialla on vähän tarvetta, iso osa lämmöntuotantokapasiteetista jää käyttämättä. (Motiva, 2013.)

2.5.2 Liikennekäyttö

Biokaasua käytettäessä liikennepolttoaineena se jalostetaan puhdistamalla rikkivedystä ja hiukkasista. Kaasun lämpöarvon parantamiseksi myös hiilidioksidia poistetaan mahdollisimman paljon. Hiilidioksidi ei sinällään ole haitallinen ja jos kaasu poltetaan lämpökattilassa tai CHP voimalassa hiilidioksidista ei ole haittaa.

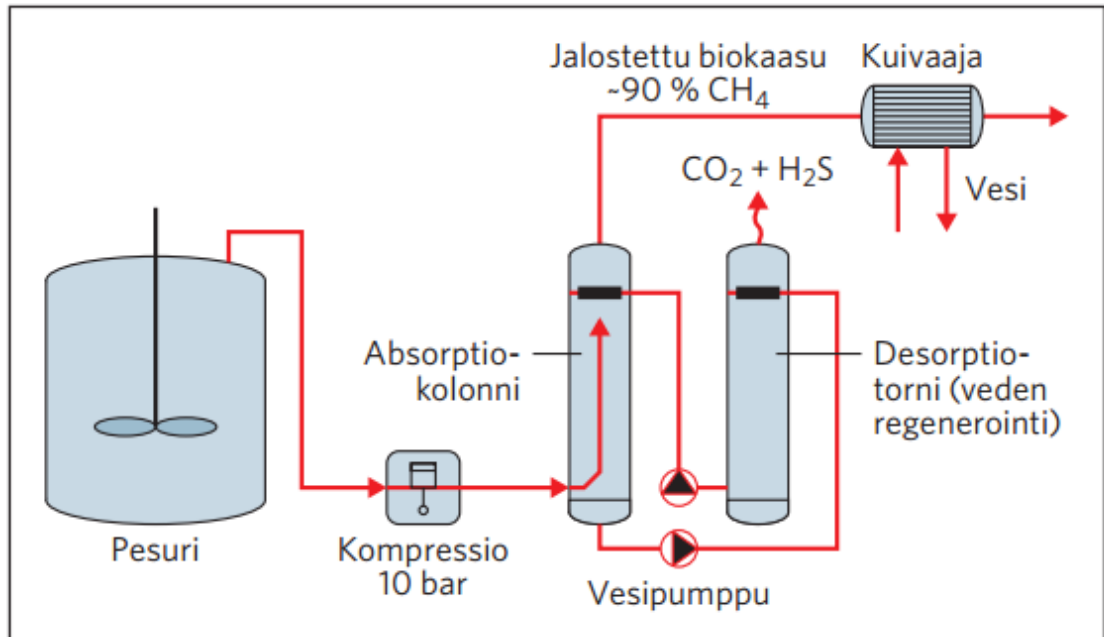
Ennen kuin jalostettua kaasua voidaan käyttää ajoneuvossa polttoaineena, se paineistetaan noin 200 barin paineeseen. Lisäksi se on turvallisuussyistä hajustettava rikkipitoisella hiilivety-yhdisteellä, joka haisee voimakkaan epämiellyttävälle ja ilmaisee näin mahdolliset vuodot. (Motiva, 2013.)

Ottomootorikäytössä kaasu voidaan käyttää tavanomaisessa maakaasuautoissa tai perinteisessä kaasutrukissa. Dieselmoottori vaatii joka täytöllä myös hieman dieselöljyä kuten CHP dieselvoimaloissakin.

2.5.3 Jalostuksesta

Tavallisin tekniikka hiilidioksidin poistamiseksi biokaasusta on sen liuottaminen vesipesulla. Hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat helpommin veteen kuin metaani ja ne voidaan erottaa samaan aikaan. Käytännössä kaasu paineistetaan kymmeneen baariin ja johdetaan ylös täytekappaleilla täytettyyn säiliöön kuvassa 3, samalla vettä huuhdellaan alaspäin täytekappalealustassa, jolloin lähes kaikki hiilivety ja hiilidioksidi liukenevat veteen. Kun vesi lasketaan tornista pois ja paine lasketaan kaasut vapautuvat, jonka jälkeen vesi voidaan käyttää uudelleen. Vaikka tämä tekniikka on käytetyin, sillä on

haittapuolensa. Metaani liukenee osittain veteen aiheuttaen hävikkiä sekä biokaasun paineistaminen kuluttaa sähköenergiaa suhteellisen paljon. (Motiva, 2013.)



KUVA 3. Biokaasun vesipesu. (Motiva)

Biokaasujalostuksen toinen tekniikka perustuu amiiniliuottimella pesemiseen. Tämä ei edellytä kaasun paineistamista vaan kaasu palautetaan lämmön avulla. Tämä mahdollistaa lämpöenergian käytön sähkön asemasta, lisäksi metaanin hävikki on pienempi.

3 TILAN ENERGIANKÄYTTÖ

3.1 Tilan esittely

Biokaasutuotanto kartoituksen tilaajana on Huittislainen Järän tila. Tilalla on 1200 sikaa. Tilalla viljellään 150 hehtaarin alalla syysvehnää, ohraa, kauraa ja härkäpapua. Nurmet ovat myös tilan viljelykierrossa. Suurin osa sadosta käytetään rehuna omille eläimille.



KUVA 4. Järän tila. (Kuva, Tomi Pirttimäki)

3.2 Tilan energiankäyttö

Tilan energiankäyttö on tyypillinen eläintilan sähkö, öljy ja hake kombinaatio. Tilan lämmitysenergia saadaan polttamalla haketta lämpökeskuksessa. Öljyä käytetään työkooneissa ja viljankuivaukseen. Sähköä kuluu erilaisiin kuljettimiin, valaistukseen sekä sikalan ilmanvaihtoon ja jäähdytykseen kesällä.

Haketta tilalla kului noin 400 irtokuutiometriä vuonna 2017. Hake tuotetaan omista puista, hakkuutähteistä, pystykuivista tai lahonneista eli teollisuudelle kelpaamattomasta materiaalista. Hakkeen omakustannushinta on noin 15 €/irtokuutiometri. Kustannus hakeella vuodessa on noin 6000 €. Irtokuutio haketta vastaa energiasisällöltään noin 0,8 MWh (www.bioenergianeuvoja.fi/faktaa/biopolttoaineiden-muuntokertoimia/). Hakeenergiaa kuluu näin ollen 320 MWh vuodessa. Hinnaksi hake-energialle tuli noin 1,9 c/kWh.

Sähkönkulutus vuonna 2017 tilalla oli noin 90 000 kWh. Sähkön hinnan ollessa siirtoineen noin 10 c/kWh saadaan sähköenergian hinnaksi 9000 € vuodessa.

Öljynkulutus tilalla oli vuonna 2017 noin 32000 litraa. Työkoneiden kulutus tästä määrästä oli noin 8500 litraa. Viljankuivaus vei lähes kaksinkertaisesti enemmän kuin työkoneet. Vuosi 2017 oli sateinen, joka vaikutti kuivausenergian kulutukseen. Normaalimpana vuonna esim. 2016 kuivauksen öljynkulutus oli 6000 litraa. Viljankuivaus kuluttaa myös sähköä mutta se on huomioitu yllä. Öljynenergia sisältö on 10 kWh/l (www.bioenergi-aneuvoja.fi/faktaa/biopolttoaineiden-muuntokertoimia/). Vuonna 2017 tila käytti energiaa öljynä 320 000 kWh.

4 KAASUNTUOTANTO

4.1 Käytettävissä olevat raaka - aineet

Työn tarkoituksena on selvittää metaanintuottopotentiaalia vuoden 2017 tilanteen mukaan. Laskelmat ovat kuitenkin suuntaa antavia ja johonkin laskelmat on perustuttava. Rajataan laskelma näin ollen kyseisen vuoden tilanteeseen.

Metaanintuotannon runkon muodostaa sian lietelanta, jota vuonna 2017 muodostui 2700 m³. Lanta-analyysin mukaan sen kuiva-ainepitoisuus oli 1,7 %. Koska lantaan sekoittuu sikalan pesuedet ja muut ylimääräiset vedet kuiva-ainepitoisuutta on helppo säätää. Käytän laskelmassa sian lietelannan kuiva-ainepitoisuuden viitearvoa, joka on 3,7 %.

Nurmea tilalla oli viljelyssä vuonna 2017 noin 6 ha. Pinta-ala koostuu erilaisista suoja-kaistoista ja -vyöhykkeistä. Luonnonvarakeskus antaa hyvälle nurmisadolle satotasoksi jopa 15 tonnia hehtaari (www.luke.fi/projektit/nurtu-paaprojekti). Arvioin tilan nurmisaadon painoksi 8 tuoretonnia / ha. Arvioin sadon roimasti pienemmäksi koska suojakaista ja vyöhykenurmiin ei kannata laittaa suuremmalti tuotantopanoksia etenkin, kun tilalla ei ole käyttöä nurmelle. Tuorepaino vuoden nurmisadolle olisi 48 tonnia.

Oljen määrä kyseisenä vuotena muodostui laskelmaan 15 hehtaarin alalta. Tämä on ala, jolta nimenomaan kerättiin oljet pois syyskylvöjen vuoksi. Kerätty olki menee lähinnä kuivikkeeksi ja muille tiloille. Arvioidaan kerätyn olkimäärän alalta viljan keskisadoksi 4000 kg/ha. Oljen määrä on nyt arvioitava viljasadon mukaan. Viljasato muodostuu jyvistä, jotka ovat tähkylässä. Loppuosa on olkea ja siitä jää vielä sänki peltoon. Oletetaan näin ollen poiskerätyn oljen tuorepainoksi 65 % viljasadon määrästä. Tämän mukaan olkea olisi 2600 kg / ha ja olkimääräksi laskelmaan 39 tuorepaino tonnia. Oljesta on kaikkiaan hankala määrittää satoa, koska jos on kuiva vuosi olki jää lyhyeksi.

4.2 Metaanintuotto potentiaali

Koska lietelanta on perusraaka-aine, lasketaan ensin sen metaanintuottopotentiaali.

Vuodessa lietettä 2700 m^3 , joka vastaa 2700 tonnia. Tästä kuiva-aineen osuus 3,7 % eli 99,9 tonnia kuiva-ainetta (tka). Taulukosta 2 nähdään kuiva-aineen sisältävän 83 % orgaanista ainetta VS. Saadaan $99,9 \text{ tka} \cdot 0,83 = 82,9 \text{ tVS}$. Taulukosta 3 nähdään sian lietteellä olevan metaanintuottoa $(180 - 490) \text{ m}^3/\text{tVS}$. Valitaan $400 \text{ m}^3/\text{tVS}$.

Metaanintuotoksi lietelannalle kuutiometreinä V_{Ml} saadaan:

$$V_{Ml} = \frac{400 \text{ m}^3}{\text{tVS}} \cdot 82,9 \text{ tVS} = 33160 \text{ m}^3$$

Nurmelle lasketaan vastaavasti metaanintuottopotentiaali. Tilan nurmisadon tuorepaino 48 tonnia (ttp), taulukosta 4 valitaan nurmelle metaanintuottoa 100 m^3 metaania tuorepainotonna kohti. Metaanintuotoksi nurmelle V_{Mn} saadaan:

$$V_{Mn} = \frac{100 \text{ m}^3}{\text{ttp}} \cdot 48 \text{ ttp} = 4800 \text{ m}^3$$

Edelleen oljelle. Tilan olkisato 39 tonnia tuorepaino ja taulukosta 4 oljen metaanintuotoksi valitaan 200 m^3 tuorepainotonna kohti. Metaanintuotoksi oljelle V_{Mo} saadaan:

$$V_{Mo} = \frac{200 \text{ m}^3}{\text{ttp}} \cdot 39 \text{ ttp} = 7800 \text{ m}^3$$

Yhteensä raaka-aineiden metaanintuotto on 45500 m^3 .

Biokaasulaitoksen mitoitukseen on muistettava, että taulukon 1 mukaan metaania on biokaasusta 75 %. Nyt kun laskettiin metaanintuottoja pitää huomata biokaasun kokonaistuoton oleva noin 61000 m^3 . Tämä vaikuttaa erityisesti laitoksen mitoitukseen.

4.3 Käyttökohteet

Aikaisemmin todetaan metaanin energiasisällön olevan 10 kWh/m³. Tilan metaanintuotopotentiaalain mukaan energiaa tulisi 455 MWh. Itse prosessi vie osan energiasta esim. syötteen lämmittämiseen menee noin viidesosa biokaasun energiasisällöstä. (Motiva 2013). Tilan hake- ja sähköenergian kulutus on vuositasolla noin 410 MWh.

4.3.1 Energiaksi

Sähkön ja lämmön tuotantoon käytettynä voidaan ajatella jäävän käytettäväksi syötteen lämmitys huomioiden noin 365MWh biokaasuenergiaa. Muutettaessa biokaasun energiasisältö sähköksi oletetaan biokaasugeneraattorin hyötysuhteeksi noin 30 %, lämmöksi muuttuu samalla energiasisällöstä noin 55% ja hävikin muodostaa säteilyn ja pakokaasun mukana menevä energia noin 15 % osuudella. (Motiva 2013. s. 24).

Sähköenergian osuus olisi näiden oletusten perusteella noin 110 MWh ja lämpöenergian noin 200 MWh. Keskimääräinen sähköteho koko vuodelle olisi 110 000 kWh jaettuna vuoden tuntimäärällä 8760 h saadaan 12,6 kW. Koko tilan sähkönkulutus on 90 000 kWh. Laskelman perusteella tasaisesti ympärivuoden kaasua tuottamalla tilan sähkönkulutus kuitaantuu biokaasuenergialla. Tilan lämmönkulutus pelkällä hakkeella oli 320 MWh, eli biokaasuenergia ei riitä CHP voimalalla.

Tasaisesti kaasua tuottamalla ympäri vuoden ongelmana on kesäkuukausien vähäinen lämmöntarve ja kun lämpöä ei tarvita se on arvotonta. Syötettä voisi varastoida talvikuuksia varten ja tuottaa näin kaasua enemmän talvella. Tuotettua kaasua voi myös varastoida ja käyttää viljankuivaukseen ja edelleen jalostamalla työkoneiden polttoaineena.

4.3.2 Lämmön hyötykäyttö kesällä

Ympäri vuoden CHP- käytössä kannatta miettiä lämmölle joku hyötykäyttö kesäkuukausille, vaikka hakkeen tai heinän kuivattaminen. Sikatilalla ei heinää tarvitse kuivata. Hake kuivuu riittävästi puupinoissa, joten keksitään jotain uutta.

Lietelannan kuljettaminen on kallista, se on painavaa ja levityskalusto tästä johtuen järeää. Kesäkuukausien lämmöntuotannon voisi käyttää mädätysjäännöksen kiinteän osuuden briketöintiin ja kuivaamiseen. Briketöity tai pelletöity lanta on edullisempaa kuljettaa

kauemmaksi ja levittäminen onnistuu kylvölannoittimella saman aikaan kylvön kanssa. Ilmeisesti mädätysjäännöstä ei tällä hetkellä pelletöidä missään. Netistä löytyy lähinnä hevosenlannan pelletöinnistä kuvassa 5 artikkeleita



KUVA 5. Pelletöityä hevosenlanta. (Kuva bioenergianeuvoja.fi)

Hevosenlanta on toki helpompaa pelletöidä ja kuivata kuin lietepohjainen märkä sianlanta. Kappaleessa 2.4 lisäksi todetaan mädätysjäännöksen kuiva-ainepitoisuuden olevan jopa pienemmän kuin lietteellä. Pelkkää mädätysjäännöksen kuivaa osuutta pelletöidessä pitää muistaa sen fosforipitoisuus.

4.3.3 Mädätysjäännöksen käyttö

Mädätysjäännöksessä on kaikki sen lannoitevaikutus jäljellä ja se voidaan käyttää lannoitteena. Oman tilan raaka-aineista tuotetun biokaasun mädätysjäännös katsotaan raakalannaksi. Lannoituksen määrää säätelee valtioneuvoston nitraattiasetus sekä maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän tukiehdot. Lannoitusmääriä säädellään typen osalta maa-lajien ja fosforin enimmäismäärien osalta viljavuusluokkien perusteella. Mädätysjäännöksen kuivaosuus on fosforipitoinen ja märkäosuus typpiliukoinen. Mädätysjäännös voidaan erotella eri osuuksiin ja käyttää kuiva osuus pelloilla, joilla on fosforintarvetta ja toisaalta jos fosforia on riittävästi, voidaan jäännöksen typpipitoinen märkä osuus levittää näille pelloille.

5 MUUTA HUOMIOITAVAA

Tässä luvussa asioita, jotka pitää ottaa huomioon biokaasulaitosta suunniteltaessa ja käytettäessä. Lainsäädäntö ja vaatimukset elävät ja muuttuvat, jolloin on tärkeää selvittää kulloisenkin ajankohdan asetukset ja vaatimukset. Mahdollisista tuista ja hakuprosesseista saa tietoa Ruokavirastosta (entinen Maaseutuvirasto) ja ELY-keskuksista.

5.1 Lupa-asioista

Maatilalle rakennettava biokaasulaitos tarvitsee luonnollisesti kunnalta haettavan rakennusluvan. Ennen käyttöönottoa suoritetaan loppukatselmus.

Lisäksi vaaditaan ympäristölupa. Ympäristölupa määräytyy käsiteltävän lietemäärän tai eläinten lukumäärän mukaa. Mikäli liete- tai eläinmäärä ei ylity lupa voidaan tarvita naapurussuhdelain mukaan. Ympäristövaikutusten arviointimenettely tarvitaan, jos jätettä käsitellään yli 20 000 tonnia vuodessa ja se on tehtävä ennen ympäristölupahakemusta.

Elinkeinoilmoitusta eikä laitoshyväksyntää ei vaadita, jos tilalla käsitellään omaa lantaa ja kasvijätteitä. Teurasjätteiden käsittely taas vaatii elinkeinoilmoituksen ja laitoshyväksynnän. (Heikkinen.)

Mikäli lannoitetta valmistetaan kaupalliseen myyntiin, tulee täyttää lannoitevalmistelaisissa ilmoitetut vaatimukset. (Heikkinen.)

5.2 Sähkösojimus

Vaikka sähköä ei siirrettäisi verkkoon, biokaasulaitoksen sähkögeneraattori tarvitsee sähköä tahdistukseen. Biokaasuvoimala on näin ollen kytkettävä verkkoon. Liittymissojimus on tarkistettava ja tehtävä vaadittavat muutokset sulakekokoihin

5.3 Palo- ja pelastustoimi

Metaani on herkästi syttyvä kaasu ja sen kerääntyessä suljettuun tilaan voi kehittyä räjähdysherkkä kaasuseos. Tämän takia myös maatilakokoluokan biokaasulaitoksissa on laadittava räjähdysuojasiasiakirja. Siihen on tarkoitus laatia yleiskuva vaaran arvioinneista ja laitosta koskevista suojaustoimenpiteistä. (Heikkinen.)

Jos eläinsuojalle on laadittu pelastussuunnitelma, sitä on täydennettävä biokaasulaitoksen osalta. Mikäli sitä ei ole biokaasulaitokselle on laadittava pelastuslainmukainen pelastussuunnitelma. (Heikkinen.)

Jos biokaasulaitoksessa on tonni biokaasua, pelastusviranomaisille on tehtävä ilmoitus vähäisestä kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista. Mikäli laitoksessa on jonain hetkenä viisi tonnia biokaasua, laitokselle on hankittava vaarallisten kemikaalien laajamittaisen käsittelyn ja varastoinnin lupa. Ilmoitusvelvollisuudesta ja luvanvaraisuudesta päätettäessä huomioidaan myös tilalla varastoitavat polttoöljyt. (Heikkinen.)

5.4 Mahdollisia tukia

Työ ja elinkeinoministeriö myöntää energiatukea biokaasulaitokselle, joka tuottaa energiaa mutta ei sovellu syöttötariffiin. Ehtoina on mm. fossiilisen energian korvaaminen bioenergialla, aito tuen tarve, taloudelliset edellytykset ja takaisinmaksuaika. Tukea ei myönnetä maatilán yhteyteen rakennetulle biokaasulaitokselle. (Åkerlund.)

Maatilán yhteyteen rakennettavalle biokaasulaitokselle on oma tukimuotonsa maatalouden rakennusinvestointien tukena. Tukea voi saada maatila, joka tuottaa energiaa omaan käyttöön. Investointituella tuetaan laitosinvestointia, joka tuottaa energiaa tilán omaan käyttöön ja tukitaso määräytyy tilakohtaisesti. Tuki voi olla suoraa tukea, lainajärjestelyjä tai molempia. Tuen saamiseksi on laadittava kustannusarvio ja tuki on haettava etukäteen. Laitoksen kokonaishyötysuhde on oltava 70%. (Åkerlund.)

Uusi biokaasulaitos voi saada syöttötariffin, jos se syöttää sähköä verkkoon. Verkkoon syötetylle sähkölle taataan minimiostohinta 12 vuoden ajan ja enintään haetulle tuotantomäärälle. Ehtoja ovat, generaattoreiden nimellisteho vähintään 100kVA, laitos ei ole saanut valtiontukea ja laitos ei saa sisältää käytettyjä osia. Voimalaitoksen omakäytösähkö ei oikeuta tariffiin. (Åkerlund.)

6 POHDINTA

Pohdittaessa laitoksen perustamista nousee pintaan kysymys kannattavuudesta. Mitä laitos saa maksaa? Tilan energiankulutus maksaa sähkön ja lämmön osalta noin 15000 € vuodessa. Huomioidaan laitoksen käyttö- ja ylläpitokuluja energianhinnan säästöllä jäisi noin 13 000 € vuodessa käytettäväksi takaisinmaksuun. Laitos saisi maksaa kymmenen vuoden takaisinmaksuajalla ja 3 % korolla noin 112000 €. Kun huomioidaan mahdolliset investointituet laitos saisi maksaa enemmänkin.

Edellä olevan kustannuslaskelman ongelma on lämpöenergia. Biokaasulla tuotettavan metaanin energia riittää tuottamaan tilan sähköntarpeen mutta lämpöenergia menee hukkaan kesäkuukausina. Vaihtoehtoina on varastoida syötettä talvenvaralle panostettavaksi, jolloin kaasua tuotettaisiin talvella enemmän. Varastoinnissa pitää muistaa, että prosessi on jatkuvatoiminen ja vaatii tietyn määrän syötettä koko ajan. Toinen vaihtoehto on kehittää kesän lämmölle hyötykäyttö. Esim. kappaleessa 4.3.2 esitelty mädätysjäännöksen tai lannan pelletointi ja kuivaaminen. Sähkölle on käyttöä sikalassa kesälläkin vaikkapa possulan jäähdytykseen, jotta eläimillä on mukavampi olla.

Mahdollista on käyttää biokaasua puhdistettuna liikennepolttoaineeksi. Traktoreihin on saatavilla dual fuel muutoksia, jolloin moottori saadaan käymään metaanilla. Pieni määrä polttoöljyä tarvitaan kuitenkin aina dieselmoottorin kaasukäytössä. Ylimääräisen metaanin voi myydä myös ulos, jolloin siitä saa paremman hinnan kuin sähköksi ja lämmöksi käytettynä.

Varastointi, pelletointi ja biokaasunpuhdistus lisäävät kuitenkin biokaasulaitoksen rakennus ja käyttökustannuksia. Laskelmat on syytä tehdä tarkasti, kun halutaan arvioida eri käyttötarkoitusten kustannuksia. Laitos on mahdollista rakentaa verraten edullisestikin huolellisella suunnittelulla ja käyttämällä käytettyjä osia, jos vain mahdollista.

Biokaasulaitoksella on myös ympäristönäkökulmia. Biokaasu voisi olla avain maatalouden hiilineutraaliuteen. Erityisesti nyt kun lihan tuotannon ilmastorasituksesta ovat jotkut tahot huolissaan, tulisi muistuttaa lannan mahdollisuuksista biokaasun tuotantoon. Biokaasun käyttö vähentää fossiilisten polttoaineiden tarvetta ja sitä kautta vähentää hiilidioksidipäästöjä.

Konkreettisin ympäristönäkökohta lienee hajuhaittojen väheneminen. Pelkästään jo se luo positiivista mieltä, kun mädätysjäännös levitetään pellolle niin se ei haise kuten lietteen levitys.

Mikäli laitoksen rakentamiseen päätetään ryhtyä, laskelmat on tehtävä tarkasti. Tässä laskelmassa on tehty oletuksia ja valittu metaanintuottoja aina hiukan asteikon yläpäästä.

Käyttönotossa on varauduttava viivytyksiin, kun kokeilemalla haetaan oikeita panostussuhteita ja viipymääikoja parhaaseen mahdolliseen metaanintuottoon pyrittäessä. Panostussuhteet ja viipymääjat vaikuttavat muutenkin laitoksen tilavuuden suunnitteluun. Kulloinenkin politiikka vaikuttaa myös investointipäätökseen, energiapolitiikka ja verotuspolitiikka eritoten. Mahdolliset tuet kannattaa ilman muuta selvittää ja hyödyntää. Ainoa asia mikä on melko varma, on että energia ei ainakaan halpene tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Bioenergian pikkujättiläinen sivusto. Luettu 6.6.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/>

Biokaasuyhdistys. 2019. Tietoa biokaasusta. Luettu 3.5.2019

<http://www.biokaasuyhdistys.net>

Heikkinen M, 2012. Maatilan biokaasulaitokseen tarvittavat luvat. Opinnäytetyö. Oulu. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma.

Kymäläinen M, Pakarinen O, 2015. Biokaasuteknologia. Hämeenlinna. HAMK:in
ejulkaisu.

Luonnonvarakeskus. Nurmesta tulosta-tiedotushanke. Luettu 23.5.2019

<http://www.luke.fi>

Motiva. Biokaasun tuotanto maatilalla.2013. Helsinki. Motiva Oy.

Åkerlund Fredrik, Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa pdf, Motiva Oy. Luettu
10.8.2019 <https://www.motiva.fi/files/5160/Biokaasuntukiratkaisut.pdf>