



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aleksi Perkiömäki

Biokaasun hinnoittelumenetelmät maatilatason laitoksilla

Opinnäytetyö
Syksy 2022
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Liiketoiminta

Tekijä: Aleksi Perkiömäki

Työn nimi: Biokaasun hinnoittelumenetelmät maatilatason laitoksilla

Ohjaaja: Juha Tiainen, Marjo Latva-Kyyny

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 9

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää maatilatason kokoluokan biokaasulaitoksessa tuotettavan biokaasun hinnoittelumenetelmät. Työn toimeksiantajana toimi maatalouden asiantuntijapalveluita tarjoava organisaatio Wikli Group.

Työn tarkoitus on antaa tietoa biokaasun hinnoittelumenetelmistä maatalousyrittäjille sekä sidosryhmille. Maataloutta kehitetään energiaratkaisuiltaan kestävämpiin vaihtoehtoihin. Biokaasu on uusiutuva puhdas energiavara, jota voidaan tuottaa runsaasti maataloudesta saatavilla syötteillä. Biokaasun avulla maatalousyrietykset voivat tulla vähäpäästöisemmiksi ja energiaomavaraisemmiksi. Työ rakennettiin biokaasun hinnoittelumenetelmiin perehtyen, eikä siinä ole syvennytty biokaasulaitoksen tekniikkaan.

Biokaasulaitosinvestointi on taloudellisesti suuri. Ongelmaksi muodostuu tietämättömyys biokaasun hinnan muodostumisesta. Opinnäytetyössä selvitettiin tekijät, jotka vaikuttavat biokaasun hinnoitteluun. Tutkimuksen vahvistamiseksi teetettiin kysely maatalouden asiantuntijoille, joiden näkemykset otettiin huomioon työn lopputuloksissa.

Tutkimuksen tuloksissa merkittävään asemaan nousi biokaasun suhde vaihtoehtoisii energianlähteisiin. Lisäksi biokaasun hinnoitteluun vaikuttaa merkittävästi se, miten pitkälle biokaasu on jalostettu. Biokaasulaitoksen takaisinmaksu sekä ylläpito on huomioitava hinnoittelussa. Ylläpitokustannuksiin kuuluvat; syötteen ja niiden tuotanto, työ- ja huoltokustannukset. Parhaimmillaan biokaasulaitoksesta saatavat hyödyt maatalouden energiantuotantoon ovat merkittävät. Biokaasulaitoksen hankinta edellyttää syötteiden riittävää määrää ja laatua. Erityisen tärkeää on myös se, että tuotetulle energialle löytyy käyttökohde. Biokaasua tuottavassa maatalousyrietyksessä voidaan myös hyödyntää mädätysjäännös kasvilannoitteena, joka puolestaan pienentää maatalouden lannoituskustannusta. Päätelmänä biokaasunhinnoittelumenetelmistä voidaan sanoa hinnoittelun muodostuvan monesta eri kustannuksesta. Kustannusperusteisen hinnoittelun ongelmana on se, ettei se huomioi markkinoiden muutoksia. Biokaasua voi hinnoitella markkinaperusteisesti luoden kustannusrakenne sen mukaisesti. Maatalousyrittäjät voivat hyödyntää markkinaperusteista hinnoittelua suunnittelemalla kustannusrakenne siten, että biokaasulla tuotettu energia on halvempaa, kuin vaihtoehtoisesti tuotettu energia.

¹ Asiasanat: biokaasu, hinnoittelumenetelmät, kustannukset, markkinat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: SeAMK Food

Specialisation: Business

Author/s: Alekski Perkiömäki

Title of thesis: Biogas pricing methods in agriculture

Supervisor(s): Juha Tiainen, Marjo Latva-Kyyny

Year: 2022

Number of pages: 51

Number of appendices: 9

The goal of this thesis was to study biogas pricing methods, in a farm scale biogas plant. The client of the research was an organization called Wikli Group, which provides professional agricultural services.

The purpose of this thesis is to provide information about biogas pricing methods to agriculture entrepreneurs and stakeholders. Agriculture is being developed to use more sustainable energy resources. Biogas is clean and renewable, and great amounts of it can be produced from agricultural waste. By using biogas, businesses can become less polluting and more self-sufficient. This thesis focuses on biogas pricing methods and does not get into the technology used in biogas plants.

Biogas plant is a major financial investment. Lack of knowledge about the formation of biogas prices creates problems. This thesis covers the factors that influence biogas pricing. The research was supported by a questionnaire directed to professionals in the field. Their views and opinions were considered in the outcome.

The results of the study put biogas in a significant position in relation to alternative energy sources. Biogas pricing was heavily affected by the length of the refining process. Biogas plant repayments and maintenance must be noticed in the pricing. Maintenance costs include raw materials and their production, as well as work and repair costs. At best, the benefits of a biogas plant for energy production in agriculture can be significant. Having a biogas plant requires a sufficient quantity and quality of raw material. It is particularly important to have a target for the produced energy. Digestate, which is used in biogas production, can also be used as a fertilizer, which reduces the costs. In conclusion, biogas pricing methods can be said to consist of many different costs. However, the problem in cost-based pricing is that it doesn't consider changes in the market. Biogas can be priced on a market basis, taking the cost structure into account. Agriculture entrepreneurs can use market-based pricing by planning the cost structure in a way that energy which is produced by biogas is cheaper than alternatively produced energy.

¹ Keywords: biogas, pricing methods, costs, markets

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tutkimuksen tausta	8
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	8
2 BIOKAASUN TUOTANTO.....	10
2.1 Tuotanto nykyään.....	10
2.2 Tuotannon kasvupotentiaali	12
2.3 Tuotantomenetelmät	12
2.4 Raakakaasu	12
2.5 Puhdistettu ja paineistettu kaasu.....	13
3 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN	14
3.1 Muuttuvat kustannukset	14
3.2 Kiinteät kustannukset	14
3.3 Syötteet ja raaka-aineet	14
3.4 Tuotanto	16
3.5 Jalostus ja käyttö.....	16
3.6 Logistiikka	16
3.7 Investointikustannus.....	17
3.8 Avustus ja rahoitus	17
3.9 Huoltokustannus.....	18
3.10 Lannoitteet ja kierrätysravinteet.....	18
3.11 Maatalouden raaka-ainelähteet.....	19
3.11.1 Biokaasua peltomassasta	19
3.11.2 Biokaasua lannasta.....	21
3.12 Porttimaksut ja korvaukset	22
3.13 Jakeiden metaanintuottopotentiali	23

4	HINNOITTELUMENETELMÄT	24
4.1	Yleistä	24
4.2	Kustannusperusteinen hinnoittelu	25
4.3	Katetuottohinnoittelu.....	25
4.4	Voittolisähinnoittelu	26
4.5	Markkinahinnoittelu	26
4.6	Katetuotto.....	26
4.7	Kannattavuus	26
5	ASiantuntijoiden näkemykset (kysely).....	28
5.1	Kyselyn tausta ja tavoite.....	28
5.2	Vastaajat ja otanta.....	28
5.3	Kyselyn tulokset	29
6	TULOKSET	33
6.1	Biokaasun hinnan muodostuminen	33
6.2	Yhteenveto	36
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	42

Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Biokaasuprosessi.....	11
Kuva 2. Puhdistettu ja paineistettu kaasu.	13
Kuva 3 Katetuottohinnoittelu	25
Kuva 4. Katetuotto hinnoittelu	25
Kuva 5. Syötteen käyttö biokaasun tuotannossa	31
Kuva 6. Biokaasun hinnoittelumenetelmät.	32
Taulukko 1. Kyselyyn vastaajat.....	29
Taulukko 2. Biokaasun hintaan vaikuttavat tekijät.	36

1 JOHDANTO

Biokaasuntuotanto on ratkaisu moneen tulevaisuuden ongelmaan, jotka ovat esillä jo nyt (Kymäläinen ym., 2015, s. 7). Se tarjoaa mahdollisuuden muun muassa ravinteiden kierrätykseen, uusiutuvan energian tuottamiseen, sekä materiaalinkierrätyksen edistämiseen.

Biokaasuntuotannon pitkästä historiasta huolimatta sen kehitys ja yleistyminen on ollut hidasta (Motiva, 2013, s. 2). Suomessa yleisin biokaasun hyödyntämismuoto maatilakoon laitoksilla on eloperäisen aineksen, kuten lannan tai rehun mädätys. Biojätteitä pyritään hyödyntämään energian tuotannossa yhä enemmän ja enemmän. Lainsäädännön avulla kannustetaan jätteiden hyötykäyttöön. Biokaasun tuotannossa hyödynnetään eloperäisesti hajoavia jätteitä ja niistä tuotetaan energiaa sekä ravinteita kasvintuotantoon. Biohajoavista jätteistä voidaan tuottaa vetyä, metaania tai bioetanolia.

Biokaasua muodostuu syötteen kuiva-aineesta (Kymäläinen ym., 2015, s. 22). Kuiva-aineen sisältämä orgaaninen aine hajoaa, josta muodostuu biokaasua. Epäorgaaniset ja hajoamattomat orgaaniset aineet sekä vesi puolestaan jäävät mädätysjäännökseen.

Biokaasun tuotannossa syötteiden valintaan vaikuttavat niiden saatavuus sekä sopivuus (Kymäläinen ym., 2015, s. 22). Syötettä on oltava riittävästi, jotta laitos voi pyöriä keskeytyksettä. Syötteen valintaan vaikuttaa soveltuvuus esimerkiksi, mitä vaatimuksia lopputuotteella on ja mitä halutaan tuottaa. Biokaasulaitoksessa syötteen toimivat seoksena, johon sisältyy eri ominaisuuksia sisältäviä orgaanisia aineita. Osa syötteistä ei toimi yksinään, vaan vaativat toimiakseen toisen orgaanisen aineen, jotta lopputuotteesta saadaan suurin hyöty.

Ympäristön kannalta kestävä energiantuotantoratkaisu tulevat yleistymään ja siksi biokaasuntuotanto onkin tulevaisuuden trendi (Luostarinen ym., 2016, s. 5). Ainut biokaasuntuotannon laajenemista hidastava on sen yleinen taloudellinen kannattamattomuus. Sen vuoksi on erityisen tärkeää perehtyä biokaasun hinnoittelumenetelmiin ja sitä kautta selvittää, mihin eri osa-alueisiin rahat tuotannossa menevät. Hintaa määriteltäessä tulee ottaa huomioon sekä biokaasulaitoksesta saatavat tuotot että kustannukset.

1.1 Tutkimuksen tausta

Opinnäytetyöni aiheena on Biokaasun hinnoittelumenetelmät. Aiheena on biokaasun hinnoittelumenetelmien vertailu ja miten hinta koostuu eri menetelmissä. Aihe on erittäin ajankohtainen ja trendikäs. Maailmassa puhutaan jatkuvasti ekologisista energiaratkaisuista ja niiden kehittämistä, niinpä on erittäin tärkeää saada kehitettyä eri menetelmiä eteenpäin (Kymäläinen ym., 2015, s. 22). Erilaisten kriisitilanteiden tullessa eri energiantuotantomuotojen laajuus ja omavaraisuus on tärkeää. Biokaasun tuotannossa syötteinä voidaan käyttää kaikkea eloperäistä ainesta. Syötteinä voidaan käyttää esimerkiksi maatalouden sivutuotteita, biojätteitä, biodieselin valmistuksesta syntyviä sivutuotteita sekä elintarviketeollisuuden jätteitä. Maatalouden biokaasulaitoksissa yleisin raaka-aine on lanta. Suomen biokaasuyhdistys ry kertoo kirjassaan, että raaka-aineet biokaasun tuotantoon valitaan niiden sopivuuden ja saatavuuden perusteella. Tilakohtaisen laitoksen tavoitteena on taloudellinen tulos järkevimpien ratkaisuiden avulla. Syötteen hinta on erittäin merkittävässä osassa. Lisäksi tulee ottaa huomioon eri sopimukset, esimerkiksi saako syötteen saaja rahallisen korvauksen vai onko sopimuksessa määriteltynä muita hyötyjä. Esimerkkinä voisi olla maatila, joka tuottaa syötettä ja luovuttaa sen biokaasulaitokselle, vastaavasti laitos luovuttaa jälkituotetta maatilalle ravinteiksi. Näin syöttestä hyötyvät kaikki osapuolet omalla tavallaan.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Työn tavoitteena on selvittää biokaasun eri hinnoittelumenetelmät ja mistä hinta koostuu. Tavoitteena on ratkaista biokaasulaitoksella käytettävien eri syötteen taloudellinen hyöty laitokselle. Lisäksi selvitetään laitoksen kustannuserät ja tekijät, jotka vaikuttavat biokaasun hintaan. Työtä käsiteltävät tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitkä ovat biokaasun hinnoittelumenetelmät?
2. Mitkä ovat biokaasun hinnoitteluun vaikuttavat tekijät?

Tarkoituksena on selvittää ja vertailla eri hinnoittelumenetelmiä biokaasun tuotannossa. Työn on tarkoitus hyödyttää biokaasun tuotantoa sekä sidostyymiä.

Biokaasu on kotimainen polttoaine ja siitä saatavat varat jäävät kotimaahan (Eurotalous, 2021). Tuotannon laajeneminen tarkoittaisi sitä, että energiaomavaraisuutta saataisiin

nousuun. Suomen maaperästä ei löydy fossiilisia energianlähteitä, joten ne on tuotava ulkomailta. Suurin osa esimerkiksi maakaasusta tuodaan Venäjältä. Maailmalla vallitsevien kriisitalanteiden vuoksi olemme päässeet tilanteeseen, jossa fossiilisista polttoaineista irtaantuminen on helpompaa. Käytetyt menetelmät

Opinnäytetyön aiheen tutkimiseen käytetään useita menetelmiä. Yksi merkittävä tiedonlähde on aikaisemmat tutkimukset, joista tavoitteena on etsiä merkittävimmät tiedot liittyen biokaasun hinnoitteluun.

Tutkijat ja asiantuntijat, jotka ovat työskennelleet aiheen parissa useita vuosia omistavat kirjoittamatonta tietoa. Tähän ratkaisuna on kysely/haastattelu aiheen tiimoilta.

Menetelmien avulla kerätään keskeiset tiedot liittyen biokaasun hinnoitteluun ja siihen, mistä biokaasun tuotannon eri hinnat koostuvat. Kyselyn avulla pyritään vahvistamaan ajatuksia biokaasun hinnoittelumenetelmistä.

2 BIOKAASUN TUOTANTO

2.1 Tuotanto nykyään

Maatalousyritykset pohtivat kestäviä energiaratkaisuita ja yksi niistä on ehdottomasti bioenergiantuotanto (Biokierto, 2019, s. 9). Eniten investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat taloudelliset asiat, kuten sähkön ja lämmön hinta sekä saadaanko laitokseen monipuolisesti ja riittävästi syötettä. Fossiilisten energianlähteiden hintojen noustessa moni maatalousyrittäjä miettii uusiutuvien energiaratkaisuiden hyödyntämistä. Yksittäisille maatalousyrityksille biokaasulaitosinvestointi saattaa olla taloudellisesti liian suuri, siksi erilaiset yhteislaitokset ovat yleisiä. Yhteisten laitosten avulla vähennetään taloudellisia riskejä. Maatalouden biokaasulaitoksille on saatavilla investointitukea, jonka tarkoitus on parantaa biokaasun kilpailukykyä verrattuna muihin energialähteisiin.

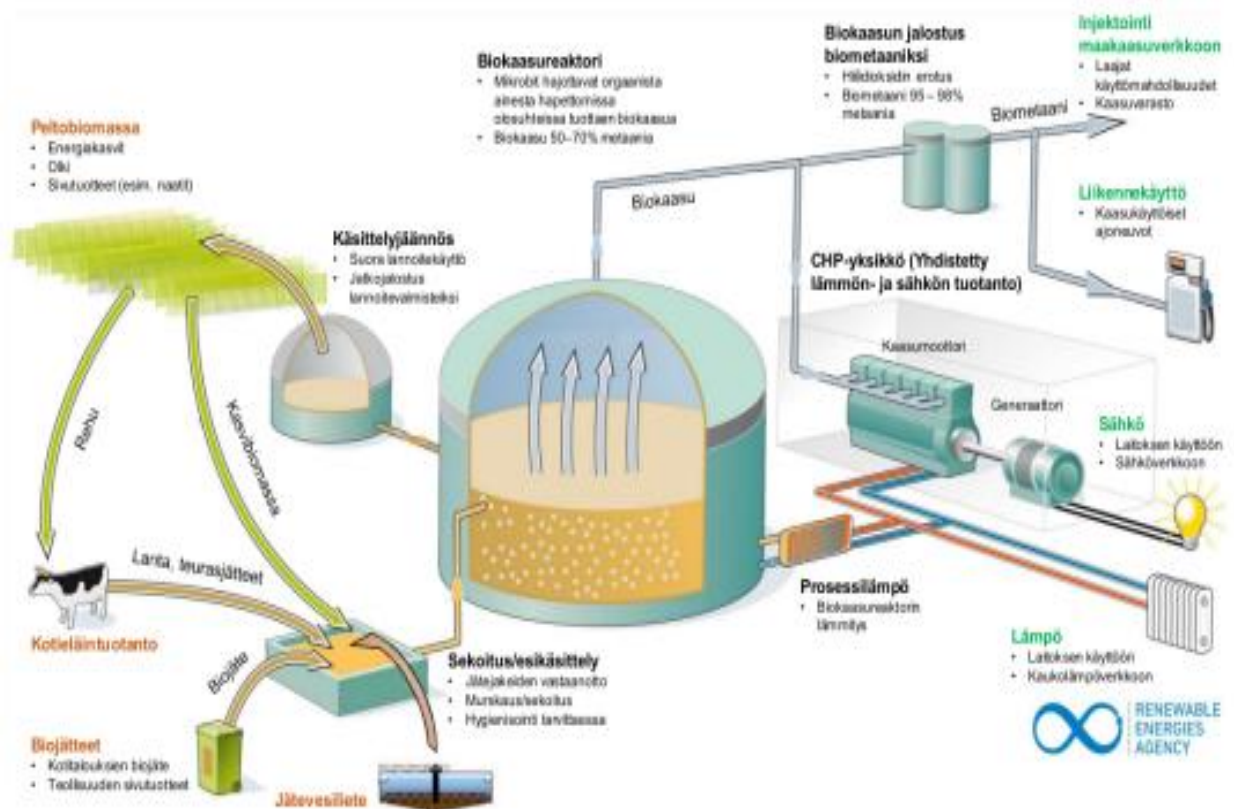
Suomessa biokaasun tuotantoa hyödynnetään minimaalisen vähän verrattuna muuhun uusiutuvan energian hyödyntämiseen. Tämä näkyy Biokierron tutkimuksessa, jossa selvitettiin paljonko biokaasua, hyödynnettiin muihin uusiutuviin energiamuotoihin verrattuna (Biokierto, 2019, s. 9). Tutkimuksessa mainittiin, että Suomen biokaasupotentiaali olisi 20 Twh, kun nykyisillään se on 1Twh. Biokaasu on energiamuotona monipuolinen, uusiutuva sekä ympäristöystävällinen ratkaisu. Biokaasun tuotanto energiamuotona tulee lisääntymään jatkossa merkittävästi. Tuotannon suurena etuna on, että jätteet voidaan hyödyntää ja muuttaa energiaksi. Vallitsevan energiakriisin myötä uudet ja trendikkäät energiamuodot tullaan hyödyntämään varmasti.

Uusiutuvien energian lähteiden käyttö on noussut trendiksi ja siksi myös biokaasuntuotanto on nostanut päätään energiantuotannossa (Luoma ym., 2006 s. 5). Fossiilisten energianlähteiden käyttö on kiihdyttänyt ilmastonmuutosta lisäksi monet energianlähteet hupenevat, joten on ollut pakko kehittää uusia tuotantomuotoja vanhojen tilalle. Suomen ratkaisut energiapolitiikassa tulevat hyvin pitkälle Euroopasta sekä muualta maailmasta.

Biokaasua tuotetaan esimerkiksi kaupunkien ja teollisuusalueiden jätevesipuhdistamojen biokaasulaitoksilla ja yhteiskäsittelylaitoksilla (Biokierto 2020, s. 9). Lisäksi yksi biokaasua tuotava ja valtavasti syötevarantoja valmistava toimiala on maatalous. Maataloutta tullaan jatkossa hyödyntämään biokaasun tuotannossa yhä enemmän, sillä hyödyt biokaasulaitokselle

sekä maataloudelle ovat merkittävät. Biokaasulaitoksen tuotannosta syntyvä ylijäämä palautetaan maatalouteen lannoitteiksi, biokaasulaitos taas hyötyy esimerkiksi lannasta syötteenä. Biokaasun tuotannon kapeudesta kertoo se, että tuotanto vuonna 2019 oli noin 1 TWh, joka kattoi 0,5 % Suomen uusiutuvan energian tuotannosta.

Alla on kuvattuna Suomen Biokaasuyhdistyksen laatima kuva biokaasuntuotantoprosessista (Kymäläinen ym., O, 2015, s. 10). Kuvasta on nähtävillä biokaasun jalostusmahdollisuudet, jotka maatilatason laitoksilla ovat yleisimmin sähkön ja lämmön tuotanto. Kuviosta huomataan myös syötteet, josta biokaasu koostuu. Maatalousyritykset pyrkivät hyödyntämään syötteet mahdollisimman kustannustehokkaasti käyttäen biokaasuprosessissa lietettä sekä hävikirehua.



Kuva 1. Biokaasuprosessi (Kymäläinen ym., 2015, s.10).

2.2 Tuotannon kasvupotentiaali

Biokaasun tuotantoa hyödynnetään Suomessa vähän verrattuna siihen, paljonko olisi mahdollista hyödyntää (Suomen biokierto & biokaasu ry, 2021). Biokaasun kasvupotentiaali maataloudessa on suuri. Maataloudesta saatavien syötteiden määrä on suuri, jota on mahdollista hyödyntää biokaasun tuotannossa. Lisäksi kasvavien energian ja mineraalilannoitteiden hintojen myötä biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus kasvaa jatkuvasti.

Maataloudesta on saatavilla valtavat määrät syötteitä biokaasun tuotantoon (Suomen biokierto & biokaasu ry, 2021). Biokaasulaitoksissa käsiteltävät maataloudesta tulevat raaka-aineet tulevatkin määrällisesti kasvamaan. Suurin syötepotentiaali on saatavilla juuri maataloudesta, tämän vuoksi maatalousyrittäjät ovatkin aloittaneet investoimaan biokaasulaitoksiin tai tekevät yhteistyötä laitosten kanssa. Maatalousyritykset laajentavat toimintaansa jatkuvasti ja samalla myös tilakoot kasvavat. Tuotannon kasvaminen tuo tullessaan energiankulutuksen, jota ei ole taloudellisesti järkevää ostaa muualta, joten tuotetaan energiaa omavaraisesti.

2.3 Tuotantomenetelmät

Maatilatason biokaasulaitoksilla yleisin mädätysmenetelmä on märkämädätys, jossa voidaan käyttää lietettä raaka-aineena (Luoma ym., 2006, s. 69). Yleisimpinä laitoksina nähdään yksinkertaisia täyssekoitteisia reaktoreita. Kuiva-ainepitoisuus tällaisilla laitoksilla on alle 15 %. Tuotanto-olosuhteet laitoksessa ovat lämpötilan osalta 35–37 astetta. Kiristyvien hygieniavaatimuksien vuoksi uudemmissa laitoksissa lämpötila voi olla jopa yli 50 astetta.

2.4 Raakakaasu

Raakakaasulla tarkoitetaan biokaasuntuotannossa hajonnutta ainetta, jota ei ole vielä jalostettu pidemmälle (Kymäläinen ym., 2015, s. 125). Maatilatason biokaasulaitoksilla on mahdollisuus myydä raakakaasua, edellytys kaasun myynnille on ostaja. Raakakaasua ostavat pääosin organisaatiot, joiden biokaasulaitoksella on mahdollisuus jalostaa raakakaasua eteenpäin, esimerkiksi liikennekäyttöön. Biokaasun tuotannon tarve on yrityskohtaista. Tuotanto pyritään kuitenkin optimoimaan niin, ettei prosessi ”seiso” paikallaan, vaan biokaasua tuotetaan jatkuvasti. Tuotannossa otetaan huomioon, mihin biokaasua halutaan käyttää. Raakakaasua voidaan esimerkiksi myydä eteenpäin puhdistettavaksi.

Biokaasureaktorin käsittelemästä raaka-aineesta syntyy mädätysjäännöstä, jota voidaan käyttää lannoitteena maataloudessa (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2015, s. 125). Jäännöksellä voidaan korvata mineraalilannoitteita ja näin yrittäjälle vapautuu varoja muuhun käyttöön.

2.5 Puhdistettu ja paineistettu kaasu

Puhdistetulla kaasulla tarkoitetaan kaasua, josta on poistettu epäpuhtaudet, jotka voivat vaurioittaa laitteita tai estää niiden toimintaa (Kymäläinen ym., 2015, s. 124). Lisäksi puhdistetusta kaasusta on poistettu komponentit, jotka aiheuttavat ympäristön kannalta haitallisia päästöjä. Alla näkyvässä taulukossa on kuvattuna biokaasuprosessi ja käsittely eri käyttökohteita varten (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2015, s. 125).



Kuva 2. Puhdistettu ja paineistettu kaasu (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2015, s. 125).

3 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

3.1 Muuttuvat kustannukset

Muuttuvilla kustannuksilla tarkoitetaan tuotteen tuottamiseen kuluvia kustannuksia, jotka ovat myynnistä riippuvaisia (Business Credit, 2022). Biokaasun tuotannossa näillä kustannuksilla tarkoitetaan esimerkiksi syötteistä aiheutuvia kustannuksia. Business Credit toteaa blogissaan, että muuttuvat kustannukset kasvavat yleensä samassa suhteessa tuotannon kanssa.

Luken julkaisussa ”Maatalouden ja ilmastopolitiikan suuntia vuoteen 2023” kerrotaan otsikolla ”Muuttuvat kustannukset”, että biokaasulaitoksen muuttuvat kustannukset tulevat; syötteistä, käsittelyjäännöksistä, ylläpitotyöstä ja tuotetusta energiasta (Rikkonen, 2015, s. 50). Muuttuvien kustannusten suuruuteen vaikuttavat rehun osalta esimerkiksi se, että käytetäänkö biokaasun tuotannossa hävikkirehua, vai viljelläänkö biomassaa biokaasuntuotantoa varten.

3.2 Kiinteät kustannukset

Kiinteillä kustannuksilla tarkoitetaan yrityksen kustannuksia, jotka pysyvät vakiona (Business Credit, 2022). Kiinteitä kustannuksia ovat esimerkiksi vakuutukset. Biokaasun tuotannossa kiinteitä kustannuksia ovat esimerkiksi koneet ja kalusto.

Kiinteiden kustannusten määrittäminen biokaasuprosessissa vaatii ammattitaitoa sekä perehtymistä (Business Credit, 2022). Yrittäjän voi olla haastavaa hahmotella kiinteitä kustannuksia biomassan tuotannossa. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi polttoainekulut, kaluston huolto ja biokaasulaitoksen tekniikan kunnossapito.

3.3 Syötteen ja raaka-aineet

Biokaasuntuotantoprosessi alkaa jo syötteiden valinnasta (Suomen biokaasu yhdistys ry, s. 22). Syötteiden valinnassa kannattaa ottaa huomioon, saadaanko syötettä omasta takaa riittävästi. Syöte voidaan hankkia ulkopuoliselta tai tuottaa itse. Maatilatason biokaasulaitoksilla tuotannossa pyritään hyödyntämään jätteet mahdollisimman hyvin. Tuottajalle on taloudellisesti järkevää hyödyntää jätteet, kuin tuottaa itse energiakasveista biokaasua. Eniten syötteinä maatilatason biokaasulaitoksilla käytetään lantaa ja kasvibiomassaa. Biokaasun

tuotannossa käytetään orgaanisia eli luonnollisia syötteitä. Biokaasulaitoksilla raaka-aineet tulevat biokaasulaitoksen mukaan esimerkiksi maataloilta tai teollisuudesta. Raaka-aineen valintaan vaikuttaa eniten saatavuus sekä syötteiden sopivuus seokseen. Syötteet käsitellään usein seoksena, joka koostuu yksittäisistä eri elementeistä.

Raaka-aineen soveltuvuus koostuu monista eri osa-alueista (Kymäläinen ym., 2015, s. 22). Näitä ovat syötteen; orgaanisen aineen määrä, metaanintuottopotentiaali, kuiva-ainepitoisuus, hiilen ja typen suhde sekä ravinne- ja hivenkoostumus. Syötteen valinnassa katsotaan myös sen sisältämät toksiset ja inhibiitiota aiheuttavat aineet.

Raaka-aineen tutkimiseen tarvitaan yleensä syvällisempiä laboratoriotutkimuksia, jotta aineen ominaisuudet saadaan mahdollisimman hyvin selville (Kymäläinen ym., 2015, s. 22). Tutkimuksissa selvitetään yleisimmin pH, kuiva-aine pitoisuus, orgaaninen kuiva-aine, kemiallinen hapenkulutus, kokonaistyyppi, hiili sekä metaanin tuotto. Monet biokaasulaitokset arvioivat säännöllisesti syötteitä, jotta tuotto voidaan maksimoida.

Biokaasuprosessissa merkittävässä roolissa ovat bakteerit eli mikrobit, jotka hajottavat biomassaa, josta muodostuu biokaasua (Kymäläinen ym., 2015, s. 26). Mikrobit tarvitsevat kuitenkin myös ravinteita, joka on hyvä ottaa huomioon syötteitä valittaessa. Mikäli mikrobin ravinteet jäävät liian vähälle, tarvitaan ravinnelisäyksiä, jotta prosessi saadaan optimoitua. Ravinteita ovat muun muassa hiili, typi, fosfori ja rikki. Hivenaineiden ja vitamiinien tehtävänä on ylläpitää entsyymitoimintaa.

Metaanin tuottoa arvioidaan syötteen hiilihydraatti, proteiini- ja rasvakoostumuksen mukaan (Kymäläinen ym., 2015, s. 29). Metaanintuottoon vaikuttavat näiden orgaanisten aineiden osuudet syötteissä. Tuottoa voidaan myös arvioida kemiallisen hapenkulutuksen (COD) avulla. COD kuvaa käytännössä orgaanisen aineen määrää kokonaisuudessaan, eli maksimituottoa. Maksimituotto on kuitenkin melkein mahdotonta saavuttaa, sillä tällöin syötteessä kaiken orgaanisen aineksen täytyisi hajota ja tuottaa metaania.

3.4 Tuotanto

Biokaasun tuotannon ensimmäinen vaihe on biomassan mädätys (Kymäläinen ym., 2015, s. 82). Syöte käsitellään biokaasureaktorin avulla biokaasulaitoksessa. Mädätys tapahtuu happottomissa olosuhteissa. Prosessissa syntyy jäännöstä, jota voidaan hyödyntää lannoitteena maataloudessa. Mädätyksen jälkeen biomassaa kulkeutuu puhdistukseen ja jalostukseen, jonka jälkeen biokaasu on valmiina käyttöön.

3.5 Jalostus ja käyttö

Biokaasun tuotantoprosessi alkaa biojätteen murskaamisesta ja valmistelemisesta liettämissä avulla mädätysprosessia varten (Kymäläinen ym., 2015, s. 10). Mädätyksessä syntyy biokaasua, joka puhdistetaan ennen käyttöä. Puhdistuksen jälkeen kaasua voidaan käyttää sähkön ja lämmön tuotannossa. Maatilatason laitoksilla käytetään yleisin CHP-voimaloita, joiden tarkoituksena on yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto.

Biokaasu koostuu pääosin 40–70 % metaanista, 30–60 % hiilidioksidista (Pirttimäki, s. 7, 2019). Lisäksi se sisältää pieniä määriä rikkiyhdisteitä. Jalostuksesta kaasusta poistetaan hiilidioksidi ja rikkiyhdisteet. Jalostuksen jälkeen kaasu on valmis käytettäväksi sähkön ja lämmön tuotantoon.

3.6 Logistiikka

Logistiikkaan vaikuttaa suuresti laitoksen sijainti (Gasum, 2022). Laitoksen sijainti vaikuttaa esimerkiksi kaasun ja ylijäämäenergian myyntiin. Energiankasvien viljelyssä biokaasuntuotantoa varten täytyy huomioida kuljetuskustannus. Mitä suurempi matka, sitä suurempi kustannus on. Valmiin biokaasun hyödyntäminen vaatii logistiikkaa. Biokaasua voidaan esimerkiksi syöttää kaasuverkkoon. GASUM kertoo sivuillaan otsikolla; ”Puhdas biokaasu vie kohti vähä hiilistä yhteiskuntaa”, että ennen kaasuverkkoon syöttämistä biokaasu täytyy puhdistaa. Kaasuverkkoon syötetty kaasu on melkein täyttä metaania luukuunotamatta paria prosenttia siinä olevaa hiilidioksidia. Suomen pakkaset vaativat myös, että kaasu kuivataan ennen kaasuverkkoon syöttöä, jotta siitä ei tiivistyisi paljoa kosteutta.

Kaasun tuotannosta syntyy mädätysjäännöstä, jota voidaan käyttää lannoitteena maataloudessa (Kymäläinen ym., 2015, s. 122). Lannoitteen levittämisessä tarvitaan logistiikkaa. Mitä

pidempi levitysmatka on, sitä suurempi on sen logistiikasta syntyvä kustannus. Kustannukseen vaikuttaa myös se, viedäänkö lannoite lohkoille traktorikalustolla vai kuorma-autoilla. Kuorma-autojen ja täysperävaunuyhdistelmien kuljetuskapasiteetti on huomattavasti suurempi ja suurien lannoitemäärienkuljettaminen tällaisella kalustolla on taloudellisempaa, kuin pienemmällä kalustolla. Logistiikasta aiheutuvia kustannuksia ovat; työaika, polttoaine ja kaluston mahdolliset huollot. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa hieman, esimerkiksi polttoaineen kulutukseen voidaan vaikuttaa säätelemällä renkaiden paineita sekä ajamalla kalustolla optimi nopeuksia. Kaluston säännöllinen huolto ehkäisee suurempia korjauskustannuksia sekä lisää kaluston käyttöikä.

3.7 Investointikustannus

Biokaasulaitosinvestointi on aina suuri investointi maatalousyrittäjälle (Riihimäki ym., 2014, s. 34).. Tämän vuoksi hankinnassa tulee ottaa tarkoin huomioon kaikki investoinnista aiheutuvat kustannukset. Investointikustannus on riippuvainen laitoksen koosta sekä laitosten valmistajasta. Laitoksen ollessa suuri, niin on investointikustannuskin. Maatilatason biokaasulaitoksen investointikustannus on yleisimmin noin 200 000–300 000 euroa. Investointikustannus voi kuitenkin kasvaa laitoksen mukaan 1 000 000 euroon, mikäli biokaasua jalostetaan tankkaus-käyttöön.

3.8 Avustus ja rahoitus

Biokaasuntuotantoa tuetaan taloudellisesti (Ruokavirasto, 2022). Tuet ovat merkittävä osa biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuutta. Biokaasun tuotannossa suurimpia ongelmia ovat olleet juuri sen taloudellinen kannattamattomuus, joten on erityisen tärkeää, että tuottajia tuetaan. Kestävät energiaratkaisut ovat usein kiinni juuri taloudellisesta kannattavuudesta. Biokaasulaitoksen investointi tuki edellyttää yrittäjältä toimenpiteitä, joiden täytyessä investointituki myönnetään.

Biokaasulaitosinvestointiin on saatavilla investointitukea (Ruokavirasto, 2022). Ruokavirasto kertoo maatalouden investointi tuista, että tuen edellytyksenä on, että laitoksessa tuotettu energia hyödynnetään maatalouden käyttöön. Investointitukea voidaan myöntää vain, jos

investoitavassa energialaitoksessa hyödynnetään uusiutuvaa energiaa. Biokaasulaitoksen investointituen määrä on 50 %.

3.9 Huoltokustannus

Jouni Kannonlahti julkaisi Vaasan Yliopiston tutkimuksessa, että maatilatason biokaasulaitokset ovat hyvin pitkälle automatisoituja ja toimivat automaattisesti (Kannonlahti, 2020). Suurin työpanos liittyy biokaasulaitoksessa liittyviin valvontaan. Biokaasulaitosten laitosvalmistajilla on omat määräaikaishuollot, joissa vaihdetaan laitokseen liittyviä kulutusosia. Huoltokustannusten määrä vaihtelee laitoksen mukaan, mutta keskimääräinen investointikustannus teettämäni kyselyn mukaan olisi noin 20 000 euroa/vuodessa (Liite 7).

3.10 Lannoitteet ja kierrätysravinteet

Biokaasuteknologia kertoo mädätysjäännösten ominaisuuksista, että mädätysjäännös sisältää eri syötteiden sisältämiä raaka-aineita (Kymäläinen ym., 2015, s. 99). Suurin osa kuiva-aineen orgaanisesta aineksesta muuttuu biokaasuksi ja epäorgaaninen aine puolestaan päättyy mädätysjäännökseksi. Raaka-aineen ominaisuuden on hyvä tuntea mädätysjäännöksen käyttötarkoituksen vuoksi.

Jäännöksen orgaanisen aineen määrä on pienempi, kuin syötteen (Kymäläinen ym., 2015, s. 94). Tähän syynä on se, että suurin osa orgaanisesta aineesta hajoaa biokaasuprosessin aikana. Aineen alhainen pitoisuus muuttaa jäännöksen koostumusta, tehden siitä juoksevampaa ja tasalaatuisempaa. Nämä ominaisuudet ovatkin eduksi, mikäli jäännöksen käyttötarkoitus on kasviravinteina.

Mädätysjäännöksen hyvät ominaisuudet ovat suurin syy käyttöön kasviravinteina (Kymäläinen ym., 2015, s.18). Mädätysjäännös sisältää kaikki pää- ja hivenravinteet, jotka syötteiden mukana on prosessiin syötetty. Ravinteita ovat esimerkiksi; typpi, kalium, fosfori ja magnesium. Biokaasuprosessi ei muuta raaka-aineen ravinnepitoisuutta. Ainut prosessissa ravinteisiin liittyvä muutos tapahtuu typen osalta. Prosessissa typpi muuttuu liukoisempaan muotoon eli ammoniumtypeksi. Ammoniumtyppi on kasveille paremmin saatavissa. Ammoniumtypen päätyessä maahan, se muuttuu osin nitraatiksi, joka liukenee maaveteen. Kasvin saa siis typen vedenoton yhteydessä. Osa tyypestä sitoutuu maahan ammoniumtyppinä ja ei ole näin

herkkä huuhtoutumiselle. Biokaasuprosessissa tapahtuva typen liukoistuminen, eli mineralisaatio parantaa siis jäännöksen ominaisuuksia lannoitteena.

3.11 Maatalouden raaka-ainelähteet

Maataloudesta on saatavilla suuri määrä syötepotentiaalia biokaasuntuotantoon (Kymäläinen ym., 2015, s32). Maatalousorganisaatiot tulevat yhä enemmän ja enemmän energiaomavaraisemmiksi. Biokaasuntuotanto on maataloudelle mahdollisuus tuottaa; sähköä, lämpöä ja polttoainetta omaan käyttöön. Suuremmilla laitoksilla on mahdollisuus tuottaa energianlähteitä myös ulkopuolelle. Omavaraisuus energiassa mahdollistaa sen, ettei ulkopuolisia energianlähteitä tarvitse käyttää. Näin taloudellisia varoja vapautuu tuotannon muuhun käyttöön. Biokaasulaitoksien myötä hiilijalanjälki pienenee. Lisäksi energiakasvien viljely sitoo hiilidioksidia kasveihin.

Maataloudesta on saatavilla eri raaka-aineita biokaasun tuotantoon (Kymäläinen ym., 2015, s32-33). Tällaisia ovat orgaaniset kasvi- ja eläintuotannon sivutuotteet. Biokaasuntuotantoon kelpaavat esimerkiksi; hävikkirehut, lanta, kasvijätteet ja energiakasvit.

Biokaasuntuotannon avulla voidaan esimerkiksi korvata fossiilisesti tuotettu energia, sekä hyödyntää jätteet ja tuottaa niistä energiaa (Kymäläinen ym., 2015, s. 18). Biokaasuprosessista muodostuu myös lannoitetta, jota voidaan hyödyntää maataloudessa. Lannoite on lantaa liukoisempaa ja näin paremmin kasveille hyödynnettävissä. Näin voidaan vähentää ravinteiden huuhtoutumista.

3.11.1 Biokaasua peltomassasta

Biokaasua tuotetaan paljon biojätteistä (Kymäläinen ym., 2015, s16). Biojätteiden määrä on kuitenkin todella pieni suhteessa pellolta saatavaan biomassaan. Peltojen biomassasta saatava energiapotentiaali on todella suuri. Suurimmat biokaasun tuottajat, esim. Saksa tuottaa suurimman osan biokaasusta pellolta tulevista syötteistä. Täsmällisesti viljelty biomassa on

ympäristön kannalta kestävä vaihtoehto. Täsmällisellä viljelyllä tarkoitetaan, että energiakasveja viljellään energiatehokkaasti, joka on aina myös taloudellisesti järkevin vaihtoehto.

Pelloilta tulevien kasvipohjaisten syötteiden etuna jätteisiin on se, että ne sisältävät usein vähemmän haitta-aineita, kuin jätteet (Kymäläinen ym., 2015, s23). Jätepohjaisista raaka-aineista tulee selvittää usein tarkemmin mahdolliset haitta-aineet.

Biokaasuntuotantoon tulevaa kasvimassaa voidaan tuottaa joko siihen tarkoitukseen viljeltyistä energiakasveista tai kasvintuotannon ohessa syntyvistä jätteistä tai sivutuotteista, joita ei muuten pystytä hyödyntämään (Kymäläinen ym., 2015, s23). Hyviä energiakasveja biokaasun tuotantoon ovat suurisatoiset kasvit, joista on saatavilla paljon helposti hajoavaa orgaanista ainesta. Taloudellista riskienhallintaa vähentää myös tuotantopanosten täsmällinen käyttö peltokasvien viljelyssä.

Suomessa potentiaalisin viljeltävä energiakasvi biokaasun tuotantoon on nurmi (Kymäläinen ym., 2015, s. 37). Nurmella on positiivinen vaikutus maan kasvukuntoon. Se sitoo hiiltä sekä parantaa maan rakennetta. Lisäksi nurmea viljellään runsaasti ja se soveltuu monipuolisesti eri maalajeille. Nurmesta maahan jäävän kasvibiomassan ansiosta maahan jää enemmän typpeä ja fosforia. Tämä vähentää tuotantopanoksia ja sitä kautta tuo myös kannattavuutta biokaasun tuotantoon. Nurmet, joille ei ole käyttötarkoitusta voidaan hyödyntää biokaasuntuotannossa. Esimerkkinä tällaisesta voisi olla kesantonurmet, suojavyohykkeet sekä pellot, joita ei viljellä. Lisäksi rehukäytöstä vapautuu paljon jätettä, joka on helposti hyödynnettävissä biokaasuntuotannossa.

Toinen merkittävä maataloudesta syntyvä kasvimassa, jota voidaan hyödyntää biokaasuntuotannossa, on olki (Kymäläinen ym., 2015, s. 38). Oljessa on runsaasti orgaanista ainesta sekä kuiva-ainetta. Olkea syntyy myös suuria määriä viljan viljelyn myötä. Muualta kasvintuotannosta syntyy paljon jätettä, jolla ei ole taloudellista arvoa yrittäjälle. Jätteet voidaan yllä mainittujen mukaan hyödyntää biokaasuntuotannossa. Esimerkkinä voisi olla ruokaperunan viljelijä, jolla on jalostamo esimerkiksi kuorinnan muodossa. Kuorimassaa sekä teollisuuteen ja kauppoihin kelpaamatonta tavaraa on runsaasti. Perunaa kertyy myös kilomäärällisesti paljon sen suuren sadon myötä.

Olenneimpaan rooliin kasvibiomassan valinnassa nousee kasvin ominaisuudet (Kymäläinen ym., 2015, s. 39). Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa; kuiva-aineen ja orgaanisen

aineen suhde. Lisäksi kuitujen ominaisuudet sekä mahdollinen tyyppi. Kasvimassoilla on eroavaisuuksia niiden hajoamisessa. Hajoavuutta mitataankin eri menetelmillä. Metaanintuotto-prosentti kertoo kasvimassan hajoavuudesta ja lisäksi on olemassa eri menetelmiä rehunkäyttöön, jonka perusteella voidaan arvioida myös kasvimassan hajoavuutta.

Biokaasuntuotantoa varten pellolta tuotettu kasvimassa varastoidaan säilörehun tavoin (Maatilayrityksen bioenergian tuotanto, s. 70). Varastoinnilla on positiivinen vaikutus biokaasuntuotantoa ajatellen.

3.11.2 Biokaasua lannasta

Lannan yksi merkittävimmistä asioista sen käytön suhteen ovat laatu ja ominaisuudet (Palva ym., 2009, s. 5). Lantatyyppejä on myös monia, riippuen minkä eläimen lanta on kyseessä, lisäksi eläinsuojan ratkaisuilla on merkittävä vaikutus lantatyyppiin. Lantojen metaanintuotot eivät ole korkeita, tähän syynä on se, että eläinten rehun helposti hajoava orgaaninen aines on pääosin hajonnut eläimen ruoansulatuksessa ja lannassa jäljellä oleva aines on heikommin hajoavaa.

Lannankäytön etuna biokaasuntuotannon raaka-aineena on sen suuri saatavuus sekä tasainen laatu biokaasuprosessin kannalta (Oriveden yhteiskoulu, 2022). Lantaa käytetäänkin yleensä perus raaka-aineena biokaasuprosessissa. Lannoilla on myös erityisen hyvä puskurointikyky, mikä tarkoittaa sitä, että sen pH arvo pysyy hyvin tasaisesti vakiona. PH:n tasaisuus vaikuttaa biokaasuprosessiin vakauttamalla sitä.

Eri eläinlajien lannoilla on metaanintuotollisia eroja, sillä eläinten ruoansulatusjärjestelmät ja rehut eroavat toisistaan (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2015, s. 36). Esimerkkinä voidaan käyttää nautojen ruoansulatusta vertailussa sikojen ruoansulatukseen. Nautojen ruoansulatus hajottaa helposti hajoavan orgaanisen aineksen, kun taas sikojen ruoansulatuksesta jää enemmän orgaanista ainesta lantaan.

Eri lantatyypeillä on vaikutusta metaanintuotantoon (Kymäläinen ym., 2015, s. 37). Esimerkiksi lietelannassa on lannan lisäksi paljon eläinsuojasta tulleita vesiä. Vedellä on lantaan laimentava vaikutus ja näin lietelannassa onkin alhainen metaanintuotto tuorepainoa kohti.

Kiinteämmät kuivat lannat sisältävät vastaavasti korkeamman metaanintuoton tuorepainoa kohden niiden suuremman kuiva-ainepitoisuuden vuoksi. Lannan valintaan biokaasuprosessissa vaikuttaa myös biokaasulaitoksen tekniikka. Tekniikoita voivat olla kuiva- ja märkämädättämöt sekä yhteiskäsittelylaitokset.

Maatilatason laitoksilla hyödynnetään lantaa suurimmaksi osin, sillä lantaa on saatavilla riittävästi (Motiva, 2013, s. 23). Motiva kertoo ”biokaasun tuotanto maatilalla” julkaisussaan paljonko 150 lypsävän lehmän tilalla kertyy lietettä biokaasun tuotantoon. Yksi lypsylehmä + nuorkarja tuottaa noin 65 kg lietelantaa vuorokaudessa. Lannan yhteismäärä vuorokaudessa on tällöin $65 \text{ kg} \times 150 = \text{n. } 10\,000 \text{ kg}$ lietelantaa. Lietelannan kuiva-aine pitoisuus on 10 %, josta orgaanista ainesta on 80 %. Näin ollen voidaan laskea vuorokaudessa kertyvän orgaanisen aineen määrä lannassa seuraavasti. $10\,000 \times 10 \% \times 80 \% = 800 \text{ kg}$, vuodessa orgaanisen aineksen määrä olisi $800 \text{ kg} \times 365 = 292 \text{ tonnia}$. Mikäli lannan määrä on vuorokaudessa 10 000 kg, on se vuoden aikana 3650 tonnia. Lietelannasta on saatavilla tonnista orgaanista kuiva-ainetta n. 360 m³ biokaasua, jonka metaanipitoisuus on noin 60 %. Orgaanisen aineen määrän perusteella voidaan ratkaista metaanin tuotto 150 lypsävän tilalla seuraavasti; $292 \text{ tonnia} \times 360 \text{ m}^3 \text{ biokaasua/tonni} \times 60 \% \text{ metaania/biokaasu} = 63\,000 \text{ m}^3 \text{ metaania}$ vuodessa.

Vertailussa voidaan käyttää öljyä, jossa litra öljyä vastaa kuutiometriä metaania, eli n. 10 kilowattituntia (Motiva, 2013, s. 23). Tuotetun biokaasun energiasisältö on siis vuodessa; $10 \text{ kWh} \times 63\,000 \text{ m}^3 \text{ metaania} = 630\,000 \text{ kWh} / \text{vuosi}$.

3.12 Porttimaksut ja korvaukset

Porttimaksulla tarkoitetaan maksua, jonka biokaasulaitos saa korvaukseksi jätteen luovuttajalta (Motiva, 2013, s. 26). Voidaan ajatella tilannetta, jossa toimijalla on runsaasti jätettä. Jätteestä on päästävää eroon, joten biokaasulaitos ottaa jätteen vastaan ja käsittelee sen tuottaen siitä mahdollisuuksien mukaan biokaasua. On olemassa myös sopimuksia, joissa esimerkiksi maatilayritys luovuttaa biomassaa biokaasulaitokselle ja biokaasulaitos puolestaan luovuttaa mädätysjäännöksiä tilalle lannoitteiksi. Mädätysjäännös onkin hyvää lannoitetta sen hyvän imeytyvyyskyvyn ansioista.

3.13 Jakeiden metaanintuottopotentiaali

Yleisesti kasvibiomassojen metaanintuottopotentiaalit ovat korkeammat verrattuna eläinten lantaan (Kymäläinen ym., 2015. s 39). Tähän syynä on se, että kasvibiomassat sisältävät enemmän orgaanista ainetta. Tämän vuoksi mautilojen biokaasulaitoksilla pyritään käyttämään kasvibiomassoja lannan lisäksi. Esimerkkinä voidaan käyttää MTT Maaningan tilan biokaasulaitosta, jossa lisättiin syötteeseen 10 % (tuorepainosta) nurmisäilörehua lietelannan lisäksi. Tuloksena metaanin tuotto lähes tuplaantui. Hävikkirehulla on positiivisia vaikutuksia metaanintuottoon ja sen käyttö on suositeltavaa.

4 HINNOITTELUMENETELMÄT

4.1 Yleistä

Yleisesti hinnoitteluun vaikuttaa merkittävästi yrityksen asema markkinoilla (Eklund ym., 2014, s. 102). Hintaan voidaan vaikuttaa enemmän, mikäli kilpailua on vähän tai yrityksen asema markkinoilla on merkittävästi kilpailijoitaan vahvempi. Biokaasun hintaan vaikuttaa, onko kaasua jalostettu pidemmälle vai onko kyseessä raakakaasua.

Biokaasun tuottajalle kertyy kustannuksia, jotka pyritään täyttämään kaasusta saatavista hyödyistä (Eklund ym., 2014, s. 102). Esimerkiksi tuottaja käyttää tietyn määrän panoksia tuottaakseen kaasua. Yrittäjä voi hyödyntää kaasua omaan sähkön ja lämmön tuotantoon tai myydä ulkopuolisille. Biokaasun tuotanto on kannattavaa, mikäli kaasusta saatavat taloudelliset hyödyt ovat suuremmat, kuin siihen laitettavat panokset. Lisäksi syötettä tulee olla riittävästi ja monipuolisesti laitoksen kokoon nähden.

Biokaasulaitosinvestoinnit ovat olleet pitkän aikaa kannattamattomia, mutta suurten energia-kustannusten noustessa yhä enemmän ja enemmän maatalousyrittäjät ovat kiinnostuneita investoimaan uusiutuvaan energiaan. Innostusta varmasti löytyy, kunhan investointi on taloudellisesti kannattavaa (Energiayrittäjäyys, 2022 s. 19). Maatalousyrietykset kasvattavat toimintaansa ja pysyvät trendien mukana yhtä lailla, kun muidenkin alojen toimijat. Monet maatalousyrietykset pyrkivät omavaraiseen energian tuotantoon, jolloin riippuvuus ulkopuolisesta energiasta vähenee. Uusiutuvan energian käyttö pienentää päästöjä ja tätä kautta hiilijalanjälkeä. Biokaasua voidaan hyödyntää maataloudessa sähkön ja lämmön tuotantoon. Jatkojalostuksen myötä biokaasua voidaan hyödyntää myös liikennekäytössä.

Energiankulutuksen tulee kuitenkin olla melko suuri, jotta biokaasulaitokseen investoiminen on kannattavaa (Kymäläinen ym., 2015. s 39). Energian kulutuksen pitää olla oikeassa laitoksesta saatavaan energiaan. Biokaasun tuottajan on kannattavaa tuottaa biokaasua mahdollisimman laadukkaista syötteistä ajatellen tuotantoa. Toisilla syötteillä on parempi metaanintuotto, kuin toisilla, joten raaka-aineisiin perehtyminen on suotavaa ennen syötteiden valintaa.

4.2 Kustannusperusteinen hinnoittelu

Biokaasun tuotannon keskiöön nousee tuotantokustannukset (Eklund ym., 2014, s. 105). Tämän vuoksi raaka-aineita voidaankin hinnoitella kustannusperusteisesti. Tällä tarkoitetaan hinnoittelua, jossa tuote hinnoitellaan siten, että hinta määritellään kustannusten mukaan. Kannattavuuslaskenta ja hinnoittelu kirjan mukaan kustannusperusteisen hinnoittelun edellytyksenä on se, että kustannukset pystytään selvittämään mahdollisimman tarkoin. Tällöin hinta tulee reiluksi tuottajalle sekä asiakkaalle, tuottaja saa sijoittamilleen panoksille tuottoa sekä asiakas rahalleen vastinetta.

4.3 Katetuottohinnoittelu

Hinnoittelun apuna voidaan käyttää katetuotto laskentaa (Eklund ym., 2014, s. 105). Tarkoituksena on selvittää tuotantokustannukset (muuttuvat kustannukset) ja lisätä päälle kate. Katteella tarkoitetaan tuottajalle ”käteen” jäävä rahallinen osuus.

$$\text{Muuttuvat kustannukset} + \text{katetuottotavoite} = \text{Myyntihinta}$$

Kuva 4. Katetuotto hinnoittelu (Eklund ym., 2014, s. 105).

Yllä on kuvattuna katetuottohinnoittelusta koostuvat komponentit. Katetuottotavoite koostuu kiinteistä kustannuksista, joihin on lisätty tavoitteeksi asetettu voitto. Myyntihinta saadaan laskettua katetuottotavoitteen sekä muuttuvien kustannusten summasta.

Maatilatason biokaasulaitoksilla voidaan myydä raakakaasua tai puhdistettua kaasua (Eklund ym., 2014, s105). Energian myynnin hinta koostuu kustannuksista, jolla kaasu on tuotettu ja lisäksi asetetusta katetuottotavoitteesta.

4.4 Voittolisähinnoittelu

Voittolisähinnoittelussa tuotteelle pyritään selvittämään mahdollisimman tarkoin kaikki kustannukset (Kiinteät- ja muuttuvat kustannukset) (Eklund ym., 2014, s. 110). Kaikkien kustannusten selvittämisen jälkeen tuotteelle saadaan laskettua omakustannusarvo, jolla tarkoitetaan yrittäjän tuotteen tuottamiseen käytettyä rahallista arvoa. Voittolisähinnoittelussa omakustannusarvoon lisätään voittolisä, jolla tarkoitetaan yrittäjän asettamaa voittotavoitetta. Voittolisähinnoittelun käyttö edellyttää kuitenkin omakustannusarvon tarkkaa määrittämistä.

4.5 Markkinahinnoittelu

Markkinahinnoittelun periaatteena on hinnoitella tuote kilpailevien tuotteiden hintojen mukaan (Eklund ym., 2014, s. 118). Biokaasun tuotannossa se tarkoittaisi biokaasun hinnan vertailua esimerkiksi fossiilisiin polttoaineisiin. Markkinahinnoittelussa tuotteelle on annettu hinta ja yrityksen on rakennettava kustannuksensa siten, että toiminta on kannattavaa suhteessa markkinoihin.

4.6 Katetuotto

Katetuotolla tarkoitetaan hintaa, joka koostuu muuttuvista kustannuksista ja siihen lisätystä katetuotosta (Eklund ym., 2014, s. 105). Katetuotossa tärkeää on selvittää muuttuvat kustannukset. Näitä biokaasulaitoksella voivat olla esimerkiksi syötteen tuotantokustannukset tai ostohinta. Lisäksi siihen liittyvät oheiskulut, esimerkiksi syötteen logistiikka ja varastointi.

4.7 Kannattavuus

Kannattavuudella tarkoitetaan liiketoiminnan näkökulmasta tuottojen suhdetta kustannuksiin (Eklund ym., 2014, s. 72). Toiminta on kannattavaa silloin, kun tuotot ovat suuremmat, kuin kustannukset.

Investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa suuresti, saadaanko investointituki ja se, miten biokaasulaitokselta saatava energia pystytään hyödyntämään (Ruokavirasto, 2022). Investointi on kannattava, mikäli tilan energiantarve on riittävä sähkön ja lämmön osalta. Lisäksi syötteen riittävä määrä ja laatu takaa laitoksen hyvät tuotantomäärät.

Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi siihen liittyvät tuet (Ruokavirasto, 2022). Tukia voivat olla esimerkiksi investointituki sekä energiakasvien viljelyyn liittyvä tuki. Biokaasulaitosinvestointiin on saatavilla 50 % investointituki.

Toinen laitoksen kannattavuuteen liittyvä tekijä on sen mitoitus sekä investoinnin määrä (Pyykkönen, 2015, s. 10). Mitoituksessa kannattaa ottaa huomioon oma energian tarve sekä syötteiden käytettävyys. Mikäli energian tarve tilalla on suuri, kannattaa biokaasulaitos suunnitella sen mukaisesti. Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttaa myös merkittävästi se, miten hyvin biokaasu saadaan hyödynnettyä omaan käyttöön ja saadaanko ylijäämäkaasu myytyä.

Kannattavuutta laskiessa täytyy ottaa vertailukohta vaihtoehtoisesta energia muodosta (Envitecpolis, 2021). Taloudellisesti kannattavin vaihtoehto valitaan. Biokaasuprosessin kannattavuuteen vaikuttavat; syötteiden määrä ja laatu, mahdolliset energian ostajat ja lisäksi energian ja mädätysjäännöksen hyödyntäminen tilalla. Biokaasulaitoksen tuottaman energian täytyy olla kustannustehokkaammin tuotettu, kuin vaihtoehtoisesti tuotettu energia. Halvimmin tuotettu energia on yrittäjälle taloudellisesti järkevin ratkaisu. Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttaa laitokselta saatavan lämpöenergian hyödynnettävyys. Toinen kannattavuuteen vaikuttava tekijä on se, miten hyvin biokaasulla saadaan katettua sähköstä aiheutuvat kulut.

5 ASIANTUNTIJOIDEN NÄKEMYKSET (KYSELY)

5.1 Kyselyn tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tuloksien määrittelemiseen hyödynnettiin kyselyä, joka teetettiin asiantuntijoille sekä biokaasutietäjille maatalouden parista. Kyselyn kohderyhmänä toimi maataloussektorin asiantuntijat.

Kyselyn tavoitteena oli saada vahvistusta näkemyksille biokaasun hinnoittelumenetelmistä. Lisäksi kyselyn avulla haluttiin selvittää kustannusten asemaa hinnoittelussa. Kysely oli pituudeltaan melko pitkä ja sen vuoksi osa kysymyksistä muodostui monivalinnoista, joihin oli mahdollisuus perustella vastauksia. Perusteluosio oli merkittävässä osassa kyselyä, sillä kyselystä saatava informaatio monipuolistui huomasti. Kyselyssä esiintyi myös avoimia kysymyksiä, joihin vastaaja vastasi omin sanoin.

Kyselystä luotiin vaativa ja sen vastaamiseen edellytettiin tietoa biokaasun tuotannosta. Vaativuus nostaa kyselyn tulosten luotettavuutta. Kyselyn vastauksen tueksi edellytettiin perusteluita, joilla pystyttiin todentamaan vastausten luotettavuus. Kyselyssä päästiin tavoitteeseen.

5.2 Vastaajat ja otanta

Kysely kohdistettiin toimeksiantajalle ja lisäksi kyselyä jaettiin sosiaalisessa mediassa maatalousalan asiantuntijoille. Kysely tavoitti 62 henkilöä, joista 12 henkilöä aloitti vastaamisen. Noin 20 % siis vastasi kyselyyn. Kyselyyn saatiin riittävästi vastaajia, sillä kysymysten laatu vaati tietoa sekä biokaasun tuotannosta että taloudellisesta puolesta. Alla on kuvattuna hahmottelu kyselyn vastaajien määrästä (Taulukko 1).

Taulukko 1 Kyselyyn vastaajat

	Yhteensä (N)
Vastattu kyselyyn: julkinen nettilinkki	9
Kysely vastattu vastaajien toimesta	62
Vastaaminen aloitettu	12

5.3 Kyselyn tulokset

Kyselyssä tulosten osalta haettiin selkeyttä biokaasun hinnoittelumenetelmiin. Lisäksi kyselyllä haettiin eri hinnoittelumenetelmien suhdetta toisiinsa. Seuraavaksi käsitellään opinnäytetyön kannalta oleellisimmat kyselyssä olleet kysymykset.

Kyselyn kysymyksissä 1–3 (Liitteet 1, 2 ja 3) käsiteltiin biokaasuprosessissa käytettäviä syötteitä. Ensimmäisessä kysymyksessä haluttiin selvittää tiloilla olevan lietelannan määrää biokaasun tuotannossa. Yhteenvedona vastauksista voidaan todeta, että tilat käyttävät lietelannan lisäksi muitakin syötteitä biokaasun tuotannossa. Biomassan käyttö lietelannan lisäksi parantaa prosessin metaanintuottokykyä. Kyselyn toinen kysymys kohdentui syötteen määrän ja laadun vertailuun. Perusteluista voidaan todeta, että sekä syötteen määrä, että laatu ovat tärkeitä. Lähtökohtana biokaasun tuotannolle on kuitenkin se, että syötettä on prosessiin riittävästi. Kolmannessa kysymyksessä selvitettiin yrittäjien tietoisuutta syötteiden hinnoista. Vastauksissa oli hieman hajontaa, sillä osa vastaajista oli sitä mieltä, että syötteiden hintoja ei tiedetä ja osa taas vakuutti, että syötteen hinta on tiedossa. Suurin osa vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että maatilakohtaisilla laitoksilla tiedetään syötteen hinta ”suurin piirtein”.

Biokaasulaitoksilta on saatavilla mädätysjäännöstä, jota voidaan hyödyntää lannoitteena maataloudessa. Kyselyn kysymys 5 (liite 4) Käsittelee biokaasulaitokselta saatavaa jäännöstä. Tarkoituksena oli vertailla jäännöstä mineraalilannoitteisiin. Mineraalilannoitteiden kustannukset ovat kasvaneet räjähdysmäisesti, joten jäännöksestä saatava taloudellinen hyöty voi olla tilakohtaisesti merkittävä. Vastaajat olivat kuitenkin yksimielisesti sitä mieltä, että jäännöstä ei

voi täysin verrata mineraalilannoitteisiin. Lannoitteen käyttö riippuu täysin sen käyttötarkoituksesta ja usein jäännös tarvitseekin täydennyslannoitusta.

Biokaasulaitoksen työpanos ei ole suuri, johtuen automatisoidusta tekniikasta. Kysymyksessä 6 (Liite 5) selvitettiin biokaasulaitoksen työpanosta tuntia/vuorokausi. Vastausten perusteella voidaan sanoa, että biokaasulaitoksen työ panos on noin 30 minuuttia – 2 tuntia. Vastauksissa todettiin myös, että biokaasulaitoksen työpanoksen suuruus on riippuvainen laitoksen koosta.

Yksi tärkeimmistä biokaasun tuotantoon liittyvistä asioista on itse laitoksen mitoittaminen. Kysymyksessä 9 (Liite 6) selvitettiin asiantuntijoiden mielipidettä biokaasulaitoksen kokoluokan mitoittamiseen. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että biokaasulaitos tulee mitoittaa syötepotentiaalın mukaan. Tällä tarkoitetaan maatalousyrityksen kykyä tuottaa syötettä biokaasulaitokseen. Laitoksen toiminnan edellytyksenä on syötteen riittävä määrä.

Kysymyksessä 11 (Liite 7) selvitettiin biokaasulaitoksessa syntyviä huoltokustannuksia €/vuosi. Huoltokustannusten arvioinnissa tuli melko suurta hajontaa vastaajien keskuudessa. Tähän syynä ovat laitoskohtaiset erot. Laitoksen koolla sekä valmistajalla on suuri vaikutus huoltokustannuksiin. Laitoksilla on myös teknillisiä eroja mikä näkyy huoltokustannusten vaihteluina. Huoltokustannukset ovat siis riippuvaisia laitosvalmistajasta, laitoskoosta ja tekniikasta.

Kyselyn tulokset vahvistivat opinnäytetyössä käsiteltäviä hinnoittelumenetelmiä. Tuloksista ilmeni kustannusten tärkeys biokaasun hinnoittelussa. Kysymykset herättivät runsaasti keskustelua vastaajien puolesta, sillä avoimiin vastauslaatikoihin oli kirjattu kiitettävän paljon perusteluja vastauksille. Läpikäytävät kysymykset sekä sen tulokset ovat tarkasteltavissa liitteissä. Kyselystä valikoitui kaksi opinnäytetyön tulosten kannalta merkittäväntä kysymystä. Kysymykset olivat 12 ja 14, ja ne pohjautuivat molemmat työssä esiintyviin tutkimuskysymyksiin. Kysymykset ja vastaukset kyselyyn on nähtävissä liitteissä.

Alla näkyy kuvakaappaus kysymyksestä 12 (liite 8), jossa haluttiin saada selville syötteiden käyttöä biokaasuntuotannossa. Vastauksista tulee esille syötteiden kustannusten määrän huomioiminen. Vastauksista voidaan todeta, että syötteitä kannattaa käyttää mahdollisimman kustannustehokkaasti hyödyntäen ensisijaisesti lantaa sekä hävikkirehua. Kustannustehokkuus tulee esille kasvibiomassojen tuotannon tehokkuudessa sekä etäisyydessä laitoksesta.

Monessa vastauksessa tuotiin ilmi sekä lietteen että kasvibiomassan tärkeyttä biokaasuprosessissa. Lisäksi syötteen laatu tuotiin esille vastaajien toimesta.

12. Mitä/millaista syötettä kannattaa käyttää, jotta biokaasun tuotanto on taloudellisesti järkevää?

Vastaajien määrä: 8

Vie kaikki tekstivastaukset [Word](#) tai [PDF](#) muotoon

	Vastaukset
▼	Mahdollisimman rasvainen, tasalaatuinen
▼	Karjanlanta täysimääräisenä, jos läheltä saatavissa lisää lähitiloilta aina parempi. Teollisuuden sivuvirtoja, jos rahtikustannus ei nouse liian korkeaksi. Pelloilta tulevat sivuvirrat, mutta kustannus €/kg ka tai €/MWh ei saa nousta liian korkeaksi.
▼	Edullista ja hyvää
▼	karjatilojen lanta ja ylijäämä kasvijäte/-rehut.
▼	Hyvä tasoiset nurmet, teollisuuden puhtaat syötteet
▼	Lietelanta, teollisuuden sivutuotteet missä on energia-arvoa.
▼	Kotieläinten lanta, "puhtaat" teollisuuden sivuvirrat, läheltä saatava beltobiomassa
▼	Paikallisesti läheltä saatavia, suuren kaasuntuottopotentiaalin omaavia

Kuva 5. Syötteen käyttö biokaasun tuotannossa (Liite 8).

Alla näkyvä kuvio on kuvakaappaus kysymyksestä 14 (Liite 9), jossa kysyttiin suoraan vastaajien mielipidettä biokaasun hinnoittelusta. Kysymyksen avulla haluttiin saada näkemyksiä biokaasun hinnoittelumenetelmistä. Kaikissa vastauksissa painotettiin joko vertailua vaihtoehtoihin kustannuksiin tai kustannuksiin, jotka liittyvät laitoksen ylläpitoon. Vastauksissa tuli perusteluja miksi biokaasua voisi olla huono hinnoitella pelkästään kustannusperusteisesti. Biokaasuprosessi kannattaa kuitenkin toteuttaa kustannustehokkaasti, jotta toiminta on kannattavaa. Vastaajat tuovatkin esille kustannusten roolia biokaasuprosessissa.

14. Mistä biokaasun hinta muodostuu mielestäsi ja mitkä tekijät ovat tärkeimpiä?

Vastaajien määrä: 6

Vie kaikki tekstivastaukset [Word](#) tai [PDF](#) muotoon

Vastaukset	
▼	Omassa käytössä pitää verrata vaihtoehtokustannusta ostettavaan energiaan.
▼	Mielestäni oikeudenmukaisin hinta on biokaasun (raakakaasu/puhdistettu ja paineistettu biokaasu) vaihtoehtoiseen kustannukseen. Tällaisia voisi olla esimerkiksi Dieselin tai maakaasuun markkinahinta. Tästä korvaustasona 30-50% prosenttia markkinahinnasta. Näin perstuntumalta. Kiinteä hinta sidottuna indeksiin toimii huonosti, sillä ei huomioi niin hyvin markkinoiden muutoksia.
▼	Vaihtoehtoisista energialähteistä.
▼	Biokaasun hintaan vaikuttaa markkinatilanne. Raaka ja puhdistettu biokaasu ovat halvempia kuin jalostettu biokaasu.
▼	Investoinnin kuoletus, raaka-aineiden hankinta ja työ
▼	Investointikustannuksesta, ylläpidosta

Kuva 6. Biokaasun hinnoittelumenetelmät (Liite 9).

6 TULOKSET

6.1 Biokaasun hinnan muodostuminen

Biokaasun hinta koostuu eri osa-alueista ja tietyt osa-alueet painottuvat enemmän eri tiloilla, riippuen yrittäjän ammattitaidosta sekä laitoksen toiminnasta. Biokaasun hinta muodostuu laitoksen valmistumisesta laitoksen tuotannon ylläpitoon. Hinnoittelumenetelmiä koskevassa kysymyksessä vastaajat painottivat, että biokaasun hintaa kannattaa vertailla vaihtoehtoihin kustannuksiin, esimerkiksi fossiilisesti tuotettuun energiaan. Lisäksi biokaasuprosessiin liittyvät ylläpitokustannukset nostettiin esille.

Investointikustannus. Biokaasun hinta koostuu monista eri komponenteista (Luostarinen ym., 2016, s. 14). Hinnan muodostuminen saa alkunsa biokaasulaitoksen rakennusprosessista. Merkittävimmäksi kustannukseksi tässä vaiheessa nousee investointikustannus. Investoinnin suuruus on riippuvainen rakennettavan laitoksen koosta.

Investointikustannusta helpottaa investointituki, jonka avulla pyritään tukemaan yrittäjiä, jotka investoivat uusiutuvaan- ja omavaraiseen energiaan (Ruokavirasto, 2022). Investointituki parantaa biokaasun kilpailukykyä vaihtoehtoihin energiakustannuksiin verrattuna. Tuen riittävyys on kuitenkin tapauskohtaista. Tuella on positiivinen vaikutus investointia tehdessä ja se kannustaakin yrittäjiä kehittämään toimintaansa.

Syötteet. Syötteiden kustannus riippuu täysin syötteestä (Luostarinen ym., 2016, s. 14). Tapausten mukaan syötteen hintaa voi olla vaikea määrittää. Lietteiden ja ylijäämä-/ hävikkirehun käyttö syötteinä on laskennallisesti helppoa, sillä näissä tilanteissa jäte voidaan luokitella ilmaiseksi. Lietteen ja hävikkirehun käyttö biokaasulaitoksessa onkin kustannustehokkain tapa tehdä voittoa. Näistä syötteistä saatavat hyödyt ovat taloudellisesti merkittävät suhteessa jätteen rahalliseen arvoon. Syötteinä voidaan myös käyttää biokaasun tuotantoon viljeltyjä energiakasveja. Viljeleminen saattaa kuitenkin tulla liian kalliiksi biokaasulaitoksesta saataviin hyötyihin verrattuna. Kannattavuuteen vaikuttaa suuresti energiakasvin tehokkuus biokaasun tuotannossa, sekä viljelyn tehokkuus energiakasvin viljelyssä. Lisäksi tuotantolaitoksen etäisyys viljeltävistä kasveista vaikuttaa kannattavuuteen merkittävästi.

Työ-, ylläpito- ja huoltokustannus. Laitoksen työ- ja ylläpitokustannukset ovat melko mitätömät, sillä biokaasulaitosten toiminta on pitkälle automatisoitunutta, eikä se vaadi suurta

työtä toimiakseen (Liite 5). Kyselyssä kysyttiin työkustannusten määrää vuorokaudessa ja hajonta oli puolesta tunnista kahteen tuntiin. Työ ja ylläpitokustannukset ovat riippuvaisia laitoksen koosta. Mitä suurempi laitos on, sitä enemmän on myös työkustannus. Automatisaation myötä laitoksella tehtävät työt liittyvät hyvin valvonta ja tarkistus tehtäviin.

Biokaasun hinnoittelussa täytyy myös huomioida laitoksen huoltokustannukset. Ne ovat riippuvaisia laitosvalmistajista sekä määräaikaishuolloista, joita laitoksilla on tehtävä toiminnan varmistamiseksi. Huoltokustannukset ovat hyvin pitkälle riippuvaisia laitoksen valmistajasta ja tekniikasta.

Laitoksen hyödyntäminen ja ammattitaito. Laitoksen hyödyntäminen ja ammattitaito kulkevat käsi kädessä (Motiva, 2013, s. 25). Laitoksen hyödyntämisellä tarkoitetaan sitä, miten helpolla voidaan tuottaa energiaa maksimaalinen määrä. Ammattitaito on merkittävässä roolissa laitoksen mitoituksessa. Tällöin on hyvä pohtia syötteiden riittävyttä sekä oman energiantarvetta. Merkittävin asia laitosta mitoittaessa on se, että paljonko tilalla on käytettävissä syötepotentiaalia biokaasulaitosta varten.

Vaihtoehtoiset kustannukset. Fossiilisesti tuotetun energian hinta on ollut huimassa nousussa (Tilastokeskus, 2022). Tämä parantaa biokaasulaitoksella tuotetun energian kannattavuutta entisestään. Fossiilisesti tuotetun energian hintojen noustessa biokaasulaitosten rakentaminen yleistyy. Biokaasua voidaan ominaisuuksiltaan verrata maakaasuun. Maakaasun hinnan kehitys on ollut rajussa nousussa. Tilastokeskuksen mukaan maakaasun hinta kolminkertaistui 2021 vuoden aikana voimalaitosten käyttäjille. Vaihtoehtoisten energialähteiden hintojen nousun myötä biokaasulaitosinvestoinnit ovat yhä kannattavimpia. Yrittäjän tavoite on luoda taloudellista voittoa ja voitto puolestaan syntyy sillä, mistä raha on edullisimmin saatavilla.

Hinnoittelumenetelmät. Työssä esiteltiin kaksi hinnoittelumallia, jotka ovat kustannusperusteinen hinnoittelu ja markkinaperusteinen hinnoittelu (Virta, 2020, s. 28–30). Kustannusperusteisten hinnoittelumenetelmien edellytyksenä on yksityiskohtainen tietämys kustannuksista. Maatilatason biokaasulaitosten omistajat harvoin yksityiskohtaisesti, kuinka suurit kustannukset ovat. Yrittäjät tuntevat kustannusten suuruudet suurin piirtein. Toinen kustannusperusteisen hinnoittelun ongelmana on, ettei se ota huomioon markkinoiden heilahteluita. Tällä tarkoitetaan kysynnän ja tarjonnan vaihteluita markkinoilla. Tuotteen kysynnän ollessa vähissä tuote saatetaan hinnoitella ylihintaiseksi. Kustannusperusteisen hinnoittelun toimiessa

hinnoittelu on tehokasta. Tuotteen alimpana hinta voidaan pitää kustannusten määrää, muuten toiminta on tappiollista. Tieto kustannuksista auttaakin hinnan määrittämisessä oikealle tasolle.

Kustannusperusteisen hinnoittelun ongelmaksi voi koitua tuotteiden myyntiarvion väärä arvio (Virta, 2020, s. 30). Tuotteiden määrällisellä myyntiarviolla eli Volyymillä tarkoitetaan arvioita tuotteista, mitä tullaan myymään. Biokaasun tuotannossa tämä tarkoittaa biokaasun tuotettua määrää. Kustannusperusteisessa hinnoittelussa tehdään arvio volyyymistä. Volyymien arvioiminen yläkanttiin tarkoittaa kiinteiden kustannusten jakautumista pienemmälle myyntimäärälle, mitä odotettiin. Kiinteillä kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka ovat myynnistä riippumattomia. Kustannusperusteisessa hinnoittelussa yrittäjän tulee lisäksi pohtia tarkoin, paljonko asiakas on valmis maksamaan tuotteesta. Yrittäjän kannattaa asettaa voittotavoite mahdollisimman lähelle asiakkaan näkemyksestä hinnasta. Biokaasua hinnoiteltaessa kustannusperusteisesti voi syntyä ongelmia tietoisuudessa kustannusten tarkasta määrästä, sillä kustannusten tarkka määrä ei ole yleisesti yrittäjän tiedossa, mikä vaikeuttaa hinnoittelua merkittävästi. Lisäksi kustannusperusteinen hinnoittelu ei huomioi markkinoilla tapahtuvia muutoksia.

Markkinaperusteinen hinnoittelu ottaa huomioon markkinan heilahtelut kysynnän ja tarjonnan välillä (Virta, 2020, s. 28). Markkinaperusteisessa hinnoittelussa hinta asettuu markkinoilla olevien kilpailijoiden mukaan. Kustannusten osuus on merkittävä myös markkinaperusteisessa hinnoittelussa. Kustannusrakenne luodaan markkinoiden mukaan. Biokaasun etuna kilpaileviin energianlähteisiin, kuten maakaasuun on se, että se on uusiutuva ja puhdas energianlähde. Tällä on merkittävä vaikutus markkinoilla, kun puhutaan trendeistä. Biokaasu voidaan luokitella ympäristöystävälliseksi energianlähteeksi ja siitä on etua markkinoilla. Kilpaillevien energialähteiden hinnat ovat ylihintaisia, eivätkä asiakkaat ole valmiita maksamaan fossiilisista energialähteistä ylihintaa, mikäli saatavilla on halvempi vaihtoehto. Biokaasun kilpailukeinot markkinoilla ovat sen; hinta ja trendikkyys. Markkinaperusteinen hinnoittelu on sopiva malli biokaasulle, sillä biokaasun asema markkinoilla on hyvä. Kustannusrakenteen luominen markkinoiden mukaan on mahdollista, sillä parhaimmillaan biokaasua tuotetaan edullisesti tiloilta löytyvän hävikkirehun ja lietteen avulla. Kyseisen hinnoittelumallin etuina on markkinatilanteen huomioiminen. Biokaasun asema markkinoilla on hyvä, sillä kilpailijoiden hinnat ovat korkealla. Markkinaperusteista hinnoittelua voidaan hyödyntää tilakohtaisella laitoksella siten, että vertaillaan biokaasulla tuotetun energian hintaa vaihtoehtoiseen

energiantuotantomalliin. Tämän vertailun avulla biokaasun kustannusrakenne voidaan koota siten, että biokaasulla tuotettu energia on halvempaa, kuin kilpailijan.

6.2 Yhteenveto

Alla on kirjattuna arviot maatilatason biokaasulaitoksen hintaan vaikuttavista tekijöistä. Yrittäjän on hyvä ottaa biokaasun hintaan vaikuttavat tekijät huomioon luodessaan kustannusrakennettaan. Luvut kertovat millä välillä eri hintaan vaikuttavat tekijät määrällisesti liikkuvat.

Kustannus/Panos/Tuki	Määrä
Investointikustannus	- 200 000–1 000 000 e (Luostarinen ym., 2016, s14)
Syöte	liete ja reuhävikki 0 e (Luostarinen ym., 2016, s16)
Työpanos, laitoksen koon mukaan	N. 30min - 1 h / vuorokausi 356 h / vuosi (Luostarinen ym., 2016, s16)
Huoltokustannus	- 10 000–30 000 / vuosi riippuen laitosten valmistajasta ja laitoksesta. (Kysely, 2022, kysymys 11)
Investointituki	50 % investoinnista (Ruokavirasto, 2022)

Taulukko 2. Biokaasun hintaan vaikuttavat tekijät.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä haluttiin selvittää kaksi tutkimuskysymystä.

3. Mitkä ovat biokaasun hinnoittelumenetelmät?
4. Mitkä ovat biokaasun hinnoitteluun vaikuttavat tekijät?

Tilakohtaisen laitoksen omistajan tulee huomioida biokaasuprosessista tulevat kustannukset ja tuottaa biokaasua mahdollisimman kustannustehokkaasti. Biokaasulaitoksen tehokkuus lähtee laitoksen mitoituksesta ja päättyy valmiin laitoksen ylläpitoon. Koko biokaasuprosessi vaatii ammattitaitoa.

Biokaasulaitoksen investointikustannus on merkittävä (Pyykkönen, 2015, s. 9). Yrittäjän tulee miettiä investointia pitkällä tähtäimellä. Lisäksi tärkeää on verrata biokaasulla tuotetun energian hintaa vaihtoehtoisen energian hintaan. Energiakustannusten noustessa tilakohtaisen biokaasulaitoksen rakentaminen on kannattavampaa, kuin aikaisemmin. Biokaasulaitoksen takaisinmaksuaika on hyvin tilakohtaista, mutta laitoksen mukaan takaisinmaksuaika on noin 10 vuotta. Biokaasuntuotannon kilpailukykyä vaihtoehtoisiin energianlähteisiin, nostaa biokaasulaitokseen saatava investointituki. Moni tilakohtainen biokaasulaitos olisi jäänyt rakentamatta ilman investointitukea kannattamattomuuden vuoksi. Investoitaessa yrittäjä hakee usein rahoitusta, jossa on korko. Korko määräytyy rahoituksen sekä lainan takaisinmaksuajan mukaan.

Oikein mitoitettu laitos tuottaa optimaalisen määrän energiaa pyörien täyspäiväisesti (Pyykkönen, 2015, s. 9). Johtopäätöksenä todetaan, että mitoituksessa on otettava ensimmäisenä huomioon saatavilla oleva syötepotentiaali sekä syötteen laatu. Syötteen laadussa huomiotavaa taloudelliselta kannalta on se, että onko syöte tuotettu miten tehokkaasti. Esimerkkinä jäte ja hävikki ovat edullista suhteessa energiakasveihin. Energiakasvien viljelyssä on huomioitava, miten tehokkaasti kasvia viljellään ja millä etäisyydellä kasvi sijaitsee laitoksesta. Energiakasvien käytettävyys kannattavuuden näkökulmasta on hyvin tapauskohtaista. Johtopäätöksenä todetaan, että biokaasulaitoksella kannattaa käyttää jätettä ja hävikkiä, niiden edullisuuden mukaan. Edullinen syöte nostaa biokaasusta saatavaa hintaa.

Laitokset ovat hyvin pitkälle automatisoituja, joten työkustannus ei esitä suurta roolia biokaasun hinnoittelussa (Liite 5). Automatisointi nostaakin laitosten kannattavuutta pienen työnoksen myötä.

Biokaasun hinnoitteluun vaikuttaa huoltokustannukset, jotka vaihtelevat laitosvalmistajan mukaan (Liite 7). Huolloilla ennaltaehkäistään teknisiä vikoja ja saadaan näin taloudellista hyötyä. Huollot tuovat laitokselle toimintavarmuutta ja pienentävät näin riskiä teknisiin ongelmiin.

Tilakohtaisilla laitoksilla mädätysjäännöksen käyttö voi olla taloudellisesti merkittävää, mikäli sillä voidaan osin korvata mineraalilannoitteita (Kymäläinen ym., 2015, s.94). Mädätysjäännös ei ole kuitenkaan ominaisuuksiltaan verrattavissa mineraalilannoitteisiin, joten niitä ei voida vertailla täysin keskenään. Lannoitteen käyttö on riippuvaista viljeltävästä kasvista sekä maasta saatavista ravinteista. On todettava siis, että jäännöksestä saatavat hyödyt ovat tilakohtaisia.

Biokaasun hinnoittelu perustuu hyvin paljon kustannuksiin (Eklund ym., 2014, s. 105). Kustannukset jakautuvat kiinteisiin kustannuksiin sekä muuttuviin kustannuksiin. Biokaasun hinnoittelussa tulee ottaa kustannukset huomioon, sillä biokaasuprosessin kustannukset asettavat biokaasulle alarajan.

Kustannusperusteiset hinnoittelumenetelmät keskittyvät kustannusten tarkkaan arviointiin. (Eklund ym., 2014, s. 118). Kustannusperusteisissa hinnoittelumenetelmissä ei kuitenkaan huomioida markkinoilla tapahtuvia muutoksia, jonka vuoksi biokaasua voi olla haasteellista hinnoitella kustannusperusteisesti. Kustannusrakenteen ymmärtäminen on kuitenkin erityisen tärkeää biokaasuprosessin kannattavuuden vuoksi. Biokaasun hinnan alarajana täytyy olla kustannuksista koostuva määrä ja ylärajana markkinoilta tuleva hinta. Biokaasua vertaillaan markkinoilla kilpaileviin tuotteisiin, esimerkiksi fossiilisesti tuotettuun energiaan. Biokaasun omat markkinat yleistyvät biokaasun tuotannon yleistyessä. Biokaasua tuotetaan erilaisista raaka-aineista sekä kaasua jalostetaan erilaisia käyttötarkoituksia varten (Liikenne, sähkö, lämpö), tämä mahdollistaa biokaasusta tuotettavien ”tuotteiden monipuolisuuden”. Fossiilisesti tuotettujen energialähteiden hinnat ovat olleet rajussa nousussa viime vuosina, jonka seurauksena biokaasun tuotanto on todella kilpailukykyinen energiantuotantomalli verrattuna markkinoilla oleviin kilpailijoihin esimerkiksi maakaasuun. Tilakohtaisilla laitoksilla markkina-perusteista hinnoittelua voidaan hyödyntää suunnittelemalla kustannusrakenne siten, että biokaasulla tuotettu energia on halvempaa, kuin vaihtoehtoisesti tuotettu energia.

Markkinaperusteisen hinnoittelun avulla yrittäjä voi pohtia yritykselleen taloudellisesti järkevimmän vaihtoehdon.

Johtopäätöksenä sanotaan, että työssä esiteltiin biokaasun hintaan vaikuttavat tekijät sekä mahdollisia hinnoittelumenetelmiä sekä tuotiin esille niiden etuja ja haittoja. Biokaasulle sopivan hinnoittelumenetelmän valinta vaatii lisätutkimuksen.

LÄHTEET

- Businesscredit. (2022). *Yrityksen kulut*. <https://www.businesscredit.fi/blog/yrityksen-kulut>
- Eklund, I., & Kekkonen, H. (2014). *Kannattavuuslaskenta ja hinnoittelu*. Sanoma pro.
- Energiayrittäjyys. (2022). *Uusiutuvaa energiaa maataloudessa*. Ympäristö Agro. https://energiayrittajyys.fi/sites/peltopaiva/files/uusiutuvaa_energiaa_maataloudessa.pdf
- Gasum. (2022). *Biokaasu osana kiertotaloutta*. <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/>
- Heikkinen, P. (2012). *Biokaasulaitoksen huoltokirja*. HAMK, LUKE. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201307024124>
- Höyrytys. (2022). *Biokaasun puhdistus*. <https://hoyrytys.fi/laitteet/biokaasun-puhdistus/>
- Kannonlahti, J. (2020). *Suupohjan biokonsepti: Biokaasun hyödyntämisen taloudellinen merkitys*. Vaasan yliopisto, Vuoksi. <https://vuoksi.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasun-hy%C3%B6dynt%C3%A4misen-taloudellinen-merkitys.pdf>
- Kymäläinen, M., Pakarinen, O. (2015). *Biokaasuteknologia: Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. HAMK, Gasum. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-784-771-1>
- Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J., & Teräväinen, H. (2006). *Maatilayrityksen bioenergian tuotanto*. ProAgria.
- Luostarinen, S., Pyykkönen, V., Winqvista, E., Kässi, P., Gröönroos, J., Manninen, K., & Rankinen, K. (2016). *Maatilojen biokaasulaitokset*. Luonnonvarakeskus.
- Motiva. (2013). *Biokaasun tuotanto maatilalla*. https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf
- Niemistö, E. (20.4.2021). *Maatilan oma biokaasulaitos on iso investointi, mutta valtion tuki auttaa nyt hankkeita eteenpäin*. YLE. <https://yle.fi/uutiset/3-11884924>
- Oriveden yhteiskoulu. (2022). *Luonnon happamoituminen*. <https://peda.net/orivesi/perusopetus/yhteiskoulu/oppiaineet/kemia/anne-valjakka/8hejs/lh/nimet%C3%B6n-6c88/lh>
- Palva, R., Alasuutari, S., & Harmoinen, T. (2009). *Lannan käsittely ja käyttö*. ProAgria.
- Pirttimäki, T. (2019). *Biokaasun tuotanto sikatilalla* [AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu] Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019112722974>

- Pyykkönen, V. (2015). *Yleistä biokaasusta. Luke Maaninnan biokaasulaitos*. LUKE. <https://docplayer.fi/23606249-Yleista-biokaasusta-luke-maaningan-biokaasulaitos.html>
- Riihimäki, M., Mahal, K., Suoniemi, J., Nurmio J., Sirkiä, S., Marttinen, S., Pyykkönen, V., & Winqvist, E. (2014). *Sulaskurin käyttöohje*. MTT. https://portal.mtt.fi/images/sovellukset/biokaasu/biokaasulaskuri_ohjekirja.pdf
- Rikkonen, P. (2015). *Maatalouden energia- ja ilmastopolitiikan suuntia vuoteen 2030*. Luonnonvarakeskus.
- Ruokavirasto. (2022). *Maatalouden investointituet*. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalouden-investointituet/>
- Solanko, L. (2021). *Kuinka riippuvainen Suomi on tuontienergiasta*. <https://www.eurojatalous.fi/fi/blogit/2021/kuinka-riippuvainen-suomi-on-tuontienergiasta/>
- Suomen biokierto & biokaasu ry. (2022). *Tilastot: Biokaasun ja biometaanin tuotanto*. <https://biokierto.fi/tilastot/>
- Taavitsainen, T. (8.12.2021). *Biokaasulaitoksen kannattavuus ja siihen vaikuttavat tekijät sekä biokaasulaitoksen suunnittelu* [webinaari]. Pohjois-Savon mtk. <https://pohjois-savo.mtk.fi/documents/197480/0/2021+12+08+MTK+Pohkois-Savo+Biokaasu+maatilalla+Webinaari.ENVITECPOLIS.pdf/640d3f0b-5a54-f68e-3dca-8e5b7d16b022?t=1638969561844>
- Tilastokeskus. (2022). *Pohjoismaisen pörssisähkön kuukausihinta nousi ennätyskorkealle vuoden 2021 viimeisellä neljänneksellä*. https://www.stat.fi/til/ehi/2021/04/ehi_2021_04_2022-03-10_tie_001_fi.html
- Valtioneuvosto. (2019). *Biokaasuohjelma*. <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=TEM079:00/2019>
- Virolainen-Hynnä, A. (2020). *Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030*. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf
- Virta, J. (2020). *Metallikiillotus Vesa Virta OY:N tuotekannattavuus* [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu] Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005046963>
- Åkerlund, F. (2022). *Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa*. https://www.motiva.fi/files/5160/Biokaasun_tukiratkaisut.pdf

LIITTEET

Liite 1. Lietelannan riittävyys tiloilla

Liite 2. Syötteen määrä ja laatu

Liite 3. Tietämys syötteen hinnasta

Liite 4. Käsittelyjäännöksen vertailu mineraalilannoitteisiin

Liite 5. Biokaasulaitoksen työpanos tuntia / vuorokausi

Liite 6. Laitoksen kokoluokan mitoitus

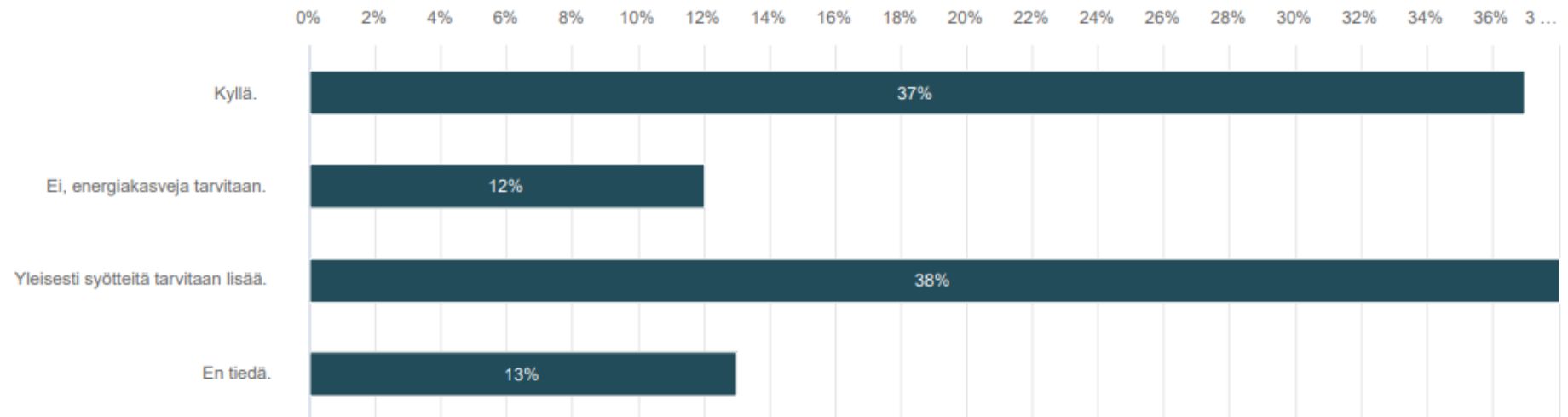
Liite 7. Biokaasulaitoksen huoltokustannukset €/vuosi

Liite 8. Mitä syötettä biokaasun tuotannossa kannattaa käyttää

Liite 9. Biokaasun hinnoittelumenetelmät

1. Onko tiloilla riittävästi lietalantaa vai tarvitaanko energiakasveja viljelykseen biokaasuntuotantoa varten? Perustelee.

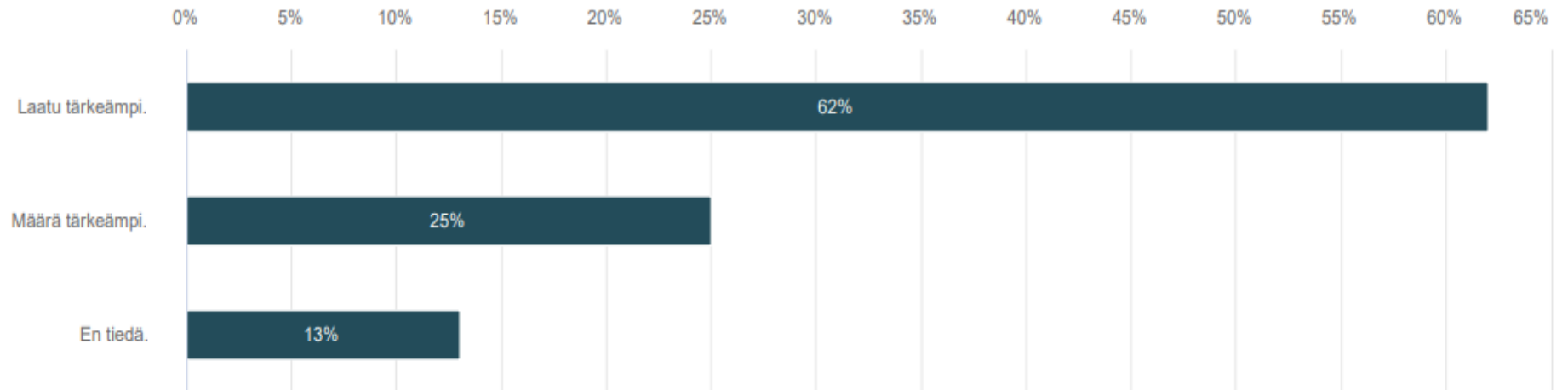
Vastaajien määrä: 8



	n	Prosentti
Kyllä.	3	37,5%
Ei, energiakasveja tarvitaan.	1	12,5%
Yleisesti syötteitä tarvitaan lisää.	3	37,5%
En tiedä.	1	12,5%

2. Korvaako syötteen määrä laadun? Perustelee.

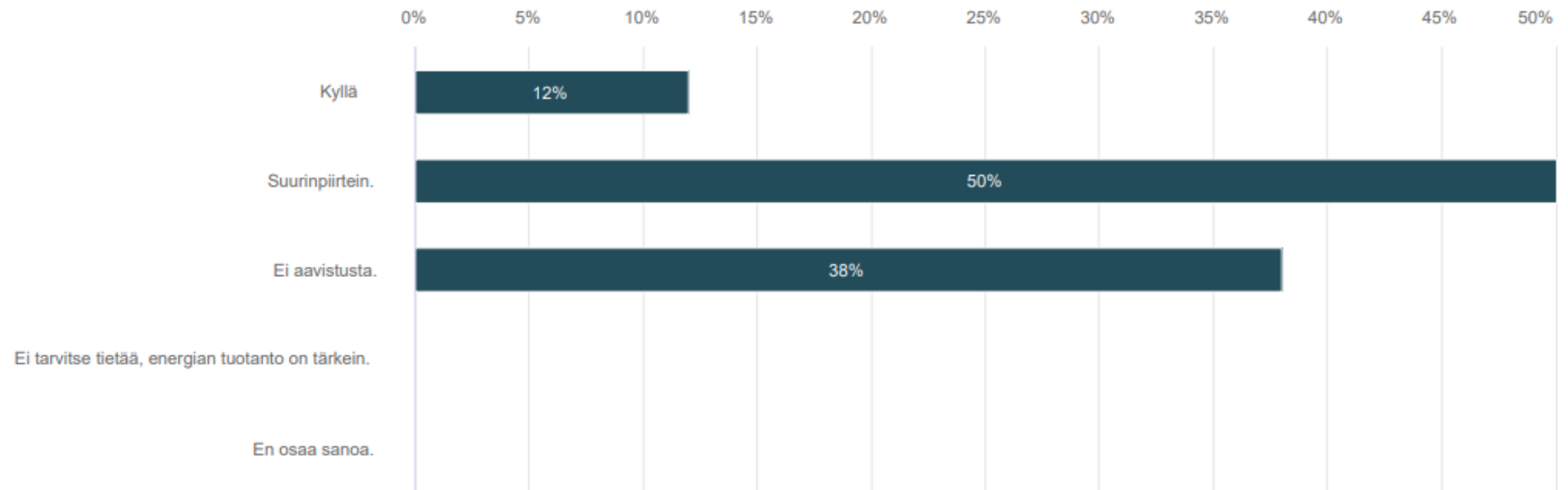
Vastaajien määrä: 8



	n	Prosentti
Laatu tärkeämpi.	5	62,5%
Määrä tärkeämpi.	2	25,0%
En tiedä.	1	12,5%

3. Tietääkö tilakohtaisen laitoksen omistaja yleisesti syötteiden hinnat?

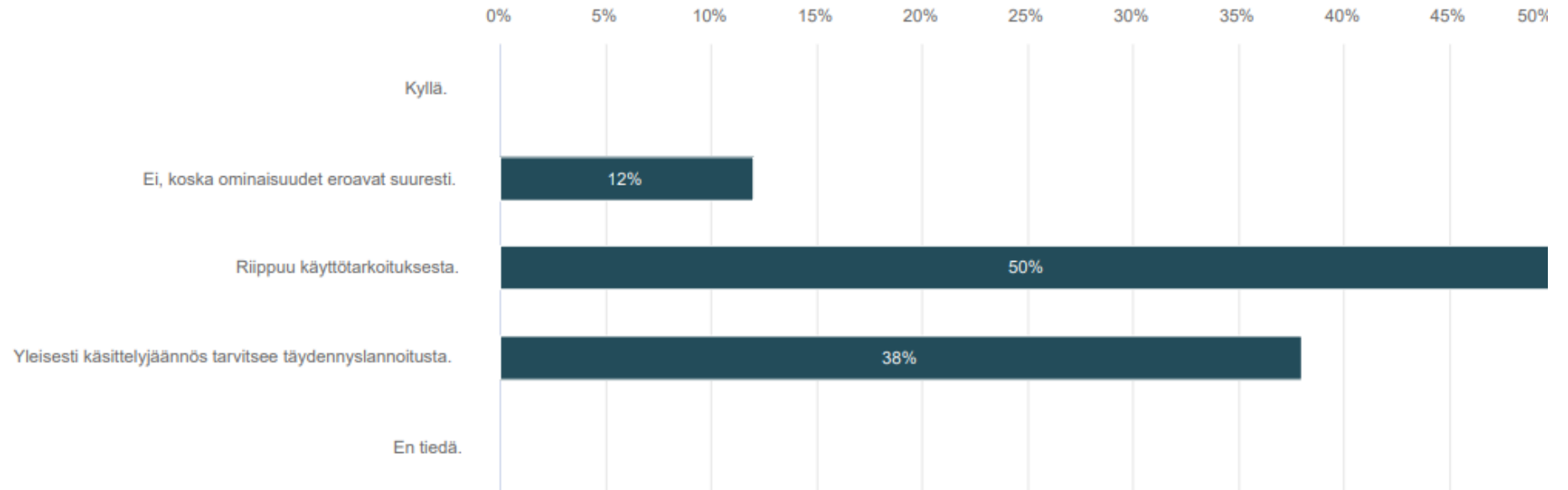
Vastaajien määrä: 8



	n	Prosentti
Kyllä	1	12,5%
Suurinpiirtein.	4	50,0%
Ei aavistusta.	3	37,5%
Ei tarvitse tietää, energian tuotanto on tärkein.	0	0,0%
En osaa sanoa.	0	0,0%

5. Voidaanko käsittelyjäännöstä (rejktiä) verrata mineraalilannoitteisiin? Perustele.

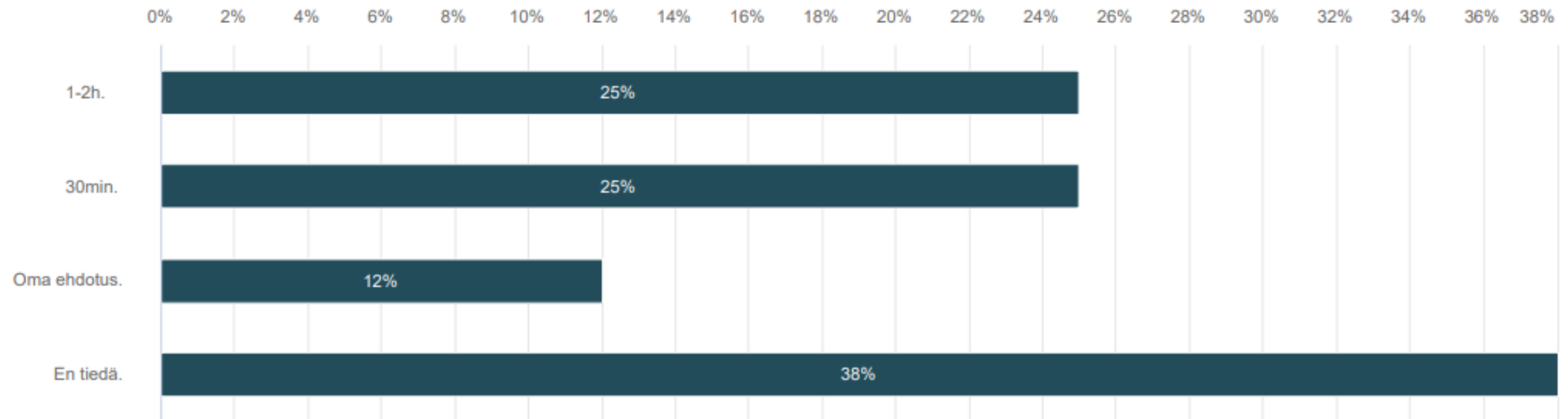
Vastaajien määrä: 8



	n	Prosentti
Kyllä.	0	0,0%
Ei, koska ominaisuudet eroavat suuresti.	1	12,5%
Riippuu käyttötarkoituksesta.	4	50,0%
Yleisesti käsittelyjäännös tarvitsee täydennyslannoitusta.	3	37,5%
En tiedä.	0	0,0%

6. Paljonko biokaasulaitoksesta aiheutuu työkustannuksia vuorokaudessa? Lisää oma ehdotus halutessasi.

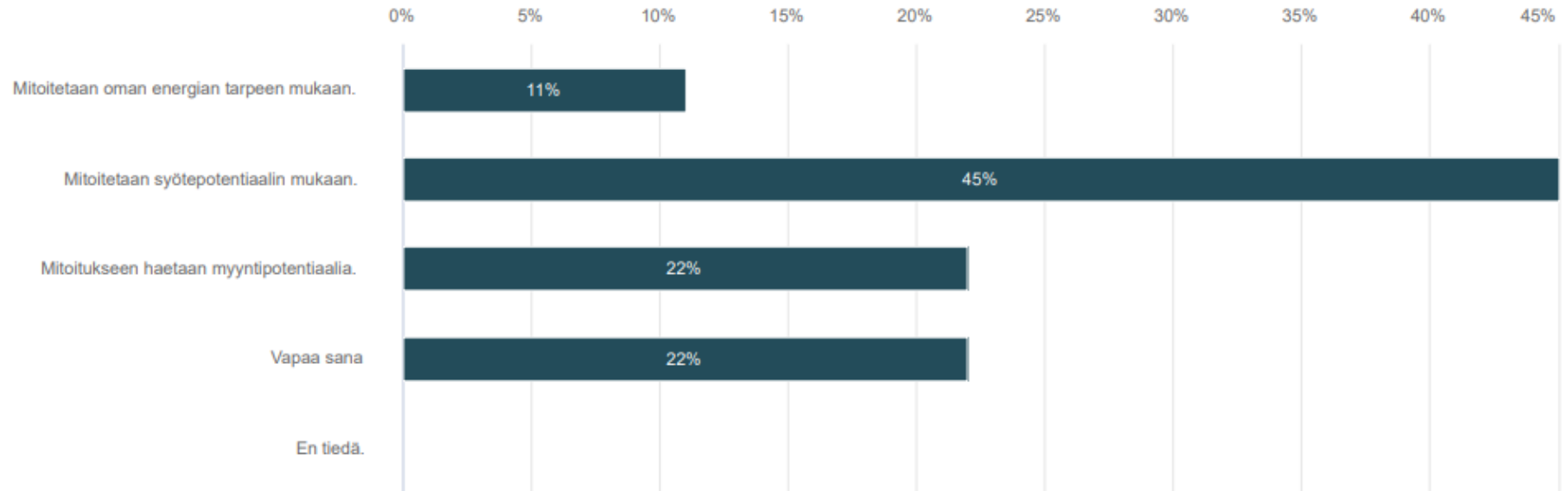
Vastaajien määrä: 8



	n	Prosentti
1-2h.	2	25,0%
30min.	2	25,0%
Oma ehdotus.	1	12,5%
En tiedä.	3	37,5%

9. Laitoksen kokoluokan mitoitus?

Vastaajien määrä: 9



	n	Prosentti
Mitoitetaan oman energian tarpeen mukaan.	1	11,1%
Mitoitetaan syötepotentiaalin mukaan.	4	44,5%
Mitoitukseen haetaan myyntipotentiaalia.	2	22,2%
Vapaa sana	2	22,2%
En tiedä.	0	0,0%

11. Arvioi biokaasulaitoksen huoltokustannuksia euroa/vuosi?

Vastaajien määrä: 8

Vastaukset
20.000 - 30.000 € alv 0 %
Täyspalveluna luokkaa 3-4€/MWh. Itse tehtynä hieman alempi, mutta korvausinvestoinnit korkeammat.
En tiedä, mutta moottori jos pyörii 24/7 hitusen polttonesteitä epäpuhtaammalla polttoaineella niin riittävän suuret.
500-1000 e
25000e
6000-8000€/vuosi
Riippuu paljon laitostoimittajasta ja tekniikasta . 5000-20 000 e
En tiedä

12. Mitä/millaista syötettä kannattaa käyttää, jotta biokaasun tuotanto on taloudellisesti järkevää?

Vastaajien määrä: 8

Vastaukset
Mahdollisimman rasvainen, tasalaatuinen
Karjanlanta täysimääräisenä, jos läheltä saatavissa lisää lähitaloilta aina parempi. Teollisuuden sivuvirtoja, jos rahtikustannus ei nouse liian korkeaksi. Pelloilta tulevat sivuvirrat, mutta kustannus €/kg ka tai €/MWh ei saa nousta liian korkeaksi.
Edullista ja hyvää
karjatilojen lanta ja ylijäämä kasvijäte/-rehut.
Hyvä tasoiset nurmet, teollisuuden puhtaat syötteet
Lietelanta, teollisuuden sivutuotteet missä on energia-arvoa.
Kotieläinten lanta, "puhtaat" teollisuuden sivuvirrat, läheltä saatava beltobiomassa
Paikallisesti läheltä saatavia, suuren kaasuntuottopotentiaalin omaavia

14. Mistä biokaasun hinta muodostuu mielestäsi ja mitkä tekijät ovat tärkeimpiä?

Vastaajien määrä: 6

Vastaukset
Omassa käytössä pitää verrata vaihtoehtokustannusta ostettavaan energiaan.
Mielestäni oikeudenmukaisin hinta on biokaasun (raakakaasu/puhdistettu ja paineistettu biokaasu) vaihtoehtoiseen kustannukseen. Tällaisia voisi olla esimerkiksi Dieselin tai maakaasuun markkinahinta. Tästä korvaustasona 30-50% prosenttia markkinahinnasta. Näin perstuntumalta. Kiinteä hinta sidottuna indeksiin toimii huonosti, sillä ei huomioi niin hyvin markkinoiden muutoksia.
Vaihtoehtoisista energialähteistä.
Biokaasun hintaan vaikuttaa markkinatilanne. Raaka ja puhdistettu biokaasu ovat halvempia kuin jalostettu biokaasu.
Investoinnin kuoletus, raaka-aineiden hankinta ja työ
Investointikustannuksesta, ylläpidosta