



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tiina Nevanranta

PIENIMUOTOISTEN BIOKAASULAITOSTEN ESTEET ETELÄ-POHJANMAALLA

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tiina Nevanranta
Opinnäytetyön nimi	Pienimuotoisten biokaasulaitosten esteet Etelä-Pohjanmaalla
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	64 + 2 liitettä
Ohjaaja	Asseri Laitinen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä esteitä ja haasteita Etelä-Pohjanmaan alueella on pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiselle. Opinnäytetyön avulla haluttiin selvittää, miksi pienimuotoisia biokaasulaitoksia on Etelä-Pohjanmaalla niin vähän, onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiseen saatavilla riittävästi taloudellista ja teoreettista tukea, mitä syötteitä alueella on mahdollista käyttää ja onko syötemateriaalia riittävästi sekä onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustaminen ja toiminta Etelä-Pohjanmaan alueella taloudellisesti kannattavaa. Idea opinnäytetyön aiheelle tuli Thermopolis Oy:ltä, jonka toiminnasta on lyhyesti kerrottu johdanto-osiossa.

Teoriaosuudessa läpikäytiin internet- ja kirjallisuuslähteiden avulla biokaasun koostumusta, biokaasun muodostamisen ja biokaasulaitoksen vaiheita, syöteraaka-aineita, tuotannon eri prosesseja, prosessiin vaikuttavia eri tekijöitä sekä biokaasun tuotannon nykytilaa maatilamittakaavassa. Tutkimuksessa haastateltiin biokaasualan asiantuntijoita sekä lähetettiin kysely eteläpohjalaisille maataloille.

Kirjallisuuden, asiantuntijoiden haastattelujen ja eteläpohjalaisilta maatilallisilta saatujen vastausten perusteella yksi selkeästi merkittävimpiä esteitä ja haasteita pienimuotoisen eli maatilakokoluokan biokaasulaitoksen perustamiselle on se, että monen maatilallisen kohdalla laitoksen perustaminen on taloudellisesti kannattamatonta. Tilojen koko, toiminnan laajuus ja peltoala vaikuttavat syötemateriaalin riittävyyteen ja siten myös laitoksen kannattavuuteen. Biokaasulaitoksien investointikustannukset ovat korkeita, ja monilla tiloilla taloudellinen tilanne on jo ennestään haastava. Kyselyn perusteella tilallisten keskuudesta löytyi kiinnostusta yhteislaitoksia kohtaan, joten myös yhteislaitosten perustamista olisi järkevää monipuolisesti tukea niin informaation kuin taloudellisten tukien avulla.

ABSTRACT

Author	Tiina Nevanranta
Title	Obstacles to small-scale biogas plants in Southern Ostrobothnia
Year	2022
Language	Finnish
Pages	64 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Asseri Laitinen

The purpose of this thesis was to find out what the obstacles and challenges in the South Ostrobothnia region are for the establishment of small-scale biogas plants. With the help of this thesis, it was desired to find out why there are so few small-scale biogas plants in Southern Ostrobothnia, and if there is enough financial and theoretical support available for the establishment of small-scale biogas plants, what feeds can be used in the region and whether there is enough of it and is the establishment and operation of small-scale biogas plants in Southern Ostrobothnia economically viable. The idea for the subject of the thesis came from Thermo-*polis* Ltd., whose operations are briefly described in the introduction.

In the theoretical part, the composition of biogas, the stages of biogas formation and biogas plant, feed materials, production processes, the factors affecting the process and the current state of biogas production on a farm scale were reviewed with the help of internet and literature sources. In the study biogas experts were interviewed and a survey was sent to farms in South Ostrobothnia.

Based on literature, interviews with experts and responses from South Ostrobothnians farmers, one of the most important obstacles and challenges to the establishment of a small - farm size biogas plant is that, for many farmers, the plant establishment is economically unviable. The size of the farms, the scope of operations and the arable area affect the adequacy of the feed material, and thus also the profitability of the plant. The investment costs for biogas plants are high and the economic situation on many farms is already challenging. Based on the survey, there was interest in joint plants among farmers, so it would also be sensible to support the establishment of joint plants in a variety of ways, both with information and financial support.

Keywords	Biogas, biogas plants, challenges, farms and energy production
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	BIOKAASUN KOOSTUMUS JA HYÖDYNTÄMINEN	9
3	BIOKAASULAITOKSEN VAIHEET	12
4	SYÖTERAAKA-AINEET.....	14
5	BIOKAASUN MUODOSTUMISEN VAIHEET	18
6	BIOKAASUN TUOTANNON ERI PROSESSIT.....	20
	6.1 Psykrofiilinen, mesofiilinen ja termofiilinen prosessi	20
	6.2 Märkä- ja kuivaprosessi	20
	6.3 Jatkuva- ja panostoiminen prosessi	21
7	PROSESSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	25
	7.1 Lämpötila	25
	7.2 Ravinteet ja hivenaineet	26
	7.3 pH-arvo ja alkaliniteetti	27
	7.4 Toksiset ja inhiboivat aineet	28
8	BIOKAASUN TUOTANNON NYKYTILA MAATILAKOKOLUOKASSA.....	31
9	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTONKERUU	34
	9.1 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä	34
	9.2 Opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmät	34
10	ASiantuntijoiden haastattelut ja maatiloille suunnattu kysely .	37
	10.1 Asiantuntijoiden haastattelut	37
	10.2 Maatiloille suunnattu kysely	44
11	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	55
	LÄHTEET	62
	LIITTEET	65

TAULUKKO-, KUVIO- JA KUVALUETTELO

Taulukko 1. Biokaasun sisältämiä aineita ja niiden keskimääräisiä koostumuksia.9	
Taulukko 2. Esimerkkejä eläinten lannan ja kasvibiomassojen kuiva- ainepitoisuuksista ja biokaasupotentiaaleista.	16
Taulukko 3. Tilojen eläinlajit ja eläinmäärät.....	47
Taulukko 4. Tilojen peltoalat.	48
Taulukko 5. Kysymyksen 6 annettujen vastausten ryhmittäminen.	50
Kuvio 1. Biokaasulaitoksen vaiheet.	13
Kuvio 2. Esimerkki raaka-aineen koostumuksesta.	15
Kuvio 3. Arvioitu biokaasun tuotantopotentiaali (TWh) eri syötteillä vuonna 2019.	17
Kuvio 4. Biokaasun muodostumisen vaiheet.	18
Kuvio 5. Biokaasuyritysten kokonaistulosprosentit vuosilta 2013–2020.....	32
Kuvio 6. Vastaajien maatilojen sijainnit.....	45
Kuvio 7. Vastaajien maatilojen sijainnit pylväsdiagrammina.	45
Kuvio 8. Vastaajien tilojen päätuotantosuunnat.	46
Kuvio 9. Mielenpitoet biokaasulaitoksen perustamiseen ja toimintaan liittyvän tiedon helpposta saatavuudesta ja riittävydestä.	49
Kuvio 10. Biokaasulaitoksen perustamisen harkitseminen.....	51
Kuvio 11. Biokaasun käyttökohteet.	53
Kuva 1. Luonnonvarakeskuksen märkäprosessinen reaktori Maaningalla.	22
Kuva 2. Jatkuvatoimisella kuivaprosessilla toimiva tulppavirtausreaktori.....	23
Kuva 3. Autotallimainen panostoiminen reaktori.	24
Kuva 4. Panostoiminen suotopetireaktori Kalmarin tilalla Laukaalla.....	24

LIITELUETTELO

LIITE 1. Asiantuntijoiden haastattelukysymykset

LIITE 2. Eteläpohjalaisille maataloille lähetetyn kyselyn kysymykset

1 JOHDANTO

Suomi on asettanut tavoitteeksi, että vuonna 2030 biokaasun tuotanto on 4 TWh. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry on arvioinut, että tavoitteen saavuttamiseksi vuoteen 2030 mennessä nykyisiä biokaasulaitoksia tulisi laajentaa ja rakentaa 100–200 uutta biokaasulaitosta.¹ Tämän opinnäytetyön aihe on pienimuotoisten biokaasulaitosten esteet Etelä-Pohjanmaalla. Etelä-Pohjanmaalla on runsaasti maataloja ja maataloutta, mutta silti vuonna 2021 koko Etelä-Pohjanmaan alueella oli maatilakohtaisia biokaasulaitoksia ainoastaan kaksi kappaletta². Tämä tieto tekee aiheesta tutkimisen arvoisen.

Sain opinnäytetyön aiheen ollessani työharjoittelussa Thermopolis Oy:llä, joka tarjoaa mm. energiakatselmuksia, meluselvityksiä sekä Energiaviraston rahoittamaa energianeuvontaa kuluttajille ja pk-yrityksille Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnissa. Lisäksi yritys on mukana monissa ympäristö- ja energia-alan hankkeissa. Aiheen idea lähti eräästä yrityksessä meneillään olevasta hankkeesta, jonka tarkoituksena on kehittää Etelä-Pohjanmaan maatilayrityksille liiketoimintamallia sekä biokaasukonseptia nimenomaan pienemmällä mittakaavalla³. Opinnäytetyön työpaikkaohjaajina toimivat Thermopolis Oy:ltä projektipäälliköt Lea Hämäläinen ja Sauli Jänntti.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä esteitä ja haasteita Etelä-Pohjanmaan alueella on pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiselle. Työn tutkimuskysymyksiä ovat: miksi pienimuotoisia biokaasulaitoksia on Etelä-Pohjanmaalla niin vähän, onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiseen saata-

¹ Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2022.

² Suomen Biokierto ja Biokaasu ry.

³ Thermopolis Oy. 2021.

villa riittävästi taloudellista ja teoreettista tukea, mitä syötteitä alueella on mahdollista käyttää ja onko syötemateriaalia riittävästi sekä onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustaminen ja toiminta Etelä-Pohjanmaan alueella taloudellisesti kannattavaa.

Opinnäytetyön aihe koskee Etelä-Pohjanmaan aluetta, joten työ on rajattu maantieteellisesti kattamaan Etelä-Pohjanmaan maakuntaa. Toinen rajaava tekijä on, että aihe koskee pienimuotoisia eli maatilakokoluokan biokaasulaitoksia. Täten opinnäytetyössä ei käsitellä esim. teollisen kokoluokan biokaasulaitoksia, lietemädättämiä tai kaatopaikkakaasujen keräyskohteita. Työssä käydään läpi biokaasuun ja laitoksiin liittyvää teoriaa, kuten biokaasun koostumusta, biokaasulaitoksen vaiheita, syöteraaka-aineita, biokaasun muodostamisen vaiheita, tuotannon eri prosesseja, prosessiin vaikuttavia eri tekijöitä sekä biokaasun tuotannon nykytilaa maatilamittakaavassa. Teoriaosuuden jälkeen kerrotaan käytetyistä tutkimus- ja aineistonkeruumenetelmistä. Tutkimuksessa haastateltiin biokaasualan asiantuntijoita sekä lähetettiin kysely eteläpohjalaisille maataloille. Lopuksi haastatteluista ja kyselystä saadut tulokset analysoidaan ja tehdään tulosten pohjalta johtopäätökset.

2 BIOKAASUN KOOSTUMUS JA HYÖDYNTÄMINEN

Biokaasua syntyy hapettomassa eli anaerobisessa ympäristössä, jossa mikrobiorganismit hajottavat orgaanista ainetta. Tällaista biologista hajoamista eli mätänemistä tapahtuu luonnossa hapettomissa olosuhteissa esim. kosteikoissa, vesien ja soiden pohjasedimenteissä sekä märehitijöiden pötsissä. Lisäksi biokaasua muodostuu kaatopaikoilla. Mätänemistä hyödynnetään myös biokaasulaitoksissa biokaasun tuotannossa. Olennaista tässä hajoamisprosessissa on hapettomuus. Jos hajoamisprosessi tapahtuisi hapellisessa eli aerobisessa ympäristössä, olisi kyse kompostoitumisesta. Mätänemisen seurauksena syntyy biokaasua ja mätänemisprosessissa hajoamatonta ainetta. Biokaasu on poltettavaa kaasuseosta, jossa on noin kolmasosa hiilidioksidia (CO₂) ja kaksi kolmasosaa metaania (CH₄). Metaanin ja hiilidioksidin lisäksi biokaasussa on pienempiä määriä mm. vettä (H₂O), typpeä (N₂), vetyä (H₂), rikkivetyä (H₂S), hiilimonoksidia (CO), ammoniakkia (NH₃) ja muita epäpuhtauksia. Joidenkin biokaasusta löytyvien aineiden keskimääräisiä koostumuksia on tarkemmin nähtävissä taulukossa 1.^{4,5}

Taulukko 1. Biokaasun sisältämiä aineita ja niiden keskimääräisiä koostumuksia.⁶

Aine	%
Metaani	55–75
Hiilidioksidi	25–45
Typpi	1–5
Vety	0–3
Rikkivety	0,1–0,5
Hiilimonoksidi	0–0,3

⁴ Motiva Oy. 2013.

⁵ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁶ Motiva Oy. 2013.

Biokaasu on energianlähde ja uusiutuvaa biopolttoainetta. Biokaasua hyödynnetään lämmöntuotannossa, yhdistetyssä lämmön- ja sähköntuotannossa (CHP) sekä jalostettuna liikennepolttoaineena eli biometaanina. Biokaasua hyödynnetään teollisuudessa myös mm. tuotteiden valmistuksessa kypsennys-, kuivaus- ja kuumennusvaiheissa. Biokaasua voi myydä eteenpäin tai Etelä-Suomen alueella syöttää jalostettuna maakaasuverkkoon. Raakaa biokaasua ei voi suoraan ottaa hyötykäyttöön, vaan sitä on puhdistettava. Puhdistuksessa raakabiokaasusta poistetaan epäpuhtauksia, jotka biokaasua käytettäessä aiheuttaisivat laite- ja päästöhaittoja. Puhdistuksessa raakabiokaasusta poistetaan vähintään vesihöyry ja rikkivety, koska yhdessä ne muodostavat syövyttävää rikkihappoa (H_2SO_4). Jos biokaasua aiotaan syöttää maakaasuverkkoon tai käyttää liikennepolttoaineena, tulee biokaasu puhdistuksen jälkeen vielä jalostaa. Jalostuksessa biokaasusta poistetaan hiilidioksidi, jotta biokaasun lämpöarvo nousisi ja metaanipitoisuus saataisiin yli 97%.^{7,8,9}

Metaani ei ole ainoa aine, jota mädätysprosessista voidaan hyödyntää. Mädätysprosessissa hajoamaton aine eli mädätysjäännös on arvokasta ja ravinnerikasta maanparannus- ja lannoitusainetta. Mädätysjäännöksen hyödyntämisessä on kuitenkin huomioitava mahdollinen hygienisoinnin tarve. Pienimuotoisten eli maatilakokoluokan biokaasulaitosten mädätysjäännökset voidaan hyödyntää tilan mailla ilman hygienisointia. Samoin useamman maatilan biokaasulaitoksen mädätysjäännökset voidaan hyödyntää ilman hygienisointia näiden tilojen mailla. Jos tilan biokaasulaitokseen on tuotu raaka-aineita tilan ulkopuolelta tai mädätysjäännöstä on tarkoitus hyödyntää tilan ulkopuolella, tarvitaan hygienisointia korkeassa lämpötilassa riittävän pitkäkestoisesti. Esimerkiksi materiaalia alle 12 mm pala-koossa hygienisoidaan vähintään 70 °C lämpötilassa tunnin ajan. Hygienisoinnin

⁷ Motiva Oy. 2013.

⁸ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁹ Mutikainen, M., Sormunen, K., Paavola, H., Haikonen, T. & Väisänen, M. 2016.

avulla varmistetaan, ettei mädätysjäätös sisällä haitallisia metalleja, yhdisteitä tai eläin- ja kasviaineita.¹⁰

Biokaasun jalostamisessa talteenotettua hiilidioksidia voidaan hyödyntää mm. kasvihuoneissa lannoitteena. Lisäksi hiilidioksidia voidaan käyttää hyväksi tuuli- ja aurinkometaanin tuotannossa. Tuuli- ja aurinkovoimalla tuotetun sähkön ja elektrolyysin avulla vedestä tuotetaan vetyä, joka muodostaa hiilidioksidin kanssa metaania. Tuuli- ja aurinkometaani toimii täten samalla kemiallisena varastona tuuli- ja aurinkovoimalle.^{11,12}

¹⁰ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

¹¹ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

¹² Lampinen, A. 2013.

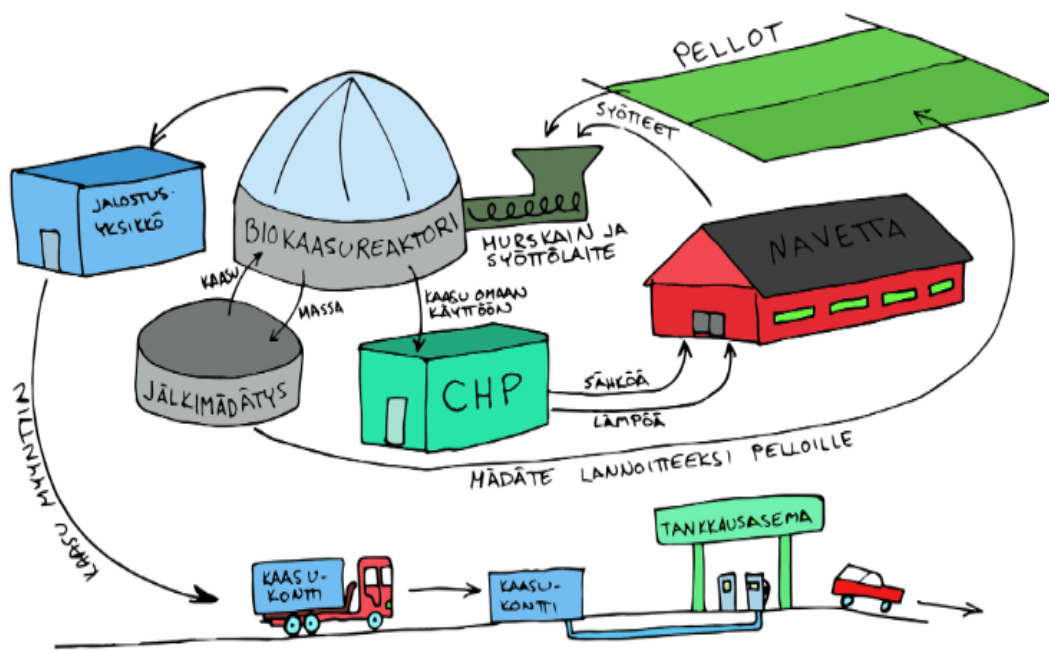
3 BIOKAASULAITOKSEN VAIHEET

Suomessa biokaasua voidaan saada yhteiskäsittelylaitoksilta (mm. lietteet ja yhdyskuntabiojätteet käsittelevä), lietemädättämöiltä, teollisuuden biokaasulaitoksilta, kaatopaikoilta keräämällä sekä maatilakokoluokan biokaasulaitoksilta. Tämä opinnäytetyö kohdentuu erityisesti pienimuotoisiin eli maatilakokoluokan biokaasulaitoksiin, joten tässä osiossa käsitellään kyseisen kokoluokan biokaasulaitoksen vaiheita.

Kuviossa 1 on selkeästi kuvattuna perinteinen pienimuotoinen biokaasulaitosmalli. Syötteenä biokaasureaktorissa käytetään esim. tilan eläinten lantaa ja pellolla viljeltävää nurmea. Syöte syötetään syöttölaitteeseen ja tarpeen mukaan esikäsitellään, murskataan tai hygienisoidaan sopivaksi biokaasureaktoria varten. Reaktorissa tapahtuu itse mätänemisprosessi. Prosessin seurauksena syntyy biokaasua ja mädätysjäännöstä. Biokaasu ohjataan tilan CHP-yksikköön (Combined Heat and Power), jossa biokaasua polttoaineenaan käyttävän otto- tai dieselmoottorin avulla tuotetaan sähköä ja lämpöä. Tuotetulla lämmöllä lämmitetään mm. biokaasureaktoria sekä tilan rakennuksia. Tuotettu sähkö hyödynnetään tilan omaan sähkön kulutukseen. Kuvion biokaasulaitosmallissa on kuvattuna myös jalostusyksikkö, jota ei tilalla tarvita, jos biokaasua ei ole tarkoitus käyttää ajoneuvojen polttoaineena. Mädätysjäännös ohjataan jälkimädätysaltaaseen. Jälkimädätysaltaassa muodostuu vielä biokaasua, joka kerätään talteen. Lopulta jäljelle jäänyt ravinnekas mädäte levitetään tilan pelloille lannoitteeksi.^{13,14}

¹³ Haapanen, A. 2021.

¹⁴ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.



Kuvio 1. Biokaasulaitoksen vaiheet.¹⁵

¹⁵ Haapanen, A. 2021.

4 SYÖTERAAKA-AINEET

Mädätysprosessissa pääraaka-aine on orgaaninen aine. Syötteenä voidaan käyttää yhdyskuntabiojätteitä, puhdistamolietteitä, teollisuuden jätteitä ja sivutuotteita, kasvibiomassoja ja eri eläinten lantoja. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä pienimuotoisiin biokaasulaitoksiin, joten tässä osiossa käsitellään kyseisen kokoluokan biokaasulaitoksissa yleisimmin käytettäviä syöteraaka-aineita eli eri eläinten lantoja ja kasvibiomassoja.

Mädätysprosessin kannalta on oleellista, että syöte olisi suhteellisen helposti biohajoavaa ainetta, sisältäen mm. proteiineja, rasvoja ja hiilihydraatteja. Esimerkiksi olki ja puu soveltuvat huonosti mädätykseen, koska ne sisältävät runsaasti vaikeasti hajoavaa ligniiniä ja kuitua. Kuviossa 2 on nähtävissä esimerkki raaka-aineen koostumuksesta. Raaka-aineiden massa koostuu vedestä ja kuiva-aineesta TS (total solids). Kuiva-aine käsittää orgaanisen kuiva-aineen VS (volatile solids) ja epäorgaanisen aineen eli tuhkan. Biokaasun tuottamisessa hyödynnetään orgaanisen kuiva-aineen hajoamista. Eri raaka-aineiden kuiva-ainepitoisuuksissa on vaihtelua. Biokaasulaitoksen syötteen kuiva-ainepitoisuuden tietäminen on tärkeää mm. käytössä olevan prosessitavan ja biokaasun tuotannon kannalta.^{16,17}

¹⁶ Motiva Oy. 2013.

¹⁷ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.



Kuvio 2. Esimerkki raaka-aineen koostumuksesta.¹⁸

Taulukossa 2 on 20 000 tonnin syötemäärällä saatuja esimerkkisarvoja eri eläinten lantojen ja kasvibiomassojen kuiva-ainepitoisuuksista ja biokaasupotentiaaleista. Taulukon arvoista voidaan päätellä, että kasvibiomassoilla on korkeampia kuiva-ainepitoisuuksia kuin lannoilla, ja pääsääntöisesti myös korkeampia biokaasuarvoja. Korkeimpia biokaasuarvoja on saatu kotitalouden biojätteistä. Lantojen biokaasuarvoihin vaikuttaa mm. se, että eläin itse hyödyntää syömästään rehusta suurimman osan helpommin hajoavasta orgaanisesta aineesta, jolloin sitä jää vähemmän lantaan. Pelkkä kasvibiomassa on kuitenkin liian kuiva-ainepitoista biokaasureaktoriin laitettavaksi, joten siksi kasvibiomassoja ja lantoja sekoitetaan keskenään. Lannasta saadaan mädätysprosessille tarpeellista kosteutta.^{19,20}

¹⁸ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

¹⁹ Häkkinen, P. & Kari, M. 2016.

²⁰ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

Taulukko 2. Esimerkkejä eläinten lannan ja kasvibiomassojen kuiva-ainepitoisuuksista ja biokaasupotentiaaleista.²¹

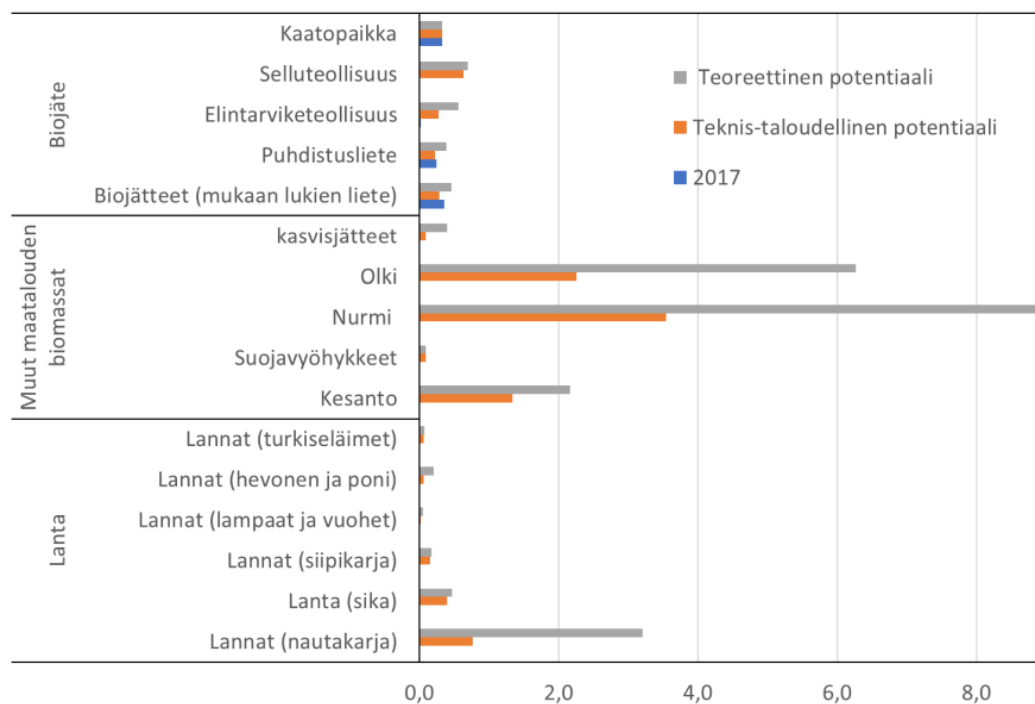
Syöte	Kuiva-aine %	CH ₄ m ³ /tn VS
Naudan kuivalanta	21	150
Naudan lietelanta	9	200
Sian kuivikelanta	27	200
Sian lietelanta	5	300
Hevosien lanta (kuivike+virtsat)	33	200
Biojäte, kotitalous	27	400
Viljan lajittelujäte	87	230
Peltobiomassa, säilörehu	31	350
Peltobiomassa, vanhempi nurmi, ruokokelpi	30	250
Rypsin olki	90	250

Vuosien 2014–2016 välisenä aikana Suomessa muodostui vuosittain kotieläinten lantaa noin 17,3 miljoonaa tonnia ja ylijäämänurmea noin 1,5 miljoonaa tonnia²². Vuonna 2019 biokaasun tuotanto Suomessa oli noin 1 TWh. Arvioiden mukaan samana vuonna Suomen syöteperustainen teknis-taloudellinen potentiaali saattoi olla yli 10 TWh ja teoreettinen potentiaali yli 20 TWh (Kuvio 3). Kuviossa tarkastellaan mädätystekniikalla käsiteltäviä syötteitä. Lannan osalta suurin tuotantopotentiaali oli nautakarjan lannassa, jossa teknis-taloudellinen potentiaali oli lähes 1 TWh ja teoreettinen potentiaali yli 3 TWh. Maatalouden biomassojen osalta suurimmat tuotantopotentiaalit arvioitiin olevan nurmella ja oljella. Nurmella teknis-taloudellinen potentiaali oli yli 3 TWh ja teoreettinen potentiaali noin 9 TWh. Oljella teknis-taloudellinen potentiaali oli yli 2 TWh ja teoreettinen potentiaali yli 6 TWh. Näiden

²¹ Häkkinen, P. & Kari, M. 2016.

²² Grönroos, J., Iho, A., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Koskiahho, J., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Marttinen, S., Oasmaa, A., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E. Valve, H., Venelampi, O., Ylivainio, K. & zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017.

arviointien mukaan biokaasun tuotannossa jää paljon syötepotentiaalia hyödyntämättä.²³



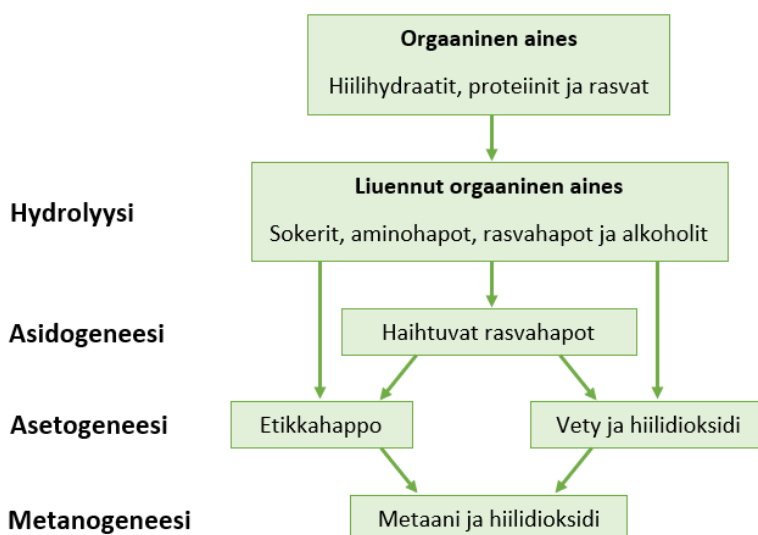
Kuvio 3. Arvioitu biokaasun tuotantopotentiaali (TWh) eri syötteillä vuonna 2019.²⁴

²³ Virolainen-Hynnä, A. 2020.

²⁴ Virolainen-Hynnä, A. 2020.

5 BIOKAASUN MUODOSTUMISEN VAIHEET

Biokaasun muodostumisessa on neljä eri päävaihetta: hydrolyysi eli liukoistuminen, asidogeneesi eli happokäyminen, asetogeneesi eli etikkahappokäyminen ja metanogeneesi eli metaanikäyminen (Kuvio 4). Selkeästä vaihejaosta huolimatta nämä muodostumisvaiheet eivät tapahdu ajallisesti erillisinä vaiheina, vaan vaiheet tapahtuvat samanaikaisesti. Orgaanista ainesta hajottavat monet eri mikrobit, ja jokaisessa vaiheessa työskentelee kyseiselle vaiheelle ominaisia mikrobeja. Eri vaiheiden järjestyksellä on merkitystä, sillä edellisessä vaiheessa syntyneet hajoamistuotteet tulevat seuraavassa vaiheessa käyttöön syötteenä.^{25,26}



Kuvio 4. Biokaasun muodostumisen vaiheet.^{27,28}

²⁵ Motiva Oy. 2013.

²⁶ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

²⁷ Suomen Biovoima Oy.

²⁸ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

Biokaasun muodostumisen ensimmäinen vaihe on hydrolyysi eli liukoistuminen. Tässä vaiheessa hydrolyyttiset mikrobit eli bakteerit tuottavat entsyymejä, joiden avulla syötteen hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat pilkkoutuvat ja liukoistuvat. Hydrolyysissä hiilihydraatit pilkkoutuvat sokeriksi, proteiinit aminohapoksi ja rasvat rasvahapoksi ja alkoholiksi.^{29,30}

Toinen vaihe on asidogeneesi eli happokäyminen, jossa työskentelee osin samoja bakteereita kuin hydrolyysissä. Asidogeenissä bakteerit hyödyntävät hydrolyysivaiheen hajoamistuotteita (sokerit, aminohapot, rasvahapot ja alkoholit), jolloin muodostuu haihtuvia rasvahappoja (VFA eli volatile fatty acids) ja alkoholeja. Haihtuviin rasvahappoihin kuuluu mm. voi-, etikka- ja propionihappo. Näiden lisäksi muodostuu myös vetyä ja hiilidioksidia. Biokaasun muodostumisen kolmannessa vaiheessa, asetogeenissä eli etikkahappokäymisessä, vaiheen bakteerit eli asetogeenit muokkaavat edellisen vaiheen tuottamista haihtuvista rasvahapoista ja alkoholeista etikkahappoa, vetyä ja hiilidioksidia.^{31,32}

Viimeinen vaihe on metanogeneesi eli metaanikäyminen. Viimeisen vaiheen bakteerit eli metanogeenit tuottavat edellisen vaiheen hajoamistuotteista (etikkahappo, vety ja hiilidioksidi) biokaasua eli metaania ja hiilidioksidia. Vedyn suhteen metanogeenit ja edellisen vaiheen asetogeenit toimivat hyvässä yhteistyössä keskenään. Liiallinen vetymäärä on haitaksi asetogeenien toiminnalle, mutta metanogeenit helpottavat asetogeenien olosuhteita käyttämällä vetyä omassa toiminnassaan.^{33,34}

²⁹ Motiva Oy. 2013.

³⁰ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

³¹ Motiva Oy. 2013.

³² Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

³³ Motiva Oy. 2013.

³⁴ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

6 BIOKAASUN TUOTANNON ERI PROSESSIT

Biokaasun tuotannon prosesseja voidaan jakaa mm. prosessissa käytettävän lämpötilan, syötteen kuiva-aineen pitoisuuden ja raaka-aineen syöttötavan mukaan. Tässä osiossa käsitellään yleisimpiä käytössä olevia prosessityyppejä.

6.1 Psykrofiilinen, mesofiilinen ja termofiilinen prosessi

Biokaasuprosessissa käytettävän lämpötilan mukaan prosessi jaetaan psykrofiiliseen, mesofiiliseen ja termofiiliseen prosessiin. Psykrofiilisessa prosessissa lämpötila on alle 25 °C lämpötilassa, mesofiilisessa prosessissa noin 32–42 °C lämpötilassa ja termofiilisessa prosessissa noin 50–60 °C lämpötilassa. Psykrofiilisessa lämpötilassa tapahtuu yleensä esim. luonnossa soilla tai lietealtaissa muodostuva biokaasun tuotto. Biokaasun tuotto on hidasta ja melko vähäistä. Mesofiilinen prosessi on käytössä useimmissa biokaasulaitoksissa, ja myös kotieläinten ruuansulatuskanavan mikrobit toimivat samoissa mesofiilisisä lämpötiloissa. Mesofiilisessa prosessissa biokaasun tuotanto on vakaata ja määrältään hyvää luokkaa. Myös termofiilistä prosessia käytetään biokaasulaitoksissa. Korkeamman lämpötilan vuoksi termofiilisessa prosessissa mädätys voi tapahtua jopa puolta nopeammin kuin mesofiilisessa prosessissa. Negatiivisina puolina termofiilisessa prosessissa on kuitenkin korkea energiankulutus ja epävakaus.³⁵

6.2 Märkä- ja kuivaprosessi

Syötteen kuiva-ainepitoisuuden perusteella biokaasuprosessi voidaan jakaa märkä- ja kuivaprosessiin. Märkäprosessissa syöte on lietemäistä ja syötteen kuiva-ainepitoisuus on korkeintaan noin 15 %. Lietemäisyys tekee syötteestä hel-

³⁵ Motiva Oy. 2013.

pommin pumpattavaa ja sekoitettavaa. Jos märkäprosessin syöte on liian liete-mäistä, voidaan syötteeseen sekoittaa esikäsiteltyä kuivaa materiaalia, jolloin kuiva-ainepitoisuus nousee samalla nostoen myös biokaasun tuottoa. Märkäprosessia voidaan käyttää eri kokoluokan biokaasulaitoksissa, ja lisäksi märkäprosessin teknologia on jo hyvin tunnettua.³⁶

Kuivaprosessissa syöte on jo selkeästi kuivempaa, jopa kasoina pysyvää, ja kuiva-ainepitoisuus on noin 20–40 %. Prosessin nimestä huolimatta suurin osa syöttestä on kuitenkin vettä. Kuivaprosessissa reaktori on mahdollista mitoittaa hie-man pienemmäksi kuin märkäprosessissa. Prosessille ominaista on, että syötteeseen sekoitetaan jo prosessin läpikäynyttä nestettä tai mädätysjäännöstä. Täten saadaan säädettyä syötteen kuiva-ainepitoisuutta ja kierrätettyä mädätyksessä tarvittavaa mikrobistoa. Korkeamman kuiva-ainepitoisuuden avulla kuivapro-sessissa voidaan saada korkeampi biokaasun ja metaanin tuotto kuin märkäproses-sissa. Samasta syystä syötteen sekoittaminen ja käsittely on kuitenkin haastavam-paa. Syötettä ei voida märkäprosessin tapaan siirtää pumppaamalla, vaan siirrossa joudutaan käyttämään esim. ruuveja tai hihnoja. Haasteet syötteen sekoittami-ssa aiheuttavat sen, että hajottavat bakteerit eivät välttämättä pääse riittävän hyvin kosketuksiin orgaanisen aineen kanssa. Tämä taas vaikuttaa negatiivisesti biokaasun tuotantoon.^{37,38}

6.3 Jatkuva- ja panostoiminen prosessi

Biokaasuprosessi voidaan jakaa syöttötavan mukaan jatkuva- ja panostoimiseen prosessiin. Märkäprosesseissa on yleensä käytössä jatkuvatoiminen prosessi, kui-

³⁶ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

³⁷ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

³⁸ Luostarinen, S. (toim.). 2013.

vaprosesseissa voidaan käyttää sekä jatkuva- että panostoimista prosessia. Jatkuvatomisessa prosessissa pyritään jatkuvaan ja tasaiseen biokaasun tuotantoon. Reaktoriin syötetään syötettä ja poistetaan käsittelyjäännöstä tasaisin väliajoin. Tyypillinen jatkuvatoiminen märkäprosessilla toimiva biokaasureaktori on ulko- näöltään sylinterimäinen (Kuva 1). Maatilakokoluokan biokaasureaktoreissa sekoitus tapahtuu yleensä lapasekoittimella. Jatkuvatoinen kuivaprosessilla toimiva biokaasureaktori on yleensä vaakatasossa oleva betoni- tai teräsputki, joka toimii tulppavirtausperiaatteella (Kuva 2). Putkessa on esim. ruuvi, jonka avulla syötettä sekoitetaan ja kuljetaan putkessa eteenpäin.^{39,40}



Kuva 1. Luonnonvarakeskuksen märkäprosessinen reaktori Maaningalla.⁴¹

³⁹ Latvala, M. 2009.

⁴⁰ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁴¹ Järvenranta, K. 2020.



Kuva 2. Jatkuvatoimisella kuivaprosessilla toimiva tulppavirtausreaktori.⁴²

Panostoimisessa prosessissa ideana on, että reaktori täytetään, annetaan aikaa mädätysprosessille ja lopuksi reaktori tyhjennetään. Prosessin aikana syötettä ei siis lisätä. Reaktori voi näyttää autotallimaiselta rakennukselta, joka on jaettu moduuleihin (Kuva 3). Eri moduuleissa voi olla toiminnassa eri vaiheessa olevia mädätysprosesseja. Panostoiminen reaktori voi olla myös peitetty siilomainen suotopetireaktori (Kuva 4).^{43,44}

⁴² Scholwin, F. & Seiffert, M. 2011.

⁴³ Latvala, M. 2009.

⁴⁴ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.



Kuva 3. Autotallimainen panostoiminen reaktori.⁴⁵



Kuva 4. Panostoiminen suotopetireaktori Kalmarin tilalla Laukaalla.⁴⁶

⁴⁵ Scholwin, F. & Seiffert, M. 2011.

⁴⁶ Mäkinen, M. 2015.

7 PROSESSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Biokaasun tuotannossa on otettava huomioon, että monet eri tekijät voivat omalta osaltaan vaikuttaa biokaasuprosessiin. Orgaanista ainesta hajottavat mikrobit ovat herkkiä olosuhdemuutoksille, jolloin mädätysprosessi häiriintyy ja biokaasun muodostuminen saattaa loppua jopa kokonaan. Tyypillisimpiä prosessiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. lämpötila, ravinteet ja hivenaineet, pH, alkaliniteetti sekä toksiset ja inhiboivat aineet.⁴⁷

7.1 Lämpötila

Lämpötilalla on suuri merkitys mädätysprosessissa. Aiemmin biokaasun tuotannon eri prosessien kohdalla tuli käsitellyä lämpötilan mukaan jaoteltavat psykoofiilinen, mesofiilinen ja termofiilinen prosessi. Pääsääntöisesti mädätysprosessissa työskentelevät mikrobit ovat sitä aktiivisempia, mitä korkeampi lämpötila reaktiorissa on. Tämä tarkoittaa myös sitä, että korkeamman lämpötilan myötä myös mädätysprosessi nopeutuu. Lämpötilan suhteen oleellisin asia mädätyksen onnistumiselle on se, että lämpötilavaihtelut pysyisivät mahdollisimman pieninä. Tämä johtuu siitä, että mikrobit ovat herkkiä lämpötilamuutoksille. Lämpötilanvaihtelua saisi olla korkeintaan ± 2 °C. Sopivana lämpötilavaihteluna pidetään $\pm 0,5$ °C. Lämpötilan tasaisuuteen voidaan vaikuttaa mm. hyvällä sekoittamisella. Mikrobitoimintaan vaikuttaa myös lämpötilavaihtelun nopeus. Mikrobit pystyvät helpommin sopeutumaan hitaaseen lämpötilamuutokseen. Lämpötilan osalta tulee huomioida myös se, että mädätysprosessissa itsessään ei synny juuri ollenkaan lämpöä.

⁴⁷ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

Siksi varsinkin Suomen oloissa tulee huomioida se, että reaktorit ovat riittävän hyvin eristettyjä ja lämmitettyjä.^{48,49,50}

7.2 Ravinteet ja hivenaineet

Mädätysprosessissa mikrobien pääravintoa ovat hiili (C), typpi (N), fosfori (P) ja rikki (S). Näiden lisäksi syötteessä tulee olla sopivissa määrin myös hivenaineita. Syötteen hiilen ja typen välinen suhde eli C/N-suhde vaikuttaa mädätysprosessiin. Hiilen suhdeluku tulisi olla 10–30 välillä, sopiva suhde olisi noin 20:1. Tämä tarkoittaa siis sitä, että syötteessä tulisi olla hiiltä 20-kertainen määrä typpeen verrattuna. Käytettäessä syötemateriaalina pelkästään esim. korkean typpipitoisuuden omaavaa sian- tai kananlantaa, typen suhde voi olla liian korkea, ja prosessissa voi muodostua liikaa ammoniakkaa. Ammoniakilla on inhiboiva eli rajoittava vaikutus mädätysprosessiin. Jos taas syötteenä käytetään pelkästään kasveja, voi syötteen hiilipitoisuus olla liian korkea, ja kaikkea biokaasupotentiaalia ei välttämättä pystytä hyödyntämään. Syötteessä tulisi olla myös hivenaineita, kuten esim. seleeniä (Se), rautaa (Fe), kuparia (Cu), sinkkiä (Zn), kobolttia (Co), nikkeliä (Ni), molybdeeniä (Mo) ja mangaania (Mn)⁵¹. Solut käyttävät näitä hivenaineita rakennusaineinaan. Hydrolyysin mikrobit tarvitsevat mm. kuparia, mangaania ja sinkkiä. Metanogeneesissä puolestaan tarvitaan mm. rautaa, seleeniä, kobolttia, nikkeliä ja molybdeeniä. Liiallisina määrinä myös hivenaineet voivat olla mädätysprosessia inhiboivia. Hivenaineiden puutetta voidaan korjata esim. lisäämällä syötteeseen metallisuoloja.^{52,53}

⁴⁸ Motiva Oy. 2013.

⁴⁹ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁵⁰ Luostarinen, S. (toim.). 2013.

⁵¹ Mäkelä, M., Soininen, L., Tuomola, S. & Öistämö, J. 2018.

⁵² Motiva Oy. 2013.

⁵³ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

7.3 pH-arvo ja alkaliniteetti

Yleensä mädätysprosessissa käytettävässä reaktorissa vallitsee neutraali happamuustaso, pH-arvon ollessa noin 7–8. Oikea happamuustaso on oleellista biokaasua muodostavien mikrobien toiminnalle. Biokaasun muodostumisen eri vaiheiden mikrobeilla on optimaaliselle toiminnalleen kuitenkin hieman toisistaan eriyviä optimi-pH-arvoja. Hydrolyysin ja asidogeneesin vaiheissa mikrobeille optimaalinen pH olisi 4,5–6,5 eli happamalla alueella. Nämä mikrobit pystyvät kuitenkin toimimaan neutraaleissa oloissa. Metanogeneesin vaiheessa mikrobit viihtyvät parhaiten neutraalissa ympäristössä eli pH:n ollessa 6,7–8,5. Reaktorin pH-arvoon vaikuttaa syötemateriaali. Paljon proteiinia sisältävä syöte nostaa reaktorin pH:ta, koska hajoamisessa syntyy ammoniakkia. Paljon hiilihydraatteja sisältävä syöte laskee reaktorin pH:ta, koska hajoamisessa syntyy happoja. Reaktorin pH-arvoihin vaikuttavat myös toisiinsa liittyvät viipymäaika (HRT eli hydraulic retention time) ja orgaaninen kuormitus (OLR eli organic loading rate). Jos reaktoria kuormitetaan liikaa eli syötetään liikaa materiaalia, mikrobit eivät ehdi tehdä työtään loppuun, reaktorin happamuus lisääntyy ja pH laskee. Tämän tyyppisessä tilanteessa syötemateriaalin syöttö tulee keskeyttää, jotta mikrobit ehtivät toimimaan. Viipymäajalle oleellista on käytettävä syötemateriaali. Tyypillinen viipymäaika reaktorissa on lannalle noin 20–30 vrk, kasvibiomassoille noin 30–50 vrk ja biojätteille sekä lietteille noin 15–20 vrk.^{54,55}

Korkea alkaliniteetti-arvo kertoo reaktorissa olevan syötteen hyvästä puskurointikyvystä, eli kuinka hyvin mädätyksessä muodostuvia happoja pystytään neutraloimaan. Neutraloinnin avulla pystytään estämään pH-arvon laskua ja siten tasapainottamaan pH:n vaihteluita. Neutraloinnissa hyödynnetään hiilidioksidin veteen liukenemisen kautta muodostuneita bikarbonaatti-ioneita. Mädätysprosessin

⁵⁴ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁵⁵ Motiva Oy. 2013.

lämpötila vaikuttaa puskurointikykyyn ja siten pH-arvoon. Termofiilisessa prosessissa (50–60 °C) on korkeampi pH kuin mesofiilisessa prosessissa (32–42 °C). Korkeammassa lämpötilassa hiilidioksidin liukeneminen veteen vähenee, jolloin myös puskurointikyky heikkenee ja pH-arvo nousee.⁵⁶

7.4 Toksiset ja inhiboivat aineet

Mädätysprosessille toksisia eli myrkyllisiä ja inhiboivia eli häiritseviä tai estäviä aineita voi tulla reaktoriin syötteen mukana tai kyseisiä aineita voi muodostua reaktorissa mikrobitoiminnan seurauksena. Näiden aineiden raja-arvoissa voi olla suuriakin vaihteluita, koska aineiden sopiva määrä on myös riippuvainen reaktorissa vallitsevista muista tekijöistä, kuten esim. lämpötilasta ja pH:sta. Jotkut näistä aineista ovat sopivina määrinä mädätysprosessille myös hyödyllisiä. Mädätysprosessille toksisia ja inhiboivia aineita ovat mm. happi, rikkivety, ammoniakki, pitkäketjuiset rasvahapot, desinfiointiaineet, eläinten hoitoon käytetyt antibiootit sekä aiemmin jo mainitut hivenaineet.^{57,58}

Hapen toksisuus mädätysprosessille on helposti ymmärrettävissä, koska mädätysprosessi on anaerobisissa eli hapettomissa olosuhteissa tapahtuva prosessi. Rikkivety on toksinen kaasu, ja sitä muodostuu tiettyjen bakteerien reaktioiden seurauksena. Lisäksi syötteen proteiineista syntyy mädätysprosessissa rikkivetyä. Rikki pelkästään voi aiheuttaa haittaa mädätysprosessille, koska se voi sitoa tarpeellisia hivenaineita itseensä. Rikkivety aiheuttaa myös hajuhaittoja. Rikkivetyä voidaan poistaa biokaasusta mm. lisäämällä reaktoriin rautasuoloja, aktiivihili-suodatuksella sekä kemikaali- ja vesipesulla.^{59,60}

⁵⁶ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁵⁷ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁵⁸ Luostarinen, S. (toim.). 2013.

⁵⁹ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁶⁰ Motiva Oy. 2013.

Käytettäessä typpi- ja proteiinipitoista syötettä, esim. kanan- tai sianlantaa, saattaa mädätysprosessissa syntyä liikaa ammoniakkia. Liian suuret ammoniakkipitoisuudet inhiboivat prosessia vaikuttamalla metaania tuottavien mikrobien toimintaan, jolloin myös metaanin ja biokaasun tuotto vähenee. Ammoniakin suhteellinen osuus kasvaa reaktorin lämpötilan ja pH:n noustessa. Mädätysprosessille on haitallista erityisesti se, että syötteen typpipitoisuus nousee nopeasti. Niinpä inhiboivaa vaikutusta voidaan hillitä lisäämällä typpipitoisuutta maltillisesti.⁶¹

Biokaasun muodostumisen asidogeneesi-vaiheessa muodostuu haihtuvia rasvahappoja (VFA), jotka ovat lyhytketjuisia rasvahappoja. Käytettäessä reaktorin syötteenä rasvapitoista syötettä, esim. elintarviketeollisuudesta peräisin olevia jäteöljyjä ja teurasjätteitä, mädätysprosessissa syntyy pitkäketjuisia rasvahappoja (LCFA eli long chain fatty acids). Pitkäketjuisia rasvahappoja ovat esim. steariini-, linoleeni- ja oleiinihappo. Liian suurina pitoisuuksina nämä pitkäketjuiset rasvahapot inhiboivat mädätysprosessin mikrobien toimintaa. Lisäksi LCFA-rasvahapot voivat aiheuttaa vaahdon muodostumista reaktorissa, jolloin kaasujen ylöspäin kohoaminen ja reaktorista poistuminen estyy.⁶²

Eläinten hoitoon käytettävät antibiootit ja desinfiointiaineet ovat mädätysprosessia inhiboivia aineita niiden mikrobeja tuhoavien ominaisuuksiensa vuoksi. Antibiootit päätyvät eläinten lantaan ja desinfiointiaineet jätevesiin, ja näiden syötteidensä kautta ne päätyvät biokaasureaktoriin. Mädätysprosessi pystyy käsittelemään pieniä määriä näitä aineita ilman, että biokaasun tuotto kärsii. Lannan suhteen antibioottien päätymistä reaktoriin voidaan estää sillä, että lantaa varastoidaan

⁶¹ Luostarinen, S. (toim.). 2013.

⁶² Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

muutamia viikkoja ennen kuin lanta syötetään reaktoriin. Varastoinnin aikana lannassa olevat antibiootit ehtivät hajoamaan.^{63,64}

⁶³ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

⁶⁴ Motiva Oy. 2013.

8 BIOKAASUN TUOTANNON NYKYTILA MAATILAKOKOLUOKASSA

Vuonna 2019 biokaasun tuotanto Suomessa oli noin 1 TWh, vaikka arviointien mukaan samana vuonna Suomen syöteperustainen teknis-taloudellinen potentiaali saattoi olla yli 10 TWh ja teoreettinen potentiaali yli 20 TWh. Tämän tiedon perusteella syöteraaka-aineita biokaasulaitoksiin löytyy.⁶⁵ Vuonna 2021 biokaasureaktorilaitoksia toimi Suomessa 78 kpl, joista 25 kpl oli maatilakokoluokan biokaasulaitoksia⁶⁶.

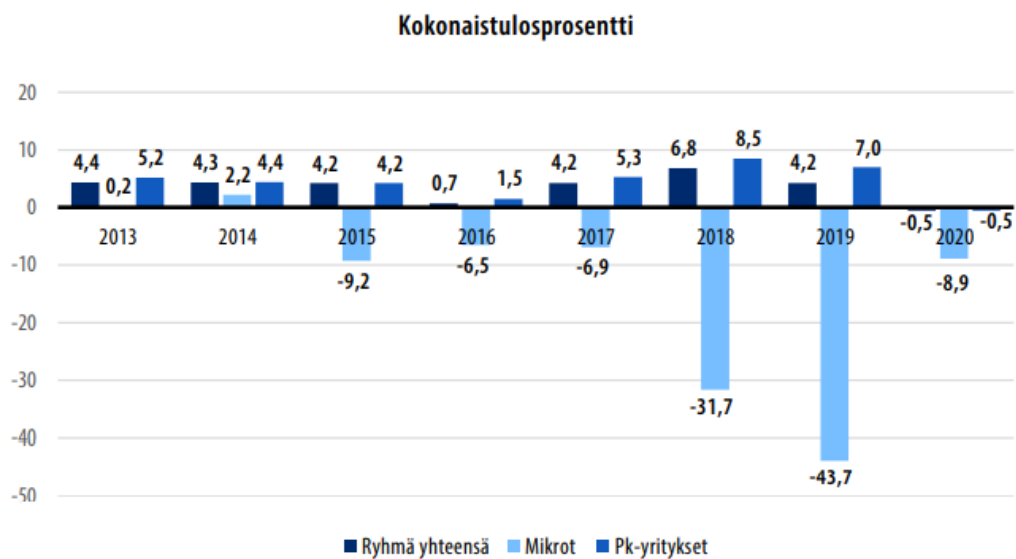
Haasteita pienimuotoisten eli maatilakokoluokan biokaasulaitoksien perustamiselle on muun muassa taloudellinen kannattavuus, sillä investointikustannukset ovat korkeat. Jos tilalla ei ole riittävästi omaa energianlähtöä, tuotettua biokaasua jää yli. Myytävästä energiasta saatava hinta on alhainen. Näiden lisäksi mm. tilakoko vaikuttaa taloudelliseen kannattavuuteen.⁶⁷ Biokaasualan yritysten taloudellista tilannetta tarkasteltaessa etenkin mikroyritysten tilanne on viime vuosina ollut heikko. Mikroyritykseksi määritellään yritys, jolla on alle 10 työntekijää, ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma jäävät alle kahden miljoonan euron. Kuviossa 5 on kuvattuna biokaasuyritysten kokonaistulosprosentit vuosilta 2013–2020. Vuoden 2020 prosentit ovat ennakkotietoja. Kokonaistulosprosentti kertoo yrityksen toiminnan lopullisen tuloksen suhteutettuna liikevaihtoon. Viime vuosina mikroyritysten kokonaistulosprosentti on ollut miinuksella.⁶⁸

⁶⁵ Virolainen-Hynnä, A. 2020.

⁶⁶ Alm, M. 2022.

⁶⁷ Rikkonen, P., Varho, V. & Winqvist, E. 2018.

⁶⁸ Alm, M. 2022.



Kuvio 5. Biokaasuyritysten kokonaistulosprosentit vuosilta 2013–2020.⁶⁹

Biokaasulaitosten perustamiseen on saatavilla taloudellista tukea. Pääasiassa tukea on saatavilla kolmea eri polkua pitkin, jotka ovat Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) maatalouden investointituki ja maaseutuohjelman mukainen maaseudun yritystuki sekä Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) energiatuki. TEM:in energiatuessa Business Finland käsittelee alle viiden miljoonan euron biokaasuhankkeet. Tukitasoissa on viime vuosina ollut vaihtelevuutta. Maatalouden investointituen 50 % tukitaso on tällä hetkellä voimassa vuoden 2022 loppuun. Maatalouden investointituella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua maatalo saa käyttää pääsääntöisesti vain omiin käyttötarpeisiin. Maaseutuohjelman mukaisen maaseudun yritystuen 50 % tukitaso on tällä hetkellä voimassa vuoden 2022 loppuun. Kyseisellä tuella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua saa myydä myös maatilalta ulospäin. Tila itse saa käyttää tuottamaansa ener-

⁶⁹ Alm, M. 2022.

giaa korkeintaan 20 %. TEM:in energiatuki on tarkoitettu kunnille, yrityksille, säätiöille ja seurakunnille.⁷⁰ Energiatukea myönnetään kuitenkin vain sellaisille maatilan yhteydessä toteutettaville hankkeille, joissa tuotetusta energiasta vähintään 80 % käytetään maatilan ulkopuolella. Tuen hakija ei voi kuitenkaan olla maatila.⁷¹

Maa- ja metsätalousministeriöllä on valmisteilla Ravinnekierokorvaus, jonka tarkoituksena on vesistökasvillisuudesta saatavan niittojätteen ja lannan käytön edistäminen biokaasulaitoksissa. Tämän lisäksi korvauksella kannustettaisiin valmistamaan kierrätyslannoitteita näiden edellä mainittujen syötteiden mädätejäännöksistä. Ravinnekierokorvauksen tukimallin on suunniteltu valmistuvan vuoden 2022 aikana.⁷²

⁷⁰ Alm, M. 2022.

⁷¹ Business Finland.

⁷² Maa- ja metsätalousministeriö.

9 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTONKERUU

9.1 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä

Tämä opinnäytetyö on tutkimuksellinen opinnäytetyö, jonka tarkoituksena on selvittää syitä tutkimusongelmaan, eli miksi Etelä-Pohjanmaalla pienimuotoisten biokaasulaitosten perustaminen ei vaikuta olevan suosiossa. Tutkimusongelman pohjalta opinnäytetyön tavoitteena on selvittää pienimuotoisten eli maatilakokoluokan biokaasulaitosten esteitä Etelä-Pohjanmaan alueella. Tärkeimpiä tutkimuskysymyksiä, joihin haetaan vastauksia ovat: miksi pienimuotoisia biokaasulaitoksia on alueella niin vähän, onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiseen saatavilla riittävästi taloudellista ja teoreettista tukea, mitä syötteitä alueella on mahdollista käyttää ja onko syötemateriaalia riittävästi sekä onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustaminen ja toiminta Etelä-Pohjanmaan alueella taloudellisesti kannattavaa. Kysymyksiin haettavat vastaukset eivät ole numeerisia vastauksia, vaan laadullisia eli kvalitatiivisia. Näihin tutkimuskysymyksiin ja niihin haettaviin vastauksiin perustuen tähän opinnäytetyöhön valittu tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä. Laadullisessa tutkimuksessa halutaan selvittää tutkittavien henkilöiden näkökulmia ja mielipiteitä.⁷³

9.2 Opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmät

Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimusmenetelmän tyypillisiä aineistonkeruumenetelmiä ovat mm. erilaiset havainnointi- ja haastattelumenetelmät. Tutkimuksissa käytettävät aineistonkeruumenetelmät eivät kuitenkaan yksiselitteisesti ratkaise

⁷³ Puusa, A., Juuti, P. & Aaltio, I. 2020.

sitä onko tutkimus määrällinen vai laadullinen.⁷⁴ Tässä opinnäytetyössä aineistonkeruumenetelminä käytettiin asiantuntijoiden haastatteluja sekä eteläpohjalaisille maataloille lähetettyä kyselyä.

Haastateltaviksi haluttiin löytää 3–5 asiantuntijaa, joilla olisi pitkäaikaista kokemusta ja tietoa energia-alaan ja etenkin biokaasualaan liittyen. Thermopolis Oy:ltä työpaikkaohjaajat sekä opinnäytetyön ohjaava opettaja ehdottivat sopivia henkilöitä haastateltaviksi, joista lopulta valittiin 3 henkilöä. Haastateltavat asiantuntijat olivat projektipäällikkö Ari Haapanen Vaasan yliopistolta, erityisasiantuntija Kari Laasasenaho Seinäjoen ammattikorkeakoululta sekä asiantuntija Henri Karjalainen Envitecpolis Oy:ltä. Valittujen asiantuntijoiden kanssa sovittiin henkilökohtaiset haastattelut sähköpostitse. Kaikille haastateltaville esitettiin samat haastattelukysymykset samassa järjestyksessä. Lisäksi tapauskohtaisesti esitettiin vielä haastattelun aikana heränneitä tarkentavia lisäkysymyksiä. Samojen kysymysten avulla oli tavoitteena kyetä paremmin huomioimaan asiantuntijoiden vastauksien samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Haastattelukysymykset laadittiin etukäteen. Kysymysten suunnitteluvaiheessa jo laadittuihin kysymyksiin pyydettiin kommentteja ja hyväksyntä työpaikkaohjaajilta ja opinnäytetyön ohjaavalta opettajalta. Saatujen kommenttien perusteella kysymyksiä muokattiin ja lisättiin. Lopullisia haastattelukysymyksiä kertyi seitsemän kappaletta, jotka ovat luettavissa tämän opinnäytetyön liitteistä (Liite 1). Haastattelut tehtiin Zoom- ja Microsoft Teams -sovellusten avulla.

Toisena aineistonkeruumenetelmänä eteläpohjalaisille maataloille teetettiin kysely, jonka tavoitteena oli selvittää mm. maatilallisten mielipiteitä maatilakokoluokan biokaasulaitoksiin, saatavilla olevaan tietoon ja taloudellisiin tukiin liittyen. Ky-

⁷⁴ Puusa, A., Juuti, P. & Aaltio, I. 2020.

selyn kysymysten suunnitteluvaiheessa jo laadittuihin kysymyksiin pyydettiin kommentteja ja hyväksyntä työpaikkaohjaajilta ja opinnäytetyön ohjaavalta opettajalta. Saatujen kommenttien perusteella kysymyksiä muokattiin ja lisättiin. Lopullisia kysymyksiä kertyi 12 kappaletta, jotka ovat luettavissa tämän opinnäytetyön liitteistä (Liite 2). Kyselyn alussa oli neljä esitietokysymystä, joiden jälkeen tuli pidempiä sanallisia kysymyksiä. Kaikki kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, eikä vastaajaa pakotettu vastaamaan kaikkiin kysymyksiin. Avointen kysymysten avulla oli tavoitteena saada monipuolisemmin vastaajien näkökulmia selville. Kyselypohja toteutettiin Microsoft Forms -sovelluksella. Kyselyn jakamisessa hyödynnettiin Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliiton Etelä-Pohjanmaan liiton eli MTK-Etelä-Pohjanmaan jäsen- ja viestintäkanavia. Kyselyn jakamiseen ja sisältöön liittyvistä asioista sovittiin MTK-Etelä-Pohjanmaan toiminnanjohtajan kanssa puhelimitse ja sähköpostitse. Tavoitteena oli, että kyselyyn saataisiin vastauksia monipuolisesti Etelä-Pohjanmaan eri paikkakunnilta ja tuotantosuunnilta. Kysely rajattiin Etelä-Pohjanmaan alueelle opinnäytetyön maantieteelliseen rajaukseen perustuen. Kyselyyn liitettävä informaatioviesti sekä kysely sisältöineen hyväksytettiin MTK-Etelä-Pohjanmaan toiminnanjohtajalla, jonka jälkeen kysely lähetettiin MTK-Etelä-Pohjanmaan toimesta heidän jäsenilleen sähköpostitse. Vastausaikaa oli kaksi viikkoa ja kyselyyn vastattiin anonyymisti.

10 ASIANTUNTIJOIDEN HAASTATELUT JA MAATILOILLE SUUNNATTU KYSELY

Osana tätä opinnäytetyötä toteutettiin asiantuntijoiden haastatteluja sekä etelä-pohjalaisille maataloille suunnattu kysely, joiden avulla haluttiin selvittää miksi Etelä-Pohjanmaalla pienimuotoisten eli maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustaminen ei vaikuta olevan suosiossa.

10.1 Asiantuntijoiden haastattelut

Haastateltaviksi asiantuntijoiksi valittiin projektipäällikkö Ari Haapanen Vaasan yliopistolta, erityisasiantuntija Kari Laasasenaho Seinäjoen ammattikorkeakoululta sekä asiantuntija Henri Karjalainen Envitecpolis Oy:ltä. Haastatteluiden alussa läpikäytiin asiantuntijoiden koulutus- ja työtaustoja, joiden pohjalta kävi ilmi, että kaikilla haastateltavilla oli monien vuosien kokemusta energia- ja biokaasualalta. Taustojen läpikäymisen jälkeen siirryttiin varsinaisiin haastattelukysymyksiin. Ensimmäisenä asiantuntijoiden tuli määritellä maatilakokoluokan biokaasulaitos. Asiantuntijoilta saatujen vastausten perusteella pienimuotoinen eli maatilakokoluokan biokaasulaitos on pääsääntöisesti yhden maatilan laitos, jossa hyödynnetään syötteenä pääosin tilan omia sivuvirtoja, ja jonka tuottamaa energiaa hyödynnetään pääosin tilan omiin energiatarpeisiin. Joissakin tapauksissa maatilakokoluokan biokaasulaitoksen tuottamaa energiaa voidaan myydä myös tilan ulkopuolelle.^{75,76,77}

Haastatteluissa selvitettiin mitä syötteitä Etelä-Pohjanmaan alueella on mahdollista käyttää sekä onko syötemateriaaleja riittävästi ja riittävän lähellä maatilakokoluokan biokaasulaitoksia ajatellen. Asiantuntijoiden mainitsemia syötteitä olivat

⁷⁵ Haapanen, A. 2022.

⁷⁶ Karjalainen, H. 2022.

⁷⁷ Laasasenaho, K. 2022.

erilaiset lannat, kesantopeltojen heinä, pilaantunut heinä, nurmi sekä olki. Merkittävin syötelaaji näistä on lanta, joka voi olla naudun tai sian kuiva- tai lietelantaa, siipikarjan kuivalantaa tai hevosten, lampaiden, vuohien ym. lantaa. Kari Laasasenaho kertoi Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Vaasan yliopiston yhteisessä HYBE-hankkeessa tehtyihin selvityksiin perustuen, että Etelä-Pohjanmaan suurilla ja keskisuurilla tiloilla on yhteensä yli 2,5 miljoonaa nautaa, sikaa, kanaa ja kalkkunaa. Etelä-Pohjanmaan alueella on siis merkittävä kotieläinkestittymä, ja Laasasenahon mukaan Etelä-Pohjanmaalla suurin osa lantakohtaisista syötejakeista tulee-kin nauta-, sika- ja siipikarjan tuotannosta.^{78,79,80}

Lannan lisäksi Laasasenaho näki merkittävää potentiaalia kasvibiomassoissa. Nurmassa nähtiin potentiaalia, mutta Henri Karjalainen huomautti, että nurmen saatavuusmääriin syötemateriaalina vaikuttaa nurmen käyttö eläinten rehuna sekä nurmentuotannon kestävyys. Lisäksi nurmen osalta Laasasenaho kommentoi, että hänen mielestään biokaasulaitoksen kannattavuutta ajatellen nurmimassa ei saisi olla ratkaisevassa roolissa. Hän perusteli mielipidettään sillä, että maatilalliset eivät voi olla varmoja siitä mitä he viljelevät pelloillaan esim. 10 vuoden päästä. Ylijäämänurmen saatavuudessa on myös Laasasenahon mukaan paljon vuosittaista vaihtelua.^{81,82}

Koska maatilakokoluokan biokaasulaitoksiin määritellään pääasiassa käytettävän tilan omia sivuvirtoja, tällöin syötemateriaali on riittävän lähellä. Syötemateriaalien riittävyys katsottiin olevan riippuvainen tilan koosta, ja etenkin Karjalainen painotti tilakohtaisia laitoksia tarkasteltaessa, että on äärimmäisen tärkeää tarkas-

⁷⁸ Haapanen, A. 2022.

⁷⁹ Karjalainen, H. 2022.

⁸⁰ Laasasenaho, K. 2022.

⁸¹ Laasasenaho, K. 2022.

⁸² Karjalainen, H. 2022.

tella yhtä aikaa, kuinka paljon syötteitä on tilalta saatavilla biokaasulaitoksen käyttöön sekä tilan lopullista tarvetta biokaasulaitoksen tuotteille, joita voivat olla lämpö, sähkö, kuivikkeet, biometaanit ja kierrätysravinteet. Karjalainen tarkensi asiaa ottamalla esimerkiksi 2–5 robotin lypsykarjatilan, josta voitaisiin saada noin 5 000–10 000 m³ lietelantaa vuodessa ja lisäksi saatavilla olisi esim. kuivalantaa, pilaantuneita tai ylijäämäisiä rehueriä sekä peltobiomassoja (nurmi). Tyypillisesti sen kokoisella tilalla Karjalainen näkisi olevan jo riittävästi syötemateriaalia biokaasun tuotantoon. Tilalla muodostuu riittävän paljon sivuvirtoja biokaasulaitokselle käsittelyyn, ja yhtä aikaa maatalouden sähkön- ja lämmöntarve kasvaa tarpeeksi, jotta biokaasulaitoksesta tulee kannattava investointi. On kuitenkin kohteita, joissa biokaasulaitos on tullut kannattavaksi yhdelläkin robotilla. Lisäksi tilakoon kasvaessa tulee huomioida, että lypsykarjatilan kuivikkeen kulutus voi kasvaa, jolloin saattaa tulla järkeväksi investoida mädätysjäännökselle separaattori. Separattorin avulla tilalle voidaan saada kuivikehyötyjä, sekä tehostaa ravinteiden taloudellisesti ja logistisesti järkevää hyödyntämistä tiloilla. Laasasenahon mielestä merkittävä haaste pienimuotoisille biokaasulaitoksille on se, että kaupallisten markkinoilla saatavilla olevien nykyisten biokaasulaitosvalmistajien laitoksiin eivät lantamäärät yksistään välttämättä riitä.^{83,84,85}

Asiantuntijoilta kysyttiin miksi maatilakokoluokan laitoksia ei ole perustettu enempää Etelä-Pohjanmaalle. Jokainen asiantuntijoista nosti esille taloudelliset asiat. Monilla tiloilla huoli taloudellisesta tilanteesta on suuri. Taloudelliseen tilanteeseen vaikuttavat suuresti mm. energian, polttoaineen, lannoitteiden ja siementen nousseet hinnat. Huonossa taloudellisessa tilanteessa uusien kalliiden investointien tekeminen ja taloudellisen kannattavuuden saavuttaminen on hankalaa tai jopa mahdotonta. Maatilakokoluokan biokaasulaitoksen investointikustannukset

⁸³ Haapanen, A. 2022.

⁸⁴ Karjalainen, H. 2022.

⁸⁵ Laasasenaho, K. 2022.

ovat noin 0,5–1,5 miljoonaa euroa. Huonossa taloudellisessa tilanteessa pankitkaan eivät välttämättä myönnä lainaa. Karjalainen toi esiin myös mielipiteensä siitä, että vielä noin viisi vuotta sitten biokaasutoimiala oli melko kehittymätöntä, mutta viimeisen 2–3 vuoden aikana ala on kehittynyt nopeasti. Ari Haapanen kommentoi myös, että Etelä-Pohjanmaan alueella alan pioneereja on ollut harvassa, mutta ala on lähtenyt yleistymään. Haapasen mielestä tilojen omistajilla ei ole välttämättä aiemmin ollut niin suurta kiinnostusta alaa kohtaan, mutta nykyään kiinnostus on lisääntynyt.^{86,87,88}

Karjalainen huomautti maatilojen koon ja lukumäärien muutoksista, jotka omalta osaltaan vaikuttavat biokaasulaitosten lukumääriin. Menneinä vuosina maatilat ovat olleet kooltaan pienempiä, mutta niitä on ollut enemmän. Vuosien aikana tilojen koot ovat kasvaneet, mutta tilojen lukumäärät ovat sitä vastoin vähentyneet. Samalla kun tilojen koot kasvavat, on mahdollista huomata, että myös edellytykset kannattavaan biokaasun tuotantoon tilatasolla täyttyvät paremmin. Tämä puolestaan saattaa johtaa uusien tilakohtaisten laitosten yleistymiseen. Karjalainen kommentoi myös ELY-keskuksen viranomaisten sekä ympäristö- ja rakennuslupaviranomaisten vaikutuksista biokaasulaitosten perustamiseen. Viranomaisten keskuudessa osa suhtautuu biokaasuun myönteisemmin ja osa tiukemmin, ja myös viranomaisten palvelualltiudessa sekä ratkaisuhakuisuudessa on nähty vaihtelua. Palvelukokemukset viranomaisten kanssa voivat vaikuttaa tilallisten päätöksiin edetä biokaasuinvestointien osalta, esim. jos prosessi on jouhevaa ja ratkaisuhakuista niin tämä usein innostaa ja tukee tilallista toteuttamaan massiivisen investoinnin. Toisaalta jos viranomaisen puolelta biokaasuun suhtaudutaan ylivarovaisesti, vähätellen tai pelkästään uhkien kautta, voi tämä latistaa tai hidastaa biokaasupro-

⁸⁶ Haapanen, A. 2022.

⁸⁷ Karjalainen, H. 2022.

⁸⁸ Laasasenaho, K. 2022.

sessia siten, että pahimmassa tapauksessa investointi päätetään jättää toteuttamatta. Karjalaisen mielestä esim. ELY-keskusten viranomaisilla voi olla myös eroavaisuuksia ministeriöltä saatujen tuki-instrumenttien ohjeistuksien tulkinnaissa.^{89,90,91}

Asiantuntijoilta kysyttiin myös heidän näkemyksiään eteläpohjalaisten tai yleensäkin suomalaisten suhtautumisesta biokaasuun. Kaikki asiantuntijat näkevät suhtautumisen olevan pääsääntöisesti positiivista. Haapanen kommentoi, että vuosien aikana biokaasusta käymissään keskusteluissa on usein noussut esiin kannattavuuden haasteellisuus. Lisäksi tiedon puutteella on vaikutuksia ihmisten suhtautumiseen. Nykyään tietoa biokaasuun liittyvistä hyödyistä on kuitenkin paremmin saatavilla, joka on Haapasen mukaan lisännyt kiinnostusta biokaasua kohtaan.^{92,93,94}

Karjalainen kertoo, että negatiivista suhtautumista on aiemmin aiheuttanut toimialalla olleet toimimattomat ja haisevat biokaasulaitokset. Hajuhaittoja voi muodostua sellaisissa tilanteissa, jos erittäin voimakkaasti haisevia syötteitä (kalanperkuujätteet, biojätteet jne.) ei varastoida oikeaoppisesti tai jos ne eivät päädy prosessiin tarpeeksi nopeasti. On toki poikkeustilanteita (huolto- ja onnettomuustilanteet), joissa hajuhaittoja voi myös muodostua. Pääsääntöisesti biokaasulaitoksilla on kuitenkin hajuja vähentävä vaikutus ja erityisesti niillä laitoksilla, joissa käsitellään jo muutenkin vähän haisevia syötejakeita, kuten esimerkiksi maatalouden sivuvirtoja (esim. lannat ja peltobiomassat). Toisaalta Laasasenaho kommentoi sitä, kuinka jonkin asian helppous, kannattavuus ja vähätöisyys voivat vaikuttaa

⁸⁹ Haapanen, A. 2022.

⁹⁰ Karjalainen, H. 2022.

⁹¹ Laasasenaho, K. 2022.

⁹² Haapanen, A. 2022.

⁹³ Karjalainen, H. 2022.

⁹⁴ Laasasenaho, K. 2022.

siihen, yleistykö tekniikka valtavirraksi vai ei. Hyvänä esimerkkinä Laasasenaho vertaili aurinkosähköpaneeleja ja biokaasulaitosta. Asennuksen jälkeen aurinkopaneelit ovat lähes huoltovapaita ja helppokäyttöisiä, kun taas biokaasulaitos biologisena prosessina tarvitsee syöttömäärien annostelua, huoltoa ja valvontaa, mikä edellyttää omistajan sitoutumista ja työajan hallintaa. Siten aurinkoenergian tuottaminen voidaan nähdä positiivisemmassa valossa kuin biokaasulaitokset.^{95,96,97}

Haastatteluissa käytiin läpi tämänhetkistä tilannetta maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen saatavilla olevien taloudellisten tukien sekä mahdollisten toiminnan aikaisten taloudellisten ”kannustimien” osalta. Haapanen kertoi Työ- ja elinkeinoministeriön myöntävän tukea isomman kokoluokan laitoksille (yli viiden miljoonan euron investoinneille). Laasasenaho mainitsi energiatuen. Karjalaisen mukaan maatilakokoluokan biokaasulaitoksien investointeihin on tyypillisesti käytetty Maa- ja metsätalousministeriön maatalouden investointitukea. Kyseisellä tuella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua saa käyttää pääsääntöisesti vain tilan omiin tarpeisiin. Tämänhetkinen tukitaso on 50 %, joka Haapasen mukaan on tällä tietoa voimassa vuoden 2022 loppuun. Karjalainen kertoi myös Maa- ja metsätalousministeriön maaseutuohjelman mukaisesta maaseudun yritystuesta. Kyseisellä tuella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua saa myydä myös tilalta ulospäin. Yritystuen tukitaso on tyypillisesti ollut 30 %, mutta EU:n elpymisvaroista saadun lisärahoituksen avulla tukitaso on nostettu 50 %, joka on tällä tietoa voimassa vuoden 2022 loppuun. Näitä investointitukia voidaan Karjalaisen mukaan hyödyntää esim. hakemalla ensin maatalouden investointitukea biokaasulaitoksen investoimiseen ja esim. viiden vuoden kuluttua ha-

⁹⁵ Haapanen, A. 2022.

⁹⁶ Karjalainen, H. 2022.

⁹⁷ Laasasenaho, K. 2022.

ettäisiin maaseudun yritystukea uuden reaktorin, jalostusyksikön ja tankkausaseman investointeihin. Tuotantotukea ei ole Suomessa tällä hetkellä saatavilla. Taloudellisia hyötyjä tilakohtaisilla laitoksilla muodostuu Karjalaisen mukaan pienempien sähkölaskujen ja lämmityskulujen kautta, väkilannoitteiden korvaamisesta mädätysjäännöksellä, lannankäsittelyketjun tehostumisesta, kuivikekulujen vähentymisen osalta (esim. turpeen korvaaminen separoidulla mädätysjäännöksen kiintojakeella), sekä jos biokaasulaitoksella jalostetaan liikennebiokaasua, on tilalla myös mahdollista korvata omien työkoneiden polttoaineenkulutusta painistetulla biometaanilla.^{98,99,100}

Haastattelun lopuksi selvitettiin asiantuntijoiden mielipiteitä taloudellisista tuista ja ”kannustimista”, olisiko niissä parantamisen varaa ja miten he niitä parantaisivat. Karjalainen ja Laasasenaho pitivät tämänhetkisten investointitukien tasoa hyvänä asiana. Haapanen suhtautui investointitukiin hieman varautuneemmin, koska häntä epäilyttää voisiko tukien ansiosta markkinoille syntyä paljon myös sellaisia biokaasulaitoksia, joilla ei pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna olekaan taloudellista kannattavuutta. Karjalainen parantaisi investointitukia siten, että tukitasot säädettäisiin useiksi vuosiksi, jopa 5–10 vuodeksi eteenpäin riittävän korkealle tasolle (esim. 50 %), jotta tukitasossa ei tapahtuisi jatkuvaa muutosta. Tällä hetkellä tukitasot saattavat olla voimassa vain parin vuoden ajan. Jos biokaasulaitokselle ei ole tehty valmiiksi investointisuunnitelmia, maatilalliset eivät välttämättä ehdi hakea haluamaansa investointitukea ennen kuin tukitaso jo muuttuu. Jokainen asiantuntijoista näkisi positiivisena asiana, jos mahdollisuuksia myydä biokaasua tilan ulkopuolelle voitaisiin helpottaa. Haapasen mielestä tällöin saataisiin mahdollisesti lisättyä myös tankkausasemien määrää. Laasasenaho pohti, että jos biokaa-

⁹⁸ Haapanen, A. 2022.

⁹⁹ Laasasenaho, K. 2022.

¹⁰⁰ Karjalainen, H. 2022.

suinvestointeihin saatavilla olevien tukien ehdoissa on rajoitteita sivutoimisia viljelijöitä kohtaan, näitä rajoitteita voisi jotenkin keventää. Lisäksi Laasasenaho ja Karjalainen kokisivat positiivisena asiana tuotantotuet.^{101,102,103}

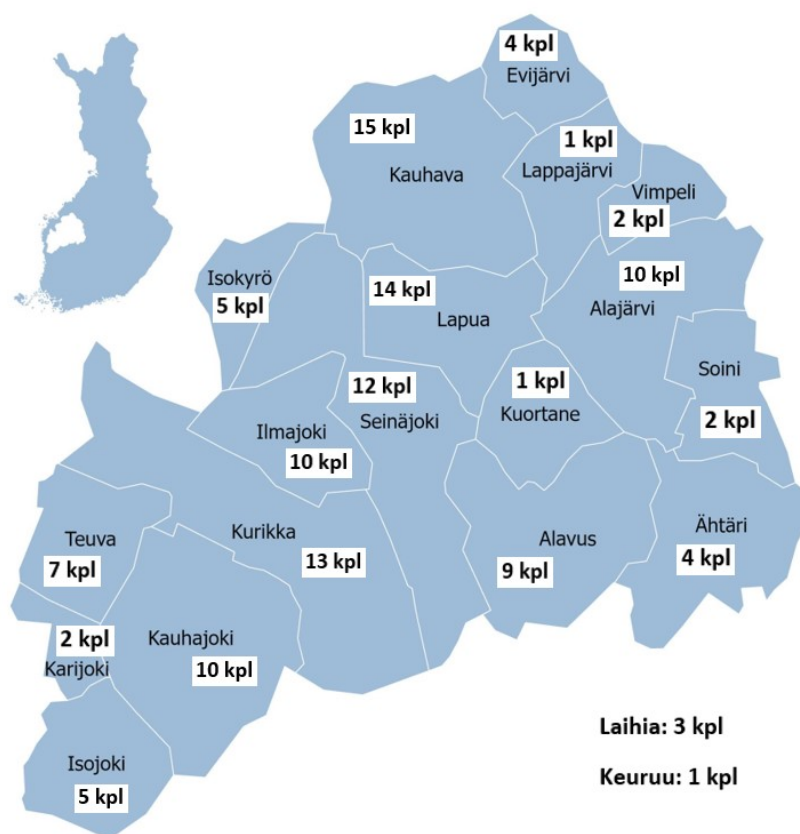
10.2 Maatiloille suunnattu kysely

Kysely lähetettiin MTK-Etelä-Pohjanmaan jäsenille sähköpostitse. Jakelumäärä oli 5 335 kpl ja vastauksia tuli 130 kpl, jolloin vastausprosentti oli 2,4 %. Kaikki kysymykset olivat avoimia eikä niissä ollut vastauspakkoa, joten vastausmäärissä eri kysymysten välillä oli vaihtelua. Ensimmäisenä kysymyksenä selvitettiin millä paikkakunnalla vastaajan maatila sijaitsee. Paikkakunnat jakautuivat kuvion 6 ja 7 mukaisesti: Kauhava 15, Lapua 14, Kurikka 13, Seinäjoki 12, Alajärvi 10, Kauhajoki 10, Ilmajoki 10, Alavus 9, Teuva 7, Isojoki 5, Isokyrö 5, Ähtäri 4, Evijärvi 4, Laihia 3, Karijoki 2, Vimpeli 2, Soini 2, Lappajärvi 1, Kuortane 1 ja Keuruu 1 (kpl).

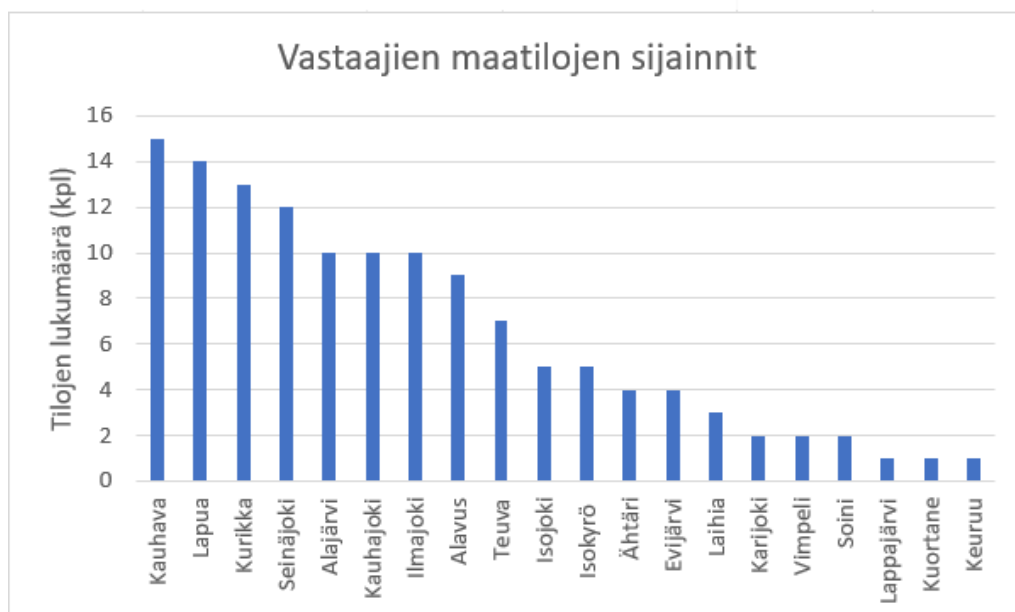
¹⁰¹ Karjalainen, H. 2022.

¹⁰² Laasasenaho, K. 2022.

¹⁰³ Haapanen, A. 2022.



Kuvio 6. Vastaajien maatilojen sijainnit.¹⁰⁴



Kuvio 7. Vastaajien maatilojen sijainnit pylväsdiagrammina.

Toisen kysymyksen avulla selvitettiin vastaajien tilojen tuotantosuuntia, jotka ovat luettavissa kuviosta 8. Yleisin tuotantosuunta vastaajien keskuudessa oli kasvin- tuotanto (58 kpl), jonka jälkeen toiseksi yleisin oli selkeästi maidontuotanto (43 kpl). Kasvin- ja maidontuotannon jälkeen seuraavina olivat naudanliha- (11 kpl), emolehmä- (5 kpl) ja sikatuotanto (7 kpl). Näiden lisäksi broilertuotantoa oli kahdella tilalla sekä munittamo, kalkkunalihan tuotantoa, lammastaloutta ja turkistarhausta kutakin yhdellä tilalla.



Kuvio 8. Vastaajien tilojen päätuotantosuunnat.

Kolmannessa kysymyksessä vastaajia pyydettiin ilmoittamaan tilan eläinlajit ja -määrät. Taulukossa 3 on taulukoituna ilmoitetut eläinlajit sekä tilojen eläinten lajikohtaiset yhteismäärät. Eläinmäärältään runsaslukuisin eläinlaji oli broilerit (195 000 kpl), jotka jakaantuivat kahden broilertilan kesken (85 000 kpl ja 110 000 kpl). Seuraavaksi eniten tiloilla oli nautoja (10 563 kpl). Yksittäisen nautatilan eläinmäärä vaihteli 30–1 200 naudan välillä, suurimmalla osalla tiloista oli alle 200 nautta. Sikoja oli kolmanneksi eniten (8 301 kpl). Yksittäisen sikatilan eläinmäärä vaihteli 400–3 000 sian välillä. Lukuja tarkasteltaessa on huomioitava, että joidenkin vastaajien ilmoittamat eläinmäärät olivat arvioituja lukuja. Lisäksi osa vastaajista ilmoitti ja osa jätti ilmoittamatta tilan muut eläimet.

Taulukko 3. Tilojen eläinlajit ja eläinmäärät.

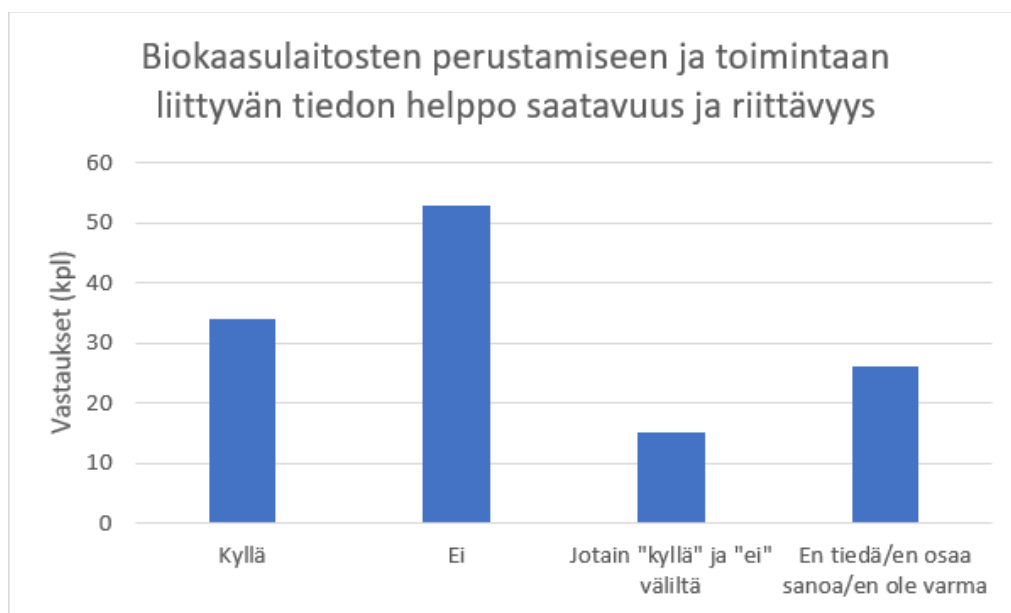
Tilojen eläinlajit	Tilojen eläinmäärät yht. (kpl)
Broilerit	195 000
Naudat	10 563
Siat	8 301
Kalkkunat	6 000
Turkiseläimet	4 000
Kanat (muninta)	2 700
Lampaat	335
Hevoset, ponit	8

Neljäntenä kysymyksenä tilallisilta kysyttiin tilan peltoaloja, jotka ovat luokiteltuna taulukossa 4. Suurimmalla osalla tiloista (87 kpl) peltoala oli alle 100 ha, ja 32 tilalla peltoala oli 100–200 ha välillä. Yli 200 ha tiloja oli 9 kpl. Vastanneista kaksi jätti ilmoittamatta peltoalansa.

Taulukko 4. Tilojen peltoalat.

Peltoala (ha)	Tilojen lkm (kpl)
alle 100	87
100–200	32
yli 200	9

Kysymyksien 5.–12. vastaukset sisälsivät enemmän kirjoitettua tekstiä kuin edellä läpikäytyjen esikysymysten, jonka vuoksi seuraavien kysymysten vastauksia on ryhmitelty merkittävimpien esille nousseiden teemojen mukaisesti. Viidennessä kysymyksessä vastaajilta kysyttiin, onko heidän mielestään maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla helposti ja riittävästi tietoa. Vastauksia tuli 128 kpl, ja ne ovat luokiteltuina kuviossa 9. Melkein puolet vastanneista olivat sitä mieltä, että laitosten perustamiseen ja toimintaan liittyvää tietoa ei ole helposti ja riittävästi saatavilla. Noin neljäsosa vastasi myönteisesti. Noin viidesosa vastanneista ei osannut sanoa mielipidettään. Syynä siihen oli esim. se, ettei vastaaja ollut ikinä yrittänytkaan tietoa etsiä. Jotain ”kyllä” ja ”ei” väliltä olevia vastauksia oli esim. ”melko hyvin” ja ”kohtuullisesti”. Kaikkien vastanneiden joukossa oli myös niitä, jotka kyseenalaistivat saatavilla olevan tiedon puolueettomuuden.



Kuvio 9. Mielipiteet biokaasulaitoksen perustamiseen ja toimintaan liittyvän tiedon helposta saatavuudesta ja riittävydestä.

Kyselyn kuudes kysymys oli kaksiosainen: ”Onko mielestäsi maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla olevista mahdollisista taloudellisista tuista ja hyödyistä riittävästi tietoa saatavilla? Oletko itse tietoinen näistä mahdollisista tuista ja hyödyistä?”. Todennäköisesti kysymysasettelun takia myös vastaustavat olivat vaihtelevia. Osa vastanneista oli selkeästi vastannut molempiin kysymyksiin, osa selkeästi vain jompaankumpaan kysymysosaan ja osa koko kysymykseen pelkästään myönteisesti tai kielteisesti. Tästä syystä saatuja vastauksia ja niiden ryhmittelyä on tulkittava karkeasti suuntaa antavina. Taulukossa 5 on luokiteltuna ne vastaukset, joissa oli selkeästi vastattu joko kumpaankin kysymysosaan tai toiseen niistä. Taulukon perusteella lievä enemmistö oli sitä mieltä, että maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla olevista taloudellisista tuista ja hyödyistä ei ole riittävästi tietoa saatavilla (kysymys osa 1). Samoin lievä enemmistö vastasi, ettei ole tietoinen näistä mahdollisista tuista ja hyödyistä (kysymys osa 2). ”Kyllä”-vastauksiin sisältyi myös niitä, jotka olivat tietoisia joko tuista tai hyödyistä. Koko kysymykseen positiivisesti

tai negatiivisesti vastanneista lievä enemmistö oli negatiivisesti vastanneita. Lisäksi vastauksissa oli myös niitä, jotka eivät osanneet vastata mitään.

Taulukko 5. Kysymykseen 6 annettujen vastausten ryhmittäminen.

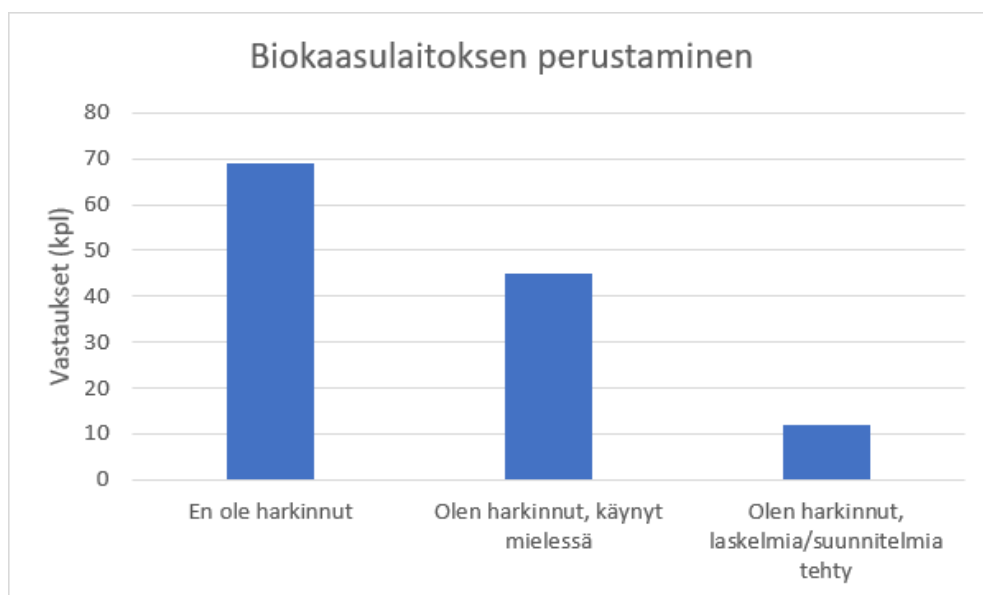
Kysymys osa 1	
Kyllä	15 kpl
Ei	23 kpl
Kysymys osa 2	
Kyllä	27 kpl
Ei	31 kpl

Kysymyksessä 7 kysyttiin, mitä hyötyjä vastaaja näkisi biokaasulaitoksen perustamisessa. Vastaukset ryhmiteltiin eri teemoihin, joiden perusteella viisi eniten mainittua hyötyä olivat:

1. Energiaomavaraisuus (tilan ja Suomen)
2. Lisätulojen saaminen, taloudellinen hyöty, säästöt
3. Ravinnerikkaampi lannoite
4. Kaasun hyödyntäminen polttoaineena
5. Lannan hyötykäyttö.

Näiden lisäksi vastauksista muodostui useita muitakin teemoja tai hyötyjä, kuten kiertotalous ja ravinteiden kierrättäminen, energiansaanti lannasta, kotimainen tai paikallinen energia, nurmien hyötykäyttö ja peltojen monipuolisempi hyödyntäminen, hajuhaittojen vähentyminen, sivuvirtojen, pilaantuneen ja ylijäävän rehun hyötykäyttö, ympäristö- ja ilmastoystävällisyys, ostoenergian väheneminen, fossiilisten polttoaineiden vähentäminen tai korvaaminen, lannan helpompi käsiteltävyys, hajautettu tuotanto, halvempi energia ja myönteisempi kuva maataloudesta. Moni näistä luetelluista hyödyistä ovat merkitykseltään lähellä toisiaan ja kytköksissä toisiinsa.

Kahdeksannessa kysymyksessä haluttiin tietää, onko tilallinen harkinnut maatalokokoluokan biokaasulaitoksen perustamista. Saadut vastaukset ryhmiteltiin kolmeen eri ryhmään (Kuvio 10). Vastausten perusteella suurin osa vastaajista ei ollut harkinnut laitoksen perustamista. Noin kolmasosalla vastanneista perustaminen oli käynyt mielessä. Vain noin kymmenesosa vastanneista oli harkinnut laitoksen perustamista niin vakavasti, että perustamisen suhteen oli tehty esim. investointilaskelmia. Monilla suunnitelmat olivat kuitenkin kaatuneet kannattamattomuuden vuoksi. Muutamissa vastauksissa kerrottiin kiinnostuksesta useamman tilan yhteislaitosta kohtaan.



Kuvio 10. Biokaasulaitoksen perustamisen harkitseminen.

Yhdeksännessä kysymyksessä tilallisilta kysyttiin, mitkä asiat heille ovat biokaasulaitoksen perustamisen esteitä. Vastaukset ryhmiteltiin eri teemoihin, joiden perusteella kuusi eniten mainittua estettä olivat:

1. Tilakoko, toiminnan laajuus tai pinta-ala ei riittävä
2. Kannattavuus
3. Korkeat investointikustannukset, hinta
4. Ei ole eläimiä, kasvinviljelytila
5. Tilallisen oma ikä
6. Raha.

Näiden lisäksi vastauksista muodostui useita muitakin teemoja tai esteitä, kuten heikko taloudellinen tilanne, vähäinen syötemateriaalimäärä, rahoitus ja takaisinmaksuaika, tiedon puute, ajanpuute, jaksaminen, työn lisääntyminen, epävarmat tulevaisuudennäkymät ja kuivalannan epävarma toimivuus laitoksessa. Myös tämän kysymyksen vastausten kohdalla, moni näistä luetelluista esteistä ovat merkitykseltään lähellä toisiaan ja kytköksissä toisiinsa.

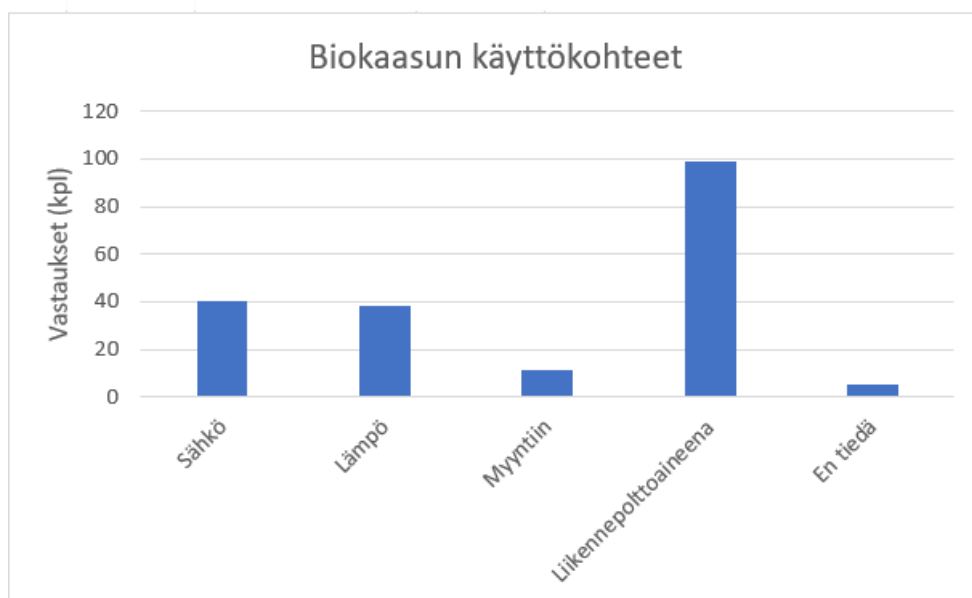
Kysymyksessä 10 haluttiin tietää, mitä muutoksia tulisi tapahtua, jotta vastaaja olisi valmis harkitsemaan biokaasulaitokseen investoimista. Vastaukset ryhmiteltiin eri teemoihin, joiden perusteella viisi eniten mainittua muutosta olivat:

1. Laitoshintojen ja investoinnin halventuminen
2. Yhteislaitokseen osallistuminen
3. Riittävän korkeat tuet
4. Tilakoon, toiminnan tai pinta-alan kasvaminen
5. Parempi kannattavuus.

Näiden lisäksi vastauksista muodostui useita muitakin teemoja tai muutoksia, kuten tilallisen nuorempi ikä tai jatkaja tilalle, energian hinnan nousu, riittävä rahoitus ja lyhyt takaisinmaksuaika, parempi taloudellinen tilanne, biokaasulaitoksien koon pieneneminen, tiedon, koulutuksen ja neuvonnan lisääntyminen, tekniikan

kehittyminen, varmemmat laitteet sekä kaasun helpompi hyödyntäminen omissa työkoneissa ja kulkuneuvoissa. Vastaajissa oli myös niitä, jotka muutoksista huolimatta eivät biokaasulaitokseen investoisi. Lisäksi muutama vastaaja kommentoi, että koko maatalouspolitiikan tulisi uudistua ja perusmaataloudesta tulla kannattavampaa. Tämänkin kysymyksen kohdalla moni näistä muutoksista ovat merkityksiltään lähellä toisiaan ja liittyvät toisiinsa.

Kyselyn toiseksi viimeisen kysymyksen (kysymys 11) avulla selvitettiin, mihin tai miten vastaaja haluaisi käyttää biokaasua. Lähes kaikissa vastauksissa oli lueteltuna useampi käyttökohde, mikä tulee muistaa vastauksia kuvaavaa kuviota tarkastellessa (Kuvio 11). Vastausten perusteella eniten vastaajat haluaisivat hyödyntää biokaasua liikennepolttoaineena. Moni vastanneista tarkensi, että haluaisi hyödyntää biokaasua etenkin omiin työkoneisiin ja kulkuneuvoihin. Selkeää halukkuutta löytyi sähkön ja lämmön tuotantoon. Lisäksi kiinnostusta löytyi biokaasun myymiseen, joko pelkästään myyntiin tai ylijäämän myymiseen. Vastanneista kaksi ilmoitti, ettei haluaisi käyttää biokaasua mihinkään.



Kuvio 11. Biokaasun käyttökohteet.

Viimeiseen kysymykseen (kysymys 12) tilalliset saivat halutessaan kertoa ajatuksiinsa aihepiiriin liittyen, ja vastauksia tuli 56 kpl. Vastanneiden joukossa vaikutti olevan kiinnostusta biokaasulaitoksien yhteishankkeita kohtaan, mukaan lukien maatilojen yhteiset sekä esim. kuntien ja valtion ylläpitämät laitokset. Yhteishankkeisiin kannustamista pidettiin tärkeänä. Muutamissa vastauksissa nostettiin esille biokaasun hajautetun tuotannon tarpeellisuus. Kyselyn aihepiiriä pidettiin myös kiinnostavana ja tärkeänä. Osa kaipasi vielä enemmän tietoa, nimenomaan puolueetonta tietoa aiheesta. Muutama vastaajista oli sitä mieltä, että aiheesta puhutaan kyllä paljon, mutta tekoja asioiden eteenpäin viemiseksi ei tapahdu. Parempaa taloudellista tukea kaivataan niin biokaasulaitoksien investointeihin kuin biokaasuun siirtymiseen yleensä. Investoimiseen tarvitaan myös hyvät ja totuudenmukaiset laskelmat. Biokaasusta saatavan energian myymisestä tulisi saada parempaa taloudellista hyötyä. Mielenpitoja löytyi myös siitä, että tuotetun biokaasun hyödyntämisestä omiin koneisiin ja kulkuneuvoihin on tehty liian vaikeaa. Vastauksen joukossa oli ajatuksia siitä, että EU:n tasolla biokaasun käyttämistä liikennepolttoaineena ei edistetä, ja kiinnostusta osoitetaan lähinnä vain sähköä kohtaan. Tässä asiassa huonoina puolina nähtiin, että Suomen sääoloihin biokaasu polttoaineena on sähköä parempi vaihtoehto, ja raskasta kalustoa on vaikea sähköistää.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä käytettyjen tutkimusmenetelmien avulla haluttiin saada vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin: miksi pienimuotoisia biokaasulaitoksia on Etelä-Pohjanmaalla niin vähän, onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustamiseen saatavilla riittävästi taloudellista ja teoreettista tukea, mitä syötteitä alueella on mahdollista käyttää ja onko syötemateriaalia riittävästi sekä onko pienimuotoisten biokaasulaitosten perustaminen ja toiminta Etelä-Pohjanmaan alueella taloudellisesti kannattavaa. Kirjallisuuden, asiantuntijoiden haastattelujen ja maatilallisille lähetetyn kyselyn avulla näihin tutkimuskysymyksiin löytyi vastauksia.

Kirjallisuuden, asiantuntijoiden haastattelujen ja eteläpohjalaisilta maatilallisilta saatujen vastausten perusteella yksi selkeästi merkittävimpiä esteitä ja haasteita pienimuotoisen eli maatilakokoluokan biokaasulaitoksen perustamiselle on se, että monen maatilallisen kohdalla laitoksen perustaminen on taloudellisesti kannattamatonta. Taloudellinen kannattamattomuus on monien esteiden ja haasteiden summa. Monilla tiloilla taloudellinen tilanne on jo valmiiksi haastava, johon omalta osaltaan vaikuttavat mm. energian, polttoaineen, lannoitteiden ja siementen nousseet hinnat. Maatilakokoluokan biokaasulaitoksen investointikustannukset ovat noin 0,5–1,5 miljoonaa euroa. Monelle tilalliselle investointikustannukset ovat liian suuret, varsinkin jos saatavilla olevat investointituet eivät ole riittävät. Kirjallisuuden mukaan viime vuosina biokaasualalla toimivien mikroyritysten kokonaistulosprosentti on ollut miinuksella. Kokonaistulosprosentti kertoo yrityksen toiminnan lopullisen tuloksen suhteutettuna liikevaihtoon.¹⁰⁵

¹⁰⁵ Alm, M. 2022.

Asiantuntijat ja kyselyn tulokset toivat esille myös tilakokojen vaikutuksen kannattavuuteen. Tilakokojen, toiminnan laajuuden ja peltoalojen tulisi olla riittävän suuria, jotta maatilakokoluokan biokaasulaitos kannattaisi. Jos nämä kolme edellä mainittua asiaa eivät ole riittävän suuria, tilalla ei välttämättä ole riittävästi syötemateriaalia biokaasulaitokseen. Kyselyyn vastanneilla tilallisilla yleisin päätuotantosuunta oli kasvintuotanto, jonka jälkeen yleisimpiä tuotantosuuntia olivat maidon-, naudanlihan-, emälehmä- ja sikatuotanto. Valtaosalla vastanneista tilojen peltoala oli alle 100 ha. Suurimmalla osalla nautatiloista oli alle 200 nautaa, ja yksittäisen sikatilan eläinmäärä vaihteli 400–3 000 sian välillä. Kyselyyn vastanneista huomattava osa olikin sitä mieltä, että yksi merkittävimpiä esteitä biokaasulaitoksen perustamiselle on oman tilan koon, toiminnan laajuuden ja peltoalojen riittämättömyys.

Näiden edellä mainittujen tietojen pohjalta olen sitä mieltä, että merkittävimpiä esteitä maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiselle on taloudellinen kannattamattomuus. Biokaasulaitokseen investoiminen vaatii paljon rahaa, ja monella tilalla on jo ennestään suuria lainoja taustalla. Kyselyn kautta selvisi, että osa vastanneista oli teettänyt kannattavuuslaskelmia biokaasulaitoksen perustamiselle, ja laskelmien kautta perustaminen oli todettu kannattamattomaksi. Monilla syynä kannattamattomuuteen oli ollut liian pieni tilakoko, toiminnan laajuuden ja/tai peltoalojen riittämättömyys.

Kirjallisuuden avulla selvitettiin, että maatilakokoluokan biokaasulaitoksissa voidaan käyttää syötteenä eri eläinten lantoja ja kasvibiomassoja. Luonnonvarakeskuksen julkaisun mukaan vuosien 2014–2016 välisenä aikana Suomessa muodostui vuosittain kotieläinten lantaa noin 17,3 miljoonaa tonnia ja ylijäämänurmea

noin 1,5 miljoonaa tonnia¹⁰⁶. Vuonna 2019 biokaasun tuotanto Suomessa oli noin 1 TWh, vaikka arviointien mukaan samana vuonna Suomen syöteperustainen teknis-taloudellinen potentiaali saattoi olla yli 10 TWh ja teoreettinen potentiaali yli 20 TWh. Potentiaalia Suomesta löytyy. Lantojen osalta eniten potentiaalia oli nautakarjan lannassa, biomassojen osalta eniten potentiaalia oli nurmessa ja oljessa.¹⁰⁷

Haastatteluissa asiantuntijoilta kysyttiin, mitä syötteitä erityisesti Etelä-Pohjanmaan alueella on mahdollista käyttää. Mainittuja syötteitä olivat erilaiset lannat, kesantopeltojen heinä, pilaantunut heinä, nurmi sekä olki. Merkittävin syötelaji näistä on lanta, joka voi olla naudän tai sian kuiva- tai lietelantaa, siipikarjan kivilantaa tai hevosten, lampaiden, vuohien ym. lantaa. Etelä-Pohjanmaalla suurin osa lantakohtaisista syötejakeista tulee nauta-, sika- ja siipikarjan tuotannosta. Haastattelujen perusteella lannan lisäksi merkittävää potentiaalia on kasvibiomassoissa. Kuten Kari Laasasenaho omassa haastattelussaan totesi, Etelä-Pohjanmaan alueella on merkittävä kotieläinkestittymä. Alueellisesti katsottuna Etelä-Pohjanmaalla siis on syötemateriaalia. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuitenkin tarkastella asioita myös maatilakokoluokan biokaasulaitosten osalta, joten jos syötemateriaalin riittävyttä mietitään tilakohtaisesti, jokaisella eteläpohjalaisella tilalla ei ole riittävästi syötemateriaalia. Mielestäni kirjallisuuden avulla saatu tieto Suomen syötepotentiaalista heijastaa hyvin samaa tietoa, mitä asiantuntijat kertoivat Etelä-Pohjanmaan alueen syötepotentiaalista, joten uskon, että nämä tiedot ovat totuudenmukaisia.

¹⁰⁶ Grönroos, J., Iho, A., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Koskiahho, J., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Marttinen, S., Oasmaa, A., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E. Valve, H., Venelampi, O., Ylivainio, K. & zu Cas-tell-Rüdenhausen, M. 2017.

¹⁰⁷ Virolainen-Hynnä, A. 2020.

Kirjallisuuden ja asiantuntijoiden avulla selvitettiin, miten maatilakokoluokan biokaasulaitoksien perustamista tuetaan taloudellisesti, sekä onko olemassa toiminnan aikaisia taloudellisia ”kannustimia”. Haastatteluissa oli keskustelua seuraavista tuista: Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) maatalouden investointituki, MMM:n maaseutuohjelman mukainen maaseudun yritystuki, Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) myöntämä tuki isomman kokoluokan laitoksille (yli viiden miljoonan euron investoinneille) ja energiatuki. Maatalouden investointituen tämänhetkinen tukitaso on 50 %, joka on tämänhetkisten tietojen mukaan voimassa vuoden 2022 loppuun. Maatalouden investointituella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua saa käyttää pääsääntöisesti vain tilan omiin tarpeisiin. Maaseutuohjelman mukainen maaseudun yritystuen tukitaso on tyypillisesti ollut 30 %, mutta EU:n elpymisvaroista saadun lisärahoituksen avulla tukitaso on nostettu 50 %, joka on tällä tietoa voimassa vuoden 2022 loppuun. Kyseisellä tuella investoidun biokaasulaitoksen tuottamaa biokaasua saa myydä myös tilalta ulospäin. Työ- ja elinkeinoministeriön energiatuessa TEM käsittelee yli viiden miljoonan euron biokaasuhankkeet, ja Business Finland alle viiden miljoonan euron biokaasuhankkeet, mutta tuki on tarkoitettu kunnille, yrityksille, säätiöille ja seurakunnille¹⁰⁸. Maatila ei voi olla tuen hakijana, ja tukea myönnetään vain sellaisille maatilan yhteydessä toteutettaville hankkeille, joissa tuotetusta energiasta 80 % käytetään maatilan ulkopuolella¹⁰⁹.

Haastattelujen perusteella toiminnan aikaisia ”kannustimia” ovat esim. pienemät sähkö- ja lämmityslaskut, väkilannoitteiden korvaantuminen mädätysjäännöksellä, lannankäsittelyketjun tehostuminen sekä kuivikekulujen vähentyminen, mutta rahallista tuotantotukea ei ole Suomessa tällä hetkellä saatavilla. Maa- ja metsätalousministeriöllä on kuitenkin valmisteilla Ravinnekierrokorvaus, jonka

¹⁰⁸ Alm, M. 2022.

¹⁰⁹ Business Finland.

tarkoituksena on vesistökasvillisuudesta saatavan niittojätteen ja lannan käytön edistäminen biokaasulaitoksissa. Tämän lisäksi korvauksella kannustettaisiin valmistamaan kierrätyslannoitteita näiden edellä mainittujen syötteiden mädätäjäännöksestä. Tämän tukimallin olisi tarkoitus valmistua vuoden 2022 aikana.¹¹⁰

Kyselyn perusteella lievä enemmistö vastanneista oli sitä mieltä, että maatilakoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla olevista taloudellisista tuista ja hyödyistä ei ole riittävästi tietoa saatavilla. En ollut kyselyn tuloksista kovinkaan yllättynyt, koska myös itselläni oli haasteita löytää ajantasaista tietoa tukiasioista. Kirjallisuuden ja asiantuntijoiden haastattelujen perusteella tuissa on ollut vuosien aikana vaihtelua, ja tukitasot vaikuttavat pysyvän ennallaan vain melko lyhyen aikaa. Mielestäni nämä asiat eivät omalta osaltaan luo erityisen positiivista mielikuvaa biokaasulaitoksen perustamisesta, vaan tukitasojen tulisi pysyä pidempiaikaisesti samalla tasolla. Myönteistä on toki se, että viime aikoina tukitasoissa on ollut nousujohteisuutta. Tuotantotuki olisi mielestäni tervetullut asia maatilakoluokan biokaasulaitoksille.

Taloudellisen kannattamattomuuden, tilojen koon, toiminnan laajuuden ja peltoalojen riittämättömyyden sekä tiedon puutteen lisäksi kirjallisuuden, haastattelujen ja kyselyn avulla esiin nousi myös muita tekijöitä, jotka saattavat tietyissä tilanteissa estää biokaasulaitoksen perustamisen. Saatavilla olevien investointitukien tukitasoissa on jatkuvaa muutosta. Biokaasun tuotanto perustuu biologiseen prosessiin, joten prosessin toimivuus ei ole itsestään selvää. Tyypillisimpiä prosessiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. lämpötila, ravinteet ja hivenaineet, pH, alkaliniteetti sekä toksiset ja inhiboivat aineet¹¹¹. Laitoksen toiminta on aikaa vievää ja aiheuttaa lisätyötä. Tulevaisuus voi näyttää monen maatilallisen silmissä epävarmalta. Joillakin tilallisilla eläkeikä lähestyy eikä kaikilla ole tilalle jatkajaa tiedossa.

¹¹⁰ Maa- ja metsätalousministeriö.

¹¹¹ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015.

Joissain tilanteissa jopa viranomaiselta saatu negatiivinen kohtelu voi riittää siihen, että tilallisen kiinnostus biokaasulaitoksen perustamiseen lopahtaa.

Opinnäytetyöprosessin alussa saadessani Thermopolis Oy:ltä idean opinnäytetyön aiheesta, mietin omaa mielipidettäni kysymykseen ”mitä esteitä maatilakokoluokan biokaasulaitoksen perustamiselle voi olla?”. Epäilin vahvasti, että merkittävänä esteinä olisivat taloudelliset tekijät. Olin kuitenkin kiinnostunut selvittämään tarkemmin näitä taloudellisia tekijöitä, ja lisäksi uskoin, että aihetta tutkiessani esiin voisi nousta sellaisiakin esteitä ja haasteita, jotka eivät ole niin vahvasti kytkeytyneenä rahaan. Teoriatiedon pohjana käytin monipuolisesti kriittisesti valittuja lähteitä.

Opinnäytetyössä käyttämäni aineistonkeruumenetelmät olivat mielestäni monipuoliset. Haastateltavat valitsin työpaikkaohjaajieni ja ohjaavan opettajan suosittelemien henkilöiden joukosta. Useamman kuin yhden asiantuntijan haastattelu antoi laajempaa näkökulmaa tutkittavaan aiheeseen. Henkilökohtaisten haastattelujen avulla sain kuulla biokaasualan asiantuntijoiden mielipiteitä, ja he jakoivat minulle arvokasta ja monien vuosien kokemusten kautta hankittua tietoa. Jokainen haastateltavista antoi tehdä haastattelusta tallenteen, jonka avulla pystyin myöhemmin käymään haastatteluja uudelleen läpi. Näin toimiminen antaa mielestäni lisää luotettavuutta sille, että olen pystynyt mahdollisimman tarkasti kertomaan haastatteluiden sisällöstä tässä opinnäytetyössä. Koin erittäin tärkeäksi, että saisin kuulla biokaasulaitoksiin liittyen myös mautilojen omistajien mielipiteitä. Tilan omistajahan sen päättää, perustetaanko tilalle biokaasulaitos vai ei. MTK-Etelä-Pohjanmaan avustuksella sain kattavasti tavoitettua eteläpohjalaisia maatilallisia ja vastauksia tuli kiitettävä määrä (130 kpl). Kysely oli avoinna kahden viikon ajan, jolloin vastaajalla oli mahdollisuus vastata kyselyyn silloin kuin itselle oli sopiva hetki. Kyselyn kaikki kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, jolloin vastaajalla oli mahdollisuus vastata monipuolisemmin. Joidenkin kysymysten kohdalla olisi kuitenkin ollut järkevämpää antaa valmiit vastausvaihtoehdot, ja olla tarkempi kysymyksen asettelussa, jolloin vastauksia olisi ollut helpompi tulkita.

Omasta mielestäni onnistuin kuitenkin hyvin ryhmittelemään vastauksia eri teemojen alle.

Haastattelujen ja kyselyn tulosten perusteella valtaosa ihmisistä suhtautuu positiivisesti biokaasuun. Maatilallisilta löytyy kiinnostusta biokaasulaitoksia kohtaan, ja useampi kyselyyn vastanneista olisi kiinnostunut osallistumaan yhteislaitosiin ja/tai antamaan syötemateriaalia laitosten käyttöön. Siksi näkisinkin, että yhteislaitokset on yksi kohde/tekijä, joiden perustamista tulisi monipuolisesti tukea niin informaation kuin taloudellisten tukien (investointi- ja tuotantotuki) avulla.

LÄHTEET

Alm, M. 2022. Uusiutuva energia – biokaasulla kohti hiilineutraalia tulevaisuutta. TEM toimialaraportit 2022:1. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 31.3.2022. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163758/TEM_2022_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Business Finland. Energiatuki. Energiajärjestelmä vähähiilisemmäksi. Viitattu 31.3.2022. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>

Etelä-Pohjanmaan liitto. Kunnat. Viitattu 28.4.2022. <https://epliitto.fi/etela-pohjanmaa/kunnat/>

Grönroos, J., Iho, A., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Koskiahho, J., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Marttinen, S., Oasmaa, A., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E. Valve, H., Venelampi, O., Ylivainio, K. & zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Helsinki. Luonnonvarakeskus. Viitattu 26.1.2022. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540214/luke-luobio_45_2017.pdf?sequence=12&isAllowed=y

Haapanen, A. 2021. Biokaasun tuotanto, oleellinen osa Lapin maaseudun vähähiilisyyttä ja kiertotaloutta. Vaasan yliopisto. Viitattu 25.1.2022. https://www.ilmas-toviisas.fi/wp-content/uploads/2021/01/4-bitool_biokaasu_lappi_haapanen.pdf

Haapanen, A. 2022. Projektipäällikkö. Vaasan yliopisto. Haastattelu 8.2.2022. Zoom-haastattelu.

Häkkinen, P. & Kari, M. 2016. Maatalouden biomassat biokaasulaitoksessa. Opas biomassojen ominaisuuksista syötteenä ja lannoitteena. ProAgrian hankejulkaisut. 6. Viitattu 25.1.2022. https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maatalouden_biomassat_biokaasulaitoksessa_opas_s.pdf

Järvenranta, K. 2020. Lietelannan fraktiointi on merkittävä askel kohti hiilineutraalia maidontuotantoa. Luonnonvarakeskus. Viitattu 1.2.2022. <https://www.luke.fi/asiakasesimerkit/kohti-hiilineutraalia-maidontuotantoa/>

Karjalainen, H. 2022. Asiantuntija. Envitecpolis Oy. Haastattelu 8.3.2022. Teams-haastattelu.

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015. Biokaasuteknologia: Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Hämeenlinna. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.1.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf

- Laasasenaho, K. 2022. Erityisasiantuntija. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Haastattelu 10.2.2022. Teams-haastattelu.
- Lampinen, A. 2013. Development of biogas technology systems for transport. Tekniikan Waiheita. 31, 3, 20–21. Viitattu 24.1.2022. <https://journal.fi/tekniikanwaiheita/article/view/64083/25391>
- Latvala, M. 2009. Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä: Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT). Helsinki. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 31.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37998/SY_24_2009.pdf
- Luostarinen, S. (toim.). 2013. Biokaasuteknologiaa maatiloilla I. Biokaasulaitoksen hankinta, käyttöönotto ja operointi - käytännön kokemuksia MTT:n maatilakohtaiselta laitokselta. MTT Raportti. 113. MTT Jokioinen. Viitattu 31.1.2022. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti113.pdf>
- Maa- ja metsätalousministeriö. Maatalousbiomassojen energia ja ravinteet hyötykäyttöön. Viitattu 7.4.2022. <https://mmm.fi/ravinteetkiertoon>
- Motiva Oy. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Viitattu 24.1.2022. https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf
- Mutikainen, M., Sormunen, K., Paavola, H., Haikonen, T. & Väisänen, M. 2016. Biokaasusta kasvua. Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Sitran selvityksiä. 111. Helsinki. Sitra. Viitattu 24.1.2022. <https://media.sitra.fi/2017/02/27175150/Selvityksia111-2.pdf>
- Mäkelä, M., Soininen, L., Tuomola, S. & Öistämö, J. 2018. Tekniikan kaavasto: Matematiikan, fysiikan ja lujuusopin peruskaavoja sekä SI-järjestelmä. Tampere. Tammertekniikka.
- Mäkinen, M. 2015. Laitetaanko tankki täyteen?. Moottori. Viitattu 1.2.2022. <https://moottori.fi/liikenne/jutut/laitetaanko-tankki-tayteen/>
- Puusa, A., Juuti, P. & Aaltio, I. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki. Gaudeamus.
- Rikkonen, P., Varho, V. & Winquist, E. 2018. Suomen biokaasualan haasteet ja mahdollisuudet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. 47. Helsinki. Luonnonvarakeskus. Viitattu 6.4.2022. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542787/luke-luobio_47_2018.pdf
- Scholwin, F. & Seiffert, M. 2011. Biogas - status quo in Germany. German Biomass Research Centre. Viitattu 1.2.2022. <https://www.slideshare.net/Pomcert/02-michael-seiffert-en>

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Biokaasun tuotanto. Viitattu 31.3.2022. <https://biokierto.fi/biokaasu/tuotanto/>

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2022. Tiedote: Suomeen tarvitaan yli 100 uutta biokaasulaitosta Viitattu 31.3.2022. <https://biokierto.fi/tiedote-suomeen-tarvitaan-yli-100-uutta-biokaasulaitosta/>

Suomen Biovoima Oy. Biokaasu. Viitattu 27.1.2022. <https://biovoima.com/biokaasu>

Thermopolis Oy. 2021. Maatilakokoluokan biokaasuratkaisut energiamurroksessa. Viitattu 31.3.2022. <https://www.thermopolis.fi/hankkeet/meneillaan-olevat-hankkeet/hankkeet-meneillaan-olevat-hankkeet-biokaasuhanke/>

Violainen-Hynnä, A. 2020. Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030. Helsinki. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Viitattu 6.4.2022. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf

LIITTEET

LIITE 1

ASiantuntijoiden haastattelukysymykset

1. Miten määrittelet maatilakokoluokan biokaasulaitoksen?
2. Mitä syötteitä Etelä-Pohjanmaalla on mahdollista käyttää?
3. Onko Etelä-Pohjanmaalla riittävästi sopivia raaka-aineita/syötemateriaaleja riittävän lähellä maatilakokoluokan biokaasulaitoksia ajatellen?
4. Miksi maatilakokoluokan laitoksia ei ole perustettu enempää Etelä-Pohjanmaalle?
5. Koetko, että eteläpohjalaiset, tai yleensäkin suomalaiset, suhtautuvat biokaasuun positiivisesti?
6. Mikä on tämänhetkinen tilanne, miten maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamista tuetaan taloudellisesti? Entä mitkä ovat toiminnan aikaiset taloudelliset ”kannustimet” ?
7. Olisiko näissä taloudellisissa tuissa ja ”kannustimissa” mielestäsi parantamisen varaa ja miten niitä parantaisit?

LIITE 2

ETELÄPOHJALAISILLE MAATILOILLE LÄHETETYN KYSELYN KYSYMYKSET

1. Millä paikkakunnalla maatilanne sijaitsee?
2. Maatilan tuotantosuunta?
3. Maatilan eläinlajit ja -määrät?
4. Maatilan peltoala?
5. Onko mielestäsi maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla helposti ja riittävästi tietoa?
6. Onko mielestäsi maatilakokoluokan biokaasulaitosten perustamiseen ja toimintaan saatavilla olevista mahdollisista taloudellisista tuista ja hyödyistä riittävästi tietoa saatavilla? Oletko tietoinen näistä tuista?
7. Mitä hyötyjä näkisit biokaasulaitoksen perustamisessa?
8. Oletko harkinnut maatilakokoluokan biokaasulaitoksen perustamista? Jos olet, niin kuinka vakavissasi olet asiaa harkinnut (asia on vain käynyt mielessä, perustamisen suhteen on tehty jopa investointilaskelmia tms.) ?
9. Mitkä ovat biokaasulaitoksen perustamisen esteitä omalla kohdallasi?
10. Mitä muutoksia tulisi tapahtua, jotta olisit valmis harkitsemaan biokaasulaitokseen investoimista?
11. Mihin/miten haluaisit käyttää biokaasua?
12. Onko sinulla muuta kommentoitavaa aihepiiriin liittyen?