

Pauliina Kuukka

# BIOKAASULAITOKSEN MERKITYS LUOMUTILOJEN NÄKÖKULMASTA

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniikan koulutus


Joulukuu 2016




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  15.12.2016
<b>Tekijä(t)</b>  Pauliina Kuukka	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Ympäristötekniikan koulutus
<b>Nimeke</b>  Biokaasulaitoksen merkitys luomutilojen näkökulmasta	
<b>Tiivistelmä</b>  Opinnäytetyössä selvitettiin biokaasulaitoksen merkitystä luomutilojen näkökulmasta. Työn teoriaosuuksessa tarkastellaan kirjallisuuden pohjalta luonnonmukaisen viljelyn periaatteita sekä biokaasutuotantoa ilmiönä Suomessa. Työtilaajana oli Luomuinstituutti.  Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, sillä haluttiin kuvata luomuviljelijöiden kokemuksia biokaasulaitoksen merkityksestä. Menetelmänä käytettiin puolistrukturoitua haastattelua. Haastattelut toteutettiin puhelimitse Juvan Bioson Oy:n luomuosakkaille syyskuun 2016 aikana. Mukana tutkimuksessa olivat neljän eri tilan/yhteisnavetan edustajat, joiden päätuotantosuuntana oli luomumaidontuotanto.  Tutkimuksen perusteella viljelijät pitivät biokaasulaitoksen osakkuutta pääasiassa lannoitusmuotona, joka tuotti tiloille parempaa lannoitetta. Heidän mielestään taloudellista hyötyä tuli myös siitä, että mädätettä palautettiin enemmän kuin lantaa oli biokaasulaitokseen toimitettu. Suurimpana haasteena toiminnassa olivat lannan lisääntyneen käsittelyn myötä kuljetuskustannukset ja lantalogistiikan järjestelyt.	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Biokaasu, mädätys, maatalouden biokaasutuotanto, luomutuotanto	
<b>Sivumäärä</b>  40+3	<b>Kieli</b>  Suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Arto Sormunen ja Hanne Soininen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Luomuinstituutti, Pirjo Siiskonen

## DESCRIPTION

	<b>Date of the bachelor's thesis</b>  15 December 2016
<b>Author(s)</b>  Pauliina Kuukka	<b>Degree programme and option</b>  Environmental Engineering
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  The importance of a biogas plant from the perspective of organic farms	
<b>Abstract</b>  <p>The thesis studied the importance of a biogas plant from organic farms' perspective. The theory part examined the principles of organic farming and biogas production as a phenomenon in Finland on the basis of literature. The work was ordered by the Finnish Organic Research Institute.</p> <p>The study was conducted as a qualitative study, because the aim was to describe the experience of organic farmers of the importance of a biogas plant. The research method was semi-structured interviews. The interviews were conducted by telephone for Juva Bioson Oy's organic shareholders in September 2016. The study involved four different farms or representatives of a collaborative barn, which the main production line was organic milk production.</p> <p>According to the study, farmers experienced the biogas plant stake mainly as a form of fertilization which gave farmers a better fertilizer. In their opinion financial benefits was also gained, because more digestive was returned than manure was delivered to the biogas plant. The biggest challenge of operation was that manure had to be treated more and it resulted in the increased transport costs and logistical arrangements for manure.</p>	
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Biogas, anaerobic digestion, agricultural biogas production, organic farming	
<b>Pages</b>  40+3	<b>Language</b>  Finnish
<b>Remarks, notes on appendices</b>  	
<b>Tutor</b>  Arto Sormunen and Hanne Soininen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Finnish Organic Research Institute, Pirjo Siiskonen

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	LUOMUVILJELY .....	2
2.1	Luomun periaatteet ja tuotantotapa .....	2
2.2	Luomusäädökset .....	3
2.3	Biokaasumerkki .....	5
2.4	Viljelykierto .....	6
2.4.1	Viljelykierron periaatteet .....	6
2.4.2	Viljelykierron tavoitteet .....	7
2.4.3	Luomutuotannon ehdot viljelykierrolle .....	8
2.4.4	Viljelykierron haasteet .....	9
3	BIOKAASU .....	9
3.1	Biokaasuprosessin lopputuotteiden hyödyntäminen.....	10
3.2	Anaerobinen hajoamisprosessi .....	11
3.3	Biokaasutuotanto Suomessa .....	12
3.3.1	Historia.....	12
3.3.2	Nykytilanne .....	13
3.3.3	Merkitys .....	15
3.3.4	Tulevaisuuden näkymät .....	16
3.4	Aikaisemmat tutkimukset maatalouden biokaasutuotannosta .....	19
4	AINEISTO JA MENETELMÄKUVAUS .....	22
4.1	Juvan Bioson Oy.....	22
4.2	Haastattelukuvaus .....	24
5	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	25
5.1	Tilojen taustiedot .....	25
5.2	Lannan käsittely.....	26
5.3	Mädätteen käyttö .....	28
5.4	Biokaasulaitoksen osakkuus .....	29
5.5	Tutkimuksen luotettavuus.....	33
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	33
	LÄHTEET .....	35

## LIITE

### Liite 1 Tutkimuksen haastattelukysymykset

## **Sanasto**

Kuivalanta	Lanta, josta virtsa on eroteltu
Lietelanta	Sonnan, virtsan ja veden nestemäinen seos
Mineralisaatio	Luonnon kiertokulussa tapahtuva orgaanisen aineen muuttuminen epäorgaaniseksi
Mullos	Mullalla, esimerkiksi kyntämisen jäljiltä, oleva maa
Mädäte	Biokaasuprosessissa syntyvä käsittelyjäännös

## 1 JOHDANTO

Maatalous tuottaa ruokaa ihmisille. Samaan aikaan elinkeino muokkaa maisemaa, vaikuttaa luonnon monimuotoisuuteen ja on suurin yksittäinen ihmistoiminnoista peräisin oleva ravinnekuormittaja. Toiminnasta aiheutuu myös jätteitä ja hajuhaittoja. Koko alaa ja sen toimintaympäristöä ohjaa vahvasti ympäristöpolitiikka, jonka ohjauskeinojen tulisi olla riittävän ennakoivia ollen silti pitkäjänteisiä. Viljelijä puolestaan painii ristiriitaisen vaatimusten kanssa, on tuotettava enemmän, laadukkaasti ja tehokkaasti, mutta samalla sopeuduttava ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin haasteisiin. (Kallio 2014; Kipinä-Salokannel 2014.)

Ilmastonmuutosta on enää mahdoton peruuttaa, mutta sitä kannattaa hillitä, jotta vaikutukset pysyisivät siedettävänä. Vaikuttavana keinona pidetään kansainvälistä ilmastopolitiikkaa, jota ohjaavat muun muassa YK:n ilmastopöytäkirja ja näihin liittyvät monenkeskiset neuvotellut. Sopimukset muun muassa velvoittavat kasvihuonepäästöjen vähentämiseen, energiatehokkuuden lisäämiseen ja uusiutuvan energian käytön lisäämiseen. (Syke 2015.)

Biokaasu on luonnollinen, hapettomien olosuhteiden biologisen hajoamisprosessin tulos. Se sisältää pääasiassa metaania ja hiilidioksidia. Valvotuissa olosuhteissa tuotettua biokaasua voidaan käyttää muun muassa lämmöntuotannon polttoaineena kaasukattiloissa, kaasumootoreissa sähkön- ja lämmön yhteistuotantoon tai jalostettuna liikennepolttoaineeksi. Asianmukaisesti hoidettuna biokaasuprosessi vähentää maataloudessa lannan käsittelystä muodostuvia ammoniakki- ja kasvihuonepäästöjä. Prosessissa syntynyt mädätysjäännös puolestaan on arvokasta lannoitetta ja maanparannusainetta. Biokaasu on uusiutuvaa, kotimaista energiaa. (Motiva Oy 2013.)

Maatalouden biokaasutuotannon kehittyminen on ollut verkkaista ja useimmiten esteenä on ollut kannattavuuden ongelmat. Kannattavuus rakentuu palasista ja laitoksia tuetaan pääasiassa maatalouden investointituella. Tilakohtaisesti biokaasulaitosinvestointi on kallis ja yhteismädättämöillä kannattavuuteen vaikuttaa olennaisesti kuljetuskustannusten hallinta. Teknologian kehitys ja tiivis yhteistyö voisi luoda maaseudulle uutta, biokaasuteknologiaan keskittyvää liiketaloutta. (Luostarinen & Pyykkönen; Winquist ym. 2015.)

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan luonnonmukaisen viljelyn periaatteita ja biokaasutuotantoa ilmiönä Suomessa kirjallisuuden pohjalta. Tutkimuksen päätaavoite oli kartoittaa luomuviljelijöiden kokemuksia tilojen yhteisen biokaasulaitoksen merkityksestä. Vastauksia etsittiin kysymyksiin: kuinka merkityksellisenä biokaasulaitoksen osakkuus nähdään omalle toiminnalle, mitä etuja biokaasulaitos tuo ja mitkä ovat toiminnan suurimmat ongelmat. Työn toimeksiantaja on Luomuinstituutti.

## **2 LUOMUVILJELY**

### **2.1 Luomun periaatteet ja tuotantotapa**

Luomun eli luonnonmukaisen tuotannon pääajatuksena on tuottaa tuotteita menetelmillä, jotka ovat eiväät ole haitallisia ympäristölle, kasvien tai eläinten terveydelle ja hyvinvoinnille sekä edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja luonnon monimuotoisuutta. Luonnonmukainen tuotanto eroaa tavanomaisesta ruokaketjusta lähinnä tuotantopanosten kannalta, sillä luomua tuotetaan ilman keinotekoisia lannoitteita ja torjuntaaineita. Eviran mukaan lähes kymmenen prosenttia Suomen viljelyalasta on luonnonmukaisessa tuotannossa, määrä on ollut viime vuosina hitaassa kasvussa. (Nuutila ym. 2014; Evira 2016.)

Luomuviljelyn perustana on luonnon oman toiminnan hyödyntäminen eli niin sanotut ekosysteemipalvelut. Näitä palveluita voidaan käyttää muun muassa maan viljavuuden hoitoon, kasvien ravinteiden saannin turvaamiseen ja kasvinsuojeluun. Tavoiteltavana tilanteena on ravinneomavaraisuus, jossa tuotantopanoksia ei tarvitsisi ostaa ulkopuolelta vaan ne pystyttäisiin tuottamaan osana viljelykiertoa. Käytännössä luomuviljely perustuu ravinteiden kierrättämiseen, vuoroviljelyyn ja eloperäisten lannoitteiden hyödyntämiseen. Luonnonmukaiseen kotieläintuotantoon kuuluu, että lajille ominaisen, luonnonmukaisesti tuotetun ravinnon lisäksi kiinnitetään huomiota eläinten lajintukaiseen käyttäytymiseen ja liikkumiseen. (MTK 2013; Pro Luomu ry, Luomuliitto ry & Luomuinstituutti 2016.)



## 2.2 Luomusäädökset

EU:n luomuasetus (EY) 834/2007 ja sitä täydentävät komission asetukset (EU) 2016/673 ja (EU) 2016/459 määrittelevät vähimmäisvaatimukset koko EU:n alueen luonnonmukaiselle tuotannolle ja luomutuotteiden valmistukselle. Näissä asetuksissa muun muassa määritellään mitä on luomu, luomupeltojen viljelystä, luomueläinten kasvatuksesta ja luomuelintarvikkeiden tuottamisesta. Myös luomutuotannon valvonta ja luomutuotteiden merkinnät määritellään asetuksissa. Peruasetusta on muokattu ja täydennetty useasti komission asetuksilla ja se on edelleen jatkuvasti kehityksen kohteena. EU:ssa on vuonna 2014 käynnistetty luomulainsäädännön kokonaisuudistus, jonka tarkoituksena olisi lisätä kuluttajien luottamusta luomuun koko EU:n alueella. (Neuvoston asetukset (EY) N:o 834/2007; Pro Luomu ry 2012; Maa- ja metsätalousministeriö 2016a & b.)

Lisäksi kansallisessa lainsäädännössä 1.5.2015 alkaen luomua säädellään myös seuraavilla lailla ja asetuksilla:

- Laki luonnonmukaisen tuotannon valvonnasta 294/2015
- Laki elintarvikelain 3 ja 5 §:n muuttamisesta 295/2015
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus 454/2015 luonnonmukaisesta tuotannosta (Maa- ja metsätalousministeriö 2016a.)

Luonnonmukaisten tuotteiden markkinointi edellyttää luomuvalvontajärjestelmään liittymistä. Suomessa luomutuotteiden tuotantoa ja markkinointia valvovat Evira, ELY-keskukset, Valvira, kunnat ja Tullilaitos. Kun tila on aloittamassa luonnonmukaisen viljelyn, selvitetään alkutarkastuksella tilan edellytykset noudattaa EU:n luomutuotannon ehtoja. Toimijan on tehtävä luomusuunnitelma, jossa hän kuvaa oman toimintansa suhteessa luomusäädösten noudattamiseen tuotannon eri vaiheissa. Alkutarkastuksella selvitetään muun muassa peltojen käyttöviljelyhistoria, toiminnan harjoittamisen edellytykset ja luomusuunnitelman toimivuus. Tarkastuksella määräytyy siirtymäajan pituus eli aika, jona noudatetaan luonnonmukaista tuotantotapaa, mutta tuotteita ei saa vielä markkinoida luomuna. Yleisimmin siirtymäaika on kaksi vuotta ja monivuotisilla kasveilla kolme vuotta. Hyväksytyt tilat merkataan Eviran luomurekisteriin ja Eviran valtuuttama luomutarkastaja tekee valvontakäynnin vähintään kerran vuodessa tilalle. (Evira 2016a.; Pro Luomu ry, Luomuliitto ry & Luomuinstituutti 2016.)

EU:n eurolehti-luomutunnus on pakollinen kaikissa EU:n alueella tuotetuissa, pakatuissa elintarvikkeissa (kuva 1). Merkin käyttö edellyttää kuulumista virallisen luomuvälvönnän piiriin ja kertoo tuotannossa noudatusta EU:n luomusäädöksistä ja että valmistuksessa käytetyistä maatalousperäisistä raaka-aineista vähintään 95 % on luomua. Eurolehden lisäksi on ilmoitettava valvontaviranomaisen tunnus ja tieto missä tuotteen maatalousperäiset ainesosat on tuotettu. Virallisen luomumerkin lisäksi pakkauksessa voi käyttää myös muiden organisaatioiden luomumerkkejä. (Pro Luomu ry, Luomuliitto ry & Luomuinstituutti 2016; Evira 2016b.)



FI-EKO-102  
Tuotettu Suomessa  
Finskt jordbruk

**KUVA 1. EU:n luomutuotteen tunnus ja valvontakoodi. (Pro Luomu ry 2012)**

Luonnonmukaisessa tuotannossa käytettäviä eloperäisiä lannoitteita ovat esimerkiksi karjanlanta, kompostit, erilaiset viherlannoitteet, kalkkikivijauheet ja biotiittikivijauheet. Lantaa, sen käsittelyä ja käyttöä ohjaa lantaan liittyvä lainsäädäntö, joista tärkeimpänä valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (1250/2014.) (Pro Luomu ry; Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014.)

Jos viljelykierrolla ja luomuaineeksella ei kyetä täyttämään ravinnetarvetta, on täydennyslannoituksen käyttö mahdollista. Tämän on kuitenkin perustettava lannoitus- ja ravinnetarvelaskelmaan. Lannoitevalmisteille ei ole Suomessa erillistä luomuhyväksyntä menettelyä ja näin ollen luomutuotannossa on mahdollista käyttää lannoitevalmisteita, jotka on mainittu luonnonmukaista tuotantoa koskevassa EY 889/2008 asetuksen liitteessä I. Lannoitteiden on täytettävä myös lannoitevalmisteita koskevan lainsäädännön vaatimukset. (Riekkinen 2013.)

Luomulainsäädännön mukaan täydennyslannoituksena voidaan käyttää luomutilan ulkopuolelta tulevaa lantaa, mikäli viljelykierrolla ja omalla luomulannalla ei saavuteta riittävää ravinnetasetta. Luomutuotannossa on kielletty teollismaisesta eläintuotannosta

(yli 2 eläinyksikköä/ha) olevan lannan käyttö. Poikkeuksena kuitenkin, että keskitettyyn lannankäsittelylaitokseen toimitettua lantaa ei pidetä teollisena eikä myöskään, jos luovutettu lanta levitetään usean tilan pelloille, niin ettei kaksi eläinyksikköä hehtaarilla ylity. Tästä johtuen biokaasulaitokselle voidaan yhteiskäsitellä sekä tavanomaisilta tiloilta että luonnonmukaisessa viljelyssä olevilta tiloilta peräisin olevaa lantaa. (Pro Agria.)

### 2.3 Biokaasumerkki

Gasum lanseerasi vuonna 2015 biokaasumerkin valtakunnallisella markkinointikampanjalla. Suomalainen yritys Gasum on perustettu vuonna 1994 ja yhtiössä työskentelee noin 300 henkilöä. Yritys tuo Suomeen maakaasua ja jalostaa biokaasua. (Gasum Oy 2016.)

Biokaasumerkki on Gasumin omistuksessa oleva, rekisteröity tavaramerkki (Kuva 2). Merkin käyttöoikeuden voivat saada yritykset, jotka käyttävät tuotteen valmistuksessa energiana suomalaista biokaasua; ravintolat, jotka käyttävät toiminnassaan biokaasua tai kuljetusalan yritykset tai toimijat, jotka käyttävät kaasuautoja. Biokaasumerkin käyttöoikeuden saaneet yritykset voivat käyttää merkkiä paitsi pakkauksissa myös esimerkiksi tuotteiden esillepanossa myymälöissä, mainonnassa ja sosiaalisessa mediassa. (Gasum Oy 2016.)

Merkin myötä kuluttaja saa tietoa raaka-aineiden lisäksi valmistuksessa käytetystä energiasta. Merkin tavoitteeksi Gasum on asettanut kestävän kehityksen edistämisen antamalla kuluttajalle mahdollisuuden vaikuttaa tuotteen valmistuskaareen. (Gasum Oy 2016.)



**KUVA 2. Gasumin lanseeraama biokaasumerkki. (Gasum Oy 2016)**

## 2.4 Viljelykierto

Kasvinvuorotuksen hyväksikäytöllä eli niin sanotulla viljelykierrolla tarkoitetaan eri kasvilajien viljelyä samalla lohkolla vuorovuosina suunnitellusti. Valituilla kasvilajeilla on erilaiset fysiologiset ominaisuudet ja perustehtävänä on turvata maan kasvukunnon säilyminen sekä ehkäistä yksipuolisen viljelyn aiheuttamia haitallisia vaikutuksia. Viljelykiertoa on käytetty jo vuosisatoja kasvien ja viljan kasvun parantamiseen. Kasvinvuorotus kuuluu olennaisena osana luonnonmukaiseen maantalouteen. (Rajala 2012a.)

### 2.4.1 Viljelykierron periaatteet

Viljelykasvit ryhmitellään viljoihin, palkoviljoihin/palkokasvipitoiseen viherrehuun, juurikasveihin/öljykasveihin/kesantoon ja nurmikasveihin. Riittävän monipuolinen viljelykierto syntyy, kun siihen otetaan mukaan kasveja kaikista ryhmistä. Samaa tai saman ryhmän kasvia puolestaan viljellään korkeintaan kaksi vuotta peräkkäin, jolloin kierrosta muodostuu useimmiten 4–8-vuotinen. Kun sama kasvijärjestys toistuu vuosien mittaan, sanotaan viljelykiertojen olevan syklisiä. Viljelykasveja voidaan ryhmitellä myös maahan jäävän eloperäisen aineksen määrän ja laadun mukaan maata parantaviin ja kuluttaviin kasveihin (taulukko 1). Maata parantavia ovat esimerkiksi apilapitoinen nurmi sekä viherlannoituskasvustot ja maata kuluttavia peruna, juurikasvit ja vihannekset. Kasvinvuorotuksessa haetaan tasapainoa viljavuutta parantavien ja sitä kuluttavien lajien välillä. (Rajala 2005; Rajala 2012a.)

**TAULUKKO 1. Eri viljelylajien maahan jättämiä juurimassan määriä. (Mukailen Rajala 2012a)**

Viljelty laji	Juurten paino t ka/ha	Vaikutus kasvukuntoon
Monivuotiset nurmet	5,0–6,0	maata parantavia
Syysvilja	1,5–2,5	ennallaan pitäviä
Kevätvilja	1,0–2,0	lievästi kuluttavia
Peruna	0,5–1,0	maata kuluttavia

Tutkimuksissa on ilmennyt, että edellisen vuoden kasvi, jota kutsutaan viljelykierrossa esikasviksi, voi vaikuttaa hyvin olennaisesti seuraavana vuonna viljelyn kasvin kasvuun

ja satotasoon. Vaikutusta kutsutaan esikasvivaikutukseksi. Se aiheutuu esikasvin maahan jättämästä juuristosta, sängestä ja muusta sadonkorjuujätteestä. Päähuomio tulisi kuitenkin olla viljelykierron kokonaisvaikutuksissa. (Rajala 2005; Rajala 2012a.)

Viljelykierron suunnittelu on tehtävä huolellisesti ja siinä on otettava huomioon muun muassa tilan luontaiset viljelyedellytykset kuten maalaji ja ilmasto, tuotantosuunta, rehuhuntarve, resurssit, markkinointimahdollisuudet ja sovitettava nämä yhteen viljavuuden hoidon kannalta keskeisten periaatteiden kanssa. Esimerkiksi nautakarjatiloiilla tarvitaan riittävästi karkearehua ja näin ollen niillä viljelykiertoissa on mukana paljon apilapitoisia nurmia. Viljelykiertoon otetaan mukaan myös viljoja, kuten kauraa ja ohraa, jotka käytetään yleisimmin karjanrehuksi. Suuresta apilan ja muiden palkokasvien osuudesta johtuen näillä tiloilla typpihuolto ja maanparannusvaikutus saadaan toimimaan helposti, mutta toisaalta voi syntyä kasvitautiongelmia ja apilan menestyminen voi heikentyä. (Rajala 2012a.)

#### **2.4.2 Viljelykierron tavoitteet**

Viljelykierron pääasiallisena tavoitteena on tukemalla biologista monimuotoisuutta ylläpitää maan kasvukuntoa. Tällöin syntyy niin sanottu viljelykiertovaikutus, joka tarkoittaa ekosysteemin monipuolistumisen pitkäaikaisvaikutuksia maan kasvukunnolle. Viljelykiertovaikutuksen saavuttamiseksi kiertoon tulee sisältyä riittävästi syvä- ja runsasjuuristoisia kasveja lisäämään maan multavuutta sekä parantamaan ruokamultakerroksen mururakennetta ja pohjamaan vedenläpäisevyyttä. Syväjuuriset kasvit myös irtottavat ravinteita maanperästä tehokkaammin. Typensitojakasvit puolestaan voivat tuoda ilmakehästä typpeä maahan, jota kutsutaan biologiseksi typensidonnaksi. (Rajala 2012a.)

Viljelykierron syntyvää vaikutusta ei ole tieteellisesti pystytty selittämään täysin kattavasti, mutta vaikuttava tekijänä pidetään erityisesti maaperän mikrobiston monipuolistumista ja niiden toiminnan tehostumista. Esimerkiksi maaperään jäävä juurimassa ruokkii maaperän eliöstöä. Suotuisten bakteerien osuuden lisääntyminen voi muun muassa parantaa viljelykasvien juurten kasvua ja kykyä ottaa ravinteita maaperästä. (Rajala 2012a; Andersson 2015.)

Viljelykierrolla myös pyritään ehkäisemään kasvitautien ja tuholaisten lisääntymistä ja edistämään rikkakasvien hallintaa. Tältä kannalta tärkeiksi näkökohdiksi nousevat viljelykasvien erilaiset kylvö- ja korjuuajat, vaihteleva kilpailukyky ja mahdollisuus mekaaniseen ennaltaehkäisyyn sekä suoraan sääntelyyn. Myös kasvijärjestys on tärkeä, sillä eri lajit ovat alttiita erilaisille kasvitautinaiheuttajille. Monipuolinen lajisto pienentää samalla vaihtelevista sääolosuhteista johtuvia riskejä. (Rajala 2012a; Andersson 2015.)

Viljelykierrolla pystytään parhaimmillaan parantamaan tuotantopanosten hyötysuhteita tuottaessa rehua karjalle ja elintarvikkeita markkinoille. Kasvinvuorotuksella on myös mahdollista omavaraistaa viljelyä, kun tuotantopanoksia tuotetaan osana viljelykiertoa. Näin ollen esimerkiksi luomukotieläintilojen rehuomavaraisuus paranee. (Rajala 2012a; Pro Luomu ry, Luomuliitto ry ja Luomuinstituutti 2016.)

### **2.4.3 Luomutuotannon ehdot viljelykierrolle**

Luomutuotannon ehtojen mukaisesti pääsääntönä on, että luomuvalvontaan kuuluvia lohkoja on hoidettava viljelykiertoa noudattaen. Viljelykiertoon on sisällytettävä palkoja ja viherlannoituskasveja, jotta sen tehtävä ylläpitää ja parantaa maaperän hedelmällisyyttä ja biologista aktiivisuutta täyttyy. Vaatimuksena on vähintään 30 prosentin palkokasviosuus viljelykierrossa kullakin lohkokolla. Kierrossa ei kuitenkaan voi käyttää ainoastaan hernetä tai härkäpapua. Palkokasvien korvaaminen muilla maaperän kasvukuntoa parantavilla kasveilla on mahdollista, mikäli lohkon täydennyslannoitus hoidetaan luomulannalla, palkokasvien käyttö on estynyt kasvitautin vuoksi, maaperä ei vaadi ulkopuolista lisätyppiä, viljelyn kasvin tyyppien tarve on poikkeuksellisen pieni tai kyseessä on nurmiheinien siemenviljely. Viljoja tai palkoviljoja voidaan ehtojen mukaan viljellä enintään kolmena vuotena peräkkäin ja saman kasvisuvun yksivuotisia kasveja puolestaan kaksi vuotta peräkkäin. (Evira 2015.)

Luonnonmukaisen tuotannon ympäristötuen rakenne muuttui vuonna 2015 ympäristötuesta ympäristökorvaukseksi. Luomutila sitoutuu viideksi vuodeksi kerrallaan valitsemaan lohko kohtaiset toimenpiteet tilalle saaden niistä aiheutuvien kustannusten mukaisen korvauksen. Vähimmäispinta-ala sitoumuksessa on viisi hehtaaria. Vuonna 2015 sitoutuneiden tilojen on tehtävä ensimmäisenä sitoumusvuonna viisivuotinen viljely-

kiertosuunnitelma, joka toimitetaan maaseutuelinkeinoviranomaiselle. Viljelykiertosuunnitelma on tarkoitettu viljelykierron suunnittelun avuksi eikä se ole sitova. (Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020; Mavi 2016.)

#### **2.4.4 Viljelykierron haasteet**

Kasvinvuorotuksen myötä tilalla viljellään monipuolisesti eri lajeja, joiden viljelytekniikat ovat erilaisia. On otettava huomioon muun muassa tehtävä viljelykierrossa, lajikkeen valinta, kasvulohko, maanmuokkaus ja kylvötekniikat, lannoitus, sadonkorjuu sekä sadon käsittely. Tämä vaatii viljelijältä laajempaa tietotaitoa, suunnitelmallisuutta ja toteutuksen hallintaa sekä yhä useampia työketjuja. Viljelykierrolla tuotetaan myös enemmän pieniä tuote-eriä, joiden markkinointi voi olla haasteellisempaa. Toisaalta tilojen välisellä yhteistyöllä tätä voidaan tasata. (Rajala 2012a & b.)

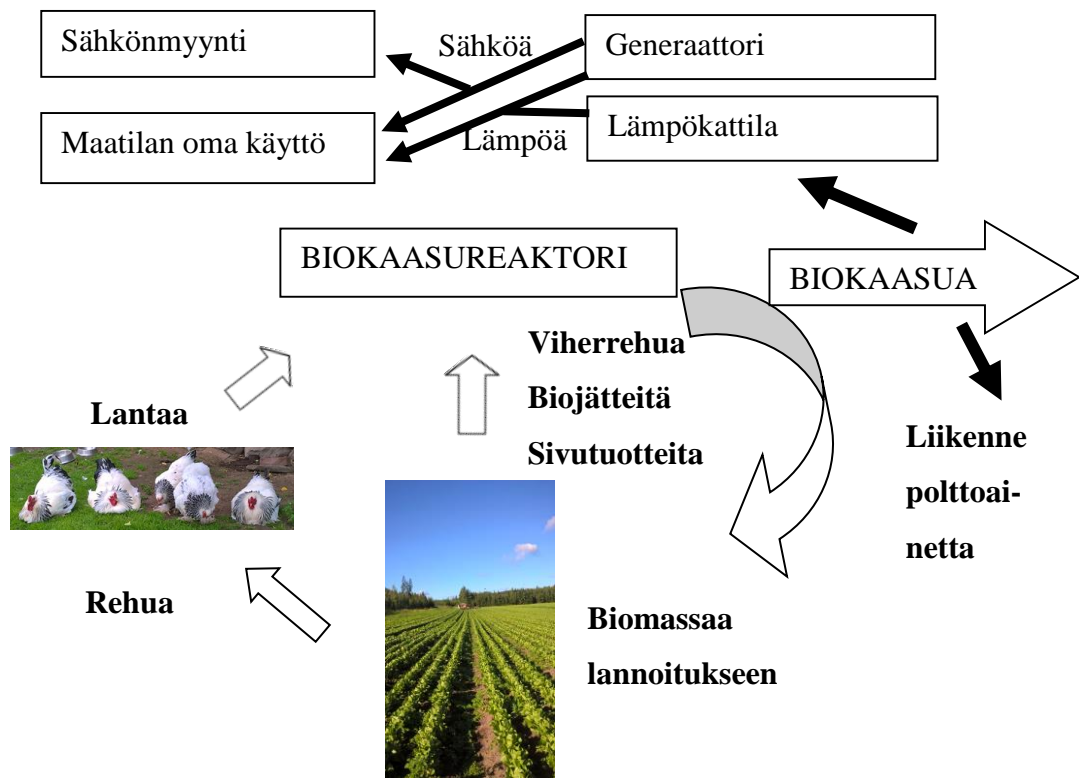
Myös sopivien esikasvien valinta voi olla haasteellista. Esikasvien vaikutuksia maaperään on tutkittu Suomessa verrattain vähän. Yleisesti ottaen maahan jäävä orgaaninen aines on sitä runsaampi, mitä suurempi on maanpäällinen sato. Tästä johtuen pienijuuriset kasvit vähentävät maan hiilivarastoja ja suurijuuriset lisäävät niitä. Lopulta ravinteiden jäänti maahan riippuu kuitenkin hyvin pitkälti sääoloista ja sadosta. Esimerkiksi kuivana kasvukautena maahan jää enemmän ravinteita, koska kasvit kärsivät veden puutteesta eivätkä kasvata yhtä paljon biomassaa kuin suotuisissa oloissa. Toisaalta ravinnetaseeseen vaikuttaa myös se kuinka suuri osa sadosta korjataan. Varsinkin yksivuotisten kasvien viljelyssä ravinnetaseiden hallinta on hyvin vaikeaa, sillä maahan voi jäädä yksipuolisesti esimerkiksi fosforia. (Keskitalo ym. 2014.)

### **3 BIOKAASU**

Biokaasu on kaasuseos, jota kehittyy erilaisten mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta hapettomissa olosuhteissa. Sitä syntyy jatkuvasti luonnossa sekä ihmisen toiminnan seurauksena esimerkiksi kaatopaikoilla ja kontrolloidusti biokaasureaktoreissa. Biokaasu koostuu tavallisesti 40–70- prosenttisesti metaanista ja 30–60- prosenttisesti hiilidioksidista sekä pienistä pitoisuuksista epäpuhtauksia, kuten rikkiyhdisteitä ja vetyä. (Huttunen & Kuittinen 2015.)

### 3.1 Biokaasuprosessin lopputuotteiden hyödyntäminen

Biokaasuprosessissa syntyneestä metaanista voidaan tuottaa sähköä, lämpöä ja ajoneuvojen polttoainetta (kuva 3). Sivutuotteena syntyvän hiilidioksidin hyödyntäminen puolestaan on ollut vielä vähäistä. Prosessissa erotettua hiilidioksidia voitaisiin käyttää esimerkiksi kasvihuoneissa. (Rasi & Rintala 2007; Kiviluoma-Leskelä 2010; Huttunen & Kuittinen 2015.)



**KUVA 3. Maatilan biokaasutuotanto. (Mukaillen Huttunen & Kuittinen 2015)**

Kaasun lisäksi käsittelyssä syntyy mädätettyä biomassaa. Lopputuotteen koostumus vaihtelee käytetyn teknologian ja mädätettävän materiaalin mukaan. Mädätysjäännöksessä pää- ja hivenravinteiden, esimerkiksi magnesiumin, kaliumin, fosforin ja typen, pitoisuudet ovat samat kuin biokaasuprosessiin syötettyjen raaka-aineiden. Prosessissa mikrobitoiminnan johdosta orgaaniset typpiyhdisteet hapettuvat ammoniumioneiksi ja tämä typen mineralisaatio parantaa mädätysjäännöksen lannoitusarvoa. Mädätteen kuiva-ainepitoisuus ja orgaanisen aineen määrä on pienempi kuin syötemateriaalin, jo-



ten se on juoksevampaa ja tasalaatuisempaa. Biokaasuprosessi myös tuhoaa rikkakasvien siemeniä ja taudinaiheuttajia sekä vähentää hajua aiheuttavia yhdisteitä. (Tieteen termipankki 2014; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Biokaasua voidaan muodostaa lähes kaikesta eloperäisestä, hiilipitoisesta aineesta, kuten esimerkiksi jätevedenpuhdistamojen lietteistä, kotitalouksien biojätteistä, maatalouden tuotteista, elintarviketuotannon jätteistä ja metsäjätteistä. Lisäksi kaatopaikoilta kerätään niin sanottuja kaatopaikkakaasuja. Biokaasu on uusiutuva energianlähde, jolla voidaan vaikuttaa ympäristökuormitukseen vähentämällä ilmakehään pääsevän metaanin määrää. (Kiviluoma-Leskelä 2010; Gerlach ym. 2013; Huttunen & Kuittinen 2015.)

### **3.2 Anaerobinen hajoamisprosessi**

Biokaasuprosessin lähtökohtana on käsiteltävän materiaalin määrä ja ominaisuudet sekä lopputuotteen hyödyntämistapa. Biokaasua synnyttävään orgaanisen aineen anaerobiseen hajoamiseen osallistuvat useat erilaiset mikro-organismit. Biokaasun muodostuminen jaetaan neljään eri vaiheeseen, jotka ovat liukoistuminen eli hydrolyysi, happokäyminen eli asidogeneesi, etikkahappokäyminen eli asetogeneesi ja metaanikäyminen eli metanogeneesi. Pieneliöt toimivat yhdessä ja ovat riippuvaisia edellisen vaiheen hajoamistuotteista. Olosuhteiden, kuten lämpötilan, ravinteiden, happipitoisuuden ja pH:n, on oltava kaikille mikro-organismeille toimivat. Näin ollen mikrobisto valikoituu olosuhteiden mukaisesti. (Motiva Oy 2013; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Biokaasuprosessit jaetaan lämpötila-alueen mukaan psykro-, meso- ja termofiilisiin. Metaania tuottavia prosesseja, jotka tapahtuvat alle 25 °C lämpötilassa kutsutaan psykrofiiliseksi, 32–42 °C lämpötilassa mesofiiliseksi ja 50–60 °C lämpötilassa termofiiliseksi. Biokaasulaitokset toimivat useimmiten mesofiilisellä lämpötilavälillä, joka sama kuin kotieläinten ruuansulatuskanavan lämpötila. (Motiva Oy 2013.)

Biokaasuprosessi jaetaan myös syötteen kuiva-ainepitoisuuden mukaan märkä- ja kuivaprosesseihin. Märkäprosessien kuiva-ainepitoisuus on enimmillään 10–13 % ja kuivaprosessien 20–40 %. Nimensä mukaan kuivaprosessit sisältävät vähemmän nestettä ja niissä on mahdollista tuottaa enemmän metaania reaktoritilavuutta kohden. Märkä-

prosessi on kuitenkin käytetympi menetelmä, koska kuivaprosessin alhaisen puskurikapasiteetin vuoksi prosessia on valvottava ja ohjattava tarkemmin ja materiaalin syötössä käytettävät laitteet ovat monimutkaisempia ja kalliimpia. (Lehtomäki ym. 2007.)

### **3.3 Biokaasutuotanto Suomessa**

#### **3.3.1 Historia**

Maa­ilman­laajuisesti biokaasutuotanto on jo hyvin vakiintunut ilmiö ja teknologiaa on käytössä suurimmassa osassa maita. Suomessa ensimmäiset sovelluskokeilut tehtiin 1900-luvun alussa Helsingissä koskien jäteveden biologista puhdistusta. Varsinainen biokaasun hyödyntäminen aloitettiin 1930-luvulla, kun Kyläsaaren jätevedenpuhdistamon yhteyteen rakennetun lietteen mädättämön muodostamaa kaasua siirrettiin Helsingin kaupunkikaasuverkostoon. Syntyneitä energiatuotetta käytettiin lähinnä valaistukseen. Vuonna 1936 Helsingin Rajasaaren jätevedenpuhdistamossa aloitettiin sähkön ja lämmön yhteistuotanto biokaasua hyödyntäen. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Ruotsin pääkaupungissa Tukholmassa aloitettiin biokaasun liikennekäyttö ensimmäisenä maailmassa. Suomessa sota-aikana nestemäisistä polttoaineista oli pulaa ja ne varattiin armeijan tarpeisiin. Ankaran polttoainesäännöstelyn vuoksi vuonna 1941 Kyläsaareen sekä vuonna 1943 Rajasaaren avattiin liikennebiokaasun tankkausasemat. Tankkausliiketoiminnan ja autojen muuntosarjat hoiti AGA eli silloinen Ab Gasaccumulator Oy. Pääkaupunkiseudulla talteen otetulla metaanilla kulki parhaimpina aikoina 100 henkilö-, paketti- ja kuorma-autoa. Jätevedestä valmistettua biokaasua käytettiin polttoaineena vuoteen 1946, kunnes nestemäisten polttoaineiden tuonti alkoi vapautua. (Heikura 2007; Karjalainen 2009.)

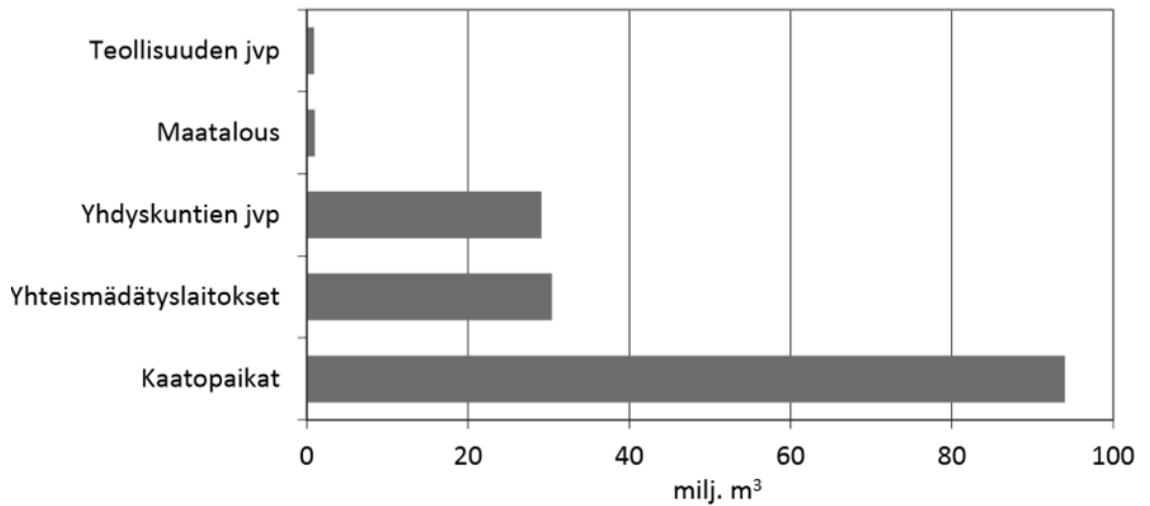
1990-luvulle asti Suomen biokaasutuotantoa hallitsivat jätevedenpuhdistamojen liete­mädättämöt. Vuonna 2002 Suomen ja EU:n lainsäädännössä otettiin käyttöön kaatopaikkakaasun keräysvelvoite, jonka jälkeen kaatopaikkakaasulaitokset ovat vastanneet suuresta osasta biokaasun tuotantoa. Yksinkertaisin käsittelytekniikka kaatopaikkakaasulle on polttaminen soihdussa, jolloin palaessaan metaani muuttuu hiilidioksidiksi ja vedeksi. Kaatopaikkakaasuja voidaan myös hyödyntää sähkön ja lämmön tuotannossa sekä yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa. (Ekroos 2013; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Laukaalla Kalmarin maatilan biokaasulaitos valmistettiin ja käynnistettiin vuonna 2002 ensimmäisen biokaasujalostamon ja ensimmäisen yksityisen biokaasuntankkauspaikan sitten vuoden 1946. Tilan jatkuvatoiminen biokaasuntuotanto on käynnistetty vuonna 1998 ja biokaasureaktorin syötteenä käytetään lehmän lietelantaa, säilörehua ja tilan ulkopuolelta tulevia elintarviketeollisuuden sokeri- ja rasvajätteitä. (ProAgria Etelä-Pohjanmaa; Lampinen 2016.)

### 3.3.2 Nykytilanne

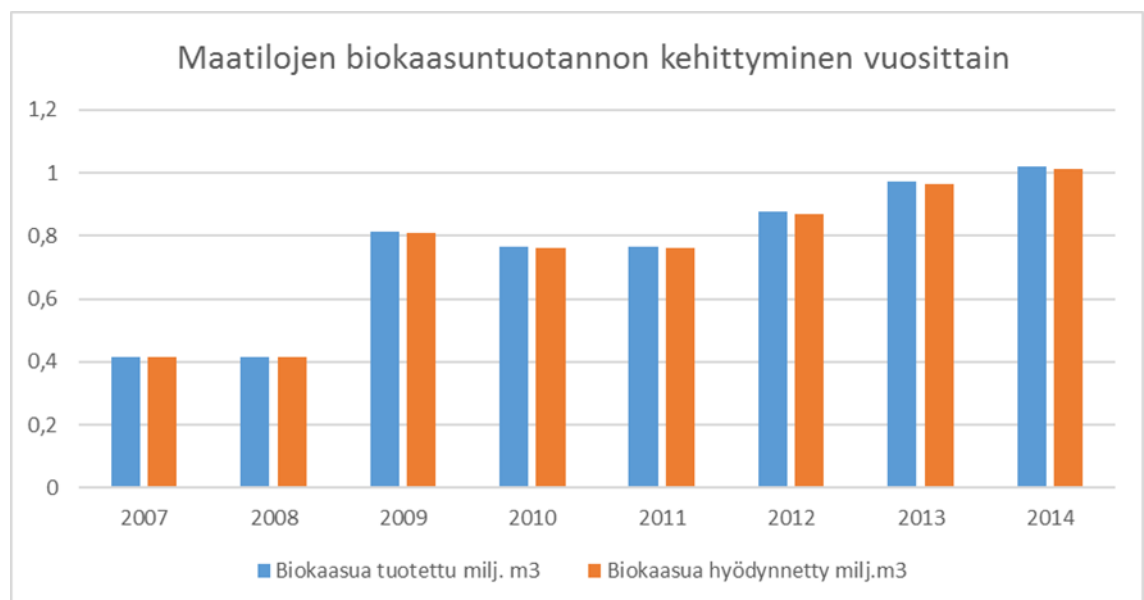
Vuonna 2014 Suomen kokonaisenergiankulutus oli 1 340 PJ. Tästä uusiutuvien energialähteiden osuus oli 28 prosenttia ja biokaasun osuus noin 0,5 prosenttia. Biokaasu tuotettiin yhteensä 155,5 milj.m<sup>3</sup>, kun tuotto vuonna 2013 oli 153,9 milj. m<sup>3</sup>. Biokaasun hyödyntämistä puolestaan nousi 84,5 prosenttiin edellisvuoden 81 prosentista. (Huttunen & Kuittinen 2015.)

Suomessa biokaasua tuottavia reaktorilaitoksia toimii yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoilla, mautiloilla (maatilakohtaiset, keskitetyt biokaasulaitokset, yhteismädätyslaitokset) sekä biojätteen käsittelylaitoksilla (yhteismädätyslaitokset). Lisäksi biokaasua kerättiin vuonna 2014 noin 40 kaatopaikalta yhteensä 94,0 milj. m<sup>3</sup>. Tällä hetkellä pääosa biokaasutuotannosta on kaatopaikoilta kerättävän kaatopaikka-kaasun hyödyntämisestä. Yhdyskuntien jätevesipuhdistamoilla toimivia biokaasulaitoksia oli 15 ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoilla toimivia kaksi (Kuva 4.) (Huttunen & Kuittinen 2015; Motiva Oy 2016.)



**KUVA 4. Biokaasun tuotanto laitoksittain vuonna 2014. (Huttunen Markku J. & Kuittinen Ville 2015)**

Maatalouteen liittyvä biokaasuala on hiljalleen vilkastunut ja kiinnostus kaasuteknologian hyödyntämiseen lisääntynyt. Kuvasta 5 nähdään, että maatalouteen liittyvä biokaasutuotanto on lisääntynyt vuosi vuodelta. Vuonna 2014 biokaasua tuotettiin maatilataloudessa 1,019 milj. m<sup>3</sup>, josta hyödynnettiin miltei kaikki. Sähköä puolestaan tuotettiin 1106 MWh ja lämpöä 4155 MWh.



**KUVA 5. Maatilojen biokaasutuotannon kehittyminen vuosittain. (Huttunen & Kuittinen 2007-2014)**

MTK:n mukaan Suomessa vuonna 2014 oli 52 775 maatilaa, joista luomutiloja noin 8 prosenttia. Vuosittain maatilojen koko on kasvanut ja määrä vähentynyt, tilojen ollessa

kuitenkin eurooppalaisessa kokoluokassa pieniä. Yleisin tuotantosuunta oli viljanviljely ja suurin kotieläinsektori lypsykarjatalous. Vuoden 2014 biokaasurekisteristä laskettujen tietojen mukaan kyseisenä vuonna yhteismädätyslaitoksia oli 14 ja suunnitteilla tai rakenteilla olevia 19. Maatilakohtaisia biokaasulaitoksia oli puolestaan 12 ja suunnitteilla tai rakenteilla 15 (Kuva 6.) (Huttunen & Kuittinen 2015; MTK 2016.)



**KUVA 6. Biokaasulaitosten lukumäärät vuonna 2014. (Tiedot kerätty Huttunen & Kuittinen 2015)**

### 3.3.3 Merkitys

Käynnissä oleva ihmisen toiminnan aiheuttama ilmastonmuutos ja niukkenevat uusiutumattomat energiavarat pakottavat yhteiskunnat etsimään kestäviä energiamuotoja. Euroopan unionin ilmastopolitiikka ohjaa kansainvälisesti YK:n ilmastopöytäkirjan, Kioton pöytäkirjan ja EU:n sisällä ilmasto- ja energiapaketti. Kioton pöytäkirja asettaa 20 prosentin (vuoden 1990 tasoon verrattuna) kasvihuonepäästöjen vähennystavoitteen vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi EU:n vuoden 2020 ilmasto- ja energiapakettiin kuuluu niin sanotut 20-20-20 tavoitteet. Tämä tarkoittaa, että vuoteen 2020 mennessä Euroopan Unionin kasvihuonekaasupäästöjä pitäisi vähentää ainakin 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta, energiankulutuksesta 20 prosenttia tulisi saada uusiutuvista energialähteistä sekä energiatehokkuutta tulisi lisätä 20 prosenttia. (European Commission 2016; Ympäristöministeriö 2016.)

Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistäminen (2009/28/EY) direktiivillä on luotu yhteiset puitteet uusiutuvan energian tuotannolle ja sen käytön edistämiseksi. Kunkin EU:n jäsenmaan on luotava vuodelle 2020 kansallinen toimintasuunnitelma, jossa on määriteltynä uusiutuvien energianlähteiden osuudet liikenteessä, lämmityksessä ja sähköntuotannossa. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY.)

Suomelle asetetut maakohtaiset tavoitteet ovat vähentää päästöjä 16 prosentilla päästökaupan ulkopuolisilla toimialoilla ja lisätä uusiutuvan energian osuutta 38 prosenttiin. Näihin tavoitteisiin pyritään kansallisilla ilmasto- ja energiastrategioilla. Strategiassa merkittävää lisäystä tavoitellaan muun muassa metsähakkeen, tuulivoiman ja liikenteen biopolttoaineiden käytössä. Lisäksi 1.6.2015 astui voimaan kansallinen ilmastolaki (609/2015), jossa säädetään ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmästä ja ilmastotavoitteiden toteutumisen seurannasta. (Ympäristöministeriö 2016; Motiva Oy 2016.)

Suomessa puuperäiseen bioenergiaan on panostettu jo kauan, mutta nyt myös muut bioenergian muodot ovat saaneet huomiota. Biokaasun osalta Suomen uusiutuvan energian velvoitepaketin mukainen tavoite on lisätä käyttöä 1,2 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä, kun vuonna 2011 biokaasua käytettiin hieman yli 0,6 TWh. (Motiva Oy 2015.)

### **3.3.4 Tulevaisuuden näkymät**

Biokaasulla on suuret mahdollisuudet Suomessa, vaikka tällä hetkellä sen hyödyntäminen on marginaalista. Biokaasuteknologian kehitys on ollut verkkaista ja kenttä koostuu hyvin laajasta kokonaisuudesta soveltuvia teknologioita. Biokaasuteknologiaa on perinteisesti pidetty pääosin jätteiden käsittelymenetelmänä ja kaasun sekä lannoitteiden tuoton maksimointi on jäänyt vähälle huomiolle. Tuotannon laadullinen kasvu vaatisi myös esimerkiksi kaasun soihduttamisen lopettamista. Taulukossa 3 kuvataan biokaasuteknologian nykytilaa ja tulevaisuuden näkymiä jaoteltuna säätelyyn ja prosessivaiheisiin sekä ajallisesti nykytilaan, nykytrendeihin ja tulevaisuuden kehitysnäkymiin. (Suomen Biokaasuyhdistys 2014; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

**TAULUKKO 3. Biokaasuteknologian nykytila ja tulevaisuuden näkymät. (Muokailen Suomen Biokaasuyhdistys 2014)**

	SÄÄTELY	ESIKÄSITTELY	BIOKAASUPROSESSI	HYÖDYNTÄMINEN
<b>NYKY-TILA</b>	<i>Ympäristönäkökulma Teknologiakehityksen tukeminen Syöttötariffit Pankkirahoitus</i>	<i>Murskaimet Silppurit Pulpperit Seulat</i>	<i>Mesofiilinen märkä-/kuivamädätys Yhteismädätys</i>	<i>CHP Lämpökattilat</i>
<b>TRENDI</b>	<i>Jätelainsäädäntö Kierrätysveloitteet Pääomarahastot</i>	<i>OF-MSW erotuslinjastot (kiinteän yhdyskuntajätteen erotus) Lämpö, sähkö tai ultraääni esikäsittelynä</i>	<i>Termofiilinen märkä-/kuivamädätys Prosessin tehostaminen Synteettinen kaasu</i>	<i>Rikastaminen Liikennekäyttö Teollisuuden suora käyttö Ravinteiden rikastaminen</i>
<b>TULEVA</b>	<i>LCA tuotantoketjussa Päästöoikeudet Lannoitetuotannon tukeminen</i>	<i>Selluloosapohjaiset raaka-aineet</i>	<i>Reaktoreiden tehostaminen Vedyntuotanto</i>	<i>Polttokennot Tri-generaattori LBG (nesteytys)</i>

Suurin osa tällä hetkellä toiminnassa olevista laitoksista perustuu yhteismädätykseen käyttäen mesofiilistä märkämädätystä. Tällaisten laitosten kannattavuus perustuu investointitukiin ja raaka-aineen käsittelystä saataviin porttimaksuihin. Laitokset pyrkivät usein tehostamaan toimintaansa panostamalla prosessin esikäsittelyyn tai laajentaen toimintaansa esimerkiksi lopputuotteiden hyödyntämiseen liikennekäytössä. (Suomen Biokaasuyhdistys 2014.)

Maailmanlaajuinen tarve hidastaa ilmastonmuutosta, vähentää ympäristönkuormitusta ja tukea kestävästä kehityksestä edellyttää uusiutuvan energian käyttöä. Näin ollen yhteiskunnallisella säätelyllä on suuri merkitys paitsi toimialan myös teknologian kehittymiseen. Oleellisessa osassa on koko tuotantoketjun kattava elinkaariajattelu (LCA). Kiristynyt jätelainsäädäntö ja kierrätysveloitteet ovat puolestaan saaneet pääomarahastot kiinnostumaan biokaasuliiketoiminnasta. Biokaasulaitostoimintaan liittyvä lainsäädäntö on osittain vasta kehittymässä. (Suomen Biokaasuyhdistys 2014.)

Alalla pyritään entistä tehokkaampiin teknologioihin ja kaasun symbioottiseen hyödyntämiseen osana teollisia ekosysteemejä. Selluloosapohjaisten raaka-aineiden käytön mahdollistuminen toisi kehitysmahdollisuuksia pienille reaktoreille ja tulevaisuudessa

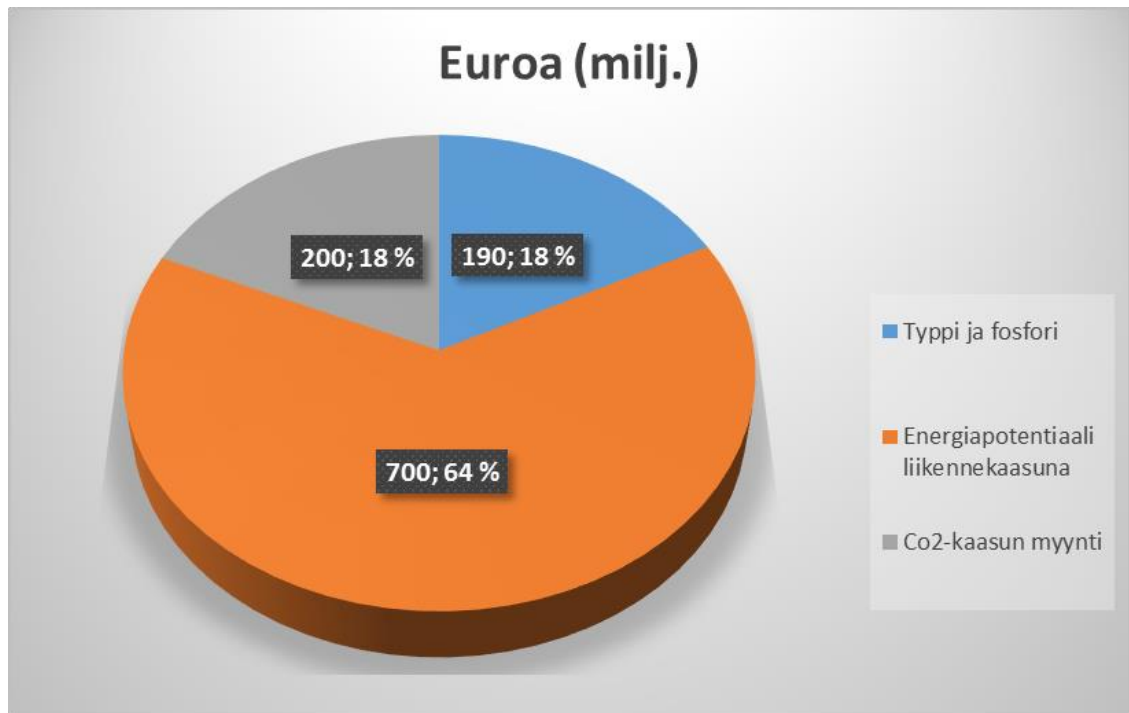
nämä voisivat tuottaa metaanin sijasta vetykaasua. Tulevaisuudessa siis sähkön ja lämmön yhteistuotannon rinnalla voitaisiin nähdä esimerkiksi sähkön, lämmön ja kylmän tai sähkön, lämmön ja vedyn yhteistuotantolaitoksia. Sähkö- ja kaasuautojen yleistyessä biokaasun sisältämä metaani ja vety voisivat olla paineistettuna tai nesteytettynä tärkeitä liikennekäytössä. (Suomen Biokaasuyhdistys 2014.)

Liikenteen kasvihuonepäästöt kasvavat edelleen EU:ssa. Kasvihuonekaasujen lisäksi liikenteen pakokaasupäästöt sisältävät esimerkiksi hiukkasia, hiilivety-yhdisteitä sekä hiilimonoksidia. Liikenneala on myös täysin riippuvainen raakaöljystä ja näin ollen öljytuotteiden maailmanmarkkinahintojen kehityksestä. Tästä syystä biokaasulla voisi tulevaisuudessa olla suuri rooli liikennepolttoaineiden tuotannossa. Jalostettu biokaasu on uusiutuvaa energiaa, jolla voidaan vähentää lähi- ja hiukkaspäästöjä. Vuonna 2014 Suomessa hyödynnetystä biokaasusta vain 3 % oli liikenteen osuus. (Autoalan tiedostuskeskus; Euroopan komissio 2010; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Biokaasu voisi olla suuri merkitys myös keskeytyvien uusiutuvien energiamuotojen säätövoimana. Esimerkiksi aurinko- ja tuulienergian käyttö edellyttää energian varastointia tuotannon vaihdellessa, mutta varastointi suuressa mittakaavassa on edelleen haasteellista. Biokaasu voisi olla yksi varastointimahdollisuus tulevaisuudessa, sillä ylimääräisellä energialla voidaan valmistaa esimerkiksi vetyä, joka tarpeen tullen voidaan muuttaa takaisin sähköksi. (Partanen 2013; Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Suomen maatalous on painunut kannattavuus ongelmien parissa, kun tuottajahinnat alkoivat laskea keväällä 2014 Kiinan talouskasvun hidastuessa. Näin ollen etenkin maaseudulle biokaasutuotanto voisi tuoda merkittäviä hyötyjä, sillä peltobiomassoihin ja lantaan on sitoutunut runsas määrä ravinteita ja energiaa. Kuvassa 7 on esitelty Ramboll Finland Oy:n laskelmat maatalouden biokaasutuotanto potentiaalista vuositasolla, jos kaikki raaka-aine saataisiin hyötykäyttöön. (Kaskinen 2015; Sitra 2016, 65-67.)





**KUVA 7. Maatalouden laskennallinen biokaasutuotanto potentiaali vuositasolla. (Sitra 2016)**

Maatalouden biokaasutuotannon kannattavuus rakentuu palasista ja optimaalinen hyöty on saavutettavissa ainoastaan tiiviillä yhteistyöllä. Biokaasutuotannon, jakelun ja käytön ympärille tulisi luoda kokonaisuuksia, joissa eri osat tukisivat toisiaan. Laitosten ei tarvitsisi rakentua ainoastaan maatalouden resurssien käyttöön, vaan niissä voitaisiin yhteismädättää esimerkiksi nestemäistä ja kiinteää maatalousjätettä, kotitalousjätettä ja teollisuuden biojätettä tuottaen liikenteelle ja maatalouskoneille polttoainetta, sähköä, lämpöä ja peltolannoitteita. Tällaiset niin sanotut ekosysteemit voisivat synnyttää maa-seudulle uudenlaista liiketoimintaa ja tätä kautta uusia työpaikkoja, vähentää tuontienergian tarvetta ja kierrättää ravinteita paremmin hyödyksi. (Kymäläinen & Pakarinen 2015; Sitra 2016, 65-67.)

### 3.4 Aikaisemmat tutkimukset maatalouden biokaasutuotannosta

Yleisesti ottaen biokaasua on tutkittu kohtalaisen paljon, koska tulevaisuus luo suuria paineita kestäväälle ja ympäristöystävällisemmälle toimintatavalle. Maatalouteen liittyviä biokaasuratkaisuja, biokaasupotentiaalia, biokaasulaitoksen toimintaa, kannattavuutta, energiatasetta ja ympäristönäkökulmaa on pohdittu useissa tutkimuksissa. Sen sijaan biokaasulaitoksen merkitystä luomuviljelijän näkökulmasta ei ole aiemmin tutkittu.

Joona Kalmari on vuonna 2006 tehnyt gradun aiheesta ”Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus suomalaisella sikatilalla.” Tutkimuksessa on selvitetty maatilakohtaisen biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttavat tekijät ja tuotetun biokaasukuutiometrin arvo. Tehdyn investointianalyysin perusteella maatilakohtaisen biokaasulaitoksen kannattavuus edellyttää muita tulonlähteitä kuin pelkän energiantuotosta saatavan tuoton. Lisätulonlähteiksi biokaasuyrittäjälle ehdotettiin muun muassa biojätteen lunastuksesta saatavaa porttimaksutuloa, biokaasuenergiasta saatavaa lisähintaa ja lopputuotteen myyntiä lannoitteeksi. (Kalmari 2006.)

Keskitetyn biokaasulaitoksen energiataseesta on julkaistu Johanna Arolan ylemmän ammattikorkeakoulu tutkinnon opinnäytetyö (ympäristötekniikka, Mikkelin ammattikorkeakoulu) vuodelta 2012. Työssä on selvitetty Juvan Bioson Oy:n energiatase ottaen huomioon prosessin vaiheet syötteiden kuljetuksesta biokaasun muuntamiseksi sähkö- ja lämpöenergiaksi. Tulokset osoittivat, että laitoksen energiatase on positiivinen eli laitos tuottaa energiaa enemmän kuin kuluttaa. Laitoksen tehokkuuden parantamiseksi se tulisi saada toimimaan täydellä kapasiteetilla. (Arola 2012.)

Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin, Mikkelin ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen ”ESBIO – Energiaomavarainen maatalo”-yhteishankkeessa vuonna 2012 tarkasteltiin maatalojen energiaomavaraisuutta Etelä-Savon alueella. Selvityksen mukaan biokaasutuotannon kannattavuus riippuu tuotetun energian hinnasta. Kokonaishyödyt olisivat parhaimmalla tasolla, jos kaasuntuotantoon voitaisiin ohjata myös biomassoja, jotka muutoin jäisivät hyödyntämättä energiana tai ravinnekierrätyksessä. Mädätysjännöksen lannoitusvaikutukseen puolestaan vaikuttaa liukoisen raaka-ainepohja ja liukoisen typen osuus. Hanke tuotti myös selvityksiä lainsäädännön asettamista vaatimuksista laitokselle ja lopputuotteelle ottaen huomioon alueen erityispiirteet. Lisäksi tarkastelunkohteenä olivat biokaasulaitoksen ympäristövaikutukset ja riskit sekä ravinnevirrat. (Luste ym. 2012.)

Luonnonvarakeskus on vuonna 2015 julkaissut tutkimuksen (luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2015) ”Maatalojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonepäästöjen vähennys.” Julkaisussa on esitetty maatalojen biokaasulaitosten kannattavuutta kahta kuvitteellista esimerkkiä käyttäen: suuren lypsykarjatilan oma biokaasulaitos ja

viiden karjatiljan yhteinen biokaasulaitos. Tutkimuksen mukaan yhteisellä biokaasulaitoksella kuljetuskustannusten hallinta vaikuttaa merkittävästi kannattavuuteen. Kannattavuuden perusedellytyksenä oli myös, että koko tuotetun biokaasun energiasisältö on saatava hyödynnettyä, sähkö ja lämmön tuotannossa lämmöllekin on siis oltava käyttöä. (Winqvist ym. 2015.)

ProAgria Etelä-Savo ja Luonnonvarakeskus toteuttivat hankkeen ”Keskitetyn biojalostamon toimintamalli, raaka-aineet ja mädätejäännöksen käyttökohteet” vuosina 2015-2016. Hankkeessa selvitettiin ”Mikkelin seudulla saatavissa olevia peltobiomassoja ja lantaa biokaasulaitoksen syötteeksi biojätteiden, puhdistamolietteen ja muiden biohajavien syötteiden rinnalle.” Viljelijöiltä kysyttiin haastatteluin sekä halukkuudesta luovuttaa lantaa ja peltobiomassaa biokaasulaitoksen käyttöön, että kiinnostusta käyttää biojalostamon tuottamia lannoitevalmisteita ja liikennebiokaasua. Hanke myös kartoitti erilaisten biokaasulaitosten materiaalivirtoja, volyymejä ja eroja toimintaperiaatteissa. Selvityksien perusteella Etelä-Savossa olisi maatalouden biomassoja riittävästi saatavilla laitoksen syötteeksi ja tarpeeksi levitysalaa mädätteelle. Jos suunniteltu laitoshanke toteutuisi, olisi sillä monia etuja alueen elinkeinorakenteelle ja jo toimiville biokaasulaitoksille. Myös asukkaiden ja ammattilaisten mahdollisuudet käyttää biokaasua ajoneuvojen ja laitteiden energianlähteenä paranisivat. (ProAgria Etelä-Savo ja Luonnonvarakeskus 2016.)

Sari Luostarinen ja Ville Pyykkönen ovat tutkineet biokaasutuotantoa Luonnonvarakeskuksen (Luke) ”Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudulle (VILMA)”-hankkeessa. Hankekuvauksen mukaan VILMA on ”valtakunnallinen tiedonvälityshanke, jonka tavoitteena on edistää maaseudun tarpeista lähtevää ilmastotyötä, sekä ilmastonmuutoksen hillintää että ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumista.” Hanke on saanut rahoitusta vuosille 2016-2018 ja jatkaa ”Ilmastonmuutos ja maaseutu (ILMASE)”-hanketta. Tutkimuksissa on ilmennyt, että biokaasulaitoksessa käsitelty lanta sisältää enemmän liukoista ammoniumtyyppiä, joka nostaa mädätteen lannoitearvoa typen ollessa kasveille suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Käsitellyssä lannassa myös orgaaninen aines on pysyvämmässä muodossa, joka on edullista peltomaan orgaanisen aineen ylläpitämiseksi. Lisäksi biokaasuteknologia vaatii hapettomat olosuhteet, joten käsittelyprosessi on tätä kautta tiivis ja suljettu vähentäen kasvihuone- ja ammoniakkipäästöjä. Toi-

saalta käsittelyjäännöksen korkeampi pH lisää ammoniakkin haihtumista ja tämä on otettava huomioon mädätteen peltovetytyksessä. (Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudullehanke; Luostarinen & Pyykkönen.)

## 4 AINEISTO JA MENETELMÄKUVAUS

### 4.1 Juvan Bioson Oy

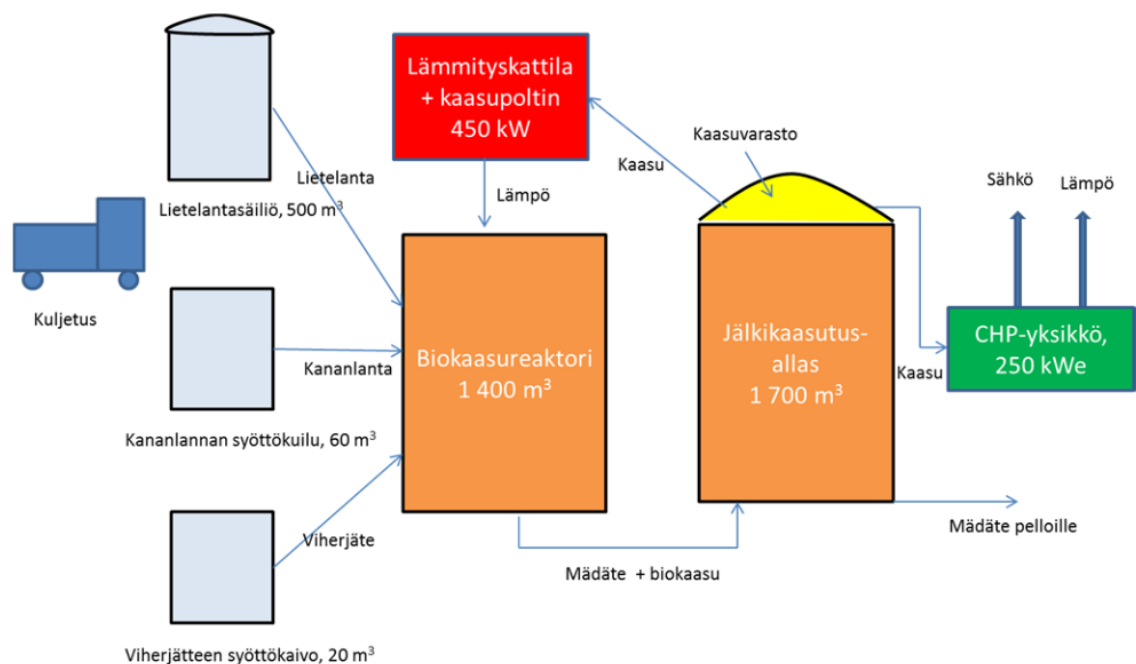
Juvan Bioson Oy on vuodesta 2011 toiminut maatilakokoluokan biokaasulaitos, jonka omistavat maatilaosakkaat. Se sijaitsee Juvalla Turakkalan kylällä ja käsittelee osakastiloilta kuljetettua lietelantaa ja kanan kuivalantaa sekä vähäisiä määriä viherrehua ja porttimaksullista vihannesjätettä elintarviketuotannon sivuvirroista. Valtaosa lannasta tulee maitotiloilta. Biokaasulaitos käsittelykapasiteetti on 19500 tonnia lantaa ja kasvipäisiä jätteitä vuodessa. Lannalla tarkoitetaan seosta, jossa on kotieläinten sontaa, virtsaa ja kuiviketta sekä mahdollisesti myös vettä ja rehujätettä. (Juvan Bioson; Luostarinen & Pyykkönen; Rajala 2012a.)

Laitoksen toiminta perustuu mesofiiliseen märkämädätykseen, jonka optimilämpötila on 35 celsiusastetta. Käytännössä operointilämpötila on kuitenkin 42-44 celsiusastetta bakteriologisen riskin vuoksi. Urakoitsija kuljettaa lannan tiloilta biokaasulaitokselle ja takaisin tai eteenpäin satelliittisäiliöihin sujuvan logistiikan takaamiseksi. Laitoksen prosessinhoitajana toimii laitospäällikö, mutta myös kuljetusurakoitsija ja osakastilat osallistuvat tarpeen mukaan laitoksen operointiin. Laitokselle saapunut syöte varastoidaan omaan vastaanottosäiliöihinsä, joita on erilliset lietelannalle (säiliön tilavuus 500 m<sup>3</sup>), kananlannalle (säiliön tilavuus 60 m<sup>3</sup>) ja viherjätteelle (säiliön tilavuus 20 m<sup>3</sup>). Viherjäte käsitellään murskaamalla ja sekoitetaan lietelantaan ja ne siirretään pumppujen avulla reaktoriin. Kannanlanta puolestaan syötetään kolakuljettimella ja hydraulipuristimella. (Kuva 4.) (Arola 2012; Luostarinen & Pyykkönen.)

Syötettä mädätetään biokaasureaktorissa vähintään 21 vuorokautta. Tämän jälkeen syntynyt mädäte ja biokaasu varastoidaan vielä jälkikaasutusaltaissa, jossa syntyy vielä biokaasua. Laitokselle on myös keväällä 2015 valmistunut lannan hygienisointilaitteisto, jossa käsiteltävät materiaalit kuumennetaan + 71 ° C lämpötilaan lopputuotteiden hygieenisen laadun takaamiseksi. (Luostarinen & Pyykkönen.)

Mädäte kuljetetaan urakoitsijan toimesta takaisin tiloille, jossa osakastilat hyödyntävät sen pelloillaan. Biokaasu johdetaan kaasuvarastosta vedenerottimien kautta laitoksen lämmityskattilalle tai Turakkalan puutarhalla sijaitsevalle sähköä/lämpöä tuottavalle CHP-kontille (Kuva 8.). Laitoksella on myös 450 kW lämpökattila. Prosessin tuottama lämpö ja sähkö käytetään biokaasulaitoksella ja vieressä sijaitsevalla Turakkalan Puutarha Oy:llä kasvihuoneiden ja rakennusten lämmitykseen. Laitoksen tuottaman bruttoenergian määräksi on arvioitu noin 3 880 MWh vuodessa, josta tuotetaan sähköä 1 360 MWh ja lämpöä 1 940 MWh. Biokaasuprosessissa syntyvä mädäte soveltuu hyvin luomuviljelyyn. (Arola 2012; Luostarinen & Pyykkönen.)

Tällä hetkellä Juvan Bioson Oy:llä on 11 lantaa tuottavaa osakasta, joista neljä on luomumaitotiloja. Yhteensä osakkaita on kaiken kaikkiaan 18. Toiminnan järjestämisestä ja hallinnosta vastaa viisi jäseninen yhtiön hallitus. (Tiedot kerätty haastatteluaineistosta.)



**KUVA 8. Bioson Oy:n biokaasuprosessi (Arola 2012. Kuva julkaistu tekijän luvalla.)**

## 4.2 Haastattelukuvaus

Tämä tutkimus toteutettiin puolistrukturoidulla puhelinhaastattelulla. Haastattelun kulku oli suunniteltu etukäteen ja kaikille haastatelluille esitettiin samat kysymykset, samassa järjestyksessä. Poiketen strukturoidusta haastattelusta, haastateltaville ei annettu valmiita vastausvaihtoehtoja. Haastattelukysymykset oli jaettu neljään osioon; yleiset kysymykset, lannan käsittely, mädäte ja biokaasulaitoksen osakkuus (kyselylomake nähtävissä liitteenä).

Yleisillä kysymyksillä kartoitettiin tilojen kokoluokkaa ja sijoittumista suhteessa biokaasulaitokseen. Lannan käsittelyä koskevilla kysymyksillä puolestaan selvitettiin tilalla syntyviä vuotuisia lantamääriä ja kuinka suuri osuus niistä toimitetaan biokaasulaitokselle sekä lannan käsittelyssä tapahtuneita muutoksia biokaasulaitoksen osakkuuden myötä. Seuraava osio koski mädätteen käyttöä ja sen mukanaan tuomia muutoksia. Viimeisillä biokaasulaitoksen osakkuutta koskevilla kysymyksillä kartoitettiin motiiveja osakkaaksi liittymiseen, koettuja etuja ja mahdollisia haasteita sekä kehittämiskohteita.

Selvitettävät teemat ja kysymysten muotoilu tehtiin yhteistyössä opinnäytetyön toimeksiantajan ja ohjaajien kanssa. Haastattelun onnistumisen kannalta oli tärkeää, että kysymykset olivat selkeitä, ottivat huomioon kattavasti tutkittavan asian ja etenivät loogisesti. Haastattelussa oli kaiken kaikkiaan 31 kysymystä ja keskimääräinen vastausaika oli noin 20 minuuttia. Puhelinhaastattelut nauhoitettiin ja äänitallenne kirjoitettiin puhtaaksi tietojen analysoimista varten. Haastattelut käsiteltiin luottamuksellisesti ja nimettöminä.

Perusjoukoksi oli määritelty Juvan Bioson Oy:n luomuviljelyssä olevat, lantaa biokaasulaitokselle toimittavat osakkaat. Perusjoukkoon kuului kolme luomumaitotilaa ja yksi kolmen luomumaitotilan yhteisnavetta ja kokonaisaineistoon poimittiin mukaan kaikki perusjoukon jäsenet. Yhteystiedot saatiin Juvan Bioson Oy:ltä ja haastateltavia tiedotettiin asiasta sähköpostilla. Myös haastattelukysymykset lähetettiin etukäteen tutustuttaviksi. Haastattelut teki opinnäytetyön tekijä ja ne toteutettiin syyskuussa 2016. (Kurkela.)

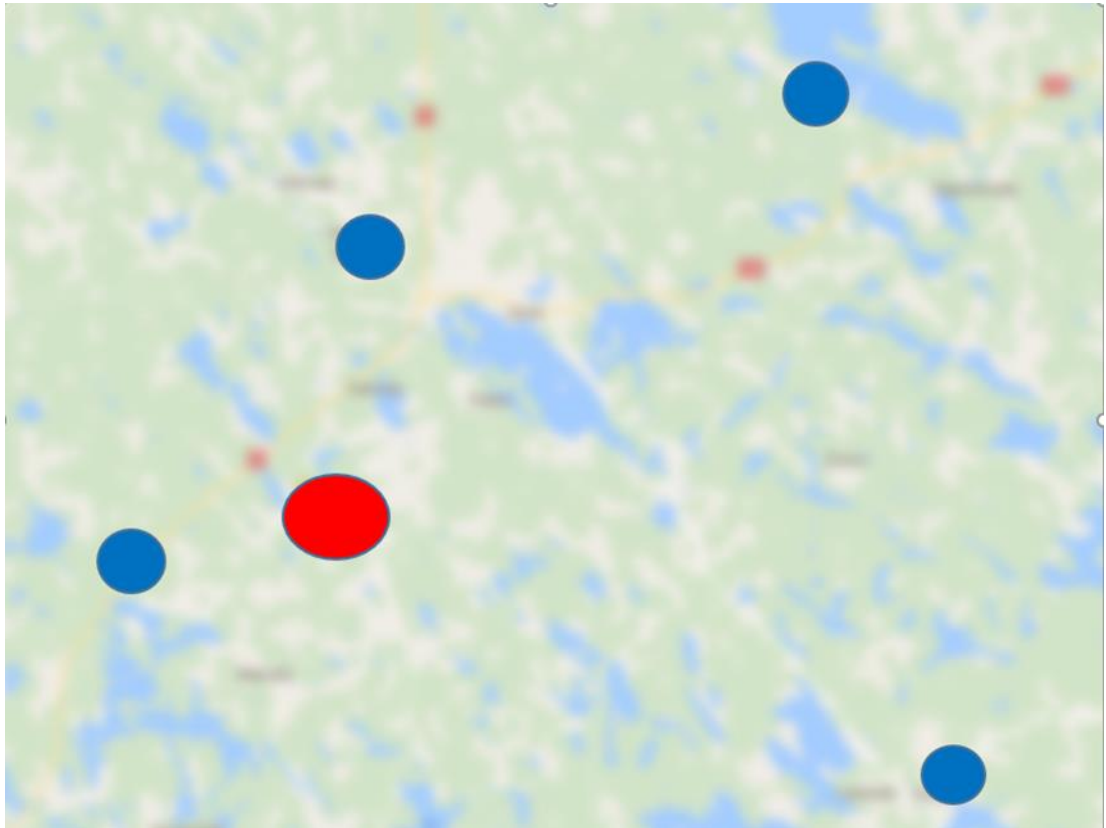
## 5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 5.1 Tilojen taustiedot

Puhelinhaastatteluun vastasivat neljän eri tilan/yhteisnavetan edustajat, joiden päätuotantosuohtana oli luomumaidontuotanto. Taulukossa 4 on esitetty tutkimuksessa mukana olleiden tilojen eläinmäärät, kokonaispeltopinta-alat ja etäisyys biokaasulaitoksesta. Kuvassa 9 esitetään punaisella pisteellä biokaasulaitoksen sijainti ja sinisillä pisteillä osakastilat. Etäisyys on ilmoitettu tilakeskukseen, mutta osalla tiloista biokaasulaitos sijaitsee etäsäiliöiden ja navetan välissä.

**TAULUKKO 4. Haastateltujen tilojen koot ja etäisyydet biokaasulaitoksesta. Tiedot on kerätty haastatteluaineistosta.**

<b>Tila</b>	<b>Eläinmäärä (lypsylehmät)</b>	<b>Kokonaispelto- pinta-ala (ha)</b>	<b>Etäisyys biokaasulaitok- sesta (km)</b>
Tila A	130	400	6
Tila B	50	200	25
Tila C	120	230	15
Tila D	140 (luvussa mukana nuorkarja)	260	25



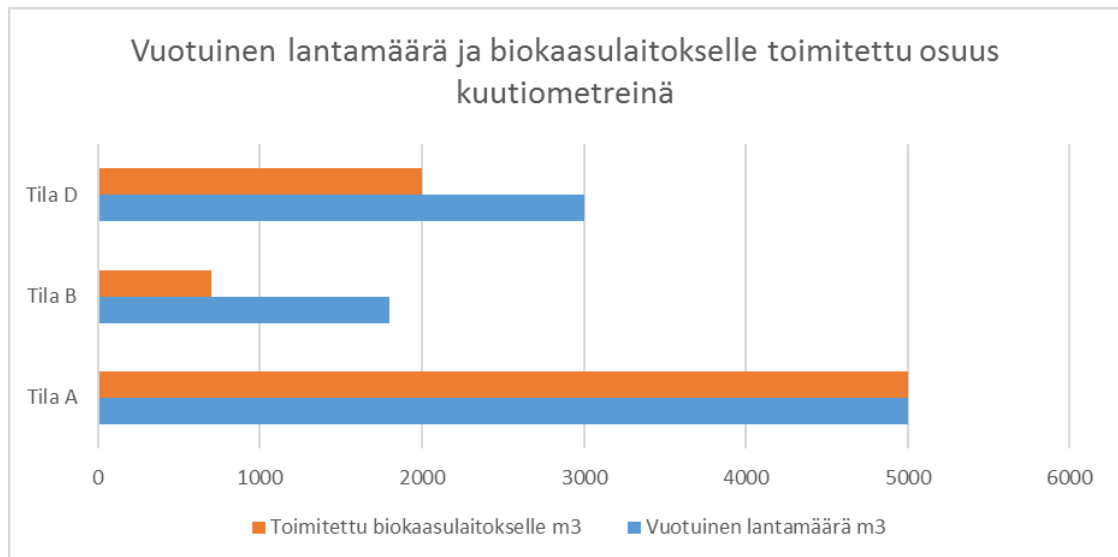
**KUVA 9. Tilojen sijoittuminen suhteessa biokaasulaitokseen. (Karttapohja Google maps)**

## 5.2 Lannan käsittely

Kun tiloilla syntynyt lanta kierrätetään biokaasulaitoksen kautta, lisääntyy työmäärä lisäksi käsittelyn myötä. Vastaajien mukaan kuljetuskustannusten lisäksi ei synny muita varsinaisia kustannuksia, mutta logistiikan järjestelyt koettiin ajoittain haasteellisiksi. Lannan kuljetus on tehtävä biokaasulaitoksen ehdoilla, sitä mukaan kuin se pystyy ottamaan lantaa vastaan. Kaikkien vastaajien mielestä kustannustasossa on eroja aikaisempaan toimintamalliin. Heidän mukaansa ”periaatteessa kaikki on jonkun verran kalliimpaan, kun joudutaan ylimääräistä käsittelyä tekemään.” Osa vastaajista korosti myös, että hintataso nousee jatkuvasti.

Kuvassa 10 on esitetty tiloilla syntynyt lantamäärä kuutiometreinä suhteessa biokaasulaitokselle toimitettuun määrään. Kahdella tilalla kaikki lanta toimitettiin biokaasulaitokselle, yhdellä tilalla kaksi kolmasosaa ja pienimmällä tilalla alle puolet.





**KUVA 10. Tilalla syntynyt vuotuinen lantamäärä ja biokaasulaitokselle toimitettu osuus kuutiometreinä. Yksi tila ei osannut arvioida vuotuista lantamäärää, mutta kertoi kaiken lannan päätyvän biokaasulaitokselle. Tiedot on kerätty haastatteluaineistosta.**

Ennen biokaasulaitoksen osakkuutta kolmella tilalla lietelanta oli levitetty omille pelloille ja yhdellä tilalla oli käytössä virtsan erilliskeräys sekä kuivalanta. Yhdellä tilalla oli ollut aiemmin käytössä myös lietteen ilmastus. Lannan kuljetus ja levitys oli puolella tiloista hoidettu itse ja puolella sitä oli hoitanut ulkopuolinen urakointipalvelu.

Vuokrattuja satelliittisäiliöitä ei ollut yhdelläkään tilalla, mutta kolmella tilalla oli omia tilan ulkopuolisia lannan säilytystiloja. Kolme tilaa oli joutunut rakentamaan uusia lantasaäiliöitä ja yhdellä tilalla ne olivat valmiiksi etukäteen rakennettuja. Tämä johtuu siitä, että lantaa otettaessa biokaasumenettelyyn on oltava eri säiliöt lannalle ja mädätteelle. Virallisesti Biosonin toiminta on ainoastaan sen tontilla tapahtuvaa ja osakkaat itse vastaavat kuljetuspuolesta. Sujuvan logistiikan tärkeyden vuoksi Juvan Bioson kuitenkin myös hoitaa logistiikan järjestelyjä. Näin ollen yksi ulkopuolinen urakoitsija hoitaa lietelannan kuljetuksen biokaasulaitokselle ja mädätejäännöksen takaisin tilojen säiliöihin, joista se levitetään pelloille. Osakkaat maksavat kuljetuskustannukset.

### 5.3 Mädätteen käyttö

Kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että mädätteen käytön myötä peltojen satotaso on parantunut. Mädätettä pidettiin laadultaan parempana, tasalaatuisempana ja siinä ravinteiden nähtiin olevan paremmin käyttökelpoisessa muodossa kuin käsittelemättömässä lannassa. Myös helpompi levitettävyyys ja hajuhaittojen poistuminen nähtiin etuina. Kaikki vastaajat myös korostivat, että tällä hetkellä kysymys on etupäässä mielikuvasta eikä asiaa ole vielä tutkittu tarpeeksi.

Kahdella tilalla tarpeellinen lannoitus oli hoidettu ennen biokaasulaitoksen osakkuutta levittämällä peltolohkoille naudon lietelantaa, yhdellä tilalla naudon kuivalantaa sekä yhdellä tilalla naudon lietelantaa ja tarpeen mukaan kananlantaa. Tilat eivät olleet käyttäneet ostolannoitteita mädätteen lisäksi ja useat vastaajat korostivatkin, että niiden käyttö ei ole edes mahdollista luomutuotannossa.

Nykyisin puolestaan mädätettä ilmoitti käyttävänsä yksi tila kaikille peltolohkoille, yksi tila lähinnä nurmilohkoille ja kaksi tilaa nurmille kasvukauden aikana sekä viljoille, kun pelto on mulloksella. Mädätettä myös käytettiin nurmen korjuun jälkeen maanparanteena. Tilat eivät pystyneet arvioimaan vuotuista säästöä, sillä:

- ”En pysty arvioimaan, kun ei ole oikein vaihtoehtoa.”
- ”Säästö tulee paremmasta satotasosta. Kuvitellusta satotasosta.”
- ”Vaikea sanoa, kun käytössä on ollut kuivalanta. Ottaen huomioon, että luomutuotannossa ei yleensä osteta lannoitteita.”
- ”Kun otetaan kuljetuskustannukset mukaan, voi kustannus olla jopa suurempi. Kysymys on periaatteesta, valinta enemminkin.”

Kysymyksessä mädätteen käytön vaikutuksesta maaperän rakenteeseen, kolme vastaajaa sanoi sen arvioinnin olevan todella hankalaa. Ongelman pidettiin sitä, että mädätettä käytettäessä massan määrä ei vähene mihinkään ja levityskalusto on raskasta. Näin ollen mädätteen levitys tiivistää maaperää ja mädättäkin joutuu levittämään myös märkinä. Yksi vastaaja oli sitä mieltä, että mädätteen käyttö ei vaikuta maaperän rakenteeseen huomattavasti.

#### 5.4 Biokaasulaitoksen osakkuus

Jokaisella tutkimukseen osallistuneella tilalla lannan lannoitusarvo oli parantunut huomattavasti ja tämä oli ratkaisevin syy biokaasulaitoksen osakkaaksi liittymiseen.

- ”Lähinnä taloudellinen näkökulma. Mahdollisuus saada ikään kuin ylimääräistä lannoitetta kun mitä biokaasulaitokselle lähetetään lantaa. Se siinä on suurin syy.”
- ”Taloudelliset syyt. Pelkästään se, että oletetaan mädätteen olevan parempi laatuista. Ja se pitää paikkansa. Sitä mieltä oltiin aloittaessa ja ollaan edelleen.”
- ”Pelkästään sen takia, että uskon siihen, että lannan lannoitusarvo paranee.”
- ”Parempi lannoitusarvo, helposti levitettävä ja tietenkin, että luomutilana saan lannoitetta enemmän kuin mitä vien sinne.”

Tiloilta kysyttiin myös, kuinka biokaasulaitoksen osakkuus vaikuttaa luomutukijärjestelmän kirjanpitoon lannan osalta. Puolet vastaajista oli sitä mieltä, ettei se vaikuta oikeastaan mitenkään, yksi henkilö kertoi lannan luovutuksen aiheuttavan yhden askeleen lisää ja yksi henkilö kertoi, että normaalisti kirjataan kaikki, mutta biokaasulaitoksen kanssa on tehtävä lannanluovutus sopimus. Jos taas mädätettä vastaanotetaan enemmän kuin lantaa luovutetaan, on lisäerät kirjattava. Tältä ylimääräiseltä osalta on myös tehtävä lannan vastaanottosopimus. Vastaajat eivät pitäneet ylimääräisiä kirjauksia ongelmallisina ja yksi henkilö totesi, että ylimääräisiä askelia on kyllä totuttu ottamaan.

Haastattelulla arvioitiin tuoko biokaasulaitos lisäarvoa luomubrändiin ja onko tämän brändin rakentamiseen kiinnostusta. Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että brändiä ei tällä hetkellä hyödynnetä millään tavalla, mutta toivoivat, että se tulevaisuudessa otettaisiin enemmän huomioon. Yksi vastaajista ei osannut sanoa ja totesi, ettei oikeastaan ole tullut edes ajatelleeksi koko asiaa. Yksi henkilö puolestaan oli sitä mieltä, että biokaasulaitos tuo lisäarvoa luomubrändiin ja on oikeastaan osittain siitä syystä mukana. Tärkeänä pidettiin, että markkinoinnissa otettaisiin huomioon mädätteen lannoitekäytön lisäksi, se että lannasta saadaan myös energiaa talteen.

Syiksi brändin rakentamisen ontumiseen nähtiin muun muassa yhteisten käytäntöjen puute. Tilat saattavat pienimuotoisesti hyödyntää brändiä omassa toiminnassaan, mutta

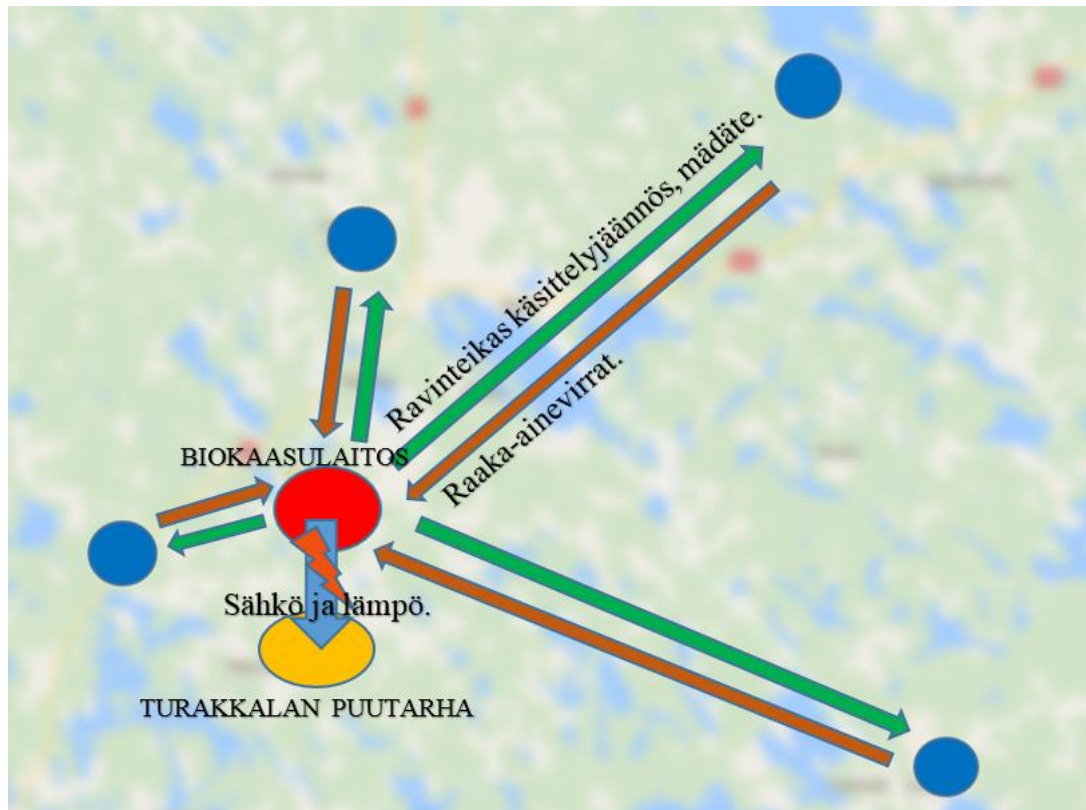
esimerkiksi energiaa hyödyntävät puutarhat eivät huomioi brändin rakentamista lainkaan. Myös systeemin toimivuudessa todettiin olevan vielä sen verran ongelmia, ettei tapaa ole haluttu mainostaa hirveästi. Yksi henkilö myös kertoi, että oikeastaan brändin luominen on kaupoista kiinni. Hänen mukaansa tuottajilla tai keskusliikkeillä ei ole minkäänlaista halua hyödyntää brändiä, sillä he eivät ole valmiita maksamaan ylimääräisiä korvauksia tästä. Yhteinen tahtotila asian kehittämiseksi puuttuu.

Taulukkoon 5 on kerätty haastattelussa esiin tulleet ongelmat ja haasteet sekä toimintamallin hyvät puolet. Suurimpana haasteena esiin nousivat lannan käsittelystä seuraavat kuljetuskustannukset, ongelmat toimintavarmuudessa ja kannattavuudessa, riskit taudinaiheuttajien leviämisen lantaa siirrettäessä paikasta toiseen sekä käyttökokemuksen puutteesta seuraavat ongelmat. Etuina nähtiin lannan laadun parantuminen, lisälannoituksen saaminen, yhteistyön tehokkuus ja ympäristönäkökulmat.

**TAULUKKO 5. Vastaajien näkemyksiä toimintamallin haasteista ja hyvistä puolist. Tiedot on kerätty haastatteluaineistosta.**

Toimintamallissa esiin tulleet haasteet	Toimintamallin hyvät puolet
Kuljetuskustannukset (4/4 vastaajista)	Lannan laadun parantuminen (4/4 vastaajista)
Riski taudinaiheuttajien leviämisen (2/4 vastaajista)	Mahdollistaa pienempienkin tilojen liittymisen (2/4 vastaajista)
Tekninen toimintavarmuus (2/4 vastaajista)	Lisälannoituksen saaminen (3/4 vastaajista)
Pioneerialan haasteet (2/4 vastaajista)	Yhteismädättämö tehokkaampi kuin suurimpien tilojen omat biokaasulaitokset (2/4 vastaajista)
Kannattavuuden ongelmat (2/4 vastaajista)	Toiminnan kehittäminen yhteistyön keinoin (3/4 vastaajista)
Konsepti vääränlainen: päätulo tulisi saada energiantuotosta, mutta Bioson myy ainoastaan sähköä ja lämpöä eikä biokaasua jalosteta. (1/4 vastaajista)	Ympäristönäkökulmat (1/4 vastaajista)

Kuvassa 11 esitetään kaaviokuvana materiaalivirrat osakkaiden ja biokaasulaitoksen välillä. Kuvassa punaisella on kuvattu biokaasulaitos, keltaisella Turakkalan puutarha ja sinisillä pisteillä osakastilat. Ruskea nuoli kuvaa raaka-aineen eli lannan kuljetuksia biokaasulaitokselle, vihreä nuoli puolestaan käsittelyjäännöksen kuljetuksia takaisin tiloille ja vaalean sininen nuoli energianvirtoja biokaasulaitokselta puutarhalle.



**KUVA 11. Materiaalivirrat osakkaiden ja biokaasulaitoksen välillä. (Karttapohja Google maps)**

Haastateltava toi esiin, että ”biokaasulaitoksen, jonka pitäisi toimia energiaa myymällä ja nykyisillä energianhinnoilla, toiminta on erittäin haastavaa.” Suurimpana ongelmana hänen mielestään oli Juvan Biosonin ikään kuin vääränlainen konsepti biokaasulaitokselle. Vastaajan mukaan biokaasulaitoksen päätulon tulisi tulla energian myynnistä, mutta Juvan Bioson myy ainoastaan sähköä ja lämpöä eikä laitokselle ole biokaasun puhdistuskalustoa. Näin ollen biokaasu ei voida jalostaa esimerkiksi liikennepolttoaineeksi.

Haastattelussa tuli esiin pioneerialalle tyypilliset haasteet. Toiminta perustuu sinänsä yksinkertaisille komponenteille ja rakennusmateriaaleille sekä luonnolliseen prosessiin, mutta kokonaisuuden hallinta on haastavaa sekä prosessin että teknisen toimivuuden

kannalta. Prosessi sinällään on kohtalaisen yksinkertainen ja se saadaan toimimaan, kun syötteen saadaan kohdilleen. Toisaalta kuitenkin tekninen toiminta on hyvin laaja-alaista eikä ole vielä sellaisia vakiintuneita toimijoita, jotka pystyvät hallitsemaan kaiken alaan liittyvän teknisen osaamisen. Puolet vastaajista olisi sitä mieltä, että biokaasulaitoksen toimintavarmuudessa on vielä paljon parannettavaa. Erityisesti uhkana pidettiin lannan yhteiskäsittelystä aiheutuvaa bakteriologista riskiä.

Biokaasulaitoksen haasteena olivat myös lantalogistiikka ja siitä syntyvät kuljetuskustannukset. Luonnollisesti erityisesti kauempana biokaasulaitoksesta sijaitsevat tilat olivat sitä mieltä, että kuljetuskustannuksia tulisi saada tehostettua, jotta nykyhinnoilla ylipäänsä on mahdollista kuljettaa lantaa käsiteltäväksi. On kuitenkin otettava huomioon, että osalla tiloista biokaasulaitos sijaitsee etäsäiliöiden ja navetan välissä, jolloin logistiikan lisäkustannus pienenee merkittävästi. Yksi vastaajista arvioi, että ” biokaasulaitoksen tulisi olla lähempänä tuotantorakennuksia kannattavuuden turvaamiseksi.” Puolet haastatelluista piti myös kannattavuutta ongelmana, sillä lannan lisäkäsittelystä tulee sekä lisää kustannuksia, että lisää työtä.

Kolme vastaajista oli sitä mieltä, että lantalogistiikan tehostamiseksi pitäisi rakentaa enemmän varastotilaa sekä biokaasulaitokselle että osakastiloille. Näin toiminnasta saataisiin joustavampaa ja meno-paluukuormat olisi helpommin järjestettävissä. Biokaasulaitoksen varastoon myös tulisi saada niin paljon tuotantomateriaalia, että pahimmat ke-  
lirikkoajat ja pakkaset voitaisiin välttää ajoa.

Haastattelussa tuli ilmi, että useamman tilan yhteistä biokaasulaitosta pidettiin tehokkaampana, kuin jos kaikki suuremmat tilat rakentaisivat itselleen omat biokaasulaitoksensa. Kaikki vastaajat olivat vakuuttuneita, että mädätteessä ravinteet ovat paremmin käyttökelpoisessa muodossa kasveille. Tärkeänä pidettiin myös sitä, että biokaasulaitokselta on mahdollista saada niin sanotusti lisälannoitusta, eli enemmän mädätettä kuin mitä lantaa on biokaasulaitokselle lähetetty. Yksi vastaaja arvioi, että biokaasulaitoksen avulla on mahdollista pienentää ympäristökuormitusta.

Kolme neljästä vastaajasta suosittelisi toimintatapaa myös muille luomuviljelijöille ja yksi henkilö, mikäli toimintavarmuus olisi paremmalla tolalla. Kaikki vastaajat tunnistivat ongelmia toiminnassa, mutta olivat myös sitä mieltä, että ne ovat ratkaistavissa ajan kuluessa. Biokaasulaitoksen osakkuus nähtiin eräänlaisena lannoitusmuotona ja

yhteistyön merkitystä maatalousyritysten kehittämiseksi korostettiin. Yksi henkilö kiteytti ajatuksen, että osakkuudessa on kyse ”enemmänkin periaatteesta.”

## 5.5 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luottavuutta arvioidessa on otettava huomioon, että haastattelututkimuksen perusjoukko oli hyvin rajallinen. Tutkimuksessa oli mukana neljä henkilöä, joista yksi edusti kolmen tilan yhteisnavettaa. Näin ollen myös johtopäätökset tehtiin suppean ryhmän vastauksien perusteella. Haastatteluissa esiin tulleita näkemyksiä ei voi yleistää koskemaan koko Suomen luomuviljelijöiden mielipiteitä biokaasulaitoksen merkityksestä. Kun otetaan kuitenkin huomioon aikaisemmat tutkimukset ja teoretieto, peilaa tämä tutkimus hyvin yleistä asenneilmapiiriä biokaasutuotantoa kohtaan. Tutkimus on myös toistettavissa.

Haastattelututkimus soveltui parhaiten aiheeseen, sillä haluttiin nimenomaan saada tietoa vastaajien näkemyksistä. Käytössä olleet resurssit eivät mahdollistaneet käyntihaastatteluja, mutta puhelimitse lähestyminen antoi tilaisuuden vastavuoroiseen keskusteluun ja asioiden tarkentamiseen. Kasvokontaktin puuttuminen hidasti luottamussiteen muodostamista, mutta tämä oli otettu huomioon aloittamalla haastattelu perustietojen keräämisellä. Vastaajat suhtautuivat hyvin positiivisesti haastatteluun, mutta motivaatiota syvälliseen vastaamiseen saattoi hiukan vähentää kiireinen aika.

Haastattelu vaati paljon perehtymistä ennakolta aihepiiriin ja itse haastatteluun tiedonkeruunmenetelmänä. Tämä tutkimuksen laji vaatii tutkijalta vankkaa kokemusta ja tietoa sekä aineiston keruun että sen tulkinnan osalta. Suuri haaste oli saada haastattelukysymyksistä selkeitä ja kattavia, mutta kuitenkin niin, että vastaajan motivaatio riittää loppuun saakka. Tässä mielestäni onnistuttiin hyvin kokeneiden ohjaajien ansiosta.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maatilojen biokaasulaitosten yleistyminen on ollut hyvin hidasta ja suurin syy tähän ovat olleet kannattavuuden ongelmat. Luomuviljelijöiden näkemykset olivat hyvin linjassa muihin aiempiin tutkimuksiin. Suurimmaksi yhteismädättämön ongelmaksi koettiin lannan ja mädätteen kuljetuksesta syntyvät kustannukset. Suurempi varastotila sekä

biokaasulaitoksella että osakastiloilla toisi joustavuutta toimintaan ja mahdollistaisi kuljetusten tehostamisen meno-paluukuormin. Tulevaisuudessa kannattavuutta voisi myös parantaa mahdollisesti esimerkiksi liikennepolttoaineen jalostuksella ja kierrätyslannoitteiden valmistuksella.

Maatalouden biokaasutuotanto voisi tukea maaseudun alueellista taloutta ja energiaomavaraisuutta monin keinoin. Ratkaisevaksi asiaksi tuntuu nousevan yhteistyö paitsi viljelijöiden kesken, myös esimerkiksi tuotteiden jalostajien kanssa. Tällä hetkellä esimerkiksi alkutuotannon biokaasuteknologian käyttöä ei hyödynnetä yleisesti myyntivalttina. Tutkimuksessa haastatellut tilat tiedostivat hyvin alueellisen yhteistyön merkityksen toiminnalleen ja biokaasuteknologian vakiintumisen kannalta. Käyttökokemuksen kautta biokaasulaitoksen toimintavarmuutta saadaan varmasti parannettua.

Tutkimuksen perusteella biokaasulaitoksen osakkuutta pidettiin erityisesti lannoitusmuotona. Aiemmissä tutkimuksissa on ilmennyt, että biokaasuprosessin myötä kokonaisravinnepitoisuus ei muutu, mutta typen käyttökelpoisuus kasveille paranee ja hajuhaitat vähenevät. Luomuviljelyssä lannoitusvaikutus korostuu, sillä lannoituksen tulee perustua luonnonmukaisiin eloperäisiin lannoitteisiin. Näin ollen maatalouden biokaasulaitosta ei tulisi ajatella ainoastaan energiantuotannon kannalta, vaan myös ravinteiden kierrätyksen näkökulmasta.



## LÄHTEET

- Andersson, Nina 2015. Viljelykierrat luonnonmukaisessa kasvintuotannossa: viljelykiertosuunnitelmien toteutuminen sekä viljelykiertojen alueellinen vertailu. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos. Maisterintutkielma. WWW-dokumentti. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156376/Nina\\_Andersson\\_Luomun\\_viljelykierrat.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156376/Nina_Andersson_Luomun_viljelykierrat.pdf?sequence=2) Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.
- Arola, Johanna 2012. Keskitetyn biokaasulaitoksen energiatase. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikka YAMK. Opinnäytetyö. WWW-dokumentti. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47995/Arola\\_Johanna.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47995/Arola_Johanna.pdf?sequence=1) Ei päivitystietoa. Luettu 20.5.2016.
- Autoalan tiedostuskeskus. Liikenteen päästöt. WWW-dokumentti. [http://www.autoalantiedostuskeskus.fi/ymparisto/liikenteen\\_paastot](http://www.autoalantiedostuskeskus.fi/ymparisto/liikenteen_paastot) Ei päivitystietoa. Luettu 21.9.2016.
- Ekroos, Eemeli 2013. Kaatopaikkakaasun kertymä Mustankorkea Oy:n sekajätteen loppusijoitusalueella. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. WWW-dokumentti. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61666/EkroosEemeli.pdf?sequence=1> Ei päivitystietoa. Luettu 10.6.2016.
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2016 a. Luomuvalvonta. WWW-dokumentti. <https://www.evira.fi/yhteiset/luomu/valvonta/> Päivitetty 20.4.2016. Luettu 13.5.2016.
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2016 b. Luomu. WWW-dokumentti. <https://www.evira.fi/yhteiset/luomu> Päivitetty 10.5.2016. Luettu 13.5.2016.
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2015. Luonnonmukainen tuotanto 1—Yleiset ja kasvintuotannon ehdot. Eviran ohje 18219/5. WWW-dokumentti. [https://www.evira.fi/globalassets/yhteiset/luomu/luomutuotannon-ohjeet/luomuohje\\_1\\_5\\_yleiset-ja-kasvintuotannon-ehdot\\_02062015.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/yhteiset/luomu/luomutuotannon-ohjeet/luomuohje_1_5_yleiset-ja-kasvintuotannon-ehdot_02062015.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.
- Euroopan komissio 2010. Komission kertomus biopolttoaineisiin ja bionesteisiin liittyvistä epäsuorista maankäytön muutoksista. WWW-dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0811&from=EN> Ei päivitystietoa. Luettu 21.9.2016.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY. Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistäminen. WWW-dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=URISERV%3Aen0009> Päivitetty 6.8.2015 Luettu 25.8.2016.
- European Commission 2016. 2020 climate & energy package. WWW-dokumentti. [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm) Päivitetty 17.8.2016. Luettu 25.8.2016.

Gasum Oy 2016. Biokaasumerkki. WWW-dokumentti. <https://www.biokaasumerkki.fi/biokaasumerkki/> Ei päivitystietoa. Luettu 24.8.2016.

Gerlach Florian, Grieb Beatrice, Zerger Uli 2013. Sustainable biogas production. A handbook for organic farmers. WWW-dokumentti. [http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2014-sustaingas\\_handbook.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2014-sustaingas_handbook.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 7.12.2016.

Google maps. Karttapohja. WWW-dokumentti. <https://www.google.fi/maps/@61.743557,27.2287133,10.25z> Ei päivitystietoa. Luettu 24.10.2016.

Heikura, Pekka 2007. Puukaasu pelasti Suomen. Kemia-lehti Vol. 34 (2007). WWW-dokumentti. [http://www.kemia-lehti.fi/wp-content/uploads/2013/03/kemia707\\_hakapontot.pdf](http://www.kemia-lehti.fi/wp-content/uploads/2013/03/kemia707_hakapontot.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 10.6.2016.

Huttunen, Markku J. & Kuittinen, Ville 2015. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 18. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 21. WWW-dokumentti. [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-1875-8/urn\\_isbn\\_978-952-61-1875-8.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1875-8/urn_isbn_978-952-61-1875-8.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2016.

Huttunen, Markku J. & Kuittinen, Ville. Suomen biokaasulaitosrekisteri. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences. Raportit vuosilta 2007-2013. Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2016.

Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudulle (VILMA)-hanke. Hankekuvaus. WWW-dokumentti. <http://www.ilmase.fi/site/hanke/> Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.

Juvan Bioson. Juvalainen biokaasulaitos. WWW-dokumentti. <http://bioson.fi/index.html> Ei päivitystietoa. Luettu 20.5.2016.

Lampinen, Ari 2016. Kalmarin maatila biokaasualan parhaan ympäristökäytännön esimerkkinä. CBG100 Suomi. Uusiutuvan metaanin liikennekäytön tietopalvelin. WWW-dokumentti. <http://www.cbg100.net/products/kalmarin-maatila-parhaan-ymparistokaytannon-esimerkkina/> Ei päivitystietoa. Luettu 10.6.2016.

Lehtomäki Annimari, Paavola Teija, Luostarinen Sari, Rintala Jukka 2007. Biokaasusta energiaa maatalouteen – raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 85. Jyväskylän yliopisto, 2007.

Luostarinen, Satu & Pyykkönen, Ville. Maatilojen biokaasulla energiaa, päästövähennyksiä ja ravinnekiertoja. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT ja Luonnonvarakeskus. WWW-dokumentti. [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/biokaasu\\_netti.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/biokaasu_netti.pdf) Päivitys 6/2016: [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/07/biokaasu\\_www\\_24052016.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/07/biokaasu_www_24052016.pdf) . Luettu 20.5.2016 ja 22.11.2016.

Luste Sami, Soininen Hanne, Ranta-Korhonen Tuija, Seppäläinen Sari, Laitinen Anni ja Tervo Mari 2012. Biokaasulaitos osana energiaomavaraista maatilaa. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Hanke 4497. WWW-dokumentti.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53576/URNISBN9789515883537.pdf?sequence=1> Ei päivitystietoa. Luettu 6.10.2016.

Kalmari, Joonas 2006. Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus suomalaisella sikatilalla. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopiston taloustieteen laitos. Maa- ja metsätieteellinen tiedekunta. WWW-dokumentti. <http://www.helsinki.fi/taloustiede/Abs/Selv42.pdf> Ei päivitystietoa. Luettu 6.10.2016.

Kallio, Vesa 2014. MTK ja ilmastoviisas maatalous. WWW-dokumentti. [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/Kallio\\_ilmase14012014.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/Kallio_ilmase14012014.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 27.10.2016.

Keskitalo Marjo, Hakala Kaija, Huusela-Veistola Erja, Jalli Heikki, Jalli Marja, Jauhainen Lauri ja Peltonen Sari 2014. Esikasvin vaikutus viljojen, öljykasvien ja perunan viljelyyn. TEHO Plus -hankkeen julkaisu 4/2014. WWW-dokumentti. [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102387/TEHO%20Plus%20hankkeen%20julkaisu%204\\_2014.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102387/TEHO%20Plus%20hankkeen%20julkaisu%204_2014.pdf?sequence=2) Ei päivitystietoa. Luettu 1.11.2016.

Karjalainen, Anne 2009. Biokaasulla renkaanjälki vihreämmäksi? Tapaustutkimus liikennebiokaasun käytöstä Suomessa. Tampereen yliopisto. Yhdyskuntatieteiden laitos. Ympäristöpolitiikan pro gradu -tutkielma. WWW-dokumentti. <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/81207/gradu04010.pdf?sequence=1> Ei päivitystietoa. Luettu 10.6.2016.

Kaskinen, Hannu 2015. Maatalouden ongelmia puimassa. WWW-dokumentti. <https://www.luke.fi/maatalouden-ongelmia-puimassa/> Ei päivitystietoa. Luettu 1.9.2016.

Kipinä-Salokannel, Sanna 2013. Maatalouden ympäristövaikutusten muodostuminen, valuma-aluekohtaisia tarkasteluja. WWW-dokumentti. [http://www.vesiensuojelu.fi/wp-content/uploads/2014/07/Kipin%C3%A4-Salokannel\\_Maatalouden\\_ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten\\_muodostuminen.pdf](http://www.vesiensuojelu.fi/wp-content/uploads/2014/07/Kipin%C3%A4-Salokannel_Maatalouden_ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten_muodostuminen.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 27.10.2016.

Kiviluoma-Leskelä, Leena 2010. Biokaasun tuottaminen ja hyödyntäminen Lappeenrannassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. WWW-dokumentti. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/63152/nbnfi-fe201006212074.pdf?> Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2016.

Kurkela, Reijo. Tilastollinen tiedonkeruu-verkko-oppimateriaali. Tilastokeskus ja Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia. WWW-dokumentti. <https://www.stat.fi/virsta/tkeruu/> Ei päivitystietoa. Luettu 24.10.2016.

Kymäläinen, Maritta ja Pakarinen, Outi (toim.) 2015. Biokaasuteknologia, raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen Biokaasuyhdistys ry. Forssa: Forssa Print Oy.

Maa- ja metsätalousministeriö 2016 a. Keskeinen lainsäädäntö - luonnonmukainen tuotanto. WWW-dokumentti. <http://mmm.fi/luomu/luomulainsaadanto> Ei päivitystietoa. Luettu 13.5.2016.

Maa- ja metsätalousministeriö 2016 b. Luettelo 30.4.2016 mennessä julkaistuista luonnonmukaista tuotantoa ja luomutuotteita koskevista EU:n neuvoston ja komission asetuksista. WWW-dokumentti. <http://mmm.fi/documents/1410837/1501869/EU-s%C3%A4%C3%A4d%C3%B6sluettelo+luomu+30.4.2016.pdf/35ad7c3b-48bc-4bc7-9fb2-344c2b7b0e55> Ei päivitystietoa. Luettu 13.5.2016.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK 2013. Luomutuotanto. WWW-dokumentti.

[https://www.mtk.fi/maatalous/luomutuotanto/fi\\_FI/mita\\_luomu\\_on/](https://www.mtk.fi/maatalous/luomutuotanto/fi_FI/mita_luomu_on/) Päivitetty 25.6.2013. Luettu 13.5.2016.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK 2016. Maatilat Suomessa. WWW-dokumentti. [https://www.mtk.fi/maatalous/maatilat\\_suomessa/fi\\_FI/maatilat\\_suomessa/](https://www.mtk.fi/maatalous/maatilat_suomessa/fi_FI/maatilat_suomessa/) Päivitetty 23.5.2016. Luettu 26.8.2016.

Maaseutuvirasto (Mavi) 2016. Viisivuotinen viljelykiertosuunnitelma. WWW-dokumentti. <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelija/Sivut/Viisivuotinen-viljelykiertosuunnitelma.aspx> Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020. Ympäristökorvaus – enemmän vaikuttavuutta maatalouden ympäristötoimiin. WWW-dokumentti. <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelija/Documents/ymparistokorvaus.pdf> Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.

Motiva Oy 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. WWW-dokumentti. [http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 17.6.2016.

Motiva Oy 2015. Biokaasu. WWW-dokumentti.

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_pelloilta/biokaasu](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu) Päivitetty 21.5.2015. Luettu 25.8.2016.

Motiva Oy 2016. Energiankäyttö Suomessa. WWW-dokumentti. [http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto\\_suomessa/energia\\_kokonaiskulutus](http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto_suomessa/energia_kokonaiskulutus) Päivitetty 27.1.2016. Luettu 17.6.2016.

Neuvoston asetus (EY) N:o 834/2007. Pdf-tiedosto. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32007R0834> Ei päivitystietoa. Luettu 13.5.2016.

Nuutila Jaakko, Siiskonen Pirjo, Kahiluoto Helena, Mikkola Minna, Schäfer Winfried ja Tikkanen-Kaukanen Carina 2014. Luomuinstituutti. Suomen kansallinen luomutuotkimusohjelma 2014-2018. Mikkeli: Kopijyvä Oy.

Partanen, Jarmo 2013. Säättövoimaa uusiutuvalle energialle – kaasu vai energiavarastot? Energiablogi. WWW-dokumentti. <http://www.tekniikkatalous.fi/puheenvuorot/2013-04-03/S%C3%A4%C3%A4t%C3%B6voimaa-uusiutuvalle-energialle-%E2%80%93-kaasu-vai-energiavarastot-3313426.html> Ei päivitystietoa. Luettu 30.11.2016.

ProAgria Etelä-Pohjanmaa. Maatilan biokaasulaitoksia. WWW-dokumentti. [https://etela-pohjanmaa.proagria.fi/sites/default/files/attachment/biokaasulaitoksia\\_kalmarin\\_tila.pdf](https://etela-pohjanmaa.proagria.fi/sites/default/files/attachment/biokaasulaitoksia_kalmarin_tila.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 10.6.2016.

ProAgria Etelä-Savo ja Luonnonvarakeskus 2016. Keskitetyn biojalostamon toimintamalli, raaka-aineet ja mädätejäännöksen käyttökohteet -hanke. WWW-dokumentti. <https://etela-savo.proagria.fi/hankkeet/keskitetyn-biojalostamon-toimintamalli-raaka-aineet-ja-madatejaannoksen-kayttokohteet-5856> Ei päivitystietoa. Luettu 22.11.2016.

Pro Agria. Luomutilan ravinnehuolto. Luomututkimuksen ja neuvonnan yhteishanke. WWW-dokumentti. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/osa3\\_ravinnehuollon\\_perusteets\\_0.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/osa3_ravinnehuollon_perusteets_0.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 27.10.2016.

Pro Luomu ry, Luomuliitto ry ja Luomuinstituutti 2016. Luomu.fi. Tutkittua tietoa luomusta. WWW-dokumentti. <http://luomu.fi/> Ei päivitystietoa. Luettu 13.5.2016.

Pro Luomu ry 2012. Luomualan kehittämissuunnitelman toimeenpanosuunnitelma. WWW-dokumentti. <http://proluomu.fi/wp-content/uploads/2012/09/Toimeenpanosuunnitelma-lopullinen-26062012.pdf> Päivitetty 26.6.2012. Luettu 13.5.2016.

Rajala, Jukka 2005. Luomuviljelyn suunnittelu. Ravinnehuolto. WWW-dokumentti. <http://docplayer.fi/7688716-5-6-ravinnelahteet-ja-ravinnehuollon-suunnittelu.html> Ei päivitystietoa. Luettu 28.10.2016.

Rajala, Jukka 2012 a. Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopisto. Ruralia-instituutti. Kopijyvä Oy. Mikkeli 2012.

Rajala, Jukka 2012 b. Viljelykierto luomussa. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti. WWW-dokumentti. [http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/01/Rajala\\_J.\\_Viljelykierto\\_luomussa\\_121116.pdf](http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2012/01/Rajala_J._Viljelykierto_luomussa_121116.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 9.11.2016.

Rasi Saija ja Rintala Jukka 2007. Biokaasun tuotantoketjusta erotetun hiilidioksidin käyttökohteet ja puhdistusmenetelmät. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. WWW-dokumentti. [www.biokaasuforum.fi/GetItem.asp?item=digistore-file;125034;589](http://www.biokaasuforum.fi/GetItem.asp?item=digistore-file;125034;589) Ei päivitystietoa. Luettu 23.11.2016.

Riekkinen, Minna 2013. Epäorgaaninen nestemäinen typpilannoite tavanomaiselle kasvihuonetuotannolle. PDF-tiedosto. Ei päivitystietoa. Luettu 27.10.2016.

Sitra 2016. Biokaasusta kasvua. Sitran selvityksiä 111. WWW-dokumentti. <https://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia111.pdf> Ei päivitystietoa. Luettu 1.9.2016.

Suomen Biokaasuyhdistys. 2/2014. Suomen biokaasuyhdistyksen jäsenlehti. WWW-dokumentti. [http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasu\\_lehti\\_2\\_2014.pdf](http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasu_lehti_2_2014.pdf) Ei päivitystietoa. Luettu 1.9.2016.

Suomen ympäristökeskus SYKE 2015. Ilmastopolitiikka. WWW-dokumentti. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/12fcf320-4ed1-44e6-bba1-c6425f5a39e6/ilmastopolitiikka.html> Päivitetty 30.6.2015. Viitattu 27.10.2016.  
Tieteen termipankki 2014. Ammonifikaatio. WWW-dokumentti. <http://tieteentermi-pankki.fi/wiki/Nimitys:ammonifikaatio> Päivitetty 4.12.2014. Luettu 24.11.2016.

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. Suomen sähköinen säädöskokoelma. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250> Ei päivitystietoa. Luettu 27.10.2016.

Winquist Erika, Luostarinen Sari, Kässi Pellervo, Pyykkönen Ville ja Regina Kristiina 2015. Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2015. WWW-dokumentti. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486091/luke-luobio\\_36\\_2015.pdf?sequence=4](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486091/luke-luobio_36_2015.pdf?sequence=4) Ei päivitystietoa. Luettu 6.10.2016.

Ympäristöministeriö 2016. Ilmasto ja ilma. WWW-dokumentti. [http://www.ymparisto.fi/fi-fi/ymparisto/Ilmasto\\_ja\\_ilma](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/ymparisto/Ilmasto_ja_ilma) Päivitetty 26.5.2016. Luettu 17.6.2016.

**Tutkimuksen haastattelukysymykset**

**BIOKAASULAITOKSEN MERKITYS LUOMUTILOJEN NÄKÖKULMASTA**

Arvoisa luomuviljelijä,

Olen Mikkelin ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelija. Opintoihin kuuluu 15 opinto-pisteen laajuinen opinnäytetyö, jonka tarkoituksena on syventää ammatillista osaamista. Tutkimus tehdään Luomuinstituutin toimeksiannosta.

Haastattelututkimuksella selvitetään biokaasulaitoksen merkitystä luomutilojen näkökulmasta. Haastattelut toteutetaan puhelimitse ennalta sovittuna aikana ja oheiset haastattelukysymykset ovat nähtävissä ennakolta. Tulokset käsitellään nimettöminä ja kerättyjä tietoja käytetään ainoastaan opinnäytetyössäni. Työ julkaistaan verkossa.

Kiitän jo etukäteen ajastanne, osallistumisenne tutkimukseeni olisi todella kallisarvoista!

Ystävällisin terveisin,

Pauliina Kuukka

Ympäristötekniikan opiskelija

Mikkelin ammattikorkeakoulu

**Tutkimuksen haastattelukysymykset**

Yleiset kysymykset

1. Onko tila luomutuotannossa?
2. Mikä on tilan päätuotantosuunta?
3. Mikä on tilan kotieläinmäärä?
4. Mikä on tilan hallinnassa oleva kokonaispeltopinta-ala (oma + vuokrattu)?
5. Tilan etäisyys biokaasulaitoksesta?

Lannan käsittely

6. Kuinka paljon lantaa syntyy vuodessa?
7. Vuotuinen lantamäärä, joka toimitetaan biokaasulaitokselle?
8. Onko tilalla ulkopuolisia vuokrattuja lannan säilytystiloja (ns. satelliittisäiliöt)?

Ennen

9. Miten lannan kanssa toimittiin ennen biokaasulaitoksen osakkuutta?
10. Kuka lannan käsittelyn hoiti ennen (itse vai ostettu urakointipalvelu)?

Jälkeen

11. Onko jouduttu rakentamaan uusia lantäsäiliöitä?
12. Kuinka lannan käsittely hoituu nykyisin?
13. Syntyykö kuljetuskustannusten lisäksi muita kustannuksia?
14. Onko kustannustasossa eroja aikaisempaan toimintamalliin? (Esimerkiksi kuljetuskustannukset.)

Mädäte

15. Minkälaisia lannoitteita käytettäisiin, jos käytössä ei olisi mädätettä?
16. Minkälaisille peltolohkoille mädätettä käytetään?/ Mitä tuotetta kasvatettaessa mädätettä käytetään?
17. Käytetäänkö nurmen korjuun jälkeen mädätettä maanparanteena?



**Tutkimuksen haastattelukysymykset**

18. Tarvitsetteko ostolannoitteita mädätteen lisäksi?
19. Jos tarvitsette ostolannoitteita, niin millaisia?
20. Miten suureksi arvioisitte vuotuisen säästön lannoitteiden osalta mädätettä käytettäessä?
21. Miten mädätteen käyttö on vaikuttanut peltojen maaperän rakenteeseen?
22. Onko peltojen tuottavuus parantunut biokaasulaitoksen ja mädätteen käytön myötä?

**Biokaasulaitoksen osakkuus**

23. Mitkä syyt saivat teidät liittymään osakkaaksi biokaasulaitokseen? Olivatko syyt esimerkiksi taloudellisia, sosiaalisia, omaan työaikaan liittyviä, lannan muotoon liittyviä, ravinnepitoisuuksien muutoksiin liittyviä.
24. Miten biokaasulaitoksen osakkuus vaikuttaa luomutukijärjestelmän kirjanpitoon lannan osalta?
25. Tuoko biokaasulaitos lisäarvoa luomubrändiin?
26. Miten brändiä hyödynnetään tai aiotaan hyödyntää tulevaisuudessa?
27. Onko toimintamallissa joitakin ongelmia tai haasteita?
28. Entä hyviä puolia? Esimerkiksi lannan muoto, taloudelliset seikat..
29. Millaisia kehittämistarpeita toimintamallissa on mielestänne? Esimerkiksi toimiiko lantalogistiikka optimaalisesti?
30. Voisiko toimintatapa olla esimerkkinä muille luomuviljelijöille?
31. Onko vielä jotakin, mitä haluaisitte sanoa biokaasulaitoksesta, sen toiminnasta tai viljelijäyhteistyöstä?