

Jaakko Luoma

# **Biokaasun tuotannon kannattavuus Kujansuun tilalla**

Energiaomavaraisuuden kasvattaminen

Opinnäytetyö  
Kevät 2020  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden yritystalous

Tekijä: Jaakko Luoma

Työn nimi: Biokaasun tuotannon kannattavuus Kujansuun tilalla

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 43

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kyseenalaistamaan perinteiset käsitykset biokaasulaitoksen investointiprosessista ja sen kannattavuusodotuksista. Uusiutuvaa energiaa suositaan globaalilla ja kansallisella tasolla, sillä maatalouden jätteet sisältävät runsaasti energiapotentiaalia. Paikallisesti tuotettu uusiutuva energia edesauttaa tavoitetta hiilineutraalista yhteiskunnasta vuoteen 2035 mennessä ja vähentää ruoantuotannon hiilidioksidipäästöjä.

Työn tarkoituksena oli selvittää maitotilayrityksen mahdollisuutta tuottaa uusiutuvaa energiaa tilan tarpeisiin ja lähialueen asiakkaille, muun muassa ala-asteelle. Kokonaisuutta tarkasteltiin taloudellisesta näkökulmasta. Investoinnista laadittiin kannattavuuslaskelmat liiketoiminnan kannattavuusedellytyksien tarkastelua varten. Laskelmat laadittiin vaihtoehdossa 1. maatalouden investointituki huomioiden ja vaihtoehdossa 2. yrityksen energiatuki ja sen ehdot muukaan ottaen. Vaihtoehtona ollut energiatuki ja energiayrittäjäksi ryhtyminen osoittautui lopulta vertailussa kannattavammaksi vaihtoehdoksi. Opinnäytetyö käsitteli ainoastaan investoinnin kannattavuutta ja eri tukimuodon vaikutusta investoinnin kannattavuuteen, joten käytännön toteutus vaatii lisää tutkimusta ennen varsinaisen investoinnin toteuttamista.

Avainsanat: biokaasu, kannattavuus, energiantuotanto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Farm management

Author/s: Jaakko Luoma

Title of thesis: Profitability of biogas production at Kujansuu farm

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2020

Number of pages: 43

Number of appendices: 1

---

This thesis work aimed to doubt the traditional opinions of the investment process of a biogas plant and its profitability expectations. Renewable energy is preferred on global and national level because agricultural waste has a huge energy potential. Locally produced biogas contributes to the ambition of carbon neutral society by the year 2035 and reduces the carbon dioxide emissions of food production.

The aim of the thesis was to find out opportunities to produce required renewable energy for the dairy farm and for the nearby neighbors such as local elementary schools. The main point was to examine the overall picture from economical point of view. Profitability calculations were made to evaluate profitability requirements of the project. The first calculation concerned the national investment support and the second one the energy support and its terms. After the comparison the energy support and energy entrepreneurship turned out to be a more economic choice. This thesis covered only the profitability of the investment and the impact of the support methods. The practical implementation of investments requires much more research.

Keywords: biogas, profitability, energy production

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Tutkimuksen tavoitteet.....	9
1.2 Käytetyt menetelmät.....	10
2 BIOKAASUN TUOTANTO.....	11
2.1 Osa tulevaisuuden energiantuotantoa.....	11
2.2 Biokaasun hyödyntäminen maatilalla.....	12
2.3 Metaanintuotto.....	13
2.4 C/N-suhde.....	14
2.5 Biokaasuprosessin lämpötila.....	14
2.6 Laitostyypit Suomessa.....	15
2.7 Käytettävät syötteet.....	17
2.8 Kaasuntuotantoprosessi.....	17
3 INVESTOINNIN SUUNNITTELU.....	19
3.1 Tuotantoon liittyvä lainsäädäntö ja kannustimet.....	19
3.2 Tarvittavat luvat.....	21
3.3 Maatalousyrityksen energian kulutus.....	22
3.4 Tuotanto ja tuotannosta saatavat syötteet.....	25
3.5 Biokaasulaitoksen rakenne.....	26
4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO.....	28
4.1 Tutkimusmenetelmät.....	28
4.2 Tilan energiapotentiaali.....	30
5 KANNATTAVUUDEN LASKENTA.....	31
5.1 Lähtötiedot.....	31
5.2 Nettonykyarvo.....	33
5.3 Annuiteettimenetelmä.....	33

5.4 Sisäinen korko.....	33
6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
LÄHTEET .....	37
LIITTEET .....	41

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kuivamädätysreaktorin toimintaperiaate.....	16
Kuva 2. Maatilakokoluokan märkämädättämö, jossa syötteinä voi olla lietelanta, kuivalanta ja erilaiset rehujakeet.....	17
Kuva 3. Anaerobisen hajoamisen vaiheet.....	18
Kuva 4. Täyssekoitteen reaktorin rakenne mesofiilisessa ja jatkuvatoimisessa prosessissa.....	26
Kuva 5. Kondenssiveden erottelu kaasuputkessa.....	27
Kuvio 1. Teoreettinen ja teknistaloudellinen potentiaali biokaasun tuotannolle tulevaisuuden Suomessa.....	12
Kuvio 2. Biokaasuprosessi kokonaisuuden näkökulmasta.....	15
Taulukko 1. Käytettävien syötteiden metaanintuottopotentiaali.....	13
Taulukko 2. Maatalouden investointitukiprosentit.....	20
Taulukko 3. Mikroyrityksen investoinnin tukiprosentit III-tukialueella.....	21
Taulukko 4. Maatalousyrityksen energian kulutus.....	23
Taulukko 5. Maatilan syötetaulukko ja laskennallinen metaanintuotto.....	25
Taulukko 6. Maatalouden investointituen enimmäismäärä.....	31
Taulukko 7. Lannoitehyödyn määrittäminen.....	32
Taulukko 8. Investointilaskelmien lähtötiedot vaihtoehdossa 1.....	32
Taulukko 9. Investointilaskelmien lähtötiedot vaihtoehdossa 2.....	33

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>C/N-suhde</b>	Kuvaa reaktorin hiilen ja typen suhdetta mädätysprosessin aikana.
<b>kW</b>	Kilowatti, tehon yksikkö.
<b>Mesofiilinen</b>	Matalammassa noin 35-40 celsiusasteessa toimiva mädätysprosessi.
<b>Stokeri</b>	Kiinteän polttoaineen polttolaite, missä voidaan käyttää polttoaineena esimerkiksi haketta tai turvetta.
<b>Termofiilinen</b>	Prosessissa lämpöä vaativa bakteeri. Yleensä termofiilinen alue noin 55 celsiusasteessa.
<b>Viipymäaika</b>	Biokaasuprosessissa käyvän mädätteen aika reaktorissa päivinä.

# 1 JOHDANTO

Kotieläinten lanta ja kasvibiomassat voidaan hyödyntää maatilalla biokaasulaitoksen avulla ja tämän ansiosta pienentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä (Winqvist 2015). Suomen tiukentuvien päästörajoitusten ja uusiutuvan energian käytön lisäämisen ansiosta biokaasun tuotanto on puhuttanut laajasti yleisessä keskustelussa. Jopa uudessa hallitusohjelmassa mainitaan Suomen hiilineutraaliustavoite vuoteen 2035 mennessä (Valtioneuvosto 2019, 32). Siispä maatalouden jätteidensä, kuten lannan ja rehujätteidensä käytöstä energiantuotannossa on tulossa merkittävä mahdollistaja Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Maatilan biokaasulaitokset ovat omalta osaltaan mukana yhteisen hyvän saavuttamisessa, jotta yhteisiin tavoitteisiin päästään sovitussa ajassa.

Tässä työssä käsitellään case-tyyppisesti lypsykarjatilansa mahdollisuutta investoida biokaasun tuotantoon kannattavasti. Maatalousyrityksen tavoitteena on tuottaa tulevaisuudessa kaikki tarvittava energia uusiutuvasti, jolloin tilakohtainen biokaasulaitos tulisi tarpeeseen. Työn tavoitteena on kartoittaa kannattavuuslaskelmien pohjalta tilakohtaisen biokaasulaitoksen kannattavuusedellytyksiä sekä mahdollisuuksia myydä tuotettua ylijäämäkaasua lähialueelle. Määtäyksessä irti saatava biokaasu hyödynnetään täysin sähkönsä ja lämmön tuotannossa joko omassa kulutuksessa tai osittain kaasun myynnissä. Liikennekaasuksi jalostamalla pienellä laitospöydällä ei oleteta saatavan taloudellisesti kannattavaa kokonaisuutta maatilan yhteyteen.

Suomi pyrkii vahvistamaan asemaa kiertotalouden edelläkävijänä ja tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä (Valtioneuvosto 2019, 15). Tuotantoeläinten lanta ja nurmirehu ovat oiva tapa tuottaa uusiutuvaa energiaa karjatilalla ja tällöin pienentää tuotannon hiilijalanjälkeä. Orgaanisen aineksen prosessoinnista muodostuva biokaasu voidaan hyödyntää sähkönsä, lämmön tai liikennepolttoaineen muodossa (Paavola, Kuittinen & Kirkkari 2006, 68).

## 1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Biokaasun tuotanto maatilalla on vielä melko haastava aihe yleisessä keskustelussa, vaikka asiasta on laadittu monia tutkimuksia ja selvityksiä eri tahojen toimesta. Omatoimisesti rakennettavan biokaasulaitoksen suunnittelusta sen sijaan on saatavilla vain vähän suomenkielistä materiaalia. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, onko tilakohtainen biokaasulaitos mahdollista rakentaa kannattavasti ja sen lisäksi pyritään tuottamaan hyödyllistä tietoa aiheesta myös muille omatoimirakentamista harkitsevalle. Biokaasulaitosta suunnitellaan maatilan yhteyteen lähelle asutusta, jolloin ylijäämäkaasun myyminen lähialueelle on mahdollista. Opinnäytetyön kohteena olevan maatilan syötemäärä jää pienehköksi, jonka vuoksi laskelmissa ei oteta huomioon laitetoimittajien valmispaketteja ja laitoksen rakentaminen suunnitellaan omakustanneperiaatteella. Suunnitelmassa korvataan nykyinen hakelämmitysjärjestelmä ja ostosähkö osittain tai kokonaan.

Tutkimuskysymysten määrittäminen on tärkeää, jotta työssä kyetään selvittämään tarvittavat asiat. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksinä ovat:

- Onko itse rakennettu biokaasulaitos mahdollista toteuttaa kannattavasti?
- Toteutetaanko investointi maatalouden investointituen vai energiatuen piirissä?

Biokaasulaitos tulee toimimaan märkämädättämönä ja kaasun tuotantoprosessi mesofiilisenä. Mesofiilinen prosessi käyttää vähemmän energiaa ja viipymäaika on keskimääräistä pidempi mahdollistaen paremman kaasuntuoton. Biokaasulaitoksesta laadittavat kannattavuuslaskelmat laaditaan kahdelle eri vaihtoehdolle. Investoinnissa vallitsevaa biokaasun tuotantoprosessia käsitellään tarkemmin myöhemmin.

## 1.2 Käytetyt menetelmät

Opinnäytetyön tutkimustyyppiä valikoitui tapaustutkimus. Sen tavoitteena on muodostaa tutkimustuloksia tiettyyn kokonaisuuteen, mikä on tässä tapauksessa bio-kaasulaitoksen investointi. Työssä ei ole varsinaista toimeksiantajaa, vaan laskelmat laaditaan omalle kotitalalle.

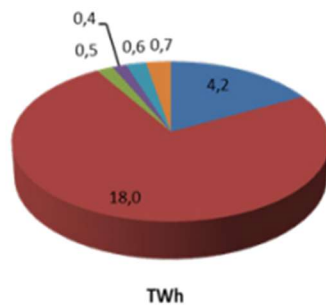
Tapaustutkimuksessa tarkastellaan yhtä tai useampaa tapausta, joiden keskeisenä tavoitteena on niiden määrittely, analysointi ja ratkaisu. Tapaustutkimus soveltuu monen eri tieteenalan tutkimusmenetelmäksi monenlaisiin lähtökohtiin ja tavoitteisiin. (Eriksson & Koistinen 2014.)

## 2 BIOKAASUN TUOTANTO

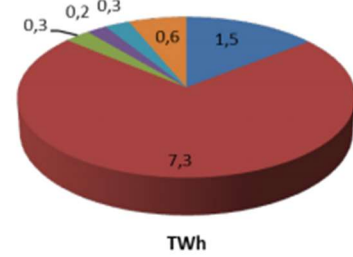
### 2.1 Osa tulevaisuuden energiantuotantoa

Tiukentuvien päästörajoitusten vuoksi Suomessa on alettu toimiin fossiilisten polttoaineiden vähentämiseksi. Luostarinen (2019) mainitsee biokaasuseminaarissa puheenvuorossaan, että kotimaisen biokaasun tuotanto voitaisiin noin kymmenkertais-  
taa nykyisestä tasosta. Kuvio 1. osoittaa teknistaloudellisen potentiaalin biokaasun tuotannossa ja tukee Luostarisen väitettä biokaasun mahdollisuuksista Suomessa. Vasemmasta kuviosta on nähtävillä, paljonko biokaasua voitaisiin teoriassa tuottaa erinäisistä raaka-aineista. Oikealla puolella esitetty teknistaloudellinen potentiaali kuvaa käyttöön otettavissa olevan biomassan energiamäärän terawattitunteina. Kalkulaation suurin palanen on 7,3 terawattituntia, joka olisi mahdollista tuottaa muun muassa kesantonurmilta, suojavyyöhykkeiltä, muilta HVP-aloilta sekä olkimassaa hyötykäyttämällä. Vuonna 2017 bioenergian tuotanto oli 698,6 GWh (Huttunen, Kuittinen & Lampinen 2018), mikä on alle kymmenes mahdollisesta tuotantomäärästä.

## Teoreettinen 24 TWh



## Teknitaloudellinen 10 TWh



Kasvit = nurmet kesannoilta, suojaväyhykkeiltä ja muilta HVP-aloilta, viljojen olki

Kuvio 1. Teoreettinen ja teknitaloudellinen potentiaali biokaasun tuotannolle tulevaisuuden Suomessa (Martinen ym. 2015).

## 2.2 Biokaasun hyödyntäminen maatilalla

Biokaasua käytetään sähkön ja lämmön tuotantoon sekä liikennepolttoaineena (Kylmäläinen 2015, 17). Vuonna 2017 Suomen biokaasulaitosrekisterin mukaan sähköä ja lämpöä tuotettiin biokaasun avulla yhteensä 698,6 GWh (Huttunen, Kuittinen & Lampinen 2018). Erityisesti liikennekaasun tuotanto on lisääntynyt viime vuosina. Tällöin biokaasu laskee fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja vähentää merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä. Prosessissa tuotettu biokaasu sisältää 50–70 % metaania ja loppu on pääosin hiilidioksidia, josta voidaan jalostaa 95–98 % biometaaniksi poistamalla epäpuhtaudet. (Kylmäläinen & Pakarinen 2015, 17.)

Biokaasun avulla on mahdollista kattaa koko maatalan energiantarve omasta takaa saatavilla syötteillä. Prosessin sivutuotteena syntyvää kiintoainesta voidaan käyttää lannoitteena (Silvennoinen ym. 2008, 15). Niin ikään mädätysjäännöksen liete voidaan levittää peltoon sellaisenaan. Taavitsaisen (2017) mukaan lisääntyneet syötevaihtoehdot ja teknologian kehittyminen ovat edistäneet investointihalukkuutta, kun Suomessa olevat referenssilaitokset ovat osoittautuneet toimiviksi.

Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää, että yksi kuutiometri metaania vastaa noin yhtä litraa kevyttä polttoöljyä, mikä puolestaan vastaa noin 10 kWh energiamäärää (Luostarinen 2009).

### 2.3 Metaanintuotto

Biokaasu koostuu pääosin metaanista 50–75 % ja hiilidioksidista 25–50 % osuudella. Näiden lisäksi biokaasu sisältää pieniä määriä typpeä, ammoniakkia, rikkivetyä, halogenoituja hiilivetyjä sekä siloksaaneja. Metaanipitoisuus tulee nosta lähelle 98 prosenttia, jotta biokaasua voidaan käyttää moottoreissa maakaasun tavoin. Metaanipitoisuudesta riippuen biokaasun energiasisältö vaihtelee 6,0–6,5 kWh/m<sup>3</sup> välillä. (Leikas 2015.)

Biokaasun tuotanto on riippuvainen käytettävien aineiden koostumuksesta. Materiaalin kaasuntuottopotentiaali lasketaan yleensä kuiva-aineen mukaan. Lietelanta sisältää 5–8 prosenttia ja apilasäilörehu jopa 35 prosenttia kuiva-ainetta. (Biokaasun tuotanto maatilalla, [viitattu 19.1.2020].)

Taulukossa on esitetty opinnäytetyössä käsiteltävien syötteiden metaanintuotto. Lehmän liotelannasta saatava metaani tuhatta kiloa orgaanista ainetta kohti vaihtelee 120–300 kuution välillä. Lehmän kuivalannan metaanintuotto vaihtelee 126–250 kuution välillä ja peltobiomassojen, kuten säilörehun metaanintuotto liikkuu 300–500 kuution välillä.

Taulukko 1. Käytettävien syötteiden metaanintuottopotentiaali. 1) (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 36) 2) (Luostarinen 2009) 3) (Lehtomäki 2006,12).

Materiaali	m <sup>3</sup> ch <sub>4</sub> /(tVS) <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /(t tp) <sup>-1</sup>	Lähde
Lehmän liotelanta	120-300	10-20	1
Lehmän kuivalanta	126-250	24-55	1
Peltobiomassa	300-500	30-150	2-3

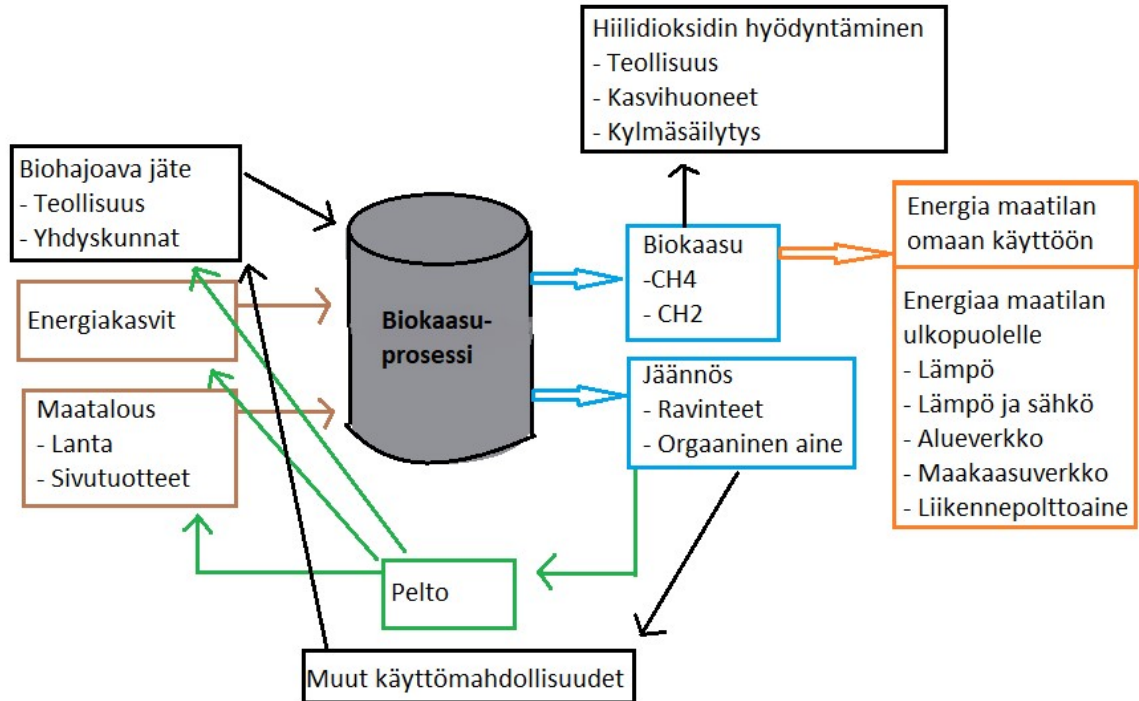
## 2.4 C/N-suhde

Hiilen ja typen suhde tulee olla sopiva, jotta koko tuotantopotentiaali on hyödynnettävissä. Tavoiteltava hiilen määrä syötteessä tulisi olla 20-kertainen typpeen verrattuna, mutta biokaasulaitos voi toimia hyvin myös muunlaisella hiili/typpi-suhteella. Mikäli syötteessä on liikaa hiiltä esimerkiksi kasvituotteista, kaasuntuotanto jää huomattavasti potentiaalisesta määrästä. Jos taas typpeä on liikaa, voi biokaasun tuotantoketju estyä kokonaan. (Biokaasun tuotanto maatilalla, [viitattu 1.2.2020].)

## 2.5 Biokaasuprosessin lämpötila

Kalmarin (2006) mukaan biokaasureaktori voi toimia mesofiilisella lämpötila-alueella, jossa käyvän syötteen lämpötila liikkuu 35-40 °C välillä. Termofiilinen alue sijoittuu puolestaan noin 55 °C tienoille. Mesofiilinen prosessi vaatii vähemmän energiaa prosessin ylläpitoon, mutta syötteen viipymä reaktorissa on termofiilistä prosessia pidempi. Termofiilisestä prosessista on etua käsiteltäessä suurta määrää syötettä, sillä viipymä reaktorissa on kolmanneksen lyhyempi ja hygienisoituminen täydellisempi.

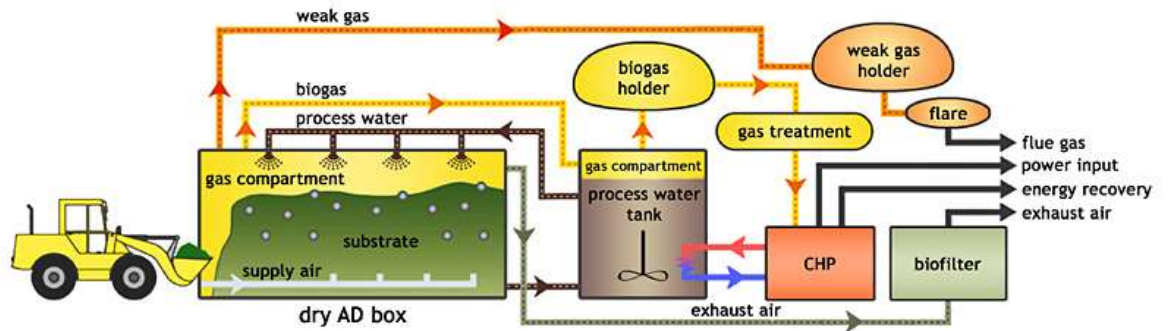
Tuotantoprosessi vaatii ulkoisen lämmönlähteen, jolloin lämmitys hoidetaan usein syötteen esilämmityksellä ja/tai käyttämällä reaktorilämmitystä. Myös reaktorissa olevan syötteen sekoitus pitää lämpötilan oikeana. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 64.)



Kuvio 2. Biokaasuprosessi kokonaisuuden näkökulmasta (Rasi, Winqvist & Pyykönen 2016).

## 2.6 Laitostyypit Suomessa

Biokaasulaitos maatilalla voi toimia märkä- tai kuivaprosesseina. Näiden erona on syötteen kuiva-ainepitoisuus, mikä voi vaihdella märkäprosessissa 0–15% ja kuivaprosessissa 20–40% välillä. Märkäprosessit toimivat yleensä jatkuvatoimisina, mutta kuivaprosessit sekä panos-, että jatkuvatoimisina. Kuivaprosessia hyödyntävät biokaasulaitokset eivät ole yleistyneet niiden teknisen hallinnan haastavuuden vuoksi. Kuivaprosessilla käyviä biokaasulaitoksia on valmistettu kotimaisten toimittajien toimesta, mutta niiden toimivuus käytännössä on osoittautunut epävarmaksi. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 83.) Kuvassa 1. on esitetty erään kotimaisen valmistajan kuivamädätysreaktori ja kaasunjakelupiste, josta tuotettu biokaasu myydään liikennekaasuna kuluttajille.



Kuva 1. Kuivamädätysreaktorin toimintaperiaate (Biogas, [viitattu 1.2.2020]).

Märkämädättämöt ovat saaneet jalansijaa maatilamittakaavassa, sillä teknologia toimii niin isoissa kuin pienissä laitoksissa (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 83). Viime vuosina uusia maatilamittakaavan biokaasulaitoksia on rakennettu pääasiassa märkämädätysteknologiaa hyödyntäen. Kuvassa 2. kuvataan kotimaisen biokaasulaitostoimittaja Demeca Oy:n valmistama biokaasulaitos, joka käyttää kuivaja märkämädätyksen ominaisuuksiaan patentoidussa Kiintomädätys® teknologiassa (Demeca Oy, [viitattu 9.12.2019]).



Kuva 2. Maatilakokoluokan märkämädättämö, jossa syötteinä voi olla lietelanta, kuivalanta ja erilaiset rehujakeet (Demeca Oy, [viitattu 18.11.2019]).

## 2.7 Käytettävät syötteen

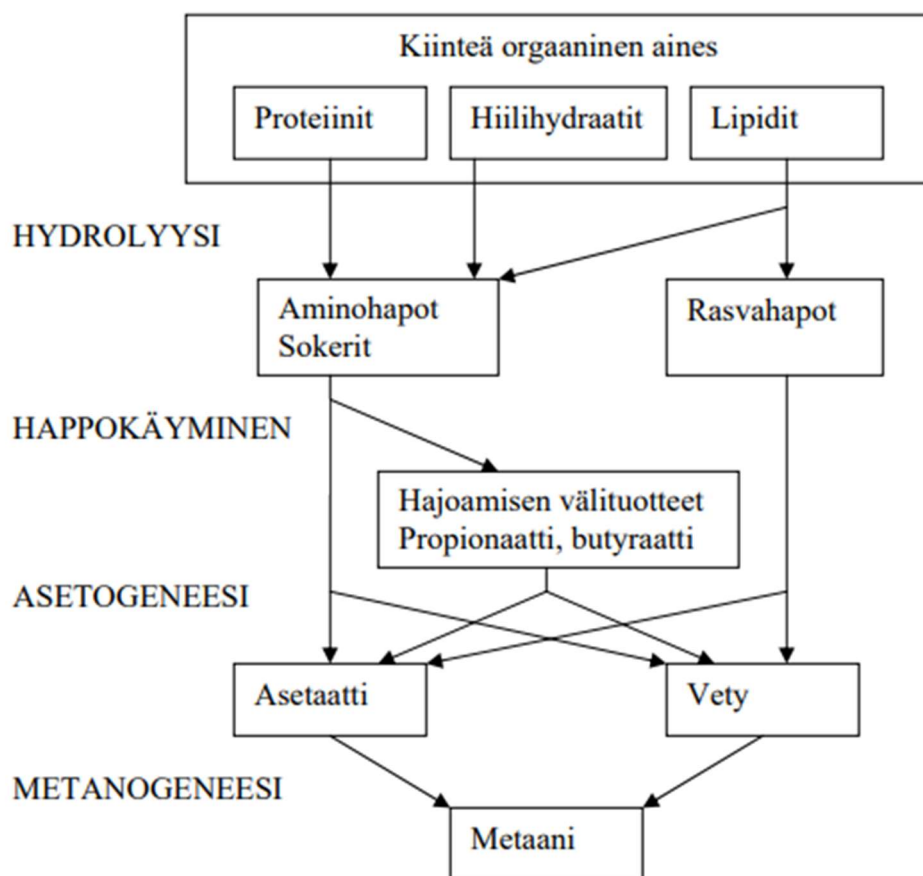
Biokaasulaitoksen syötteinä voidaan käyttää esimerkiksi eläinten lantaa, nurmikasveja, elintarviketeollisuuden jätteitä ja sivutuotteita (Laihanen 2009, 28). Paljon ligniiniä sisältävät orgaaniset ainekset, kuten olki tai puu soveltuvat huonosti mädätykseen (Biokaasun tuotanto maatilalla, [viitattu 1.2.2020]). Biokaasulaitos soveltuu nykyisin hyvin maatalousyrityksen orgaanisten aineiden käsittelyyn ja prosessista saatava energia on hyödynnettävissä takaisin maatalousyrityksen toimintaan uusiutuvasti.

## 2.8 Kaasuntuotantoprosessi

Biokaasun tuotanto perustuu orgaanisen aineen anaerobiseen hajoamisprosessiin. Useat erilaiset mikro-organismit työskentelevät toisistaan osittain riippuvaisesti. Prosessin neljässä päävaiheessa hydrolyysissä, fermentaatiossa, asetogeneesissä

ja metanogeenisissä jokaisen vaiheen hajoamistuotteet siirtyvät seuraavan vaiheen syötteiksi. Prosessin lopputuotteena muodostuva biokaasu sisältää muun muassa metaania ja hiilidioksidia. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 60.)

Hydrolyysissä pitkäketjuiset polymeerit hajoavat yksinkertaisiksi liukoiksi yhdisteiksi, kuten sokereiksi, aminohapoiksi ja pitkäketjuisiksi rasvahapoiksi. Kuvassa 3. orgaaniset molekyylit, kuten proteiinit, hiilihydraatit ja rasvat hajoavat hapettomissa olosuhteissa bakteerien toimesta usean hajoamisreitin kautta. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 61.)



Kuva 3. Anaerobisen hajoamisen vaiheet (Mykkänen 2008).

### 3 INVESTOINNIN SUUNNITTELU

Investoinnilla tarkoitetaan rahan sijoittamista liiketoimintaan, josta odotetaan saatavan tuottoja pitkällä aikavälillä, yleensä yli vuoden mittaisella ajanjaksolla. Investoinnit jaetaan yleisesti aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin. Aineellisia hyödykeitä voivat olla koneet, tuotantovälineet, laitteistot, kuljetusvälineet, kalusteet, toimitilat sekä rakennus- tai laajennushankkeet. Aineettomia investointeja voivat olla työntekijöiden koulutus, tutkimus, tuotekehitys, brändit sekä tavaramerkit. (Järvenpää ym. 2010, 329; Saaranen, Koltola, Pösö 2011, 295;.)

Biokaasulaitoksen investointia suunniteltaessa määritetään sähkö- ja lämpöenergian tarve sekä syötteistä saatava metaanin määrä. Tämän jälkeen suunnitellaan laitoksen koko ja tarpeet investoinnille, jonka perusteella saadaan lähtötiedot kannattavuuslaskelmalle. Tässä työssä kannattavuuslaskelmien pohjalta käytännön toteutusta ei lähdetä toteuttamaan. Mahdollinen investoinnin toteuttaminen tapahtuu työn ulkopuolella, mikäli investointi osoittautuu kannattavaksi.

#### 3.1 Tuotantoon liittyvä lainsäädäntö ja kannustimet

Maatalouden investointitukea voi hakea yksittäinen tai ryhmä maataloutta harjoittavia täysikäisiä henkilöitä. Tuen hakemiseksi hakijalta edellytetään myös riittävää ammattitaitoa. Tukisumma voi rakentamisinvestoinneissa olla vähintään 7 000 euroa. Tukea voi hakea neljänä ajankohtana vuodessa Hyrrä-palvelussa. Investointiin on mahdollista saada valtiontakausta enintään 30 prosenttia investoinnin kokonaisrahoituksesta. (Maatalouden investointituet, [viitattu 19.1.2020].) Taulukossa 1. maatalouden investointitukien tukiprosentti-liitteestä on nähtävillä energiantuotannon investointituen enimmäismäärä C-tukialueella.

Taulukko 2. Maatalouden investointitukiprosentit (Maatalouden investointituet, [viitattu 19.1.2020]).

## Liite

Tukikohde	Korkotukilainan määrä hyväksyttävistä kustannuksista, prosenttia	Korkotuen määrä hyväksyttävistä kustannuksista, prosenttia	Avustuksen määrä hyväksyttävistä kustannuksista, prosenttia		Korotus
			AB-tukialue	Muu kuin AB-tukialue	
Lypsy- ja nautakarjatalous (3 §)	60	10	40	35	1 ja 5
Sikatalous (4 §)	65	10	30	30	1 ja 5
Lihasiipikarjatalous (5 §)	65	10	20	20	1 ja 5
Lammas- ja vuohitalous (6 §)	60	10	40	35	1 ja 5
Hevostalous (7 §)	65	10	30	30	5
Mehiläistalous (8 §)	-	-	25	25	5
Turkistalous (9 §)	65	10	-	-	5
Kasvihuonetuotanto (10 §)	65	10	30	30	1 ja 5
Kuivaamo (11 §)	65	10	25	25	2 ja 5
Salaojitus (12 §)	-	-	35	35	3 ja 5
Sadonkorjuukone yhteiskäyttöön (13 §)	-	-	10	10	5
Tuotantovarasto (14 §)	65	10	30	30	5
Konevarasto (15 §)	-	-	20	20	5
Energiantuotanto (16 §)	-	-	40	40	5
Maataloustuotteiden myyntikunnostus (17 §)	-	-	30	30	5
Työympäristöä, tuotantohygieniaa, eläinten hyvinvointia tai ympäristön tilaa edistävät investoinnit (18 §)	-	-			4 ja 5
1 mom. 1 ja 2 kohta			30	30	
1 mom. 3 ja 4 kohta			35	35	

1 Avustuksen määrää korotetaan 10 prosenttiyksiköllä, jos hakija täyttää nuoren viljelijän aloitustuen myöntämisen edellytykset ja hakijan tilanpidon aloittamisesta ei ole tukea haettaessa kulunut viittä vuotta enempää.

2 Avustuksen määrää korotetaan 5 prosenttiyksiköllä, jos kuivaamoa käytetään kahden tai useamman maatalon viljan tai heinän kuivaamiseen.

3 Avustuksen määrää korotetaan 5 prosenttiyksiköllä sääätosalaojituksessa.

4 Avustuksen määrää korotetaan 5 prosenttiyksiköllä, jos kyse on lietalan sijointuslevitystä edistävän laitteen hankinnasta, joka toteutetaan Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmassa 2014–2020 tarkoitettulla ympäristökorvauksen peltojen talviaikaisen kasvipeitteisyyden kohdentamisalueella tai laite tulee kahden tai useamman maatalon käyttöön millä tahansa alueella.

5 Avustuksen määrää korotetaan 20 prosenttiyksiköllä, jos investointi toteutetaan Eurooppalaisen innovaatiokumppanuuden (EIP) yhteydessä.

Business Finland myöntää maataloille energiatukea, jonka edellytyksenä biokaasulaitoksen tuottamasta energiasta 80 prosenttia tulee myydä tilan ulkopuolelle (Energiatuki, [viitattu 28.1.2020]). Lannasta saatava biokaasu tulee siis myydä ulkopuolisille asiakkaille, jotta yrityksille tarkoitettua energiatukea voidaan myöntää.

Puolestaan Ruokaviraston ohjeiden mukaan yritystukea voi hakea vähintään 18-vuotias luonnollinen henkilö, osakeyhtiö, avoin yhtiö, kommandiittiyhtiö, osuuskunta, pieni tai keskisuuri yhtiö tai maatila (Yritystuen hakeminen, [viitattu 27.12.2019]). Maatilan yritystuki kattaa maatilan yhteyteen rakennettavan biokaasulaitoksen, jonka tuottamasta energiasta merkittävä osaa ei kulu maatilan omaan sähkön ja lämmön kulutukseen. Tämä on linjassa Business Finlandin kriteerin kanssa. Taulukon 2. mukaan maaseudun yritystuen enimmäismäärä juuri tutkimustilan alueella on 3-tukialue, jossa tukea voidaan myöntää tutkimuksen mikroyritykselle enintään 30 prosenttia. Lopullinen tukiprosentti tulee kuitenkin varmistaa paikalliselta ELY-keskukselta investoinnin toteutuessa.

Taulukko 3. Mikroyrityksen investoinnin tukiprosentit III-tukialueella (Yritystuen myöntäminen ja yritystukihakemuksen täyttöohjeet, [viitattu 30.1.2020]).

Kansallinen tukialue	Mikro- tai pieni yritys, uusiutuvan energian tuotanto ja/tai jakelu (%)	Mikro- tai pieni yritys, uusiutuvan energian tuotanto ja/tai jakelu, uusi laitos (%)	Maatilojen muu yritystoiminta sekä mikro- ja pienyritykset, yritys valmistaa pellettejä, brikettejä, biohiiltä ja muita vastaavia pidemmälle jalostettujen kiinteiden biopolttoaineita (%)	Maatilojen muu yritystoiminta sekä mikro- ja pienyritykset, yritys valmistaa polttopuuta, puutähdehaketta, puuperäistä kierrätyspolttoainetta tai muuta puuperäistä polttoainetta (%)
I tukialue	20	30	20	20 (de minimis tukea)
II tukialue	20	30	20	20 (de minimis tukea)
III tukialue	20	30	20	20 (de minimis tukea)

### 3.2 Tarvittavat luvat

Orgaanisten lannoitevalmisteiden tai orgaanisten raaka-aineiden valmistajalla tulee olla laitoshyväksyntä (Laitoshyväksyntä, [viitattu 1.2.2020]). Maatilan yhteyteen rakennettavaan biokaasulaitokseen ei tarvita laitoshyväksyntää, mikäli prosessissa käytettävät raaka-aineet ovat peräisin omalta tilalta. Tilalla käytetään ainoastaan lantaa ja säilörehua, joten laitoshyväksyntää ei tarvitse hakea.

Ympäristölupaviranomainen määräytyy vuosittain käsiteltävän lannan ja polttoainetehon mukaan. Jos laitoksen teho jää alle 5 MW, määräytyy lupaviranomainen tuo-

tantotilan eläinmäärän sekä jätemäärän perusteella. Kun lantaa käsitellään vuodessa korkeintaan 10 000 tonnia vuodessa ja lypsylehmiä on alle 75, riittää ympäristöluvan hakeminen kunnasta. Investointia varten on tarpeen hakea myös rakennuslupa maankäytön- ja rakennuslain (132/1999) mukaan. (Maatalouden biokaasulaitoksen ympäristölupa 2013, 37; Haverinen 2014, 6.) Lisäksi investoinnin yhteydessä on määrä tehdä pelastussuunnitelma, ilmoitus pelastusviranomaiselle, räjähdysuojausasiakirja sekä sopimus verkkoyhtiön kanssa (Haverinen 2014, 6).

Maatilan tulee asioida sähköyhtiön kanssa ja tarkastaa liittymissopimus, sekä tehdä verkkosopimus ja myyntisopimus sähköyhtiön kanssa. Liittymissopimukseen tehdään muutos, mikäli tilan pääsulakekoko on alle 1,5-kertainen sähköntuotantotehoon nähden. Verkkosopimus tehdään sähkön ostosta jakeluverkosta ja ylijäämäsähkön myynnin vuoksi. Sähkön myyntisopimuksessa määritetään myyntihinta sähköyhtiölle ylijäämäsähköä myytäessä. (Taavitsainen 2006, 16.)

### **3.3 Maatalousyrityksen energian kulutus**

Maatalousyrityksen tuotantoprosesseihin kuluva energia muodostuu pääosin sähkö- ja lämpöenergiasta. Sähkö ostetaan sähköyhtiöltä kiinteällä hinnalla ja lämpö tuotetaan lämpökeskuksessa käyttäen polttoaineena haketta. Maatalousyrityksen toimintaan ja kahden omakotitalon kulutukseen kuluu sähköenergiaa vuodessa noin 130 000 kWh. Lämpöenergian vuosikulutus maatalousyrityksessä on noin 128 000 kWh, josta noin 20 000 kWh kuluu yksityiskäytössä. Energian tuottamiseen on kulunut arviolta 160 i-m<sup>3</sup> haketta, kun huomioon on otettu kattilan hyötysuhde ja lämpöhäviöt. Taulukossa 3. esitetään maatalousyrityksen energian jakautuminen eri rakennuksien kesken sähkön ja lämmön osalta. Koska energian kulutusta ei käytössä olevalla teknologialla voida kohdentaa rakennusten välillä, on kulutus jaettu karkean arvion pohjalta eri kohteisiin.

Taulukko 4. Maatalousyrityksen energian kulutus.

	Sähkö kWh/v	Lämpö kWh/v
Pihatto	70000	108000
Hiehotilat	15000	
Vasikkatilat	10000	
Konehalli	5000	
Asuinrakennus 1	15000	20000
Asuinrakennus 2	15000	
Kulutus yhteensä	<b>130000</b>	<b>128000</b>

Pihattonavetta kuluttaa sähköä vuodessa 70 000 kWh. Jatkuvaa kulutusta aiheuttaa lypsyrobotti, maidon käsittely, jäähdytys sekä navetan valaistus ja ilmanvaihto. Edellä mainittujen lisäksi ruokintalaitteisto ja lannanpoisto aiheuttavat useita piikkejä kulutukseen päivätasolla. Lämpöenergiaa navetassa kuluu lypsyrobotin ja maitotankin pesuihin sekä sosiaalityökalujen lattialämmitykseen, joka on vesikiertoinen.

Hiehotilassa sähköä kuluu päivittäin ainoastaan valaistukseen. Vasikkatiloissa maidon lämmittäminen ja valaistus kuluttavat sähköä päivittäin. Lämpöenergiaa kuluu ainoastaan käyttöveden lämmitykseen ja tästä syystä pieni käyttömäärä on lisätty pihatton lämpöenergian kulutukseen.

Konehallissa ei ole lämmitystä ja sähköenergiaa on arvioitu kuluvan noin 5 000 kWh vuodessa ainoastaan valaistukseen ja ajoittaiseen työkalujen käyttöön. Sähkön kulutus asuinrakennuksissa on noin 30 000 kWh luokkaa vuosittain määrä yhteenlaskettuna ja se pysyy laskelmissa vakiona koko tarkastelujakson. Asuinrakennuksen 1 lämmitys toimii samalla järjestelmällä tuotantorakennusten kanssa ja arvioitu lämpöenergian kulutus on noin 20 000 kWh, joka vastaa koko yksityiskäytön osuutta.

**Laskennallinen huipputeho.** Asuinrakennuksen tarvitsema huipputeho voidaan määrittää vuosittaisen öljynkulutuksen tai rakennuksen tilavuuden perusteella. Vuodessa kulutettu öljymäärä jaetaan luvulla 250 ja tulokseksi saadaan tarvittavan huipputehon määrä kilowatteina. Asuinrakennuksen tarvitsema huipputehon tarve on

25-30 W/rakennuskuutio. (Energian kulutus ja tehon tarve, [viitattu 2.2.2020].) Lämpöteho voidaan siis määrittää laskennallisesti ja varmistaa huipputehon riittävyys maatilán ja yksityistalouden ympärivuotisessa kulutuksessa. Päärakennuksen ne-liömäärä on noin 150 ja huonekorkeus keskimäärin 2,5 metriä. Määritetään päära-kennuksen tilavuus,  $150 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 375 \text{ m}^3$ . Huipputehon laskeminen tapahtuu seuraavasti,  $30 \text{ W} \times 375 \text{ m}^3 / 1000 = 11,25 \text{ kW}$ . Pelkästään toinen asuinrakennuk-sista tarvitsee siis huipputehoa 11,25 kW kattamaan ympärivuotisen lämpötehon.

Navetan lämpöteho kuluu täysin käyttöveden lämmitykseen, eikä muita lämmityste-hoa kuluttavia tekijöitä ole. Ainoastaan käyttöveden lämmitys lasketaan kulutta-maan 25 wattia rakennuksen kuutiota kohden. Tällöin  $700 \text{ m}^2$  navettarakennuksen sisäkorkeuden ollessa keskimäärin 3 metriä, on tilavuus  $2100 \text{ m}^3$ . Huipputehon tar-peeksi saadaan kaavalla  $25 \text{ W} \times 2100 \text{ m}^3 / 1000 = 52,5 \text{ kW}$ .

Esimerkkitalan lämmitystarpeita on ainoastaan asuinrakennuksissa ja navetassa, jo-ten tarvittava huipputehon määrä saadaan laskemalla eri kohteiden huipputeho yh-teen ja lisäämällä mukaan lämpökanaalin aiheuttama lämpöhäviö. Laskelmissa huipputehon tarpeeseen otetaan huomion lämpökanaalin lämpöhävikki, joka on 15-30 wattia metriä kohden (Energian kulutus ja tehon tarve, [viitattu 2.2.2020]). Läm-pöhävikkiä muodostuu 100 metrin matkalla siis 3 kW yläkanttiin laskettuna. Vuo-nessa eli 8760 tunnissa lämpökanaalin lämpöhävikki aiheuttaa lämpöhukkaa 26 280 kWh:n edestä. Tällöin vastaukseksi saadaan 66,75 kW, kun navetan, asuinraken-nuksen ja lämpöhävikin osuus on laskettu mukaan. Luku pyöristetään 80 kW ja uusi tehontarve ilmoitetaan laskelmassa entisen mukaisesti yläkanttiin mahdollisten ku-lutuspiikkien ja lämpöhäviöiden vuoksi. Tästä huomataan, että aikaisemman lämpö-keskuksen huipputeho on mitoitettu melko korkeaksi ottaen huomioon, että toinen asuinrakennus on lämmennyt suoralla sähköllä. Mikäli haketta on kulunut lämmityk-seen aikaisemmin  $160 \text{ i- m}^3$ , on maatalousyrityksen lämmönkulutus ollut 128 000 kWh huomioiden lämmityskattilan hyötysuhteen ja lämpöhäviön.

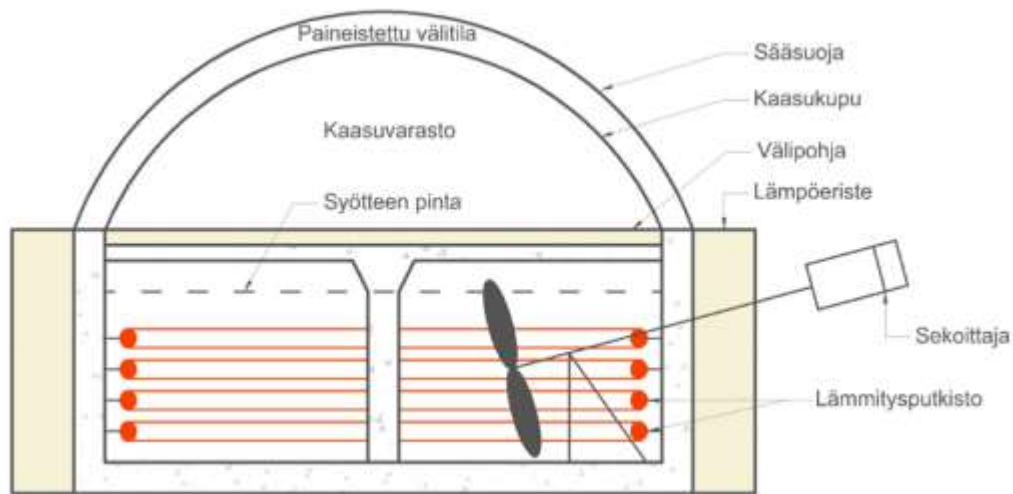
### 3.4 Tuotanto ja tuotannosta saatavat syötteen

Opinnäytetyössä käsiteltävän tilan päätuotantosuunta on maidontuotanto. Tilalla on noin 120 eläintä mukaan lukien lypsylehmät, kasvatettavat uudistushiehot ja vasikat. Tuotantorakennuksen lietelantajärjestelmä pumpppaa lannanpoiston lietesäiliöön lypsylehmien ja hiehojen osalta. Vasikkalasta tuleva kuivalanta säilötään lantassa. Taulukon 4. mukaan tarvittavat syötteen ovat naudun lietelanta, kuivalanta sekä lehmille kelpaamaton säilörehu. Naudun lietelannan määrä vuodessa on 2705 kuutiota, kuivalannan 168 kuutiota ja säilörehun 219 kuutiota.

Taulukko 5. Maatilan syötetaulukko ja laskennallinen metaanintuotto.

Materiaalit	t/vuosi	m <sup>3</sup> /v	TS (%)	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	kWh/v
Naudun lietelanta	2705	2705	6	40575	405750
Naudun kuivikelanta	168	228	25	6726	67260
Nurmibiomassa	219	333	35	19312	193116
	3093	3266	9	66613	666126

### 3.5 Biokaasulaitoksen rakenne



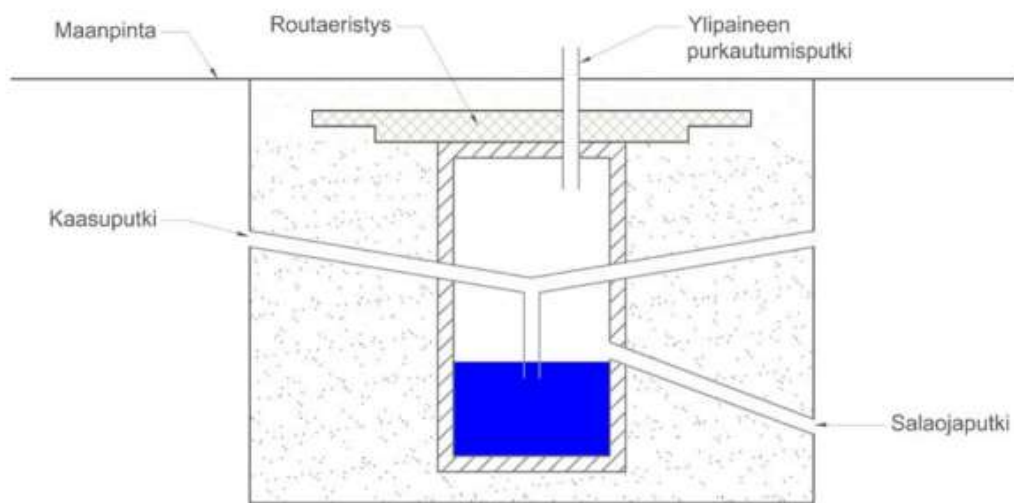
Kuva 4. Täyssekoitteisen reaktorin rakenne mesofiilisessa ja jatkuvatoimisessa prosessissa (Haverinen 2014).

Biokaasulaitoksen reaktori valmistetaan alusta asti käyttäen reaktorin pohjana 450 kuution suuruista lietesäiliötä. Lietesäiliön päälle asennetaan välipohja, jonka päälle pallomainen kaasukupu sekä sääsuoja asetetaan. Kaivon ulkoreunat vuorataan eristeellä ja säiliön sisäseiniin asennetaan lämmitysputkisto. Sekoittaja asennetaan säiliön sivusta. Kuvassa 4. on kuvattu yksityiskohtainen reaktorin rakenne, josta on nähtävissä reaktorissa olevat osat. Viipymääjaksi määritetään 30 vuorokautta, sillä se vastaa keskimäärin mesofiilisen lämpötila-alueen omaavan biokaasulaitoksen viipymäaika (Latvala 2009, 35).

Lietelanta pumpataan suoraan pihatosta omalla pumpulla reaktoriin, josta viipymäajan jälkeen mädätetty liete varastoidaan toiseen lietesäiliöön. Reaktoriin syötettävä rehujäte sekä kuivalanta siirtyy kuljettimen avulla lisäsyöterakennuksesta. Rakennuksessa on sekoittava kuljettimella varustettu vanha seosrehuvaunu tai muu vastaava laite, jolla erilaiset jakeet saadaan sekoitettua riittävän hyvin keskenään mahdollisimman pieneksi silpuksi. Päivittäiset työtehtävät biokaasulaitoksen osalta ovat noin 20 minuutin työt tarkkailussa ja kuivan syötteen lastaamisessa.

Biokaasu kuljetetaan kaasuputkea pitkin CHP yksikköön, josta kaasun avulla tuotettu sähkö ja lämpö on käytettävissä tilan tarpeisiin. Tilan ulkopuolelle myytävän

kaasun siirtämiseksi on rakennettava kaasuputki. Putki kulkee maan alla roudan alapuolella siten, että kohteeseen kaatoa olisi mahdollisimman paljon luonnollisen virtauksen mahdollistamiseksi. Putken matalimpaan kohtaan tulee asentaa kuvan 5. mukainen kondenssiveden erotuskaivo, jonka avulla putkistoon muodostunut vesi voidaan johtaa pois.



Kuva 5. Kondenssiveden erottelu kaasuputkessa (Haverinen 2014, 5).

Kaasun myynti lähialueen koululle on työssä tärkeässä osassa, sillä maatalouden investointituen piirissä oleva biokaasulaitos voi myydä ylijäämäkaasun tilan ulkopuolelle edellyttäen, että ainoastaan tilan käyttöön menevästä energiamäärästä voidaan maksaa maatalouden investointitukea. Yritystuen piirissä tilalta myytävän energian tulee olla merkittävä suhteessa tilalla käytettävään energiamäärään, jotta 30 prosentin yritystuki voidaan investoinnille myöntää. Läheisiä halukkaita yhteistyökumppaneita ei lähialueella ole riittävästi, jotta kannattavasti tuotettu yhteismädätyslaitos olisi ajankohtaista toteuttaa. Tästä syystä opinnäytetyössä pureudutaan maatilakohtaisen biokaasulaitoksen investointiin.

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

### 4.1 Tutkimusmenetelmät

Läheisen ala-asteen potentiaali kaasun ostajaksi arvioidaan koulun ylläpidosta vastaavan henkilön kanssa. Sähkön ja lämmön tarve maatalousyrityksessä sekä koululla lasketaan yhteen ja siitä muodostuu kokonaisenergian tarve biokaasulaitoksen kannattavuuslaskelmaan. Laskelmia varten selvitetään tietoja Envitecpolis Oy:ltä. Sähköpostien ja puhelinsoittojen avulla selviää kannattavuuslaskelmien lähtökohdat siihen, millä syötemäärillä ja kulutuksella laskelmaa on järkevä lähteä tekemään. Laskelmat ja syötteiden potentiaalin määrittäminen suoritetaan kuitenkin omien laskelmien avulla.

Opinnäytetyön tutkimustyyppinä käytetään tapaustutkimusta, jossa selvitetään biokaasulaitoksen kannattavuus maatilakokoluokassa käyttäen kannattavuus- ja maksuvalmiuslaskelmia. Lisäksi investoinnin toteuttamiskelpoisuus arvioidaan skenaariotarkastelun avulla. Investoinnin toteuttamisen vaiheet ja arviointi jätetään opinnäytetyön ulkopuolelle. Laskelmat laaditaan käyttäen takaisinmaksuajan menetelmää, sisäisen korkokannan menetelmää sekä nettonykyarvo-menetelmää eli NVP-menetelmää.

**Nettonykyarvo.** Vaihekoski (2002, 84) kertoo investoinnin aiheuttavan aluksi ison negatiivisen kassavirran positiivisten kassavirtojen jäädessä vasta tulevaisuuteen. Nettonykyarvo-menetelmä ottaa huomioon tulojen ja menojen eriaikaisuuden diskonttaamalla kassavirrat nolлахetkeen, joten mitä myöhemmin kassavirta toteutuu, sitä pienempi nykyarvo sillä on.

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

NPV = Nettonykyarvo

CF = Vuotuinen kassavirta eli nettotuotto

r = Korkokanta

$n$  = Taloudellinen pitoaika

$t$  = Aika vuosina

(Haavisto 2015, 12)

**Annuiteettimenetelmä.** Annuiteettimenetelmässä hankintakustannus jaetaan pitoajalle yhtä suuriksi eriksi, tuloannuiteeteiksi ja menoannuiteeteiksi. Kannattava investointi on silloin, kun nettotuotot ovat vuotuisia annuiteetteja suurempia. Vastaus saadaan alla olevan kaavan avulla tai Excel-taulukkolaskentaohjelmassa MAKSU-funktiolla.

$$AN = \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1} * H$$

AN = Annuiteetti

H = Nettohankintahinta

$i$  = Desimaalinen korkokanta

$n$  = Investoinnin kestoaika

(Latva-Kyyny, [viitattu 14.1.2020]).

**Sisäinen korkokanta.** Sisäisellä korkokannalla tarkoitetaan korkokantaa, jossa diskontattu investoinnin nykyarvo on nolla. Sisäisen korkokannan menetelmän perusteella investoinnin sisäisen koron ollessa tuottovaatimusta suurempi, on investointi kannattava toteuttaa. Mikäli sisäinen korkokanta on investoinnin tuottovaatimusta pienempi, investointia ei kannata toteuttaa. Investoitavaksi kohteeksi kannattaa valita suurimman sisäisen koron omaava investointi. (Vaihekoski 2002, 86.)

Sisäinen korkokanta lasketaan käyttäen nettonykyarvon kaavaa sijoittamalla nolla nettonykyarvon vastauksen paikalle. Kuitenkin laskennan monimutkaisuuden vuoksi kaavaa varten on oma funktio Excel-taulukkolaskentaohjelmassa, joka antaa valmiin vastauksen valmiiksi ohjelmoitujen kaavojen avulla.

**Takaisinmaksuaika.** Takaisinmaksuajan menetelmä kertoo, kuinka nopeasti investoinnin nettotuotot ylittävät perushankintakustannukset eli milloin investointi maksaa itsensä takaisin. Takaisinmaksuaika määritetään kaavalla  $\text{hankintakustannus} / \text{vuotuinen nettotuotto}$ . (Investoinnin kannattavuus, [viitattu 14.1.2020].) Investointi on kannattava, mikäli takaisinmaksuaika on asetettua aikaa pienempi ja parempi se, jolla on lyhyempi takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuajan menetelmä ei pelkästään riitä, sillä se ei huomioi rahan aika-arvoa ja takaisinmaksuajan jälkeisiä tuottoja. (Latva-Kyyny, [viitattu 14.1.2020]).

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{\text{Investointikustannus}}{\text{Vuotuinen nettotuotto}}$$

## 4.2 Tilan energiapotentiaali

Maatalousyrityksen käytössä olevasta lannasta ja kuivajakeista biokaasua saadaan vuodessa teoriassa noin 110 000 m<sup>3</sup> verran. Siitä puhdasta metaania käytettäväksi muodostuu vuodessa 66 613 m<sup>3</sup>, mitä käytetään sähkön ja lämmön tuotannossa reaktorin yhteydessä olevassa CHP-laitoksessa. Metaanin määrä on saatu kertomalla biokaasun vuosittainen tuotantomäärä luvulla 0,6, mikä vastaa keskimääräistä biokaasun metaanipitoisuutta.

Biokaasulaitoksen tuottama ylijäämäkaasu voitaisiin siirtää läheiselle koululle, jossa se korvaisi tällä hetkellä käytettävän uusiutumattoman lämmitysmuodon. Kuljetettava matka on kokonaisuudessaan noin 540 metriä ja matkan varrella ei ole kaasuputken asennusta haittaavia esteitä. Reitti kulkee tasaisella maalla ja kaatoa biokaasulaitoksen ja koulun välillä muodostuu hyvin vähän. Putken reitti suunnitellaan kulkevan omien ja vuokrapeltojen kautta, jotta lisäkustannuksilta vältytään. Putkityö lasketaan noin 12 000 euron suuruiseksi, johon on laskettu mukaan suunnittelu, työt ja materiaalit, muun muassa vedenerotuskaivo, kaasupoltin ja kaasuputket.

## 5 KANNATTAVUUDEN LASKENTA

### 5.1 Lähtötiedot

Rakennettavan biokaasulaitoksen hyväksyttävät enimmäiskustannukset on saatu maatalan tarvitseman nimellisen lämpötehon ja sähkötehon avulla. Nimellinen sähköteho kerrotaan luvulla 6500 ja lisätään se nimellisen lämpötehon ja luvun 1500 tuloon. (A 22.12018/77.) Suurin myönnettävä määrä investointitukea on 40 prosenttia hyväksyttävästä enimmäiskustannuksesta. Koska kustannusarvio on hyväksyttävää enimmäiskustannusta suurempi, näyttää tukiprosentti alle 40 prosenttia. Tuki voi olla kuitenkin maksimissaan investointituen ehdoissa mainitun 40 prosentin suuruinen, tässä tapauksessa yhteensä 84 510 euroa.

Taulukko 6. Maatalouden investointituen enimmäismäärä.

Maatalan lämpöteho	38,8 kW
Sähköteho	23,6 kW
Hyväksyttävä enimmäiskustannus	211275 €
Tuki €	84510 €
Tukiprosentti	33,5 %

Mahdolliseksi energiayrittäjäksi ryhtyminen energiaa myydessä tulee ottaa huomioon, joten laskelma laaditaan niin maatalouden investointituen kuin energiatuen vaihtoehtoille. Kannattavuuslaskelmapohjalla laskelma voidaan räätälöidä mille tahansa tilalle omien lähtötietojen pohjalta. Lukijat voivat hyödyntää opinnäytetyön tuloksia ja laskumalleja omassa yritystoiminnassa ja biokaasulaitoksen investoinnin suunnittelussa. Taulukossa 6. määritetty lannoitehyöty tarkoittaa summaa, jota liukoisen typen määrän kasvulla voidaan laskennallisesti saavuttaa. Typen hinta on määritetty asiantuntijoiden avulla ja säästöt on laskettu keskimääräisen liukoisen typen nousun perusteella.

Taulukko 7. Lannoitehyödyn määrittäminen.

Lannoitehyöty	
Mädätysjäännös määrä	3093 t/v
Liukoisuuden nousu	0,5 kg Nliuk/t
Typen hinta	1 €/kg
Kokonaistuotto	1546,3 €/v

Edellä mainittujen tietojen perusteella laskelmia varten laadittavat tiedot näkyvät seuraavassa taulukossa. Taulukon 7. avulla lasketaan kolme eri investointilaskelmaa. Vaihtoehdossa 1. tuotettu energia käytetään tilalla ja ainoastaan ylijäämä myydään kaasuna tilan ulkopuolelle. Sähköä myydään tilan ulkopuolelle noin 45 000 kWh ja lämpöä noin 71 000 kWh. Työmenekki on arvioitu päivittäin nykyistä teknologiaa vastaavaksi, jonka vuoksi erillistä työmenekkitaulukkoa ei ole laadittu.

Taulukko 8. Investointilaskelmien lähtötiedot vaihtoehdossa 1.

Investointilaskelmien lähtöarvot (maat. investointituki)	
Perushankintakusannus	167 490 €
Nettotuotto	16 817 €
Investoinnin pitoaika	20 v
Laskentakorkokanta	0,08 %/100
Jäännösarvo	0 €
Vuotuiset kustannukset	9 265 €
Vuotuiset tuotot	26 082 €

Taulukossa 8. tuki määräytyy korkeintaan 30 prosentin suuruiseksi, mikäli energiaa ei käytetä omassa kulutuksessa suurempaa määrää kuin 20 prosenttia. Näin ollen maatilan käyttöön voidaan käyttää noin 40 000 kWh edestä lämpöenergiaa ja noin 35 000 kWh sähköenergiaa. Osa tuotetusta energiasta lasketaan myytävän kaasuna läheiselle koululle. Koulun lisäksi energiaa on myytävä myös lähialueen muille asiakkaille, kuten sähkönä naapureille. Kaasun siirtäminen myös muille ostajille on mahdollista, mutta laskelmissa niistä aiheutuvia kustannuksia ei oteta huomioon. Tällöin energiatuen vaatimuksissa oleva ehto 20 prosentin omakäytöstä toteutuu.

Taulukko 9. Investointilaskelmien lähtötiedot vaihtoehdossa 2.

Investointilaskelmien lähtöarvot (energiatuki)	
Perushankintakusannus	176400 €
Nettotuotto	22339 €
Investoinnin pitoaika	20 v
Laskentakorkokanta	0,08 %/100
Jäännösarvo	0 €
Vuotuiset kustannukset	9 265 €
Vuotuiset tuotot	31604 €

## 5.2 Nettonykyarvo

Nettonykyarvoa laskettaessa käytetään molemmissa vaihtoehdoissa lähtötiedoissa ilmoitettuja arvoja. Investoinnin tulot ja menot diskontataan nykyhetkeen diskonttauksen kaavalla. Laskelmassa vastauksen tulee olla positiivinen, jotta investointi on kannattava toteuttaa. Nettonykyarvoksi saadaan vaihtoehdossa 1. -2379, joka kertoo investoinnin olevan kannattamaton. Vaihtoehdossa 2. investoinnin nettonykyarvo on 42 929, mikä on huomattavasti vaihtoehtoa 1. korkeampi. Tällöin nettonykyarvon perusteella vaihtoehto 2. on vaihtoehdoista toteutettava.

## 5.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmän perusteella vaihtoehto 1. antaa vastaukseksi -242, jolloin investoinnista saatavat tuotot ovat kustannuksia matalammat. Vaihtoehto 2. puolestaan antaa positiivisen arvon 4372, jolloin investointi on kannattava. Vaihtoehto 2. on vertailtavista vaihtoehdoista paras.

## 5.4 Sisäinen korko

Sisäistä korkoa laskettaessa käytetään valmista Excel-taulukkolaskentasovelluksen funktiota ja sillä vaihtoehdon 1. sisäiseksi koroksi saadaan 8 prosenttia. Luku on alkuperäisen korkokannan kanssa tasoissa, jolloin myös sisäisen korkokannan me-

netelmällä laskettuna investointi ei ole kuin juuri ja juuri kannattava. Sisäisen korkokannan menetelmän perusteella investointia ei kannata lähteä toteuttamaan. Vaihtoehto antaa sisäiseksi korkokannaksi 11 prosenttia, asetettua 8 prosentin korkovaatimusta suurempi. Ainoastaan vaihtoehto 2. on kannattava toteuttaa.

## 6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten valossa näytti siltä, että vaihtoehto 2. osoittautui keskinäisessä vertailussa laskelmien mukaan paremmaksi vaihtoehdoksi, sillä kaikki kannattavuuden arvioinnissa käytettyjen menetelmien tulokset antoivat positiivisen tuloksen. Kyseisessä vaihtoehdossa tuen ollessa pienempi kompensoi kaasun myynnistä saatu tuotto menetettyjä tukieuroja ja investointi näytti laskelmien perusteella vaihtoehdoista paremmalta. On kuitenkin muistettava, että energiatuen vuoksi maatalouteen käytettävän energian osuus oli ainoastaan 20 prosenttia tuotetusta energiasta, mikä ei riittänyt täysin tilan tarpeisiin. Lämmön tuotantoa täytyi silti olla riittävästi, joka edellytti esimerkiksi maalämmön käyttöönottoa tai vanhan hakejärjestelmän peruskorjausta. Tällöin ostoenergian tarve pysyi edelleen olemassa ja vuosittaiset säästöt jäivät oletettua pienemmäksi. Metaanin tuoton vaihtelut asettivat omat riskinsä laskelmien paikkansapitävyydelle, sillä laskelmissa kaasunsaannon ja metaanintuoton arvoina käytettiin useammasta lähteestä saatuja keskimäärisiä taulukkoarvoja.

Opinnäytetyön investointi vaatii vielä runsaasti lisäselvitystä, eikä pelkästään kannattavuuslaskelmien perusteella investointia lähdetä toteuttamaan. Investointi voidaan toteuttaa vasta perusteellisen lisäselvityksen jälkeen, sillä koko prosessia ei opinnäytetyössä käsitelty. Tarpeellista on myös selvittää biokaasulaitoksessa käytettävän säilörehun tuotantokustannus, sillä laskelmissa hintaa ei käytettävälle rehulle määritetty. Rehu oletettiin saatavan rehutähteinä ja tuotantoon kelpaamattomilta lohkoilta, kuten esimerkiksi kesanto- tai luonnonhoitonurmilta. Investointiin myönnettävien tukien mahdolliset muutokset tulee ottaa huomioon myöhemmissä vaiheissa, sillä tukien suhteellinen osuus on suuri. Sähkön myynnin turvaamiseksi esimerkkitalon tulee laatia kirjallinen kaasun myyntisopimus ainakin kymmeneksi vuodeksi, jotta vähintään puolet investoinnin käyttöiän tuotoista ovat taattuina. Sähkön myyntiä tarvitaan mahdollisesti laajentaa myös lähialueen kotitalouksiin, jotta kaikki tuotettu energia saadaan myyntiin. Tuloksia voidaan pitää luotettavina, kun huomioon otetaan kaasunsaannon taulukkoarvot ja muut seikat, jotka saattavat käytännössä vaikuttaa kannattavuuteen joko positiivisesti tai negatiivisesti.

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä (Valtioneuvosto 2019, 32). Tämä puoltaa biokaasulaitosta järkevänä energiatuotantomenetelmänä ja lähellä olevien energian kuluttajien ansiosta mahdollinen energiayrittäjäyys on kannattava vaihtoehto tutkimustilalla myös tulevaisuudessa. Biokaasutuotanto on tulevaisuudessa merkittävässä osassa alueellisessa energiantuotannossa, joten opinnäytetyössä esitetyn tilan kaltaisissa tapauksissa biokaasu tulee toivottavasti saamaan entistä enemmän tuulta alleen. Siksi opinnäytetyön aihe on tällä hetkellä erittäin ajankohtainen. Aiheesta avautuu useita jatkotutkimuksen aiheita, joita voidaan tulevaisuudessa jatkaa, kuten esimerkiksi yhteismädätyslaitoksen ja maatilamittakaavan laitoksen hyötyjen ja haittojen kartoittaminen. Jokaisella biokaasulaitosta suunnittelevalla tilalla on mahdollista hyödyntää työn laskelmia omassa projektissaan. Jatkossa tulevaisuuden mahdollisuudet biokaasun hyödyntämiselle maatilalla elävät ja uusia poliittisia päätöksiä kannattavuuden parantamiseksi tarvitaan.

## LÄHTEET

- A 22.1.2018/77. Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden investointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista.
- Biogas. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Ei päiväystä. Solms: Herhof GmbH. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: <http://www.herhof.com/en/products/biogas-system.html>
- Biokaasu. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Demeca Oy. [Viitattu 9.12.2019]. Saatavana: <https://demeca.fi/biokaasu/>
- Biokaasun tuotanto maatilalla. 2013. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf)
- Energian kulutus ja tehon tarve. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergianeuvoja.fi. [Viitattu 2.2.2020]. Saatavana: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energian-kulutus-ja-tehon-tarve/>
- Energiatuki. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Helsinki: Business Finland. [Viitattu 28.1.2020]. Saatavana: <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaalle/palvelut/rahoitus/energiatuki/>
- Eriksson, P & Koistinen, K. 2014. Monenlainen tapaustutkimus. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. [Viitattu 30.1.2020]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153032/Tutkimuksia%20ja%20selvityksi%C3%A4%2011%202014%20Monenlainen%20tapaustutkimus%20Eriksson%20Koistinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haavisto, J. 2015. Investoinnin kannattavuus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Liiketalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 5.2.2020]. Saatavana: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87454/Haavisto\\_Jaana.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87454/Haavisto_Jaana.pdf?sequence=1)
- Haverinen, T. 18.12.2014. Maatilojen omatoimirakennetut biokaasulaitokset. [Verkojulkaisu]. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu Oy. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: [https://www.oamk.fi/hankkeet/bioologia/docs/materiaalit/Biokaasu\\_selvityksen\\_raportti\\_Tiina\\_Haverinen.pdf](https://www.oamk.fi/hankkeet/bioologia/docs/materiaalit/Biokaasu_selvityksen_raportti_Tiina_Haverinen.pdf)
- Hiltula, T. 2015. Biovoimalaitoksen mitoitus. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 4.2.2020]. Saatavana: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/98911/BIOVOIMALAITOKSEN%20MITOITUS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huttunen, MJ., Kuittinen, V. & Lampinen, A. 2018. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 21. [Verkojulkaisu]. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto. [Viitattu 19.1.2020].

Saatavana: [https://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6.pdf](https://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2856-6/urn_isbn_978-952-61-2856-6.pdf)

Huttunen, MJ., Kuittinen, V. & Lampinen, A. 2018. Teoksessa: Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 21. [Verkkojulkaisu]. Itä-Suomen yliopisto. [Viitattu 25.11.2019]. Saatavana: [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2856-6/urn_isbn_978-952-61-2856-6.pdf)

Investoinnin kannattavuus. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. [Viitattu 14.1.2020]. Oulu: Business Oulu. Saatavana: <https://www.yritystulkki.fi/fi/alue/oulu/aloit-tava-yrittaja/suunnittelu/taloussuunnitelmat/investoinninkannattavuus/>

Kalmari, J. Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus suomalaisella sikatilalla. 2006. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto. Taloustieteen laitos, maatalouden liiketaloustiede. Pro gradu -tutkielma. [Viitattu 7.11.2019]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/673/Selv42.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015. Biokaasuprosessit ja laitosasteet. Teoksessa: M. Kymäläinen & O. Pakarinen (toim.) BIOKAASUTEKNOLOGIA Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Forssa: Forssa Print Oyt, 82-93, 17.

Laihanen, M. 2009. Energiaa tuotannosta. Teoksessa: Kari, M. (toim.) Maatilayrityksen energiaopas. Tieto tuottamaan 130. Keuruu: Kirjapaino Otava Oy, 28

Laitila, E., Ryhänen, M., Närvä, M., Sipiläinen, T. & Rajakorpi, J. 2014. Johdanto. Teoksessa: Ryhänen, M. & Laitila, E. Yhteistyö- ja verkostosuhteet. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Saatavana: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81894/A19.pdf?sequence=1>

Laitoshyväksyntä. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.2.2020]. Seinäjoki: Ruokavirasto. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/laitoshyvaksynta/>

Latva-Kyyny, M. 11.2018. Investointilaskelmamenetelmät. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Investoinnit ja rahoitus-kurssi. Luento.

Latvala, M. 2009. Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 19.2.2020]. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavana: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37998/SY\\_24\\_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37998/SY_24_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lehtomäki, A. 2006. Biogas production from energy crops and crop residues. Jyväskylä: Univeristy of Jyväskylä.

- Leikas, T. 2015. Biokaasun koostumus ja rikkivetypitoisuuden hallinta. [Verkojulkaisu]. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, ympäristöteknologia. [viitattu 28.11.2019]. Opinnäytetyö. Saatavana: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90984/Leikas\\_Timo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90984/Leikas_Timo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Luostarinen, S. Biokaasun tuotantoprosessit ja –teknologiat. Päiväys 22.10.2009. [Verkojulkaisu]. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 20.01.2020]. Saatavana: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538734/Luostarinen-Sari-2009-10-22-20339595.pdf?sequence=1>
- Luostarinen, S. Erikoistutkija. Luonnonvarakeskus. Biokaasutuotannon kokonaisuus – mistä silloin puhutaan? Esitelmä. Biokaasua Pirkanmaalle 8.10.2019. Tampere.
- Maatalouden biokaasulaitoksen ympäristölupa. 2013. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42289/SYKEra\\_33\\_2013.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42289/SYKEra_33_2013.pdf?sequence=1)
- Maatalouden investointituet. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. [19.1.2020]. Seinäjoki: Ruokavirasto. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalouden-investointituet/>
- Olafsson, S. 2003. Making Decisions Under Uncertainty – Implications for High Technology Investments. BT Technology Journal. Vol. 21, nro. 2, s. 171.
- Paavola, T., Kuittinen, V. & Kirkkari, A. 2006. Biokaasu. Teoksessa: Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J. & Teräväinen, H. (toim.) Maatilayrityksen bioenergian tuotanto. Tieto tuottamaan 115. Keuruu: Kirjapaino Otava Oy, 68
- Saaranen, P., Koltola, E. & Pösö, J. 2011. Liike-elämän matematiikka. Helsinki: Edita.
- Silvennoinen, H., Latvala, T., Järvinen, E., Toivonen, R., Rämö, A. & Pelkonen, P. Bioenergiayrittäjyys. (toim.) 2008. BIOENERGIAA METSISTÄ JA PELLOILTA: Viljelijöiden suhtautuminen bioenergiaraaka-aineiden tarjontaan sekä bioenergiayrittäjyyteen. Helsinki: Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos PTT.
- Taavitsainen, T. 2019. Envitecpolis Oy. Puhelinkeskustelu 4.12.2019.
- Taavitsainen, T. 26.01.2019. Maatilojen biokaasuinvestoinnit imussa. [Blogikirjoitus]. Envitecpolis. [Viitattu 6.11.2019]. Saatavana: <https://envitecpolis.fi/2017/01/26/energiaraatali-blogi-biokaasuinvestoinnit-imussa/>
- Taavitsainen, T. 5.2006. Maatalouden biokaasulaitoksen perustaminen ja turvallisuustarkastelu. [Verkojulkaisu]. Savonia-ammattikorkeakoulu. [Viitattu

3.2.2020]. Saatavana: <http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/Mallara-portti2452006.pdf>

Vaihekoski, M. 19.5.2002. Excel ja rahoitusalan sovellukset. Helsinki: Dark Oy, 84.

Valtioneuvosto. 2019. Hallituksen toimintasuunnitelma Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Päiväty 7.10.2019. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.10.2019]. Saatavana: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161823/Hallituksen\\_toimintasuunnitelma.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161823/Hallituksen_toimintasuunnitelma.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Winquist, E., Luostarinen, S., Kässi, P., Pyykkönen, V. & Regina, K. Johdanto. 2015. Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.11.2019]. Saatavana: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486091/luke\\_luobio\\_36\\_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486091/luke_luobio_36_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Yritystuen hakeminen. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Ruokavirasto. [Viitattu 27.12.2019]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/tuet/maaseudun-yritystuet/yritystuen-hakeminen/>

Yritystuen myöntäminen ja yritystukihakemuksen täyttöohjeet. Päiväys 23.10.2017. [Verkkosivu]. Seinäjoki: Ruokavirasto. [Viitattu 30.1.2020]. Saatavana: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-jalomakkeet/yritykset/tuet-ja-palvelut/3305\\_ohje.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-jalomakkeet/yritykset/tuet-ja-palvelut/3305_ohje.pdf)

Luostarinen, S. Biokaasun tuotantoprosessit ja –teknologiat. Päiväys 22.10.2009. [Verkkajulkaisu]. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 20.01.2020]. Saatavana: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538734/Luostarinen-Sari-2009-10-22-20339595.pdf?sequence=1>

## LIITTEET

Liite 1. Lantavarastojen ohjetilavuudet

Lantavarastojen ohjetilavuudet (m<sup>3</sup>) 12 kuukauden varastoisiaikaa varten eläintä/  
eläinpaikkaa kohti lantatyypeittäin

Eläin	Lantatyyppi	Lantamäärä m <sup>3</sup> /eläin/a (ilman sadevettä)
Lypsylehmä (8500 kg)	Lietelanta	25,5
	Kuivikelanta	35,8
Hieho	Lietelanta	8,5
	Kuivikelanta	16,7
Emolehmä	Lietelanta	19,0
	Kuivikelanta	25,5
Sonnit	Lietelanta	12,1
	Kuivikelanta	16,1
Lehmävasikka 6-12 kk	Lietelanta	7,2
	Kuivikelanta	12,1
Lehmävasikka < 6 kk	Lietelanta	3,6
	Kuivikelanta	7,6
Sonnivasikka 6-12 kk	Lietelanta	9,5
	Kuivikelanta	15,1
Sonnivasikka < 6 kk	Lietelanta	4,7
	Kuivikelanta	8,9

Eläin	Lantatyyppi	Lantamäärä m <sup>3</sup> /eläin/a (ilman sadevettä)
Lypsylehmä (8500 kg)	Kuivalanta	19,8
	Virtsa	8,7
Hieho	Kuivalanta	8,2
	Virtsa	2,9
Emolehmä	Kuivalanta	21,1
	Virtsa	1,9
Sonnit	Kuivalanta	12,6
	Virtsa	1,7
Lehmävasikka 6-12 kk	Kuivalanta	7,6
	Virtsa	1,7
Lehmävasikka < 6 kk	Kuivalanta	3,9
	Virtsa	1,1
Sonnivasikka 6-12 kk	Kuivalanta	10,0
	Virtsa	2,1
Sonnivasikka < 6 kk	Kuivalanta	5,0
	Virtsa	1,3

Lantavarastojen vaaditut ohjetilavuudet naudoilla, josta lypsylehmän lantamäärä muutettu vastaamaan 10 000 kilogramman keskituotosta (Ympäristöministeriö).