

## BIOKAASULAITOKSEN TOIMINTAEDELLYTYKSET PUDASJÄRVELLÄ

Kaisa Happonen

Kesä 2016

Oulun ammattikorkeakoulu Oy

Myssy – Maaseudun yrityssymbioosit

## SISÄLLYS

1	Johdanto .....	3
2	Selvitystyön tavoite ja menetelmät .....	4
3	Biokaasuprosessin lähtökohdan määrittely .....	5
3.1.	Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi .....	5
3.2.	Sähkön ja lämmön yhteistuotanto .....	7
3.3.	Kaasun myynti .....	7
3.4.	Ravinteiden tuotanto .....	8
3.5.	Jätteen käsittely .....	8
4	Lainsäädäntö ja luvat .....	9
5	Syötteet .....	10
5.1.	Kasvibiomassat .....	10
5.2.	Lannat .....	11
5.3.	Jätteet .....	12
5.4.	Pudasjärven biokaasulaitoshankkeen syötteet .....	13
6	Käsittelyjännöksen käyttökohteet .....	17
7	Toimijat .....	19
8	Biokaasulaitoksen laitostyyppi, mittakaava ja sijaintipaikka .....	22
9	Biokaasusta kannattavaa liiketoimintaa? .....	24
10	Yhteenveto .....	27
	LÄHTEET .....	28
	LIITTEET .....	31

# 1 JOHDANTO

Tämä selvitystyö on tehty Oulun ammattikorkeakoulu Oy:n ja Lapin ammattikorkeakoulu Oy:n Myssy - Maaseudun yrityssymbioosit –hankkeessa touko-heinäkuussa 2016. Hankkeen tavoitteena on lisätä yritysten yhteistyötä, materiaali kiertoa ja energiatehokkuutta, sekä edistää kiertotaloutta Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin alueella. Selvitys tehtiin korkeakouluharjoittelijan toimesta.

Aloite tämän selvitystyön tekemiseen tuli keväällä 2016 muutamalta pudasjärveläiseltä yrittäjältä, jotka olivat kiinnostuneet biokaasun tuotannosta. Tällä selvitystyöllä pyrittiin vastaamaan paikallisten kiinnostukseen biokaasun tuotantoa kohtaan, sekä edistämään Myssy –hankkeen tavoitteita maaseudun yrityssymbioosien kehittämiseksi ja kuvaamiseksi.

Biotalous ja kiertotalous ovat tämän raportin kirjoitushetkellä hyvin voimakkaasti esillä suomalaisessa yhteiskunnassa. Biotalousella tarkoitetaan taloutta, joka uusiutuvia luonnonvaroja hyödyntäen tuottaa ravintoa, energiaa, tuotteita tai palveluita. Pudasjärvellä on vahvat perinteet biotaloudessa niin maatalouden kuin myös teollisuuden ja energiantuotannon aloilta. Kiertotaloudessa pyritään ehkäisemään jätteen syntyä suunnittelemalla materiaalit ja tuotteet niin, että ne voidaan käyttää esimerkiksi raaka-aineina niiden tultua käyttöikänsä päähän. Kiertotalouden tavoitteena on minimoida jätteen synty ja neitseellisten raaka-aineiden tarve. Biotalous on olennainen osa hiilineutraalia ja siten ilmastoystävällistä kiertotaloutta. Maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen tehokkaampi hyödyntäminen, siis esimerkiksi biokaasun tuotanto, on esillä myös Suomen biotalousstrategiassa.

Usean yrityksen yhteistyössä eli yrityssymbioosissa toimiva biokaasulaitos olisi biotalouden ja kiertotalouden malliesimerkki. Paikallisessa biokaasun tuotannossa yrityksissä syntyvät sivuvirrat otettaisiin käyttöön biokaasutuotannon raaka-aineina, ja lopputuotteina saataisiin paikallista uusiutuvaa energiaa, sekä lannoitetta.

## 2 SELVITYSTYÖN TAVOITE JA MENETELMÄT

Tämän työn tavoitteena oli selvittää Pudasjärvelle mahdollisesti perustettavan biokaasulaitoksen käytettävissä olevat syötteet, niiden määrät ja kuljetusmatkat. Myös mahdollisten porttimaksullisten syötteiden määrää oli tavoitteena arvioida. Tavoitteena oli selvittää millaiset markkinat biokaasusta jalostetuilla eri energiamuodoilla Pudasjärvellä voisi olla. Selvityksen tavoitteena oli kuvata yrityssymbioosi, joka biokaasun tuotannon ympärille muodostuisi.

Selvitystyön menetelminä olivat haastattelut ja keskustelut, sekä sähköpostinvaihto pudasjärveläisten toimijoiden kanssa. Lisäksi tehtiin perinteistä tiedonhakuja kirjallisuudesta. Touko-heinäkuussa 2016 toteutettiin webropol-kysely biokaasun tuotantoedellytysten selvittämiseksi Pudasjärvellä.

Tässä raportissa on esitelty tehdyn selvitystyön tuloksia. Osa tavoitteista saavutettiin, mutta jotkin asiat vaativat vielä lisäselvityksiä.

### **Webropol-kysely**

Selvitystyön alussa toteutettiin webropol-kysely (liite 1), jolla kartoitettiin paikallisten toimijoiden kiinnostusta Pudasjärvelle mahdollisesti syntyvää biokaasulaitoshanketta kohtaan, yrityksissä syntyviä syötteitä, kiinnostusta käsittelyjäännöksen käyttöön lannoitteena tai maanparannusaineena, sekä biokaasun käyttöön polttoaineena. Kyselyn avulla saatiin selville myös biokaasulaitostoiminnasta kiinnostuneiden toimijoiden yhteystiedot, minkä jälkeen heihin oltiin yhteydessä puhelimitse ja sähköpostitse. Lisäksi yrityksissä vierailtiin paikanpäällä. Kysely oli avoinna 27.5.-7.6.2016 ja tänä aikana vastauksia saatiin vain kaksi. Kyselyn aukioloaikaa jatkettiin 11.7.2016 saakka, jolloin vastauksia saatiin 7, eli vastauksia tuli yhteensä 9. Kysely avattiin siihen vastaamatta 34 kertaa, jolloin vastausprosentti kyselyn tavoitaneiden henkilöiden osalta oli 20,9 %. Kysely välitettiin sähköpostitse kaikille Pudasjärvellä tukia hakeville tiloille, sekä suoraan sähköpostitse kalastuskunnille sekä useille yrityksille. Alhainen vastausprosentti voi selittyä sillä, että kysely toteutettiin kesäaikaan, jolloin maatalousyrittäjillä olivat peltotyöt ja tukien haku käynnissä, joten aikaa vastaamiseen ei välttämättä löytynyt. Parhaiten vastauksia saatiin, kun kyselystä lähetettiin muistutusviesti myrskysäiden aikaan viikolla 23.

### 3 BIOKAASUPROSESSIN LÄHTÖKOHDAN MÄÄRITTELY

Pudasjärven biokaasulaitos selvityksen liikkeellepanijana toimivat paikallisten toimijoiden kiinnostus tuottaa biokaasua, sekä käsittelyjäännöksenä syntyvää lannoitetta. Lisäksi biokaasulaitostoiminnasta kiinnostuneet yrittäjät olivat halukkaita hyödyntämään paremmin yrityksissään syntyviä sivuvirtoja tai vajaakäytöllä olevaa kalustoa.

Biokaasun tuotantoon soveltuvaa materiaalia on selvitystyön mukaan Pudasjärven alueella runsaasti saatavilla. Pudasjärvellä on kiinteä keskusta-alue, jonka tuntumaan energiantuotannon keskittäminen voisi onnistua. Tässä luvussa on tarkasteltu eri lähtökohtia biokaasun tuotantoon.

#### 3.1. Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi

Biokaasusta on mahdollista valmistaa liikennepolttoainetta, biometaania. Tällöin kaasu jalostetaan niin, että sen metaanipitoisuus on vähintään 97 prosenttia, ja epäpuhtaudet poistetaan. Suomessa käytettävä liikennebiokaasu on 100 prosenttista paineistettua biokaasua (CBG100, *compressed biogas* 100%). Vuoden 2016 alkupuolella biokaasusta sai liikennepolttoaineen tuotannossa paremman tuoton, kuin energiantuotannossa. Vuoden 2015 lopussa Suomessa oli 24 liikennebiokaasun tankkausasemaa. Yksityisiä tankkausasemaoperaattoreita oli kahdeksan. Sitran selvityksen (Mutikainen, Sormunen, Paavola, Haikonen & Väisänen 2016) mukaan liikennebiokaasun tankkausasemien määrä tulee kasvamaan Suomessa seuraavien kymmenen vuoden aikana. Biokaasu on edullisin julkisilta asemilta tankattava liikenteen energiamuoto. Vuoden 2014 lopussa liikennebiokaasun tuotantokapasiteetti Suomessa oli 16 MWpa (pa=polttoaineteho). (Mutikainen ym. 2016, 14-15.) Ruotsissa biokaasun yleisin käyttötapa on sen käyttö liikennepolttoaineena (Amiri, Henning & Karlsson 2013, 242).

Kiinnostusta biokaasun liikennepolttoainekäyttöön tiedusteltiin selvitystyön aikana toteutetulla webropol-kyselyllä, sekä suorilla sähköpostiyhteydenotoilla auto- ja kuljetusalan yrityksiin. 71 prosenttia kyselyn vastaajista, sekä muutama vastaaja kyselyn ulkopuolelta oli kiinnostunut biokaasusta henkilöauton liikennepolttoaineena. Näiden toimijoiden lisäksi tarjonta loisi

todennäköisesti myös kysyntää, ja kaasukäyttöisiä ajoneuvoja hankittaisiin myös muiden yritysten ja pudasjärveläisten kuluttajien toimesta. Lisäksi osa vastaajista oli kiinnostunut biokaasusta työkoneiden ja kuljetuskaluston polttoaineena.

Liikennebiokaasun tulevaisuus Pohjois-Pohjanmaalla näyttää lupaavalta, sillä Gasum Oy ja Oulun Jätehuolto suunnittelevat yhteensä 2-3 biokaasun tankkausaseman perustamista Ouluun jo lähitulevaisuudessa (Klemetilä 2016). Lisäksi Jahotec Oy Limingassa suunnittelee biokaasun tankkausasemaa. Mitä kattavampi biokaasun tankkausasemien verkosto on, sitä enemmän kaasukäyttöisten ajoneuvojen oletetaan yleistyvän. Pudasjärvellä on vilkasta ohikulkuliikennettä sen sijaitessa Oulu-Kuusamo tien varressa. Kuusamoon ja Syötteelle, sekä mahdollisesti Lappiin matkalla olevat ohikulkijat lisäävät mitä todennäköisimmin biometaanin kysyntää yli kaupungin asukkaiden ja toimijoiden oman tarpeen.

Yksi kilo biometaania vastaa 1,56 litraa bensiiniä tai 1,39 litraa dieseliä tai kevyttä polttoöljyä. Biometaanin myyntihinta kuluttajille oli kesällä 2016 1.40-1.45 €/kg. (Gasum Oy 2016, viitattu 15.6.2016; Kela 2015, 18.) Biometaanin energiasisältö on 10 kWh kuutiota kohden ja 13,9 kWh kiloa kohden. Biokaasua polttoaineena käyttävät henkilö- ja pakettiautot ovat tyypillisesti bi fuel – autoja, joissa voidaan käyttää kaasun lisäksi perinteistä nestemäistä polttoainetta. Tehdasvalmisteiset bi fuel –autot eivät ole merkittävästi vastaavia bensiinikäyttöisiä autoja kalliimpia, ja edullisemmän polttoaineen ansiosta bi fuel –auton hankinta tulee bensiinikäyttöistä autoa kannattavammaksi noin 13 000 kilometrin ajon jälkeen. Myös tavanomaisia nestemäisiä polttoaineita käyttävä auto on mahdollista muuttaa bi fuel –autoksi. Konversio maksaa noin 2 500 euroa. Biokaasuautot eivät ole toistaiseksi yleistyneet toivotulla tavalla. Syitä tähän ovat muun muassa tankkausverkoston huono kattavuus, investointitarpeet, tietämättömyys ja ajosäteen pienentyminen. Ainoastaan kaasua käyttävän auton ajosäde on ainoastaan nestemäisiä polttoaineita käyttävää autoa pienempi. Kun autoon voidaan tankata sekä kaasua että nestemäistä polttoainetta (bi fuel –autot), on sen käytösäde puhtaasti kaasukäyttöistä autoa suurempi. (Kela 2015, 27-28, 21-23.)

Biometaanin tuotantoon tarvittavat puhdistus- ja paineistuslaitteet kasvattavat biokaasulaitoksen investointeja noin 200 000 euroa, minkä lisäksi investointeja tarvitaan tankkausaseman perustamiseen. Tässä selvityksessä Pudasjärvelle mahdollisesti perustettavan biokaasulaitoksen on laskettu tuottavan biometaania noin 950 000 kWh eli vajaat 68 000 kg vuodessa. Jos laitostekoa kasvatetaan, kasvaa luonnollisesti myös biometaanin tuotantopotentiaali.

### 3.2. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto

Kun biokaasua käytetään yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon (CHP, *combined heat and power*), on suurin osa tuotetusta energiasta lämpöä. Näin ollen CHP-laitoksen tulisi sijaita lähellä lämmön käyttökohteita, esimerkiksi kaukolämpöverkostoa tai lämmitysenergiaa tarvitsevaa teollisuutta. Lämmityksen tarpeen tulisi olla melko tasaista. (Mutikainen ym. 2016, 13.) Biokaasuprosessin lämmitys, sekä sekoituksen, automatiikan ja muun tekniikan tarvitsema energia on mahdollista kattaa biokaasulaitoksen omalla energiantuotannolla. Yli laitoksen oman tarpeen tuotettu sähkö voidaan myydä verkkoon tai suoraan asiakkaalle. (Amiri ym. 2013, 245-248.)

Mikäli Pudasjärven mahdollisen biokaasulaitoksen tuottaman kaasun ensisijainen käyttötarkoitus on liikennepolttoainekäyttö, on sähköä kuitenkin mahdollista tuottaa noin 330 000 kWh ja lämpöä noin 520 000 kWh vuodessa. Laitoksen oman kulutuksen jälkeen myytäväksi jäisi noin 190 000 kWh sähköä ja 180 000 kWh lämpöä. Tässä esimerkissä syntyvästä biokaasusta noin puolet jalostetaan liikennepolttoaineeksi ja puolet CHP-tuotannossa sähköksi ja lämmöksi.

### 3.3. Kaasun myynti

Pudasjärven energiaosuuskunnan hakelämpölaitos on toiminut Pudasjärven Kurenalan alueella noin viisi vuotta. Laitoksella on tällä hetkellä yhden megawatin (1 MW) tehoinen öljykattila, jolla tuotetaan kaukolämpöä silloin, kun hakkeen polttaminen ei lämmön vähäisen tarpeen vuoksi ole kannattavaa. Öljykattila voitaisiin korvata tai sen rinnalle voitaisiin rakentaa kaasupoltin, jolloin vähäisen kysynnän aikaan öljyn sijaan voitaisiin käyttää polttoaineena uusiutuvaa biokaasua. Mikäli biokaasulaitos ja hakelämpölaitos sijaitsisivat lähekkäin, olisi biokaasureaktorin tarvitsema lämmitysenergia mahdollista ostaa hakelämpölaitokselta. Tällöin suurempi osa syntyvästä biokaasusta voitaisiin jalostaa liikennepolttoaineeksi. (Nissi 2016a.) Mikäli osa tuotetusta biokaasusta myydään suoraan kaasuna, vaikuttaa tämä mahdolliseen CHP-tuotantoon vähentävästi. Asia vaatii lisäselvitystä, mikäli laitoshanketta halutaan edistää tähän suuntaan. Mikäli kaasua myydään hakelämpölaitokselle ja sieltä ostetaan lämpöä biokaasuprosessiin, ei CHP-tuotanto todennäköisesti ole kannattavaa tai tarpeellista, vaan tuotettu kaasu kannattaa jalostaa kokonaisuudessaan liikennepolttoaineeksi.

### **3.4. Ravinteiden tuotanto**

Biokaasuprosessin lopputuotteena syntyy käsittelyjäännöstä eli rejektiä, joka sisältää kaikki prosessiin syötetyt pää- ja hivenravinteet. Prosessin myötä osa orgaanisesta tyyestä muuttuu liukoisempaan, eli helpommin kasvien käytettävissä olevaan muotoon. Käsittelyjäännöstä voidaan käyttää sellaisenaan lannoitteena tai maanparannusaineena, minkä lisäksi sen jalostus lannoitevalmisteiksi on viime aikoina yleistynyt. (Paavola & Kapuinen 2015, 94-95.) Käsittelyjäännös voi tulevaisuudessa olla oikein jalostettuna ja markkinoituna myyntituote. Kesällä 2016 tilanne on kuitenkin se, ettei käsittelyjäännöksen myynti biokaasulaitoksilta ole kovinkaan mittavaa. Biokaasuprosessin ensimmäisenä lähtökohtana kannattaakin ainakin toistaiseksi pitää mieluummin energian, kuin ravinteiden tuotantoa.

### **3.5. Jätteen käsittely**

Jätteen käsittely voi olla yksi biokaasuprosessin lähtökohdista. Biokaasuprosessin syötteenä voidaan käyttää monenlaisia biomassoja, myös biohajoavia jätteitä. Pudasjärven kaupunki järjestää tällä hetkellä jätehuollon omakoti-, kerros- ja rivitalojen, sekä vapaa-ajanasuntojen osalta, mukaan lukien laitoskeittiöt ym. isot toimijat. Biojätteen kaatopaikalleviemiskiellon myötä biojäte täytyy käsitellä tavalla tai toisella. Pudasjärven kaupungin jätehuoltomääräyksissä on mahdollisuus sopia biojätteen toimittamisesta hyötykäyttöön, jolloin kaupungin jätehuoltoon ei tarvitse liittyä biojätteen osalta.

Pudasjärvellä sijaitsee teurastamo, jossa teurastetaan poroja ja lampaita. Teurastamojätteen käyttämisestä biokaasulaitoksen syötteenä oli puhetta muun muassa Puhoksella 17.5.2016 järjestetyssä kylätilaisuudessa. Eläinten rehuksi kelpaamaton tai muuten käyttökelvoton teurastamojäte voitaisiin käyttää hyödyksi biokaasun tuotannossa.

Pudasjärvellä jonkin verran myös hevostaloutta. Hevostalleilla syntyvä lanta on lainsäädännössä määritelty eläinperäiseksi jätteeksi, joka tulee joko hyödyntää maanparannusaineena kasvintuotannossa tai energiana. Mikäli lantaa ei saada hyödynnettyä omalla tilalla, on se luovutettava ulkopuoliselle. (Myllymäki, Särkijärvi, Kumpula, Kauppinen & Virkkunen 2014, 9.) Tällä hetkellä Pudasjärvellä syntyvä hevosen lanta sekoitetaan turpeeseen ja käytetään maisemoinnissa ja yhdyskuntarakentamisessa, tai lannoitteena hevostilojen omilla pelloilla (Nissi 2016a).



## 4 LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUVAT

Biokaasun valmistukseen ja varastointiin, sekä laitoksessa muodostuvan metaanin käyttöön, talteenottoon, siirtoon ja jakeluun, sekä niihin liittyviin putkistoihin ja laitteistoihin sovelletaan asetusta vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999). Biojätteitä käsittelevän laitoksen rakennukset tarvitsevat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisen rakennusluvan kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Biokaasun siirtoon ja käyttöön tarvittaviin rakenteisiin tarvitaan maakaasusetuksen (1058/1993) mukainen rakennuslupa. Koska biokaasu luokitellaan erittäin herkästi syttyväksi kaasuksi, tulee biokaasulaitokselle laatia räjähdysuojasiasiakirja. (Mutikainen ym. 2016, 22-23.)

Mikäli laitoksessa käsitellään eläimistä saatavia sivutuotteita kuten teurastamojätettä, tarvitsee se sivutuoteasetuksen (EY 1069/2009) mukaan Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) laitoshyväksynnän. Laitoshyväksynnän saamiseksi laitoksella on oltava HACCP-järjestelmään (*hazard analysis and critical control points*, vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) perustuva omavalvontajärjestelmä. (Mutikainen ym. 2016, 23.)

Mikäli biokaasulaitoksessa syntyvää käsittelyjäännöstä myydään tai markkinoidaan, tulee käsittelyjäännökselle olla lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan Eviran tuotehyväksyntä. Tuotehyväksyntä edellyttää omavalvontaa ja laitoshyväksyntää. Lannoitevalmisteen tulee täyttää lannoitteen tyyppinimiluettelon ehdot. (Mutikainen ym. 2016, 23.)

## 5 SYÖTTEET

Biokaasuprosessi perustuu hapettomissa olosuhteissa tapahtuvaan mikrobien orgaanisen aineksen hajotustoimintaan. Biokaasutuotannon raaka-aineeksi soveltuvat erilaiset biomassat, muun muassa maatalouden raaka-ainelähteet kuten lanta ja peltobiomassat, yhdyskuntabiojäte, puhdistamolietteet, sekä teollisuuden sivutuotteet ja jätteet kuten teurastamojätteet tai elintarviketeollisuuden sivutuotteet. (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 21-22.) Vuonna 2014 Suomessa toimi 46 biokaasulaitosta, jotka tuottivat yhteensä 155,5 milj. m<sup>3</sup> biokaasua, josta hyödynnettiin 84,5 prosenttia. Tästä murto-osa, yhteensä 1,019 milj. m<sup>3</sup> tuotettiin kolmessa maatilakokoluokan biokaasulaitoksessa. Maatilakokoluokan biokaasulaitosten tuottamasta biokaasusta hyödynnettiin 99,2 prosenttia. (Huttunen & Kuittinen 2015, 3, 19-20.)

### 5.1. Kasvibiomassat

#### Säilörehu ja nurmi

Nurmi lienee potentiaalisin energiakasvi Suomen pohjoisissa olosuhteissa. Kasvibiomassojen metaanintuottopotentiaalit ovat yleisesti ottaen korkeita verrattuna lantoihin, sillä ne sisältävät enemmän orgaanista ainetta. Nurmi onkin erinomainen syöte biokaasuprosessiin. Energiakasviksi viljellyn nurmen lisäksi kesannoilta, luonnonhoitopelloilta ja suojavyöhykkeiltä niitettävä nurmi soveltuu ja on syytä ottaa biokaasulaitoksen syötteenä. (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 37-39.)

Karjatalous Pudasjärvellä on viime vuosina vähentynyt, ja vähentyy edelleen. Nurmen viljelyä on kuitenkin vielä toistaiseksi melko runsaasti. Nurmelle on nyt, ja etenkin tulevaisuudessa, tuotantoa vähemmän kysyntää. (Nissi 2016a.) Selvityksen perusteella arvioitiin, että biokaasulaitoksen syötteenä olisi käytettävissä 100 hehtaarin peltoalan säilörehusato. Satoja oletettiin saatavan kaksi vuodessa, yhteensä 15 tonnia hehtaarilta.

Pudasjärveläisillä viljelijöillä on tällä hetkellä jonkin verran ylijäämää ainakin pyöröpaaleissa. Vanhoja pyöröpaaleja voi olla paljonkin, ja niistä eron pääseminen on viljelijöille ongelma. Vanhat

pyöröpaalit voitaisiin ottaa vastaan biokaasulaitoksen syötteeksi. Uusia ylijäämäpaaleja, sekä pilaantuneita paaleja syntyy vuosittain jonkin verran.

### **Ruokohelven viljely käytöstä poistuneilla turvesoilla**

Pudasjärvellä on kohtalaisen paljon turvetuotantoa. Turpeen noston päättyessä turvesoille olisi löydettävä muuta käyttöä. Yksi vaihtoehto on ruokohelven viljely biokaasuprosessin raaka-aineeksi. Ruokohelvellä on lähes nurmen veroinen metaanintuottopotentiali, joten se soveltuisi varsin hyvin lisäsyötteeksi biokaasulaitokseen.

## **5.2. Lannat**

### **Naudan liete- ja kuivalanta**

Naudan lanta on yksi yleisimmin käytetyistä biokaasulaitoksen syötteistä. Vaikka naudan lannan metaanintuottopotentiali ei ole esimerkiksi säilörehun veroinen, sitä syntyy suuria määriä tasaisesti ympäri vuoden. Lannan puskurointikyky on yleisesti hyvä, joten se parantaa biokaasuprosessin vakautta pitämällä sen pH:n tasaisena. Lanta onkin erinomainen perussyöte biokaasuprosessiin. (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 33-37.)

Selvityksen perusteella arvioitiin, että Pudasjärvellä olisi käytettävissä runsaasti naudan lietelantaa, sekä jonkin verran kuivalantaa. Lietelannan kuljetus pitkiä matkoja ei ole kannattavaa sen alhaisen kuiva-ainepitoisuuden vuoksi, joten lietelantaa biokaasulaitokselle toimittavien tilojen tulisi sijaita melko lähellä Pudasjärven keskustaa (mielellään alle 10 kilometriä). Kuivalantaa voidaan kuljettaa pidempiä matkoja sen sisältäessä lietelantaa vähemmän vettä.

### **Lampaan lanta**

Lampaan lannan metaanintuottopotentiali on hyvä verrattuna esimerkiksi naudan lantaan (Alvarez & Lindén 2009, 531-532). Pudasjärvellä on kohtalaisen paljon lammastaloutta. Vaikka lampaan lantaa syntyy Pudasjärvellä vähän suhteessa naudan lantaan, se on syytä ottaa huomioon osasyöteenä biokaasulaitosta suunniteltaessa.

### **Hevostiloilla syntyvä lanta**

Selvityksen tekohetkellä Pudasjärvellä syntyvä hevosen lanta pääosin sekoitettiin turpeeseen ja käytettiin yhdyskuntarakentamiseen ja maisemointiin. (Nissi 2016a.) Lisäksi hevostilat käyttivät

tilalla syntyvää lantaa maanparannusaineena kasvintuotannossa. MTT:n tutkimusten mukaan hevosen lanta soveltuu syötteenä märkämädätysprosessiin muiden syötteiden joukossa. Muualla maailmassa hevosen lantaa käytetään syötteenä myös kuivämädätysprosesseissa. Hevosen lantaa syötteenä käytettäessä on tarkasteltava hevosilla käytettävää kuiviketta, sekä kuivikkeen määrää lannan joukossa. Runsaasti kuiviketta sisältävä lanta tuottaa vain vähän metaania, ja puupohjaista kuiviketta sisältävä lanta soveltuu huonosti biokaasuprosessiin puun sisältämän hitaasti hajoavan ligniinin vuoksi. Jos kuivikkeena käytetään turvetta, soveltuu hevosen lanta hyvin biokaasulaitoksen syötteenä. (Myllymäki ym. 2014, 23-25.)

### **5.3. Jätteet**

Useimmat jätteet sisältävät eläinperäisiä aineita. Eläinperäistä ainetta sisältävät syötteenä vaativat ennen biokaasuprosessiin syöttämistä hygienisointikäsitelyyn. Jos laitoksella sekoitetaan useita eri syötteitä keskenään, tulee koko syöteseos käsitellä vaativimman syötejakeen mukaan. Hygienisoinnissa 12 millimetrin palakokoon hienonnettua syöteseosta pidetään vähintään tunnin ajan 70 °C:ssa. Jos syötteenä on vain puhdistamolietettä, lantaa ja ruokajätettä, termofiilinen prosessi (lämpötila 50-55 °C) täyttää hygienisointivaatimuksen. (Latvala 2009, 38.)

#### **Teurastamojäte**

Pudasjärvellä toimii teurastamo, jossa teurastetaan poroja ja lampaita. Teurastamolla syntyy vuosittain jonkin verran muutoin hyödyntämiskelvotonta teurastamojätettä, joka voitaisiin käsitellä biokaasulaitoksessa. Teurastamojäte on luonnollisesti eläinperäistä, eli se vaatii hygienisointikäsitelyyn ennen prosessiin syöttämistä. Teurastamojätteen metaanintuottopotentiaali on yleensä varsin korkea.

#### **Vähempiarvoinen kala**

Kalan, kuten muidenkin eläinperäisten syötteiden metaanintuottopotentiaali on melko korkea. Selvityksen mukaan Pudasjärvellä olisi kiinnostusta hyödyntää vähempiarvoista kalaa nykyistä tehokkaammin. Tarvetta on niin ammattikalastajien saaliin sivuvirtana syntyvän vähempiarvoisen kalan, kuin myös hoitokalastuksissa pyydetävän vähempiarvoisen kalan hyödyntämiselle. Jotta vähempiarvoista kalaa voitaisiin käyttää biokaasuprosessin syötteenä, olisi se hienonnettava ja hygienisoitava ennen prosessiin syöttämistä.

## **Yhdyskuntabiojäte**

Erilliskerätyn biojätteen metaanintuottopotentiaali on yleensä hyvä. Se kuitenkin riippuu jätteen koostumuksesta, joka vaihtelee esimerkiksi paikkakunnittain ja vuodenajoittain runsaastikin. Yhdyskuntabiojäte sisältää aina myös eläinperäistä materiaalia. Tästä syystä se on hygienisoitava ennen kuin se voidaan syöttää biokaasuprosessiin. (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 39-41.)

## **Jätevedenpuhdistamon liete**

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden lietteitä käsitellään yhä enenevässä määrin myös biokaasulaitoksissa. Puhdistamolietteiden metaanintuottopotentiaali on yleensä hyvä. Vaikka puhdistamolietteet soveltuvat käsiteltävyyden ja metaanintuottopotentiaalinsa osalta biokaasulaitoksen syötteeksi hyvin, on niiden käytössä omat haasteensa. Puhdistamolietettä sisältävän käsittelyjäännöksen on täytettävä sille asetetut hygieenisyy- ja laatuvaatimukset. (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 41-43.) Mikäli puhdistamolietettä sisältävää käsittelyjäännöstä käytetään lannoitteena, ei peltoalalla saa viljellä syötäviä kasveja seuraavaan viiteen vuoteen. Lisäksi se soveltuu nurmelle vain perustamisvaiheessa, eikä sitä voida käyttää lannoitteena luomuviljelyssä. (Virkkunen 2014.)

Pudasjärven jätevedenpuhdistamolla syntyvä liete kuivataan ruuvikuivaimella noin 16 prosentin kuiva-ainepitoisuuteen. Tällä hetkellä se kompostoidaan lietekentällä turpeen ja kutterilastun kanssa, minkä jälkeen se käytetään viherrakentamiseen. Mikäli puhdistamolietteen käsittely biokaasulaitoksessa tulisi vesiosuuskunnalle nykyistä kompostointia edullisemmaksi, olisi se vesiosuuskunnan näkökulmasta kiinnostava vaihtoehto. (Salmela 2016.)

### **5.4. Pudasjärven biokaasulaitoshankkeen syötteet**

Tässä selvityksessä syötteiden metaanintuottopotentiaali on laskettu perustuen kirjallisuuslähteisiin. Kirjallisuuslähteistä kootusta tiedosta on laskettu kesiarvo. Metaanintuottopotentiaalinsa laskennassa käytetyt arvot on esitetty taulukossa 1. Laskenta tehtiin tuoretonnista ja tonnista orgaanista ainetta saatavan metaanimäärän keskiarvolla.

Taulukko 1. Syötteiden metaanintuottopotentiaalin laskennassa käytetyt arvot. CH<sub>4</sub>-pot., m<sup>3</sup>/t = tuoretonnin metaanintuottopotentiaali; CH<sub>4</sub>-pot., m<sup>3</sup>/tVS = syötteen sisältämän orgaanisen aineen metaanintuottopotentiaali tonnia kohti; VS % = orgaanisen aineen pitoisuus tuoretonnissa.

Syöte	CH <sub>4</sub> -pot., m <sup>3</sup> /t	CH <sub>4</sub> -pot., m <sup>3</sup> /tVS	VS %
<b>Kasvibiomassat</b>			
säilörehu	86	429	24,6
nurmi	88	335	24,6
hoidettu viljelemätön pelto	93	346	25,6
ruokohelppi	74	302	27
<b>Lannat</b>			
naudan lietelanta	18	234	6,4
naudan kuivalanta	36	216	15,1
lampaan kuivikelanta	27	111	27
hevosen kuivikelanta	51	200	25,7
<b>Jätteet</b>			
teurastamojäte	145	692	28,7
kalajäte	119	637	24,2
yhdyskuntabiojäte	97	483	24,3
jätevedenpuhdistamoliete	72	363	13,4
vihannesjäte	35	389	8,5

Lähteet: Al Seadi, Rutz, Janssen & Drosch 2013, 19-25; Riihimäki, Mahal, Suoniemi, Nurmio, Sirkiä, Marttinen, Pyykönen & Winqvist 2014, 8; Niemeläinen, Hyvönen, Jauhiainen, Lötjönen, Virkkunen & Uusi-Kämpä 2014, 11; Havukainen 2014, 37; Marttinen, Tampio, Sinkko, Timonen, Luostarinen, Grönroos & Manninen 2015, 16; Kymäläinen & Luostarinen 2015, 36-44; Alvarez & Lindén 2009, 532; Lehtomäki, Paavola, Luostarinen & Rintala 2007, 19; Nges, Mbatia & Björnsson 2012, 163.

Tässä selvityksessä on arvioitu, että biokaasulaitoshankkeen ensimmäisessä vaiheessa laitoksen syötteinä olisi 162 lehmän vuosittaiset lietelannat, 160 tonnia lehmän kuivalantaa, 100 lampaan kuivikelannat, sekä säilörehu 100 hehtaarin peltopinta-alalta (taulukko 2). Lehmän vuosittainen lietelannan tuotanto on laskettu olevan 16 m<sup>3</sup> ja lietelannan kuutiopainon 1000 kg. Yhden lampaan lannan tuotannon on laskettu olevan 0,1 tonnia vuodessa. Peltohehtaarilta on laskettu saatavan kaksi nurmisatoa, yhteensä 15 tonnia vuodessa. Näillä syötteillä biokaasulaitoksen laskennallinen metaanintuottopotentiaali on noin 192 780 m<sup>3</sup> vuodessa, josta saadaan noin 1 928 MWh energiaa.

Metaanikuution energiasisältö on 10 kWh (Kymäläinen & Luostarinen 2015, 32). Syötteitä biokaasulaitoksessa käsiteltäisiin siis vuosittain yhteensä vajaat 4 300 tonnia.

*Taulukko 2. Pudasjärven biokaasulaitoksen ensimmäisen vaiheen syötteet ja niiden metaanintuottopotentiaali.*

<b>Syöte</b>	<b>Tuorepaino, tn / vuosi</b>	<b>Metaanintuottopotentiaali, CH<sub>4</sub> m<sup>3</sup> / vuosi</b>
Säilörehu	1 500	144 000
Naudan lietelanta	2 600	43 000
Naudan kuivalanta	160	5 500
Lampaan kuivalanta	10	280
<b>Yhteensä</b>	<b>4 270</b>	<b>192 780</b>

Jatkossa, mikäli laitospainoa halutaan kasvattaa, on mahdollista ottaa biokaasulaitoksen käsiteltäväksi erilaisia lisäsyötteitä. Näitä lisäsyötteitä arvioitiin olevan vuosittain saatavilla seuraavasti: ylijäämärehua 18 tonnia, kalajätettä 10 tonnia, jätevesilietettä jätevedenpuhdistamolta 1 000 tonnia (kuiva-ainepitoisuus 16 %), hevosen kuivikelantaa 12 tonnia ja lampaan kuivikelantaa 12 tonnia. Näiden lisäsyötteiden metaanintuottopotentiaali on yhteensä noin 75 630 m<sup>3</sup> vuodessa, josta saadaan 756 MWh energiaa. Edellä mainittujen lisäksi Pudasjärvellä voitaisiin kerätä yhdyskuntabiojäte biokaasulaitoksen syötteeksi. Pudasjärvellä toimii myös teurastamo, jonka muutoin hyödyntämiskelvottomien teurastamojätteiden käsittely lisäisi biokaasulaitoksen metaanintuottopotentiaalia. Lisäsyötteet metaanintuottopotentiaaleineen biojätettä ja teurastamojätettä lukuun ottamatta on esitetty taulukossa 3.

*Taulukko 3. Lisäsyötteet ja niiden metaanintuottopotentiaali.*

<b>Syöte</b>	<b>Tuorepaino, tn / vuosi</b>	<b>Metaanintuottopotentiaali, CH<sub>4</sub> m<sup>3</sup> / vuosi</b>
Jätevesiliete	1 000	72 000
Ylijäämärehut	18	1 500
Hevosen kuivikelanta	12	610
Lampaan kuivikelanta	12	320
Vähempiarvoinen kala	10	1 200
<b>Yhteensä</b>	<b>1 052</b>	<b>75 630</b>

## **Porttimaksut**

Pudasjärven biokaasulaitoshankkeen ensimmäisessä vaiheessa laitokseen ei selvityksen mukaan olisi saatavilla porttimaksullisia syötteitä. Tämä voi muodostua ongelmaksi, sillä usein biokaasulaitosten kannattavuus perustuu porttimaksuihin. Myöhemmässä vaiheessa, mikäli biokaasulaitoksessa tehtäisiin jätteenkäsittelyä, voitaisiin jätteeksi luokiteltavista syötteistä periä käsittelymaksua. Näitä syötteitä ovat esimerkiksi yhdyskuntabiojäte, teurastamojäte ja hevosen lanta.



## 6 KÄSITTELYJÄÄNNÖKSEN KÄYTTÖKOHEET

Biokaasuprosessin lopputuotteena syntyy biokaasun lisäksi käsittelyjäännöstä. Käsittelyjäännös koostuu niistä raaka-aineista, joita prosessiin on syötetty. Vaikka osa kiintoaineksesta muuttuukin biokaasuksi, sisältää käsittelyjäännös edelleen kaikki prosessiin syötetyt pää- ja hivenravinteet. Samoin epäorgaaniset aineet säilyvät käsittelyjäännöksessä. Käsittelyjäännös on hieman juoksevampaa ja tasalaatuisempaa, kuin prosessiin syötetty syöteseos. Näin ollen sen käytettävyys kasvinravinteena on tyypillisesti käsittelemättömiä syötteitä parempi. Vaikka ravinteiden kokonaispitoisuus ei biokaasuprosessissa muutu, tapahtuu sen aikana ammonifikaatiota, jossa osa syötteiden orgaanisesta tyypeistä hajoaa ammoniumtyypeiksi. Ammoniumtyppi on orgaanista tyyppiä helpommin kasvien käytettävissä. (Paavola & Kapuinen 2015, 94-95.) Tällä hetkellä käsittelyjäännös on useille biokaasulaitoksille kuluera johtuen kierrätysravinteiden markkinoiden kehittymättömyydestä (Mutikainen ym. 2016, 27.) Käsittelyjäännöksen käyttökohteet olisikin hyvä olla selvillä siinä vaiheessa, kun laitoksen käytännön suunnittelu aloitetaan.

Mikäli biokaasulaitoksessa syntyvää käsittelyjäännöstä myydään tai markkinoidaan, tulee käsittelyjäännökselle olla lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan Eviran tuotehyväksyntä. Tuotehyväksyntä edellyttää omavalvontaa ja laitoshyväksyntää. Lannoitevalmisteen tulee täyttää lannoitteen tyyppinimiluettelon ehdot. (Mutikainen ym. 2016, 23.) Mädätysjäännös kuuluu sellaisenaan maanparannusaineeksi soveltuviin sivutuotteisiin, mutta siitä voidaan jalostaa myös orgaanista maanparannusainetta. Tyyppinimi kuvaa lannoitevalmisteen ominaisuuksia, valmistusmenetelmää ja käyttöä. Lannoitevalmisteen tuoteselosteessa on ilmoitettava pääravinteet, haitalliset alkuaineet ja hygieniaindikaattorit. (Virkkunen 2014.)

Viljelytoiminta Pudasjärvellä on lähes täysin nurmen viljelyä. Tukia hakevia tiloja on yhteensä noin 130, joista kotieläintiloja noin 70. Maitotilojen määrä Pudasjärvellä on vähentynyt vuosittain noin kymmenen prosenttia, ja samansuuntainen muutos näyttäisi jatkuvan tulevaisuudessakin. (Nissi 2016a.) Käsittelyjäännöksen käyttökohteita olisi kuitenkin selvityksen perusteella ainakin toistaiseksi riittävästi, jotta syntyvä käsittelyjäännös saataisiin hyödynnettyä paikallisesti. Myöhemmin, mikäli laitostekoa kasvatetaan merkittävästi, voi olla tarpeen arvioida

käsittelyjäännöksen jalostamista helpommin markkinoitavaksi ja kuljetettavaksi lannoitevalmisteeksi.

### Käsittelyjäännöksen sisältämät ravinteet

Biokaasulaitoksen käsittelyjäännös sisältää kaikki prosessiin syötetyt pää- ja hivenravinteet. Tässä selvityksessä esimerkkinä olleeseen laitokseen syötettäisiin vuosittain vajaat 4 300 tonnia syötettä, joka pitäisi korkean kuiva-ainepitoisuuden vuoksi laimentaa vajaalla 2 000 kuutiolla vettä. Lopputuloksena syntyisi vajaat 6 200 tonnia käsittelyjäännöstä. Syötteiden organisesta tyypestä osa liukoistuu biokaasuprosessin aikana Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskurin (viitattu 7.7.2016) oletuksen mukaan liukoisen typen määrä lisääntyy 25 prosenttia. Taulukossa 4 on verrattu raakalannan ja käsittelyjäännöksen ravinnesisältöä.

*Taulukko 4. Esimerkkilaitoksen käsittelyjäännöksen (yhteensä 6 196 tn), sekä lantasyötteiden (yhteensä 2762 tn) ravinnesisällöt.*

Ravinne	Esimerkkilaitoksen käsittelyjäännös	Lantasyötteet yhteensä	Naudan lietelanta	Naudan kuivikelanta	Lampaan kuivikelanta
Kokonaistyyppi, N <sub>kok</sub>	15 129 kg	8 764 kg	7 776 kg	896 kg	92 kg
Liukoinen typpi, N <sub>liuk</sub>	7 368 kg	4 666 kg	4 406 kg	240 kg	20 kg
Fosfori, P	4 934 kg	1 541 kg	1296 kg	224 kg	21 kg
Kalium, K	26 192 kg	8 433 kg	7 517 kg	800 kg	116 kg

Lähde: Luonnonvarakeskus 2009, viitattu 7.7.2016; Viljavuuspalvelu 2009.

## 7 TOIMIJAT

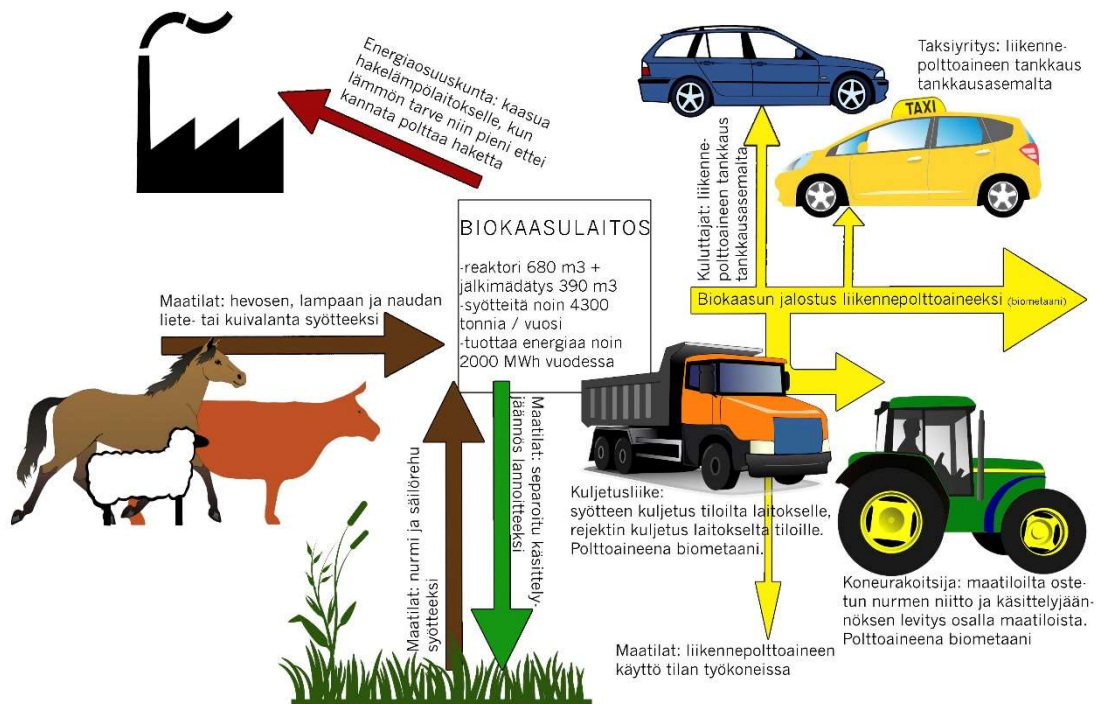
Pudasjärvi on 8 500 asukkaan maaseutukaupunki Pohjois-Pohjanmaalla, noin 80 kilometriä Oulusta koilliseen. Pudasjärven kautta kulkee vilkkaasti liikennöity Oulu-Kuusamo maantie. Matkailu ja luonto ovat tärkeitä Pudasjärven imagolle; Syötteen alue ja vapaana virtaava liijoki määrittelevät kaupunkikuvaa. Yrityspuolella Pudasjärveltä löytyy pitkälle vietyä puunjalostusta, suurimpina toimijoina Kontiotuote Oy (hirsirakentaminen) ja Profin Oy (ovet ja ikkunat). (Pudasjärven kaupunki 2016, viitattu 20.5.2016.) Tukia hakevia maataloja Pudasjärvellä on noin 130. Tilojen määrä on kuitenkin vähentynyt vuosittain, ja sama suuntaus tuntuisi jatkuvan edelleen. (Nissi 2016a.)

Yksi selvitystyön keskeisimmistä tavoitteista oli kuvata biokaasulaitoksen ympärille muodostuva yrityssymbioosi. Yrityssymbioosilla tarkoitetaan useamman yrityksen muodostamaa kokonaisuutta, jossa yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä tehokkaasti toistensa sivuvirtoja, raaka-aineita, energiaa tai osaamista. Yrityssymbioosissa voidaan tehdä yhteistyötä myös tuotteiden myynnissä ja jakelussa tai työvoiman hankkimisessa. (Oulun ammattikorkeakoulu 2016, viitattu 29.6.2016.)

Biokaasulaitoksesta kiinnostuneita toimijoita lähdettiin toukokuun 2016 lopussa selvittämään webropol-kyselyllä. Vastauksia kyselyyn saatiin niukasti, joten biokaasulaitoksen ympärille muodostuvan yrityssymbioosin hahmottelussa on jouduttu tekemään oletuksia.

Biokaasulaitoksen ympärille ensimmäisessä vaiheessa muodostuvaa yrityssymbioosia on kuvattu kuviolla 1. Keskeisimpiä toimijoita ovat maatilat, jotka sekä toimittavat syötteitä biokaasulaitokselle, että käyttävät biokaasulaitoksen rejektiä lannoitteena kasvinviljelyssä. Nurmi ostetaan tiloilta ”pystykauppana” ja niitetään urakointina. Sama urakoitsija voi hoitaa käsittelyjäännöksen levityksen sopimusviljelijöiden pelloilla. Urakointiliikkeen koneet ja laitteet voivat käyttää biokaasulaitoksessa jalostettua biometaania polttoaineena. Kuljetus hoidetaan kuljetusliikkeen toimesta. Kuljetukset tehdään paluukuljetuksina, eli tiloilta syötettä noudettaessa sinne samalla viedään käsittelyjäännöstä varastoitavaksi. Kuljetusliikkeen kalustossa voidaan mahdollisesti käyttää polttoaineena biometaania. Lisäksi biometaania voivat autoihinsa tankata tavalliset kuluttajat, sekä paikallinen taksiyritys. Biometaanin lisäksi biokaasua myydään hakelämpölaitoksen

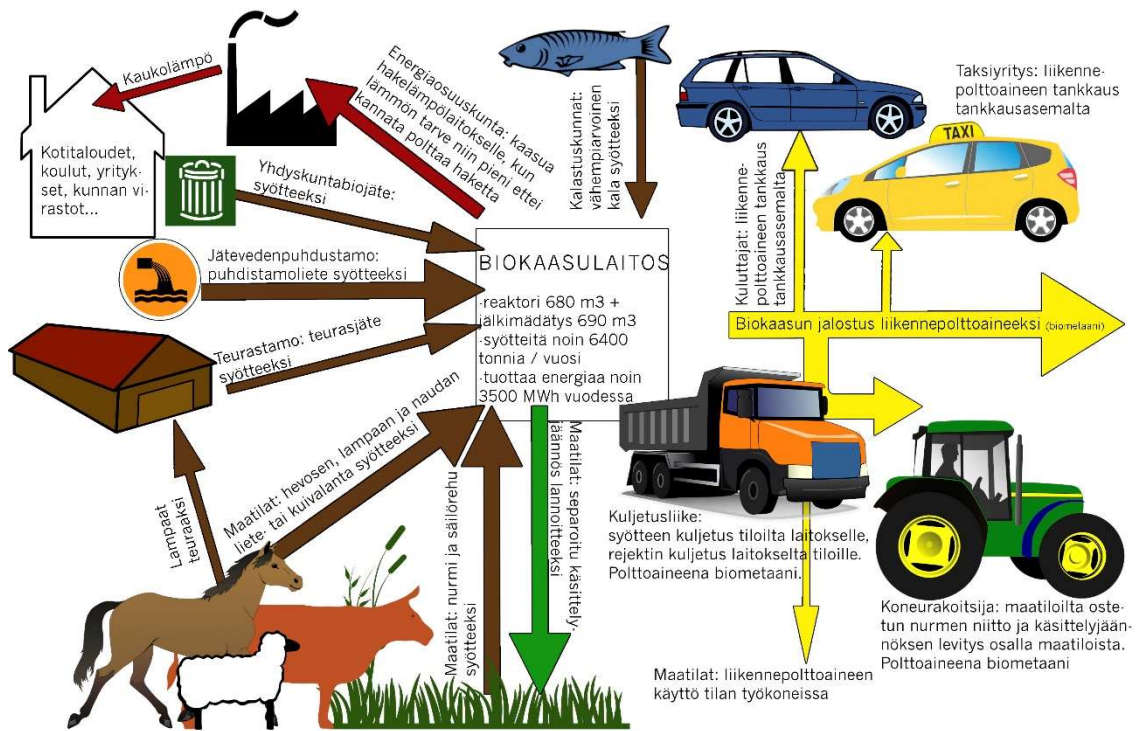
polttoaineeksi silloin, kun kaukolämmön tarve Pudasjärvellä on niin pientä, että haketta ei kannata polttaa. Lämpölaitoksen vanha öljykattila korvataan, tai sen rinnalle rakennetaan kaasukattila.



**OAMK** OULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES © Kaisa Happonen 2016

Kuvio 1. Biokaasulaitoksen ympärille muodostuva yrityssymbioosi.

Pudasjärvellä syntyvät yhdyskuntabiojätteet, jätevedenpuhdistamon liete, teurastamojäte ja vähempiarvoinen kala on tässä jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Vaikka kaikki edellä mainitut ovat hyvän metaanintuottopotentialin omaavia syötteitä, vaativat ne ennen prosessiin syöttämistä hygienisoinnin. Hygienisointilaitteiston investointien suuruuden vuoksi nämä toimijat jäivät selvityksen ensimmäisessä vaiheessa tarkastelun ulkopuolelle. Mikäli yhdyskuntabiojätettä, puhdistamolietettä, teurastamojätettä ja kalaa aletaan tulevaisuudessa käyttää biokaasulaitoksen syötteenä, voidaan laitostekoa kasvattaa. Lisäksi biokaasun tuotantoa voidaan kasvattaa ottamalla käsiteltäväksi entistä useamman maatalon sivuvirrat. Tämä myöhemmässä vaiheessa mahdollisesti muodostuva yrityssymbioosi on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Lisäsyötteiden mukaan ottamisen myötä biokaasulaitoksen ympärille muodostuva yrityssymbioosi.

## 8 BIOKAASULAITOKSEN LAITOSTYYPPI, MITTAKAAVA JA SIJAINNINPAIKKA

Biokaasulaitokset voivat toimia joko kuiva- tai märkäprosessina, jotka eroavat toisistaan lähinnä syötteen kuiva-ainepitoisuuden osalta (Luostarinen 2015, 82). Märkäprosessissa syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus on noin 5-15 prosenttia ja kuivaprozessissa 20-40 prosenttia (Latvala 2009, 29). Selvitystyön tilaajat olivat kiinnostuneita kuivaprozessina toimivasta laitostyyppistä, sillä sen investointikustannukset arveltiin märkäprosessina toimivaa laitosta pienemmiksi, minkä lisäksi kuivaprozessissa syötteiden ja käsittelyjäännöksen kuljetuksen arveltiin hoituvan samalla kalustolla. Kuivaprozessina toimivat biokaasulaitokset ovat kuitenkin ainakin toistaiseksi Suomessa varsin harvinaisia. Tämä johtuu muun muassa siitä, että niiden tekninen hallinta ja biokaasun tuotannon varmistaminen on osoittautunut haastavaksi. Lisäksi kuivaprozessin käsittelyjäännös joudutaan usein sekoittamaan tukimateriaaliin ja kompostoimaan, jolloin menetetään esimerkiksi typpeä, eikä lopputuote vastaa enää ominaisuuksiltaan käsittelyjäännöstä. (Luostarinen 2015, 83, 87.) Pudasjärven tapauksessa kuivaprozessia toimivampi vaihtoehto voisi olla märkäprosessi. Biokaasuprosessi voi olla lämpötilasta riippuen joko mesofiilinen tai termofiilinen. Mesofiilisessä prosessissa anaerobinen hajoaminen tapahtuu 35-37 °C lämpötilassa ja termofiilisessä 50-55 °C:ssa. Reaktorit ovat tyypillisesti teräksestä tai betonista rakennettuja pystysäiliöitä. Parhaan metaanintuotannon varmistamiseksi syöteseosta yleensä sekoitetaan. Tällöin anaerobista hajotusta tekevät mikrobit ovat kosketuksissa lähes koko syötemassan kanssa, ja lämpö jakautuu reaktorissa tasaisesti. Prosessi voi olla joko jatkuvatoiminen tai panostoiminen. Täyssekoitteisessa prosessissa syötettä lisätään ja käsittelyjäännöstä poistetaan lähes jatkuvasti, esimerkiksi kerran tunnissa tai vuorokaudessa. Tulppavirtausreaktorissa syötemassaa ei sekoiteta, vaan se syötetään reaktoriin toisesta päästä ja käsittelyjäännös otetaan ulos toisesta päästä. Tämä on tyypillisempi reaktorityyppi kuivemmillä syötteillä. Laitostyyppistä riippumatta Suomen yleisin biokaasulaitostyyppi on täyssekoitteinen, yksivaiheinen, mesofiilinen, jatkuvatoiminen märkäprosessi. (Latvala 2009, 29-33.)

Biokaasulaitoksen koko hankkeen ensimmäisessä vaiheessa voi olla maltillinen. Kun toiminta saadaan käyntiin, ja nähdään mihin suuntaan esimerkiksi energiamarkkinat Pudasjärven ja Pohjois-Pohjanmaan alueella kehittyvät, voidaan laitoksen toimintaa tarpeen mukaan laajentaa. Ensimmäisessä vaiheessa biokaasureaktorin koko voisi olla noin 680 m<sup>3</sup> ja jälkimädätysaltaan

koko noin 390 m<sup>3</sup>. Laitoksen viipymä olisi reaktorissa 35 vuorokautta ja jälkimädätysaltaassa 20 vuorokautta. Tällöin reaktorin orgaaninen kuormitus olisi 3 kgVS/m<sup>3</sup>\*d. Maatilakokoluokan biokaasulaitosten orgaaninen kuormitus on tyypillisesti 2,5-3,5 kgVS/m<sup>3</sup>\*d (Riihimäki ym. 2014, 14). Laitoskoko voidaan tulevaisuudessa kasvattaa. Jos lisättävät syötteet ovat luvussa 5.4 mainitut, voidaan reaktorin viipymää lyhentää, jolloin reaktorin kokoa ei tarvitse kasvattaa. Jälkimädätysaltaalle sen sijaan tarvitaan lisää tilavuutta, yhteensä noin 690 m<sup>3</sup>.

Pudasjärven keskusta (Kurenalan alue) lieneeärkevin sijoituspaikka biokaasulaitokselle. Yrityssymbioosiin mukaan lähtevät toimijat vaikuttavat siihen, mihin laitos voidaan sijoittaa, ja kuljetusmatkat ovat keskeisiä laitoksen kannattavuuden kannalta. Sijainti Teollisuustien alueella, Oulu-Kuusamo tien varressa ja muiden yritysten läheisyydessä voisi olla kannattavin. Alueella on myös tyhjää tonttitilaa, jonne laitoksen voisi sijoittaa. Näin biokaasulaitoksen toiminnan voisi, jos ei alkuvaiheessa niin mahdollisesti myöhemmin, yhdistää muiden yritysten toimintaan.

Jos laitos sijoittuu Kurenalan alueelle, on mahdollista, että Pudasjärven sivukylille perustetaan myöhemmin omia, pienempiä maatilakokoluokan biokaasulaitoksia. Nämä laitokset voisivat toimittaa tuottamansa kaasun Kurenalan laitokselle edelleen käsiteltäväksi ja myytäväksi.

## 9 BIOKAASUSTA KANNATTAVAA LIIKETOIMINTAA?

Biokaasun tuotantolaitoksien kannattavuus on ainakin toistaiseksi heikko ilman valtion tukia. Pitkällä aikavälillä fossiilisten polttoaineiden hinnan nousu parantaa biokaasunkin kilpailukykyä. (Mutikainen ym. 2016, 27.)

Tämän selvityksen mukaan Pudasjärvelle mahdollisesti perustettavan biokaasulaitoksen investoinnit olisivat ensimmäisessä vaiheessa hieman yli miljoona euroa. Laitoksen tuotot koostuvat sähkön, lämmön, liikennepolttoaineen ja käsittelyjäännöksen myynnistä. Ainakaan ensimmäisessä vaiheessa porttimaksullisia syötteitä laitokseen ei saataisi. Myöhemmin, jos laitoksen syötteeksi saadaan erilaisia jätteitä, voidaan näistä periä käsittelymaksua. Laitoksen kulut muodostuvat syötteiden hankintakustannuksista ja niiden kuljetuksesta, sekä energiantuotantolaitteiden käyttökustannuksista. Laitoksen sijaintipaikan (tontti) hankinta- tai vuokrahintaa ei ole huomioitu laskennassa, eikä myöskään sähköstä mahdollisesti maksettavaa syöttötariffia. Sen sijaan on oletettu, että osaan investoinneista saadaan 20 prosentin investointituki. Näillä reunaehdoilla laitoksen takaisinmaksuajaksi tulee noin 11 vuotta ja nettotuotoksi reilut 85 000 euroa. Laskenta perustuu Biokaasulaskurin arvioihin. Biokaasulaitoksen tyypillinen käyttöikä on yhdeksästä kahteenkymmeneen vuotta. Keskimäärin rakennusten käyttöikä on noin 20 vuotta, laitteiden noin 15 vuotta ja tekniikan noin 10 vuotta. (Winqvist, Luostarinen, Kässi, Pyykkönen & Regina 2015, 13-14, 36, 40.) Mikäli biokaasulaitoshanketta aletaan edistää käytännön tasolle, on syytä teettää erilaisia kannattavuuslaskelmia kannattavan liiketoimintamuodon löytämiseksi.

### **Logistiikka**

Biokaasulaitoksen logistiikan suunnittelu on tärkeää, sillä kuljetukset muodostavat suuren osan laitoksen kustannuksista. Kuljetukset on järkevintä hoitaa paluukuljetuksina, eli syötettä tilalta noudettaessa viedään sinne samalla käsittelyjäännöstä varastoitavaksi. (Oikari 2015, 3, 20.) Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöstä ja syötteitä voidaan kuljettaa samalla kalustolla, mikäli kerättävät syötteet ovat kasalla pysyviä ja käsittelyjäännös separoidaan neste- ja kuivajakeeksi. Kuljetuskustannukset on taulukossa 5 laskettu 46 tonnin hyötykuormalla niin, että kaikki kuljetukset tehdään paluukuljetuksina. Pudasjärvellä etäisyydet ovat pitkiä, ja syötteitä saatetaan joutua hankkimaan melko kaukaa. Oletettavaa on, että kuormaa ei aina saada täyteen, jolloin joudutaan



ajamaan vajaita kuormia. Tästä syystä kustannukset on laskettu myös puolikkaalla kuormalla. Puolikkaalla kuormalla tehtävät kuljetukset ovat täyttä kuormaa edullisempia, mutta niitä joudutaan oletettavasti tekemään useammin.

*Taulukko 5. Kuljetuskustannukset.*

<b>Matka, km</b>	<b>Kustannus, €/t</b>	<b>Kustannus kun kuorma 46 tn, €</b>	<b>Kustannus kun kuorma 23 tn, €</b>
4.0-5.9	3,715	170,89	85,445
6.0-7.9	3,872	178,112	89,056
8.0-9.9	4,029	185,334	92,667
10.0-11.9	4,186	192,556	96,278
12.0-13.9	4,343	199,778	99,889
14.0-15.9	4,500	207,000	103,500
16.0-17.9	4,657	214,222	107,111
18.0-19.9	4,814	221,444	110,722
20.0-21.9	4,971	228,666	114,333
22.0-23.9	5,128	235,888	117,944
24.0-25.9	5,285	243,110	121,555
26.0-27.9	5,442	250,332	125,166
28.0-29.9	5,599	257,554	128,777
30.0-31.9	5,756	264,776	132,388
32.0-33.9	5,913	271,998	135,999
34.0-35.9	6,068	279,128	139,564
36.0-37.9	6,225	286,350	143,175
38.0-39.9	6,382	293,572	146,786

*Lähde: Niskala, sähköpostiviesti, 29.6.2016.*

## Tuet

Biokaasun tuotantoon on saatavilla erilaisia tukia. Biokaasun tuotannon tukia Suomessa hallinnoivat energiamarkkinavirasto (syöttötariffi), työ- ja elinkeinoministeriö (investointituki), sekä maa- ja metsätalousministeriö (maatilan rakennusinvestointien tuki).

Syöttötariffia on mahdollista saada uudelle biokaasulaitokselle, joka tuottaa sähköä sähköverkkoon. Syöttötariffissa sähkölle taataan minimiostohinta, joka on 83,50 € / MWh. Jos laitoksessa tuotetaan myös lämpöä, joka hyötykäytetään, voidaan lämmöstä maksaa lämpöpreemiota 50 € / kWh. Lämpöpreemion maksamisen ehtona kuitenkin on, että laitoksen kokonaishyötysuhde on yli 50 prosenttia, tai yli 75 % kun laitoksen koko on yli 1 MW. Syöttötariffin saamiseksi laitoksen generaattoreiden yhteen lasketun nimellistehon tulee olla yli 100 kVA, laitoksen täytyy olla uusi, se ei saa sisältää käytettyjä osia, eikä se ole saanut valtiontukea.

Investointitukea (energiatuki) voidaan myöntää biokaasulaitoksille, jotka tuottavat energiaa, mutta eivät sovellu syöttötariffiin. Investointitukea ei myönnetä asuinkiinteistöille, maataloille tai näihin liittyville biokaasulaitoksille. Hyväksyttäviä kuluja ovat investoinnit, asennustyöt, rakentaminen ja valvonta, suunnittelu, maanrakennus ja maan hankinta (enintään 10 % kustannuksista). Investointituen suuruus on 8-30 prosenttia investointien hyväksyttävistä kuluista. Biokaasulaitoksille maksettava investointituki on tyypillisesti 20 prosenttia. Tuen saamisen ehtoina on, että laitoksella vähennetään fossiilisten polttoaineiden käyttöä, sekä hankkeella on aito tuen tarve, taloudelliset edellytykset ja järkevä takaisinmaksuaika. (Motiva Oy 2014, viitattu 13.7.2016.)

Maatilan rakennusinvestointien tuki on tarkoitettu maatalojen omaa energiantarvetta palveleville laitoksille, eikä näin ollen sovellu tähän tapaukseen.

## 10 YHTEENVETO

Tehdyn selvitystyön perusteella Pudasjärvellä on potentiaalia biokaasulaitostoiminnalle. Aihe vaatii kuitenkin vielä runsaasti lisäselvityksiä ja suunnittelua, ennen kuin sitä voidaan lähteä edistämään käytännön tasolle. Ensimmäisiä selvitettäviä asioita ovat biokaasulaitoshankkeeseen liittyvät toimijat: syötteitä toimittavat ja käsittelyjäännöstä käyttävät maatilat, urakoitsijat, liikennepolttoaineen käyttäjät ja mahdollisesti energiaosuuskunta. Kun toimijat saadaan selville, voidaan todellisten käytettävissä olevien resurssien avulla selvittää laitoksen tuotantosuuntaa, kokoa ja lopulta myös kannattavuutta. Tässä selvityksessä esitellyt tulokset ovat parhaimmillaankin arvioita. Selvityksen pohjalta voidaan kuitenkin toivottavasti lähteä kehittämään biokaasulaitoksen ympärille muodostuvaa yrityssymbioosia edelleen.

Pudasjärvellä olisi saatavilla ainakin vajaat 4 300 tonnia biokaasulaitoksen syötteiksi soveltuvia biomassoja vuosittain. Näistä syötteistä olisi mahdollista tuottaa reilut 190 000 m<sup>3</sup> metaania vuodessa. 190 000 m<sup>3</sup> metaania sisältää 1 900 MWh energiaa. Keskimääräinen maatilakokoluokan biokaasulaitos tuottaa Suomessa noin 57 000 m<sup>3</sup> metaania vuodessa, eli potentiaalia keskimääräistä suurempaan biokaasulaitostoimintaan voisi Pudasjärvellä olla. Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi on kaasun käyttömuodoista mielenkiintoisin, sen ollessa kirjallisuuden perusteella yleensä taloudellisesti kannattavin ratkaisu. Lisäksi biokaasun liikennepolttoainekäytön tulevaisuus Pohjois-Pohjanmaalla vaikuttaa Gasum Oy:n ja Jahotec Oy:n biometaanin tankkausasemasuunnitelmien myötä valoisalta. Lannoitteeksi kasvinviljelyyn soveltuvaa käsittelyjäännöstä biokaasulaitoksessa syntyisi vajaat 6 200 tonnia vuodessa. Käsittelyjäänöksessä olisi viljelijöiden käytettävissä syötteeksi toimitettavaa raakalantaa enemmän ravinteita, joista typpi paremmin liukoisessa muodossa. Paikallisesti tuotetun käsittelyjäänöksen käytöllä on mahdollista vähentää epäorgaanisten lannoitteiden ostoa.

## LÄHTEET

- Al Seadi, T., Rutz, D., Janssen, R. & Drosch, B. 2013. Biomass resources for biogas production. Teoksessa Wellinger, A., Murphy J. & Baxter, D. (toim.) The biogas handbook – Science, production and applications. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Alvarez, R. & Lindén G. 2009. Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production. Biomass and bioenergy 2009 (33), 527-533.
- Amiri, S., Henning, D. & Karlsson, B. 2013. Simulation and introduction of a CHP plant in a Swedish biogas system. Renewable Energy 2013 (49), 242-249.
- Gasum Oy 2016. Liikennekaasun hinta ja vertailulaskuri. Viitattu 14.6.2016, <http://gasum.fi/Kaasun-tankkausasemat/Liikennekaasun-hinta/>.
- Havukainen, J. 2014. Biogas production in regional integrated biodegradable waste treatment. Possibilities for improving energy performance and reducing GHG emissions. Lappeenranta University of Technology. Väitöskirja.
- Huttunen, M. & Kuittinen, V. 2015. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 18. Joensuu: Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 21.
- Kela, S. 2015. Biometaanin liikennekäyttöhanke Oulussa. Oulun ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Klemettilä, P. 2016. Kaasuautoille Ouluun tankkauspisteitä. Kaleva, 30.6.2016.
- Kymäläinen, M. & Luostarinen S. 2015. Biokaasutuotannon raaka-aineet. Teoksessa Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.) Biokaasuteknologia – Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

- Latvala, M. 2009. Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä - Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT). Suomen ympäristö 2009 (24). Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Lehtomäki, A., Paavola, T., Luostarinen, S. & Rintala, J. 2007. Biokaasusta energiaa maatalouteen – raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet. Jyväskylän yliopisto.
- Luonnonvarakeskus 2009. Biokaasulaskuri. Viitattu 7.7.2016, [http://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/gas\\_mtt.gas\\_mtt\\_laskuri](http://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/gas_mtt.gas_mtt_laskuri).
- Marttinen, S., Tampio, E., Sinkko, T., Timonen, K., Luostarinen, S., Grönroos, J. & Manninen K. 2015. Biokaasulaitokset – syötteistä lopputuotteisiin. Energia, ravinteet ja ympäristövaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus.
- Motiva Oy 28.3.2014. Biokaasun tukiratkaisut. Viitattu 13.7.2014, [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_pelloilta/biokaasu/biokaasun\\_tukiratkaisut](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/biokaasun_tukiratkaisut).
- Mutikainen, M., Sormunen, K., Paavola, H., Haikonen, T. & Väisänen, M. 2016. Biokaasusta kasvua – Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Sitran selvityksiä 111.
- Myllymäki, M., Särkijärvi, S., Karppinen, T., Kumpula, H. & Virkkunen, E. 2014. Hevosienlannan hyötykäytön lisääminen – Case Kainuu. Biojäte ja hepolanta –hankkeen selvityksiä 2/4. MTT Sotkamo.
- Nges, I., Mbatia, B. & Björnsson, L. 2012. Improved utilization of fish waste by anaerobic digestion following omega-3 fatty acids extraction. Journal of Environmental Management 2012 (110), 159-165.
- Niemeläinen, O., Hyvönen, T., Jauhiainen, L., Lötjönen, T., Virkkunen, E. & Uusi-Kämpä, J. 2014. Hoidettu viljelemätön pelto biokaasuksi - biomassan sopivuus syötteenä ja korjuun vaikutukset tukiohjelmien muiden tavoitteiden saavuttamiseen. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

- Niskala, A. 2016. Biokaasulaitosasiaa. Hallituksen puheenjohtaja, HKP Niskala Oy. Sähköpostiviesti, 29.6.2016.
- Nissi, H. 2016a. Maaseutupalvelut, Oulun yhteistoiminta-alue. Haastattelu 24.5.2016.
- Oikari, R. 2015. Keskitetyn biokaasulaitoksen logistiikka. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Oulun ammattikorkeakoulu Oy 2016. Myssy – Maaseudun yrityssymbioosit. Viitattu 10.6.2016, <http://www.oamk.fi/fi/tutkimus-ja-kehitys/hankkeet/myssy>.
- Paavola, T. & Kapuinen, P. 2015. Mädätysjäännöksen käsittely ja hyödyntäminen. Teoksessa Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.) Biokaasuteknologia – Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Pudasjärven kaupunki 2016. Pudasjärvi – Kaupunki maaseudulla. Viitattu 20.5.2016, <http://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info>.
- Riihimäki, M., Mahal, K., Suoniemi, J., Nurmio, J., Sirkiä, S., Marttinen, S., Pyykönen, V. & Winqvist, E. 2014. Biokaasulaskurin käyttöohje. Käytännön ohjeita biokaasulaitosinvestointia harkitsevalle. Uusikaupunki ja Jokioinen: Ukipolis Oy ja MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.
- Salmela, P. 2016. Toimitusjohtaja, Pudasjärven vesiosuuskunta. Haastattelu 21.6.2016.
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2014. Kestävää kasvua biotaloudesta. Suomen biotalousstrategia. (ei julkaisupaikkaa)
- Viljavuuspalvelu Oy 2009. Lantatilastot 2006-2009.
- Virkkunen, E. 2014. Vanhempi tutkija, Luonnonvarakeskus. Luento, 18.11.2014, Liminka.
- Winqvist, E., Luostarinen, S., Kässi, P., Pyykönen, V. & Regina, K. 2015. Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

