

Tiina Haverinen

MAATILOJEN OMATOIMIRAKENNETUT BIOKAASULAITOKSET

Toteutus ja kustannukset

MAATILOJEN OMATOIMIRAKENNETUT BIOKAASULAITOKSET

Toteutus ja kustannukset

Tiina Haverinen
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Maaseutuelinkeinot
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä: Tiina Haverinen

Opinnäytetyön nimi: Maatilojen omatoimirakennetut biokaasulaitokset

Työn ohjaajat: Mikko Aalto, Ritva Impola

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syksy 2014

Sivumäärä: 43 + 7

Tämä opinnäytetyö tehtiin, koska havaittiin olevan tarpeellista selvittää maatilojen biokaasulaitosten prosesseja ja niiden rakentamisen kustannuksia. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Oulun ammattikorkeakoulun BioE-logia- koulutushanke. Tämän työn päätavoitteena oli tuoda esiin esimerkkejä maatalousyrittäjien itse tiloilleen toteuttamista biokaasulaitoksista. Työssä selvitettiin biokaasulaitosten prosesseja, materiaalihankintoja ja kustannuksia.

Työn teoriaosiossa käsitellään kotieläintilojen energiankulutusta, biokaasuntuotannon nykytilaa Suomessa, sekä maatilojen biokaasulaitosten teknisiä toteutusvaihtoehtoja. Lisäksi esitellään maatilamittakaavan biokaasulaitoksen mahdolliset tukiratkaisut, rakentamiseen tarvittavat luvat ja kustannukset.

Aineiston keräämistä varten laadittiin haastattelut ja ne suoritettiin neljälle eri maatilalle ja tutustuttiin haastatteluihin osallistuneiden maatilojen biokaasulaitosten toimintaan. Aineistoon kerättiin myös valokuvia biokaasulaitoksista. Haastattelujen pohjalta tehtiin kaikista neljästä biokaasulaitoksesta selostukset laitosten prosesseista ja prosessikaaviot. Tuloksissa esitetään myös merkittävimmät rakentamisen kustannukset ja projektin toteutumiseen liittyviä kokemuksia maatalousyrittäjän näkökulmasta.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että maatilojen biokaasulaitosten prosessit poikkeavat toisistaan ja ovat tilakohtaisia. Samanlaista prosessia voi olla vaikea toteuttaa suoraan muille tiloille ja siksi suunnittelussa on tärkeää käydä hyvin läpi erilaiset toteutusmahdollisuudet ja valita niistä jokaiseen kohteeseen käyttökelpoisin vaihtoehto. Biokaasulaitoksen perustamiskustannuksiin voidaan vaikuttaa rakentamalla laitos itse. Mahdollisuuksien mukaan voidaan hyödyntää maastonmuotoja ja jo olemassa olevia rakennuksia.

Haastateltujen tilojen lupien hakeminen on kaikissa kohteissa sujunut hyvin ja yhteistyö lupaviranomaisten kanssa on ollut sujuvaa. Investointitukea on hakenut ja saanut yksi haastatelluista tiloista. Kaikilla selvityksessä mukana olleilla tiloilla käsitellyjäänöksen lannoitehyöty on ollut merkittävä biokaasulaitoksen käyttöönoton jälkeen. Myös hajuhaitat ovat vähentyneet.

Asiasanat: biokaasu, maatilalan biokaasulaitos, biokaasuteknologia

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

Author: Tiina Haverinen

Title of thesis: Farm scale biogas plant built by farmers

Supervisors: Mikko Aalto, Ritva Impola

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2014 Number of pages: 43+7

The goal of this thesis was to find information about farm scale biogas plants. Some farmers have built biogas plants on their farms by themselves. The processes of these cases and their costs will be clarified as well.

In the theoretical base is presented information about energy consumption in farms, biogas production, technical implementation and costs of biogas plant in farm scale. Theoretical base includes also information about the requirement of official approval and which kind of founding is available.

To get material, visits and interviews to four farms were made, where they have built biogas plant by themselves. Acquired material contains pictures of the biogas plant. Based on visits and interviews, results include review and process flow chart of each biogas plant. In the results is presented the project costs and some experience on farmer's perspective.

Farm scale biogas plants are individual. It is important to choose the most usable implementation option to each farm. It is possible to influence the cost of these projects by using second-hand appliances and take advantage of geography and existing buildings. Applying for license didn't cause any problems in these cases. In the results it can be seen that sludge is better fertilizer after the biogas process. In addition smell of the sludge is reduced after the biogas process.

Keywords: biogas, biogas plant, biogas technology

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 ENERGIANKULUTUS KOTIELÄINTILOILLA.....	8
3 BIOKAASUN TUOTANTO SUOMESSA.....	10
4 BIOKAASUPROSESSI	12
4.1 BIOKAASUN MUODOSTUMINEN.....	12
4.2 KUORMITUS (OLR) JA VIIPYMÄ (HRT)	12
5 MAATILOJEN BIOKAASULAITOSTEN TEKNISET RATKAISUT	14
5.1 PROSESSI MAATILOILLA.....	14
5.2 SYÖTTEET JA NIIDEN ESIKÄSITTELY.....	14
5.3 REAKTORI.....	15
5.3.1 REAKTORIN ERISTYS JA LÄMMITYS	15
5.3.2 SEKOITUS.....	16
5.4 JÄLKIKAAASUALLAS	17
5.5 KAASUN PUHDISTUS.....	17
5.6 BIOKAASUN HYÖDYNTÄMINEN.....	18
5.7 KAASUN SOIHTUPOLTTO	19
5.8 KÄSITTELYJÄÄNNÖKSEN HYÖDYNTÄMINEN	20
7 TARVITTAVAT LUVAT	21
8 SAATAVILLA OLEVAT TUET	22
8.1 MAATALOUDEN INVESTOINTITUKI	22
8.2 SYÖTTÖTARIFFI.....	22
8.3 JOUKKORAHOITUS.....	23
9 MAATILAMITTAKAAVAN BIOKAASULAITOKSEN KUSTANNUKSET	24
10 AINEISTO JA MENETELMÄT	26
11 TULOKSET	27
11.1 HUUTOLAN TILA, SUOMUSSALMI	27
11.2 HAATAJAN TILA, SUOMUSSALMI	31
11.3 RYYTILÄN TILA, SIIKAJOKI.....	33
11.5 JUNTTILAN TILA, NIVALA	36
12 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
13 POHDINTA	41

LÄHTEET.....	42
LIITTEET	44
LIITE 1	45
LIITE 2	46
LIITE 3	47
LIITE 4	48
LIITE 5	49
LIITE 6	50

1 JOHDANTO

Suomen ilmasto- ja energiapolitiikka perustuu Euroopan Unionin vuonna 2008 julkistamassa ilmasto- ja energiapaketissa asetettuihin tavoitteisiin. Asetettujen tavoitteiden tulisi toteutua vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteisiin kuuluu mm. vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 20 % EU:n alueella. Uusiutuvien energialähteiden tavoiteltava osuus energian loppukulutuksesta on koko EU:ssa 20 % ja Suomessa 38 %. Biopolttoaineiden tulisi kattaa Suomessa 20 % tieliikenteessä käytettävistä polttoaineista. Vastaavasti tavoitteena on parantaa energiatehokkuutta 20 %. (Kansallinen energia- ja ilmastostrategia 2013, 11.)

Maatalouden rakennemuutoksen myötä maatilayritykset ovat nykypäivänä suuria tuotantoyksiköitä. Kehitys on tuonut mukanaan uudenlaista tekniikkaa tuotantoon ja muutosten myötä myös maatalan energiantarve ja kulutus on kasvanut. Yritystoiminta luo kuitenkin samalla mahdollisuuden kehittää energiaomavaraisuutta maatilalla. Yksi merkittävä kehitysaskel on biokaasun tuottaminen maatilamittakaavassa, mikä parantaa maatalojen kilpailukykyä ja energiaomavaraisuutta sekä tuo ympäristöhyötyjä. Biokaasun sisältämää metaania voidaan hyödyntää energiaksi lämmön- ja sähköntuotannossa sekä siitä voidaan jalostaa liikennepolttoainetta. Lisäksi biokaasun tuotantoprosessissa käytettävistä syötteistä saadaan lopputuotteina arvokasta lannoitetta, jolla on vaikutusta maatalan lannoituskustannuksiin ja ympäristöetuja.

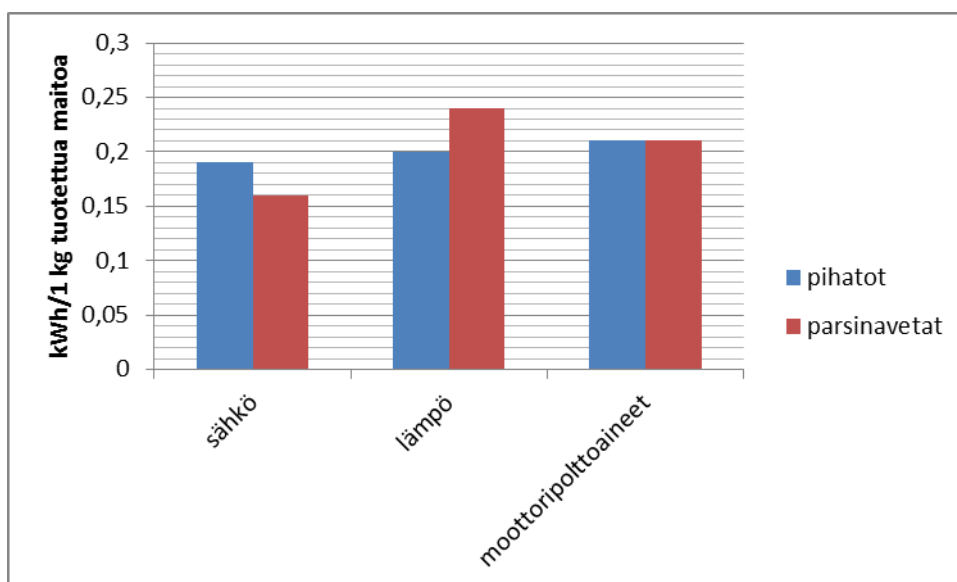
Biokaasua muodostuu anaerobisissa olosuhteissa orgaanisen aineksen hajotessa vaiheittain bakteeritoiminnan seurauksena. Luonnossa biokaasua muodostuu järvien pohjan lietteistä, soiden turvekerroksissa sekä märehijöiden pötteissä. Biokaasu on kaasuseos, jonka sisällöstä suurin osa on metaania ja hiilidioksidia. Vähemmissä määrin esiintyy lisäksi ammoniakkia ja rikkivetyä.

Tässä työssä keskitytään maatalojen biokaasulaitoksiin, jotka viljelijät ovat pääosin omatoimisesti toteuttaneet maatilalleen. Työssä esitellään neljä erityyppistä maatalan biokaasulaitosta. Yhteistä näillä tiloilla kuitenkin on, että kaikilla neljällä tilalla käsitellään tilan omia syötteitä, joita ovat lietelanta ja peltobiomassat. Tilojen laitoksista selvitetään prosessien toteutus ja merkittävimmät rakentamisesta aiheutuneet kustannukset. Lisäksi selvitetään viljelijöiden kokemuksia laitehankinnoista ja projektin toteutumisesta.

2 ENERGIANKULUTUS KOTIELÄINTILOILLA

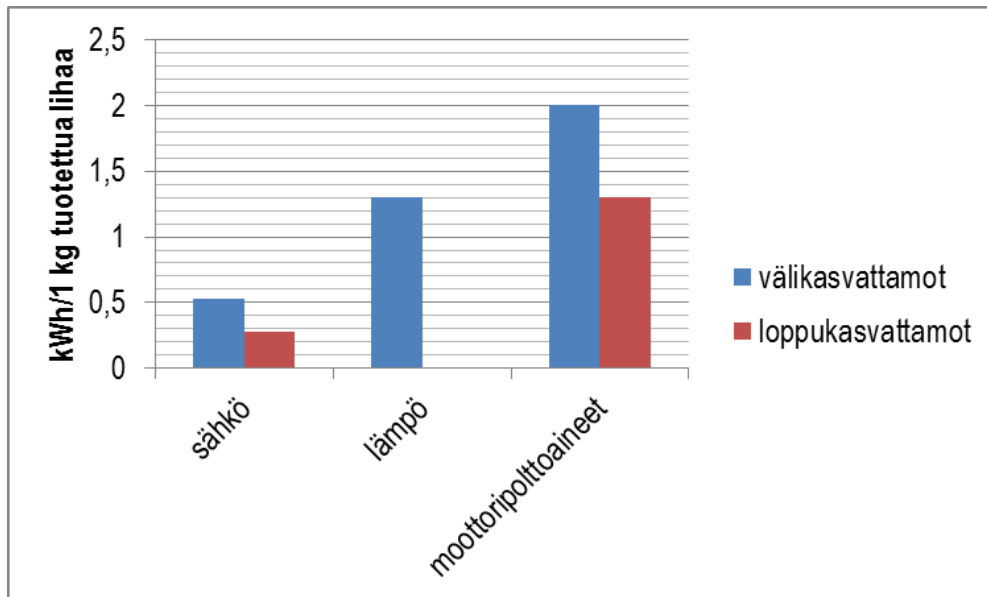
Maidontuotantotiloilla energiantarve muodostuu sähkön, lämmön ja polttoaineiden kulutuksesta. Maidontuotannossa energiankulutukset poikkeavat toisistaan jonkin verran parsi- ja pihattonavetoiden välillä. Poikkeamiin vaikuttavat tuotantotilojen kokoerot ja tekniset ratkaisut laitteiden osalta. Jos yhtä tuotettua maitokiloa kohden kuluu yhteensä 0,60 kWh energiaa, 60 lypsylehmän energiankulutus 8000 kg:n vuosituotoksella on vajaat 290 000 kWh vuodessa. (Posio 2010, 73, viitattu 27.8.2014.)

Mikko Posion vuonna 2010 valmistuneessa pro gradu- tutkielmassa käsitellään kotieläintilojen energiankulutusta. Tutkielmassa tarkastellaan energiankulutusta lypsy- ja lihakarjatilojen sekä sikatilojen osalta. Tässä työssä esitetään energiankulutuksen tiedot lypsy- ja lihakarjatilojen osalta. Alla olevassa kuviossa 1 on esitetty parsi- ja pihattonavetoiden energiankulutuksen jakaantuminen sähkön, lämmön ja polttoaineiden osalta. Energiamäärät on ilmoitettu kilowattitunteina (kWh) jokaista tuotettua maitokiloa kohden. Energiamäärät ovat keskiarvoja ja perustuvat tutkielmassa käsitellyn Työtehoseuran tekemän kyselyn tuloksiin. Tuloksia tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että energiankulutuksessa ilmenee suurta vaihtelua tilojen välillä. (Posio 2010, 70, 73–77, viitattu 27.8.2014.)



KUVIO 1. Energiankulutus kWh tuotettua maitokiloa kohden.

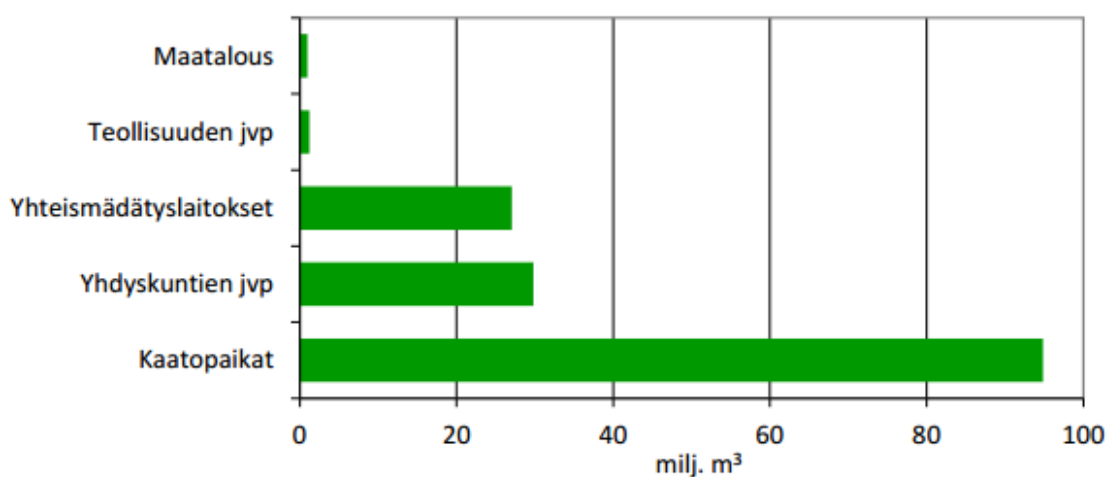
Lihakarjatilloilla kuluu eniten energiaa moottoripolttoaineina maatalan koneissa. Seuraavaksi suurin tarve on lämpöenergialla ja vähiten kuluu sähköä. Alla kuviossa 2 on esitetty energiankulutuksen jakautuminen väli- ja loppukasvattamoissa yhtä tuotettua lihakiloa kohden. Lämpöenergian osuutta ei loppukasvattamojen osalta ollut saatavilla. Välikasvattamon energiankulutus on yhteensä 3,8 kWh tuotettua lihakiloa kohden. (Posio 2010, 78–82, viitattu 27.8.2014.)



KUVIO 2. Energiankulutus kWh tuotettua lihakiloa kohden väli- ja loppukasvattamoilla.

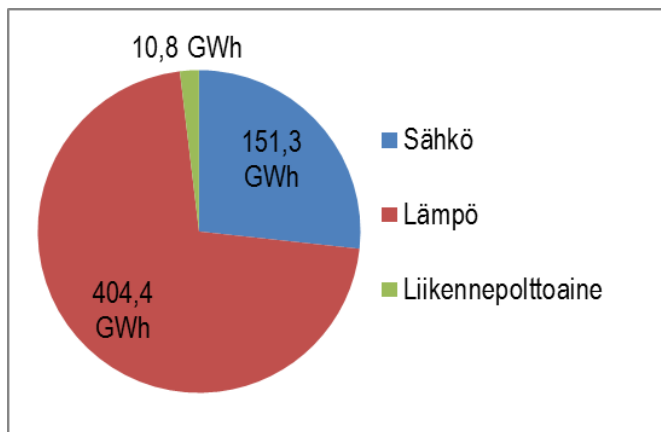
3 BIOKAASUN TUOTANTO SUOMESSA

Suomessa tuotettiin vuonna 2013 yhteensä 153,9 miljoonaa kuutiometriä (m³) biokaasua. Tästä tuotetusta määrästä hyödynnettiin 81 %. Suomessa biokaasua tuottavia reaktorilaitoksia on yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoilla, maataloilla, sekä biojätteen yhteiskäsittelylaitoksilla. Vuonna 2013 reaktorilaitosten tuottama biokaasun määrä oli noin 59 milj. m³. Eniten biokaasua syntyi kaatopaikoilla, joista sitä kerättiin vuonna 2013 noin 95 milj. m³. Maatalouden biokaasulaitosten tuotto oli 2013 noin miljoona kuutiota biokaasua (kuvio 3). (Huttunen & Kuittinen 2014, 27–29, viitattu 3.10.2014.)



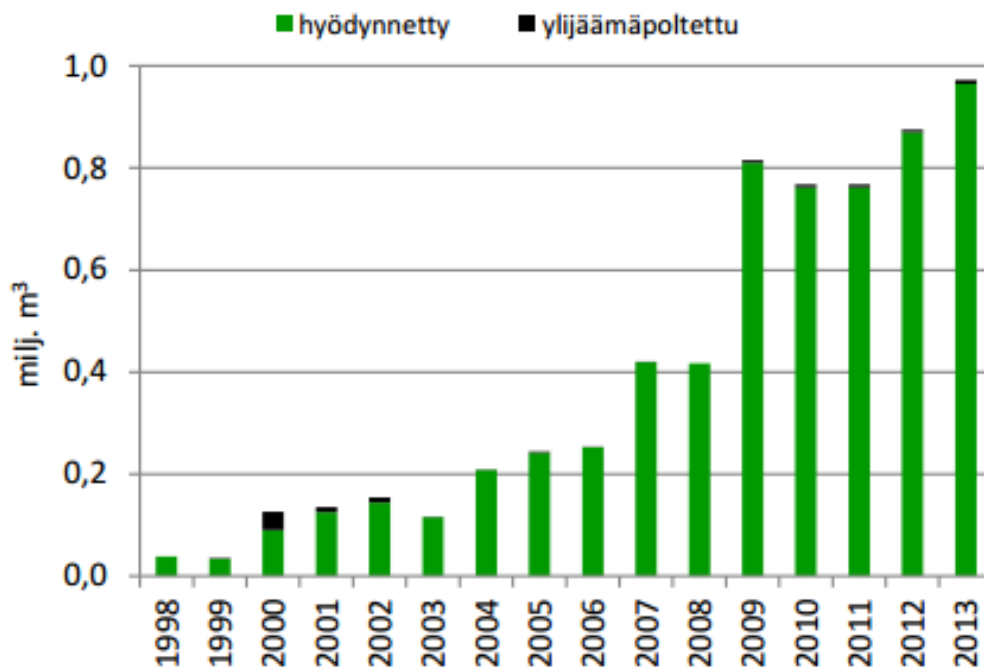
KUVIO 3. Tuotettu biokaasu vuonna 2013. (Huttunen & Kuittinen 2014, 35, viitattu 3.10.2014.)

Biokaasusta tuotettiin vuonna 2013 lämpö- ja sähköenergiaa yhteensä 555,7 GWh, joka on 0,5 % uusiutuvan energian tuotannosta Suomessa. Liikennepolttoaineena käytettiin 10,8 GWh (kuvio 4). (Huttunen & Kuittinen 2014, 13, 27, viitattu 3.10.2014.)



KUVIO 4. Tuotetun energiamäärän jakaantuminen vuonna 2013. (Huttunen & Kuittinen 2014, 13, 27, viitattu 3.10.2014.)

Suomessa maataloilla tuotetun biokaasun määrä ja hyödyntäminen on ollut tasaisessa kasvussa vuosituhannen vaihteen jälkeen ja viime vuosina se on lisääntynyt huomattavasti (kuvio 5). Vuoden 2013 tietojen mukaan Suomen maataloilla oli toiminnassa 12 biokaasulaitosta. Suunnitteilla ja rakenteilla olevia maatilojen biokaasulaitoksia oli ainakin 15. (Huttunen & Kuittinen 2014, 35, 40, viitattu 3.10.2014.)



KUVIO 5. Maataloilla tuotetun biokaasun käyttö vuosina 1998–2013. (Huttunen & Kuittinen 2014, 35, viitattu 3.10.2014.)

4 BIOKAASUPROSESSI

4.1 BIOKAASUN MUODOSTUMINEN

Biokaasun muodostuminen on biologinen prosessi, jossa orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa vaiheittain bakteeritoiminnan seurauksena ja muodostuu kaasuja, joiden seosta kutsutaan biokaasuksi. Biokaasun sisältämän metaanin muodostuminen on luonnollista järvien pohjan lietteessä, soiden turvekerroksessa sekä märehitijöiden pötsissä. Biokaasu voidaan hyödyntää energiaksi polttamalla se kattilassa tai moottorissa ja lisäksi prosessissa syntyy myös käyttökelpoista biomassaa. (Luostarinen 2013, 3–4, viitattu 15.9.2014.)

Biokaasu on kaasuseos, joka sisältää metaania 50–75 % ja hiilidioksidia 25–50 %. Kaasuseos sisältää myös pieniä määriä happea, rikkivetyä ja ammoniakkia. Kaasun sisältöön vaikuttavat prosessissa käytössä olevat syötteen, prosessin mädätysolosuhteet sekä prosessin teknilliset ratkaisut. Kuutiometri metaania sisältää energiaa 10 kWh ja vastaa yhtä litraa kevyttä polttoöljyä. (Taavitsainen, luento 8.1.2014; Guide to biogas, From production to use 2010, 21, viitattu 6.7.2014.)

4.2 KUORMITUS (OLR) JA VIIPYMÄ (HRT)

Biokaasuprosessin kuormitus OLR (organic loading rate) huomioidaan laitoksen suunnittelussa. Kuormitus määrää, kuinka paljon orgaanista kuiva-ainetta (VS, volatile solids) syötetään reaktoriin vuorokaudessa. Kuormitus lasketaan jakamalla vuorokaudessa syötetyn materiaalin määrä reaktorin tilavuudella. Kuormitus ilmaistaan kg VS/(m³*d). Kuormitukseen vaikuttaa syötteiden ominaisuudet. Käytettäessä syötteinä ruoantähteitä tai energiakasveja, kuormitus on suurempi kuin jos käytettäisiin eläinlanta tai olkia. Täyssekoitteisessa reaktorissa kuormitus on vuorokaudessa noin kolme kiloa reaktorin kuutiolitavuutta kohden. (Luostarinen 2013, 12, viitattu 15.9.2014; Guide to biogas, From production to use 2010, 27, viitattu 29.8.2014.)

Toinen prosessin merkittävä tekijä on hydraulinen viipymä HRT (hydraulic retention time). Viipymä tarkoittaa keskimääräistä aikaa, jonka syöte viipyy reaktorissa. Viipymäaikaan vaikuttaa

syötteiden jatkuva sekoitus, joten todellista viipymäaikaa on siksi vaikeaa määrittää. Viipymä voidaan laskea jakamalla reaktorin tilavuus päivittäin poistettavan syötteen määrällä. Viipymäaika ilmaistaan vuorokausina. Viipymäajan ollessa liian lyhyt metaania muodostavaa bakteerikantaa ei ehdi muodostua riittävästi, jolloin käsittelemätöntä syötettä päätyy poistoon ja kaasuntuotanto heikkenee. (Luostarinen 2013, 11, viitattu 15.9.2014; Guide to biogas, From production to use 2010, 27, viitattu 29.8.2014.)

5 MAATILOJEN BIOKAASULAITOSTEN TEKNISET RATKAISUT

5.1 PROSESSI MAATILOILLA

Biokaasua voidaan tuottaa kuiva- tai märkäprosessina. Näissä prosesseissa on erilaiset syötteiden kuiva-ainepitoisuudet ja tekniset ratkaisut. Suomessa maatilojen biokaasulaitokset on toteutettu märkäprosessina. Märkäprosessissa kuiva-ainepitoisuus on alle 15 % ja syöte on pumpattavassa muodossa. Kaasuntuotannossa olosuhteet happipitoisuuden, pH:n, ravinteiden ja lämpötilan suhteen tulee olla oikeat. Märkäprosessissa varsinkin lämpötila vaikuttaa merkittävästi bakteeritoimintaan. Metaania muodostavat bakteerit pystyvät toimimaan erilaisissa lämpötiloissa. Suurimmaksi osin käytetään mesofiilisille bakteereille soveltuvaa 37–42 asteen lämpötila-aluetta. (Taavitsainen, luento 8.1.2014; Guide to biogas, From production to use 2010, 23–24, viitattu 6.7.2014.)

Biokaasulaitoksia on saatavilla laitosvalmistajien toimittamina, mutta laitos on mahdollista rakentaa myös itse. Laitoksen suunnitteluun vaikuttaa mm. tilan tuotantosuunta ja koko, energiatarve, sekä käytettävissä olevat syötteet ja niiden määrät. Biokaasulaitoksen toteuttamisessa voidaan maaston korkeuseroa hyödyntämällä saada liete siirtymään valumalla pumppauksen sijasta. Mahdollisuuksien mukaan voidaan myös hyödyntää olemassa olevia rakenteita. (Heusala, keskustelu 27.3.2014.)

5.2 SYÖTTEET JA NIIDEN ESIKÄSITTELY

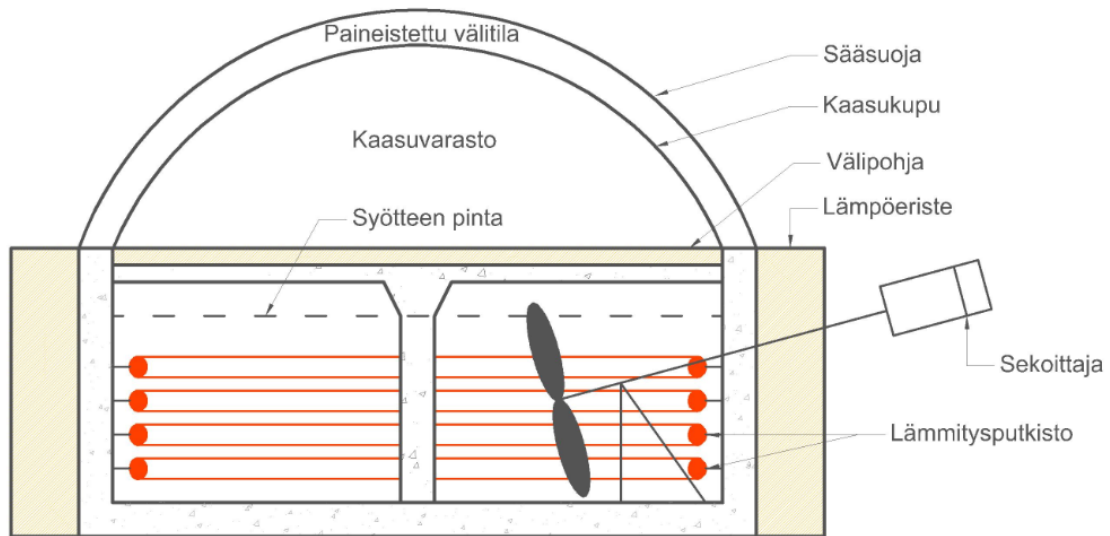
Maatilojen biokaasulaitokset käyttävät syöteenä useimmiten oman karjan lantaa ja tilan peltobiomassoja. Lanta johdetaan tuotantorakennuksen lietekuilusta putkea pitkin esisäiliöön. Esisäiliössä lantaa sekoitetaan ja lämmitetään, jolloin syötteestä saadaan tasalaatuinen. Esisäiliöstä syöte pumpataan biokaasureaktoriin. Peltobiomassat silputaan esimerkiksi apevaunulla ennen reaktoriin syöttämistä. Silppuaminen nopeuttaa syöteen hajoamista prosessissa. Peltobiomassa voidaan syöttää esisäiliöön tai erillisellä syöttölaitteella suoraan biokaasureaktoriin. (Latvala 2009, 26.)

5.3 REAKTORI

Laitokselle valittavaan reaktorityyppiin vaikuttaa suunnitellun syöttömateriaalin ominaisuudet. Syötteen kuiva-ainepitoisuuden (TS, total solids) ollessa alle 15 % käytetään yleensä jatkuvatoimista märkäprosessia. Reaktorityyppi on tällöin useimmiten betonista tai teräksestä rakennettu pystysäiliö, joka on kokonaan maan päällä tai osa siitä on maanpinnan alla. Maatilojen laitoksilla käytetään yleisesti täyssekoitteista reaktoria. Syötettä lisätään ja myös poistetaan säännöllisesti. Mädätetyn syötteen poistaminen reaktorista tehdään ennen syötteen lisäämistä, jotta oikovirtaus vähenee eli käsittelemätön materiaali ei joudu suoraan poistoon. Oikovirtausta voidaan vähentää erilaisten rakenteellisten ratkaisujen avulla. (Luostarinen 2013, 15, viitattu 30.7.2014.)

5.3.1 REAKTORIN ERISTYS JA LÄMMITYS

Reaktori peitetään kahdella tiiviillä pressukankaalla. Alempi pressu muodostaa alleen kaasuväestön ja ylempi toimii sääsuojana. Pressujen väliin puhalletaan ilmaa pienen ylipaineen aikaansaamiseksi, jotta sääsuoja pysyy muodossaan. Kaasupressun muoto vaihtelee kaasumäärän mukaan. Pressujen välissä oleva ilma muodostaa lämpöeristeen, mutta Suomen sääolosuhteet vaativat reaktorin eristämistä myös maarakenteiden osalta. Mädätyssäiliön ja kaasuväestön välille rakennetaan eristävä välipohja, jonka läpi biokaasu pääsee nousemaan kaasuväestöön. Reaktori on eristetty myös ulkosivuiltaan ja sen sisäseinille on asennettu lämminvesiputket syötemassan lämmittämistä varten (kuviot 6). (Luostarinen 2013, 14, viitattu 15.9.2014.)



KUVIO 6. Täyssekoitteisen reaktorin poikkileikkaus mesofiilisessa, jatkuvatoimisessa prosessissa. (Leitfaden biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung 2013, 40, viitattu 26.9.2014)

5.3.2 SEKOITUS

Sekoituksen avulla reaktoriin syötetty massa pidetään tasalaatuisena ja -lämpöisenä. Sekoitus edistää mikrobien toimintaa ja muodostuvan biokaasun kulkeutumista kaasuvarastoon. Lisäksi käsittelyjäännös on tasalaatuisempaa oikeanlaisen ja riittävän sekoituksen ansiosta. Hidas ja riittämätön sekoitus voi muodostaa syötemassan sisälle kaasutaskuja sekä tukoksia putkistoihin. Liian tehokas sekoittaminen voi taas osaksi vaikuttaa haitallisen vaahdon muodostumiseen syötteen pinnalle. (Luostarinen 2013, 12, viitattu 15.9.2014.)

Sekoituksessa voidaan käyttää pysty- tai sivusuunnassa kiinnitettyä lapasekoitinta tai kaasusekoitusta. Kaasusekoituksessa osa muodostuneesta kaasusta johdetaan reaktorin pohjalle ja kaasun noustessa pintaan kuplina se saa massan liikkumaan ja sekoittumaan. Maatilojen biokaasulaitoksilla on usein käytössä moottorilla pyörivä lapasekoitin, joka on asennettu reaktorin sivuseinälle (kuvio 6). (Latvala 2009, 31.)

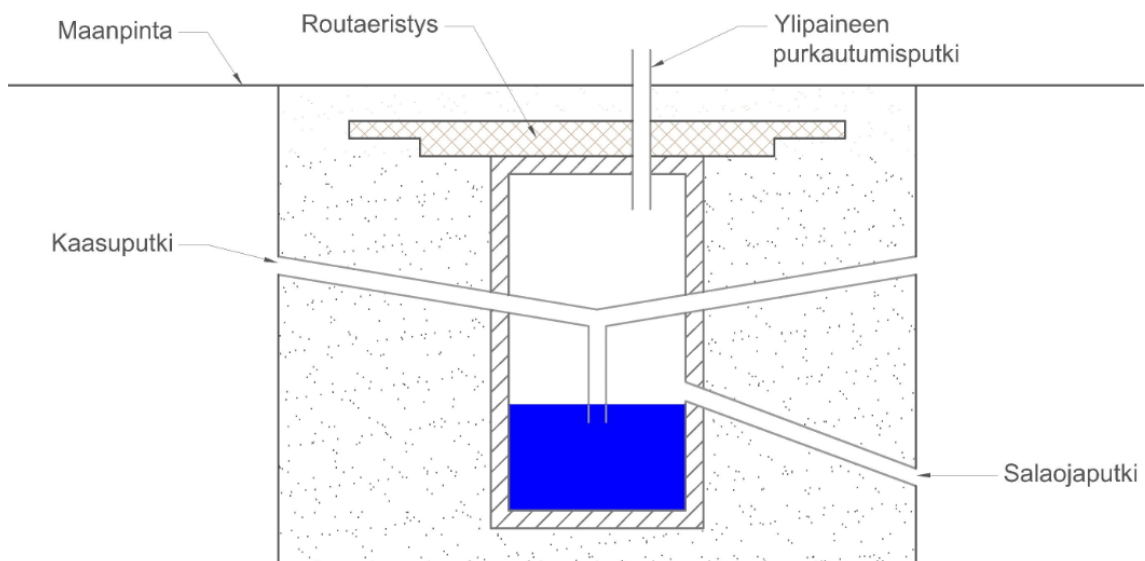
5.4 JÄLKIKAASUALLAS

Reaktorista poistettava käsittelyjäännös sisältää hajoavaa orgaanista ainetta, josta muodostuu edelleen biokaasua. On suositeltavaa, että jäännös siirretään katettuun jälkikaasualtaaseen, josta edelleen muodostunut kaasu voidaan kerätä hyödynnettäväksi. Samalla vältetään kaasujen purkautuminen ilmaan. Maatilojen biokaasulaitosten kaasun tuotannosta jälkikaasun osuus voi olla 15–20 %. (Luostarinen & Pyykkönen 2013, viitattu 5.10.2014.)

5.5 KAASUN PUHDISTUS

Maatiloilla tuotettava biokaasu sisältää rikkivetyä (H_2S), jolla on korrodoiva vaikutus kaasun hyödyntämislaitteistossa. Rikkivedyn määrä vaihtelee yleensä 1000–3000 ppm:n (parts per million) välillä. Lisäksi biokaasu sisältää vesihöyryä, joka poistetaan ennen kaasun hyödyntämistä. Biokaasussa esiintyy myös siloksaaneja, jotka kaasun palaessa hapettuvat piidioksidiksi (SiO_2). Piidioksidi on hapen ja piin yhdiste, jota kerääntyy hyödyntämislaitteiston osiin, josta voi seurata käyttöongelmia. Biokaasun vesipesu poistaa hyvin siloksaaneja, mutta menetelmää käytetään vain jalostettaessa biokaasua liikennepolttoaineeksi. (Latvala 2009, 40, 42.)

Kosteuden poistaminen kaasusta tehdään rakenteellisesti kaasun siirtoputkistossa. Siirtoputkistoon suunnitellaan kallistukset, jotta kaasun sisältämä kosteus tiivistyy eli kondensoituu putkiston pintaan ja valuu kallistusten kautta sille rakennettuun vedenerotuskaivoon (kuvio 7). (Taavitsainen 2006, 57.)



KUVIO 7. Kondenssiveden erottelu (Heusala, keskustelu 25.9.2014)

Rikkivetyä voidaan poistaa lisäämällä enintään 4 % ilmaa biokaasureaktorin kaasutilaan. Mikrobitoiminta käyttää hapen ja muuttaa rikkivedyn alkuainerikiksi. Hapen lisäämisessä tulee olla varovainen, koska suuri määrä happea on haitallista prosessille. Prosessiin voidaan lisätä myös rautaa rikkivedyn poistamiseksi. Menetelmiä voidaan käyttää myös yhdessä. (Latvala 2009, 43.)

5.6 BIOKAASUN HYÖDYNTÄMINEN

Edullisin ja yksinkertaisin hyödyntämistapa on polttaa biokaasu kaasukattilassa lämmityskäyttöön. Biokaasua voidaan hyödyntää myös energianlähteenä keittiössä. Maatilojen laitoksilla lämpöenergiaa tuotetaan yleensä yli tilan oman tarpeen. Asuinrakennusten lämmityksen tarve on kesäaikaan pienempi. (Luostarinen 2013, 18, viitattu 15.9.2014.)

Useimmiten maatiloilla tuotettu kaasu hyödynnetään yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon (CHP, Combined Heat and Power). Tähän on olemassa erilaisia teknisiä toteutusmahdollisuuksia. Yleensä käytetään ottomoottoria tai dieselmoottoria, jonka polttoaineena voi käyttää kaasua. Moottorissa kaasun palamisesta syntyvä energia pyörittää sähköverkkoon kytkettyä generaattoria. Moottorista syntyvä hukkalämpö käytetään lämmöntuotantoon. (Luostarinen 2013, 18–19, viitattu 15.9.2014.)

Sähkön- ja lämmöntuotantoon voidaan käyttää myös mikrokaasuturbiinia. Mikrokaasuturbiineja käytetään Suomessa jonkin verran kaatopaikkojen biokaasulaitoksilla. Pienen mittakaavan tuotannossa on yleensä kannattavinta käyttää ottomoottoria. Ottomoottorin mekaaninen hyötysuhde ja hinta puoltavat sen käyttöä. Lisäksi moottorin tekniikka on yleisesti hyvin tunnettua. Ottomoottorin jatkuva käyttö edellyttää kuitenkin säännöllisiä huoltotoimenpiteitä. Polttomoottorilla voidaan biokaasun sisältämästä energiasta moottorin koosta riippuen muuttaa 30–40 % sähköenergiaksi. Suurin osa kaasun energiasisällöstä muuttuu lämmöksi. Kaasun kannattavimmat hyödyntämistavat huomioidaan suunnitellessa laitosta. Tavoitteena on, että tuotettu energia pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman hyvin. (Luostarinen 2013, 19, viitattu 15.9.2014.)

Laitoksen toiminta myös kuluttaa tuottamaansa energiaa. Reaktoria tulee lämmittää oikean prosessilämpötilan ylläpitämiseksi. Sähköä kuluu syötteen sekoitukseen ja pumppujen toimintaan. Tekniset ratkaisut vaikuttavat laitoksen energian kulutukseen ja se onkin aina laitospaikoista. (Luostarinen, Paavola, Ervarsti, Sipilä & Rintala 2011, 15, viitattu 30.7.2014.)

5.7 KAASUN SOIHTUPOLTTO

Joskus biokaasun varastointikapasiteetti voi ylittyä esim. hyödyntämislaitteiston huoltotöiden takia. Tällöin ylimääräinen biokaasu ohjataan varaston ohi ja poltetaan soihdussa. Menetelmä estää biokaasun sisältämän metaanin pääsyn ilmaan ja vähentää näin sen kasvihuonevaikutusta. Soihtupolttoa pyritään välttämään, jotta energiaa ei kuluisi hukkaan. Soihtupoltossa palamisolosuhteiden vaihtelu voi aiheuttaa myös hajuhaittoja. Kaasun soihtupoltto on vararatkaisuna yleinen biokaasulaitoksissa, mutta pienimmillä maatilojen biokaasulaitoksilla soihtupoltto nostaa merkittävästi investointikuluja ja niissä sitä ei yleensä ole. Lämpökattilaa voidaan myös hyödyntää vararatkaisuna. (Latvala 2009, 48.)

5.8 KÄSITTELYJÄÄNNÖKSEN HYÖDYNTÄMINEN

Mädätysprosessin jälkeen käsittelyjäännös on arvokasta lannoitetta. Käsittelyjäännöksen ravintosisältö riippuu syötteistä, prosessiteknikasta ja viipymästä. Mädätysprosessissa typpi muuttuu kasveille helpommin hyödynnettävään muotoon. Tämä vähentää typen huuhtoutumista viljelysmaalta vesistöön. Mädätyksen myötä haisevat orgaaniset yhdisteet hajoavat prosessissa ja hajuhaitat vähenevät. Käsittelyn jälkeen jäännös on tasalaatuisempaa, juoksevampaa ja sen käsittely helpottuu. (Luostarinen 2013, 13, viitattu 15.9.2014.)

Maatiloilla käsittelyjäännös voidaan sijoittaa pelloille sellaisenaan, kun syötteinä käytetään kyseisellä tilalla syntyviä peltobiomassoja ja lantaa. Levitys pellolle kannattaa tehdä multaavilla menetelmillä. Näin minimoidaan typen haihtuminen ilmaan levityksen yhteydessä. Jos peltolohkoille halutaan sijoittaa lannoitearvoltaan erilaisia jakeita, on mahdollista erotella mekaanisesti nesteet kiintoaineksesta. Neste on typpi- ja kaliumpitoinen ja kiintoaines sisältää eniten fosforia. Molempia jakeita voidaan sijoittaa peltoon sellaisenaan. Kiintoainesta voidaan jatkojalostaa kompostoimalla tai rakeistamalla. Tilalla tulee olla riittävästi lietesäiliötä jäännöksen varastointia varten. (Luostarinen & Pyykkönen 2013, viitattu 5.10.2014; Latvala 2009, 50–51.)

7 TARVITTAVAT LUVAT

Maatilojen biokaasulaitosten ympäristölupa määräytyy ympäristönsuojelulain (86/2000) ja sen pohjalta laaditun ympäristönsuojeluasetuksen (169/2000) mukaan. Laitosten toiminnan laajuus ja käytettävät syötemateriaalit vaikuttavat merkittävästi luvanvaraisuuteen. Lain mukaan toiminta tulee ympäristöluvalliseksi, kun laitoksen polttoainetehto on yli 5 MW. Maatilojen biokaasulaitosten polttoainetehto vaihtelee yleensä 40–500 kW:n välillä, joten ne jäävät reilusti alle mainitun tason. Jätteiden laitos- tai ammattimainen käsittely on luvanvaraista toimintaa ja silloin ympäristölupa haetaan jätelakiin (646/2011) perustuen. Laitos- tai ammattimaista jätteiden käsittelyn katsotaan olevan silloin, kun biokaasulaitoksessa käsitellään lietteen peltobiomassojen lisäksi luokiteltuja jätteitä. Tällöin toiminta tarvitsee ympäristöluvan. Eläinsuojan ja sen yhteyteen rakennetun biokaasulaitoksen ympäristövaikutuksia ja jätteenkäsittelyä voidaan tarkastella yhtenä kokonaisuutena. Tällöin biokaasulaitoksen ympäristölupa voidaan mahdollisesti liittää eläinsuojan ympäristölupaan. (Pelkonen 2013, 29–30, viitattu 17.9.2014.)

Biokaasulaitokselle tulee hakea maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukainen rakennuslupa. Lupahakemukseen liitteenä tulee toimittaa piirustukset laitoksen rakenteista. Laitokselle tehdään rakennuslain mukainen loppukatselmus ennen laitoksen käyttöönottoa. (Taavitsainen 2006, 15.)

Laitoksen turvallisuuteen liittyen tulee tehdä kemikaali-ilmoitus pelastusviranomaiselle hyvissä ajoin ennen toiminnan aloittamista. Kemikaali-ilmoitus suositellaan toimitettavaksi rakennuslupahakemuksen yhteydessä. Biokaasulaitoksen pelastussuunnitelma voidaan liittää navetan pelastussuunnitelman yhteyteen. Laitokselle tulee laatia myös räjähdysuojasiasiakirja. Asiakirjaa ei tarvitse toimittaa viranomaiselle, mutta se tarkastetaan palotarkastuksen yhteydessä. Räjähdysuojasiasiakirja tulee osaksi pelastussuunnitelmaa. Biokaasulaitoksen sähköntuotanto edellyttää liittymissopimuksen laatimisen alueen verkkoyhtiön kanssa. Verkkosopimuksessa sovitaan sähkön verkkoon siirtäminen ja sähkön ostaminen. Lisäksi tulee tehdä sähkön myyntisopimus myyntiyhtiön kanssa. (Taavitsainen 2011, 21, 22–23, viitattu 18.9.2014.)

Biokaasulaitokselle ei tarvita laitoshyväksyntää, jos laitos käsittelee tilan lannan omaan käyttöön. Laitoshyväksyntä vaaditaan silloin, kun laitoksella käsitellään luokiteltuja jätteitä, kuten teurasjätteitä, tilan ulkopuolisia asumisjätevesiä, yhdyskuntalietteitä tai ruokajätteitä. (Evara 2014, viitattu 20.9.2014.)

8 SAATAVILLA OLEVAT TUET

8.1 MAATALOUDEN INVESTOINTITUKI

Maataloutta harjoittava maatilayritys voi hakea tietyin edellytyksin investoinnilleen rahallista tukea. Tuen minimimäärä on 5 000 euroa. Enimmillään sitä voi saada kolmen verovuoden ajanjaksolla 500 000 euroa maatilaa kohden. Kun maatalousyrittäjiä on kaksi, samalle ajanjaksolle voidaan myöntää tukea enintään 750 000 euroa. Kolme maatalousyrittäjää tai maatilayrityksen osakasta voi saada investoinnilleen tukea enintään 1 000 000 euroa. (Maatilojen investointituet, 2013, viitattu 2.8.2014.)

Biokaasulaitokselle voidaan hakea tukea rakenteisiin, laitteiden edellyttämien tilojen rakentamiseen, kaasuvaraston ja lietesäiliöiden rakentamiseen sekä reaktorin hankintaan. Tukea voi saada myös lämpökeskuksen rakentamiseen, kun siinä hyödynnetään uusiutuvia energialähteitä. (Maatilojen investointituet 2013, viitattu 2.8.2014.)

Työ- ja elinkeinoministeriöstä voi hakea energiatukea biokaasulaitokselle. Edellytyksenä on, että laitos ei saa syöttötariffia. Tuen määrä on 8–30 % investoinnille. Tärkeimpänä ehtona tuen myöntämiselle on fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen. (Åkerlund 2014, viitattu 5.8.2014.)

8.2 SYÖTTÖTARIFFI

EU-maissa on käytössä erilaisia tukia uusiutuvan energian tuottamiseen. Tuet ovat maakohtaisia ja lainsäädökset niissä poikkeavat toisistaan merkittävästi. Ruotsissa käytetään uusiutuvan energian tukemiseen vihreää sertifikaattijärjestelmää, investointitukia ja verohelpotuksia. Saksassa uusiutuvaa energiaa tukee syöttötariffijärjestelmä, investointituet ja verohelpotukset. (Marja- Aho 2011, 4, 49–51, viitattu 22.8.2014.)

Suomessa otettiin käyttöön syöttötariffijärjestelmä vuonna 2011. Laissa on määrätty erilaiset säädökset laitosten hyväksymisestä tariffijärjestelmään. Säädöksiin kuuluu muun muassa, että biokaasulaitos ei ole saanut valtiontukea. Biokaasulaitoksen tulee olla uusi ja se ei saa sisältää

käytettyjä osia. Laitoksen generaattoreiden nimellistehon tulee olla vähintään 100 kVA. (Taavitsainen, luento 8.1.2014; Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 2010/1396 10§.)

Syöttötariffijärjestelmään kuuluva sähkön tuottaja saa enintään 12 vuoden ajan takuuhintaa tuottamalleen sähkölle. Biokaasulla tuotetulle sähkölle takuuhinta on 83,5 €/ MWh. Takuuhinta voi olla myös 133,5 €/ MWh edellyttäen, että tuotettavaa lämpöä voidaan myös hyödyntää. Takuuhinnasta vähennetään sähkön kolmen kuukauden markkinahinnan keskiarvo ja jäljelle jäävä summa maksetaan sähkön tuottajalle syöttötariffina. (Taavitsainen, luento 8.1.2014; Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 2010/1396 10§.)

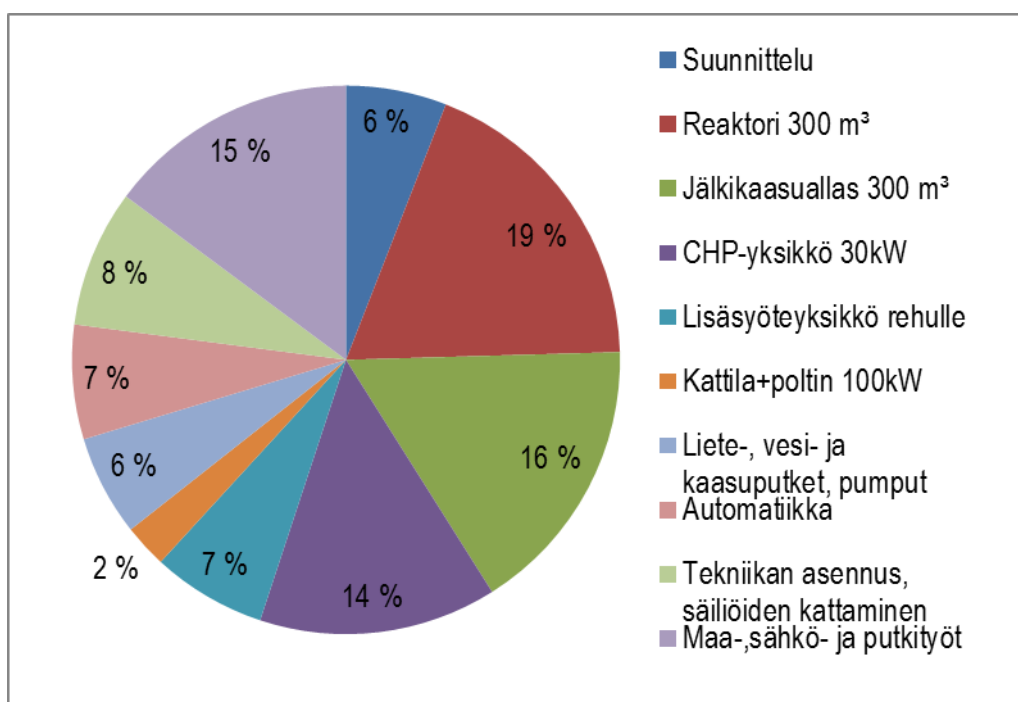
8.3 JOUKKORAHOITUS

Bioenergia-alan investointeihin voisi olla yhtenä mahdollisuutena joukkorahoitus. Periaatteena on, että laajalta yhteisöltä kerätään hajautetusti rahaa projektin toteuttamiseen. Joukkorahoitus voidaan toteuttaa eri tavoin, useimmiten käytetään osakesijoittamis pohjaista rahoitusta. Lisäksi on olemassa myös laina- ja vastike pohjaista rahoittamista. Rahan keräämistä varten hakija perustaa kampanjan joukkorahoituspalveluun, jossa projektia markkinoidaan. Suomessa ensimmäinen joukkorahoituspalvelu mesenaatti.me avattiin kesällä 2013. Muita joukkorahoituspalveluja on yhdysvaltalainen Kickstarter. Joukkorahoitus on rahoitusmuotona yleistymässä ja sopii lähinnä jo olemassa olevien rahoitusmuotojen lisäksi. (Mesenaatti.me, viitattu 15.10.2014.)

9 MAATILAMITTAKAAVAN BIOKAASULAITOKSEN KUSTANNUKSET

Maatilan biokaasulaitos on aina tilakohtainen projekti. Rakentamisessa tulee huomioida olemassa olevien rakennusten ja maastonmuotojen hyödyntämismahdollisuus, jolla voidaan vaikuttaa kustannuksiin. Lisäksi työvaiheiden toteuttaminen omana työnä ja käytettyjen laitteiden hyödyntäminen muuttaa kustannuksia. (Kalmari-Harju, sähköpostiviesti 23.9.2014.)

Alla on esitetty esimerkki rakentamisen kustannusten jakautumisesta maatilamittakaavan biokaasulaitokselle (kuvio 8). Esimerkin biokaasulaitoksen syötteinä ovat naudon lietelanta ja lisäsyötteenä rehu. Biokaasulaitos rakennetaan laitosvalmistajan toteuttamana ja syntyneestä biokaasusta tuotetaan maatilalle lämpöä ja sähköä CHP- yksikössä. Prosessi toimii mesofiilisenä, jatkuvatoimisenä märkäprosessina.



KUVIO 8. Biokaasulaitoksen rakentamisen kustannusten jakautuminen.

Suunnitteluun sisältyy rakennus-, prosessi- ja automaatio suunnittelu. Lisäksi mukaan kuuluu neuvontapalvelu projektin toteuttamisessa, lupien hankinnassa ja laitoksen käyttöönotossa. Biokaasureaktori on betonirakenteinen ja sen tilavuus on 300 m³. Mukaan kustannuksiin kuuluu kaasu- ja sääkate, sekoittimet ja lämmitysputket sekä tarvikkeet ilman asennustyötä. Jälkikaasuallas on myös betonirakenteinen ja sen tilavuus on 300 m³. Liete-, vesi- ja

kaasuputkien mukaan tulevat tarvittavat pumput, rikin poisto ja kaasun kuivaus. Laitoksen automatiikka sisältää valvontatietokoneen, laitoksen valvontaohjelman, mittauslaitteistot ja taajuusmuuntajat. (Kalmari-Harju, sähköpostiviesti 23.9.2014.)

Reaktori ja jälkikaasuallas ovat kustannuksiltaan suurimmat. Teholtaan 30 kW:n CHP- yksikkö muodostaa myös suuren osan kustannuksista. Kokonaiskustannuksiltaan biokaasulaitoksen rakentaminen maksaa on noin 316 000 €. Tämän lisäksi tulevat kustannukset maa-, sähkö- ja putkitöistä, jotka teetetään paikallisilla toimijoilla. Kuviossa 7 on esitetty myös maa-, sähkö- ja putkitöille karkea kustannusarvio. Muultakin osin kustannukset ovat arvioita ja voivat todellisuudessa vaihdella merkittävästi. Kustannuksiin ei sisälly hyödyntämislaitteistojen teknisten tilojen osuutta. (Kalmari-Harju, sähköpostiviesti 23.9.2014.)

10 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön tietoperustaan kerättiin tietoa biokaasukoulutuksessa keväällä 2014, jonka järjestäjänä oli BioE-logia-hanke. Työhön kerättiin myös alan kirjallista lähdemateriaalia ja käytiin keskusteluja alan asiantuntijan kanssa.

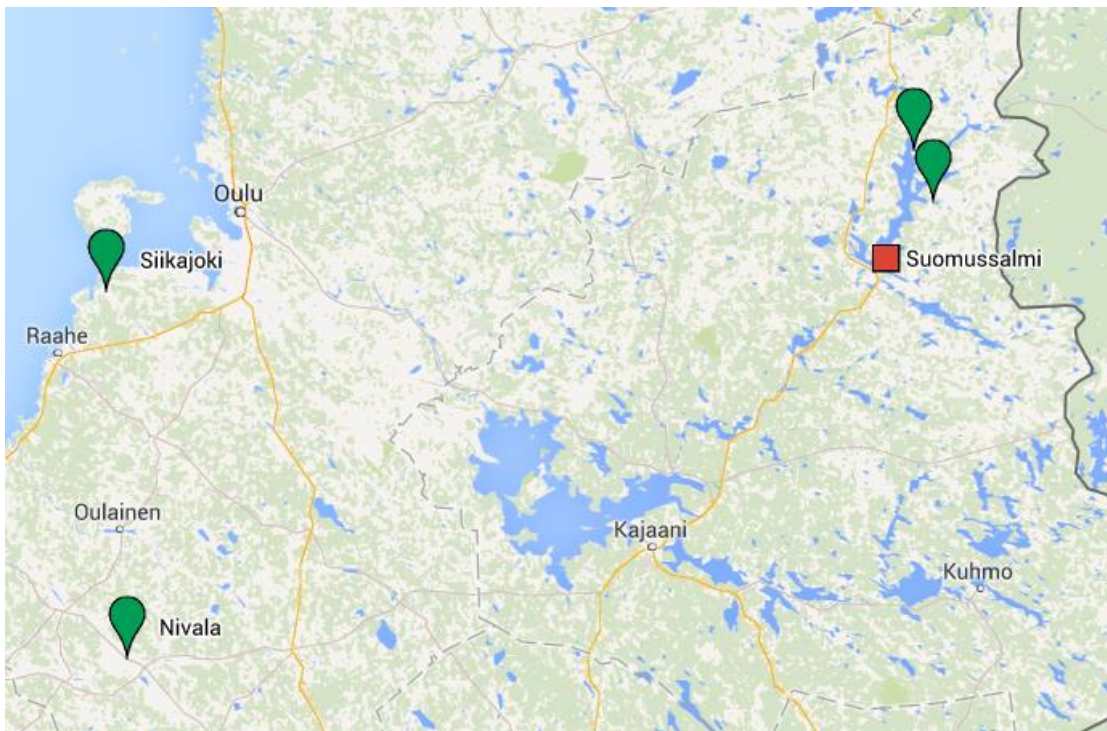
Selvityksessä perehdyttiin lähemmin neljään maatilaa, joissa on pääosin omatoimisesti toteutettu biokaasulaitos. Tiedon keruuta varten laadittiin haastattelut, joiden kysymykset laadittiin työn tietoperustaan nojaten. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoidun haastattelun tyyllillä. Haastattelun kysymykset mietittiin etukäteen valmiiksi, mutta vastaukset olivat avoimia. Puolistrukturoitu haastattelu on joustavampi verrattaessa strukturoituun haastatteluun ja antaa mahdollisuuden keskusteluun. Kuitenkin haastattelun rakenteen laatiminen ennalta ohjaa haastattelua.

Tilavierailut sovittiin etukäteen puhelimitse. Tiloille tehtiin vierailut ja haastattelut (liite 5), joilla hankittiin perustiedot tilasta, energiamääristä ja biokaasulaitoksen kustannuksista. Lisäksi tutustuttiin laitoksen toimintaan tilalla ja otettiin valokuvia biokaasulaitoksista. Valokuvia pyrittiin keräämään myös laitosten rakennusvaiheesta.

Haastattelujen ja vierailujen pohjalta laadittiin selostukset tilojen biokaasuprosesseista, joita havainnollistettiin valokuvien avulla. Lisäksi laadittiin liitteeksi biokaasulaitosten prosessikaaviot, joissa kuvataan syötevirrat, reaktorilavuudet ja kaasun hyödyntäminen. Haastattelujen pohjalta on koottuna luettelo tilojen käyttämisestä yrityksistä projektin toteuttamisessa (liite 6).

11 TULOKSET

Tuloksissa on esitelty haastattelujen ja tilavierailujen pohjalta tehdyt kuvaukset biokaasulaitoksista sekä niiden kustannukset pääpiirteittäin. Haastatellut tilat sijoittuvat Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueille (kuvio 9). Kaikilla neljällä tilalla biokaasua tuotetaan jatkuvatoimisella märkäprosessilla. Kaikki neljä tilaa käyttävät laitoksen syöteinä tilalla syntyviä syötemateriaaleja. Laitoksista kolme on toiminnassa ja yksi juuri valmistunut.



KUVIO 9. Haastateltujen tilojen sijoittuminen kartalla.

11.1 HUUTOLAN TILA, SUOMUSSALMI

Huutolan maatilalla Suomussalmella on tuotantosuuntana maidontuotanto. Lypsylehmiä tilalla on noin 55 ja nuorkarjaa 60. Peltoviljelyn ala on 80 hehtaaria ja pellot ovat nurmella. Tilan toimintaa on kehitetty säännöllisesti. Tilan isäntä Markus Moilanen kiinnostui biokaasun tuotannon

mahdollisuudesta tilallaan, suunnitteli ja rakensi biokaasulaitoksen, jonka tuottamasta biokaasusta saadaan tilalle lämpöä ja sähköä. Tilan vuotuinen lämmöntarve on noin 60 000 kWh ja sähköntarve 140 000 kWh.



KUVIO 10. Säilörehun syöttörakennus ja biokaasureaktori Huutolan tilalla Suomussalmella.

Biokaasulaitoksen syöteinä käytetään tilan omaa lantaa ja säilörehua. Prosessissa lanta johdetaan navetasta esisäiliöön. Esisäiliöstä ajastettu pumppaus kuljettaa lietteen biokaasureaktoriin (liite 1). Reaktorin kokonaistilavuus on 500 m³, syötemassaa on reaktorissa 450 m³. Kaasun varastointiin on tilaa 400 m³. Lietettä pumpataan reaktoriin 6–7 m³ vuorokaudessa. Lietettä lämmitetään ennen reaktoriin syöttämistä reaktorista poistettavalla käsittelyjäännöksellä vastavirtaperiaatteella. Lietteiden ja säilörehun viipymä reaktorissa on keskimäärin 55–60 vuorokautta riippuen syötemäärästä. Reaktorissa syötteiden lämpötila on noin 36 °C. Määtysprosessin jälkeen käsittelyjännös johdetaan lietesäiliöön. Prosessiin ei sisälly jälkikaasuallasta.

Säilörehu tehdään tilalla pyöröpaaleihin. Biokaasulaitokseen syötettävät paalit murskataan apevaunulla. Säilörehua syötetään suoraan reaktoriin erillisestä rakennuksesta (kuvio 10). Rakennuksessa on purkava reukärry, johon voidaan valmistaa noin viikon käyttötarpeen verran rehua. Reukärry purkaa rehun kolakuljettimelle, joka siirtää rehun syöttöruuville (kuvio 11). Syöttöruuvi siirtää rehun suoraan reaktoriin. Säilörehua lisätään reaktoriin kaksi kertaa päivässä, yhteensä noin 1 000 kg. Määrä voi vaihdella esimerkiksi kesäajan pienemmän energiantarpeen mukaan.



KUVIO 11. Säilörehun syöttö biokaasureaktoriin.

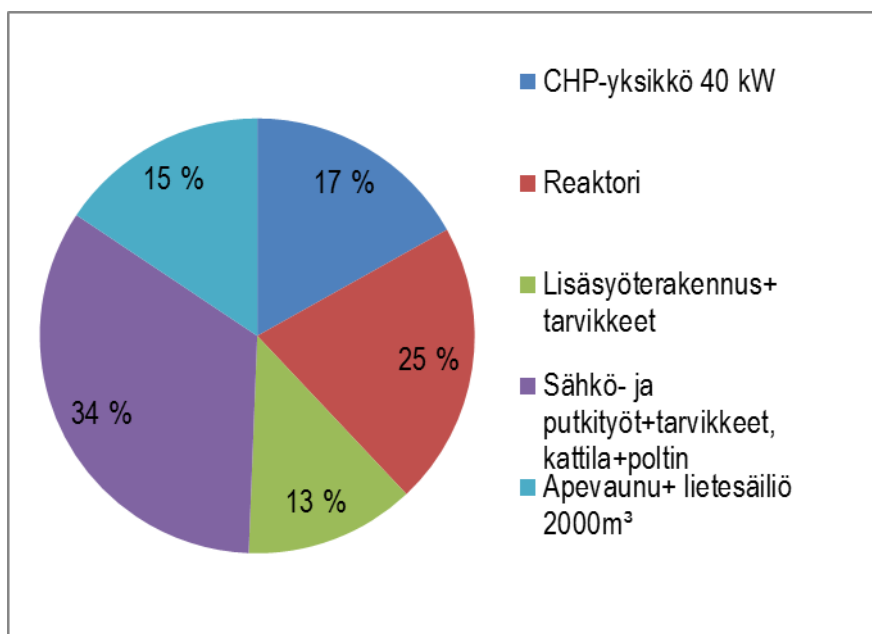
Reaktori on rakennettu vanhaa lietesäiliötä hyödyntäen. Kaasuvaraston ja syötetilan välipohjana ovat ontelolaatat ja uretaanieriste. Reaktorin pohjavaluun ja sisäseinille on asennettu lämmitysputket. Reaktoriin on asennettu kylkisekoitin, joka sekoittaa syötemassaa ajastetusti tunnin välein noin 15 minuutin ajan. Sekoitin voidaan käynnistää myös säilörehun syötön yhteydessä, jotta rehu sekoittuu tasaisesti syötemassaan. Kaasuvarasto on katettu kaksoiskatteella, joiden välisessä tilassa on pieni ylipaine. Ulompi kate on sääsuoja ja sisempi on kaasukate. Kaasukatteen yli on asennettu köysi, jonka toisessa päässä reaktorin ulkopuolella riippuu punnus. Jos kaasun määrä laskee, kaasukatteen yli asennettu köysi päästää punnuksen laskeutumaan katkaisijaan, joka sammuttaa laitteistot.

Tuotettu biokaasu johdetaan kaasuputkiston kautta CHP- laitteistolle. Ennen kaasun hyödyntämislaitteistoa kaasuseoksesta puhdistetaan rikkivetyä ja erotetaan kosteutta. Kaasumoottorin teho on 40 kW. Laitteisto on liitetty sähköverkkoon ja tarvittaessa se ottaa virtaa verkosta tai syöttää ylimääräistä virtaa verkkoon. Nykyisellään laitos tuottaa lämpöä 244 000 kWh ja sähköä 120 000 kWh vuodessa. Lämpöenergiaa hyödynnetään asuinrakennuksiin, biokaasuprosessiin ja tuotantorakennuksiin sekä käyttöveden lämmittämiseen. Kaikkea tuotettua lämpöä ei voida hyödyntää tilalla. Tarvittaessa kaasu voidaan ohjata polttoon erilliseen kaasukattilaan.

Projekti on maksanut kokonaisuudessaan 256 000 € (alv 0 %). Tästä summasta merkittävä osa on muodostunut käsittelyjäännökselle rakennetusta lietesäiliöstä sekä apevaunun osuudesta.

Myös CHP- laitteisto on ollut kustannuksiltaan merkittävä (kuvio 12). Suurimmat kustannukset ovat muodostuneet prosessin putki- ja sähkötoista. Kustannuksiin on voitu vaikuttaa toteuttamalla projekti pääosin itse. Prosessin sähköasennuksissa on ollut apuna alan asiantuntija.

Projektille haettiin investointitukea ja sitä myönnettiin 15 % sekä 75 % korkotukilainaa. Biokaasulaitoksen myötä väkilannoitteiden hankinnassa on säästöä kertynyt vuodessa noin 13 000 €. Lisäksi lannanlevitysalaa on voitu laajentaa asuintalojen läheisyydessä sijaitseville pelloille. Projektiin tarvittavien lupien hankinta ja yhteistyö lupaviranomaisten kanssa on sujunut hyvin. Suunnitteluun kului aikaa noin kaksi vuotta, rakentamiseen vuoden verran. Tietoa suunnitteluun ja toteuttamiseen on hankittu biokaasukoulutuksesta, jonka puitteissa järjestetty tutkimismatka Saksan biokaasulaitoksille on ollut hyödyllinen. Rakentamisvaiheissa on ollut apuna kaksi työntekijää.



KUVIO 12. Rakentamisen kustannusten jakautuminen Huutolan tilalla.

Biokaasulaitoksen käyttökokemusten mukaan kaasuntuotantoon vaikuttaa syötettävän rehun laatu. Pilaantunut rehu heikentää kaasuntuotantoa, jos sitä syötetään prosessiin paljon kerralla. Myös antibioottimaidon on todettu heikentävän kaasuntuotantoa suurempina määrinä. Syötettävä rehu on murskattava hyvin, jotta bakteeritoiminta on tehokasta prosessissa. Jos prosessia muutettaisiin, sen automatiikkaa kehitettäisiin enemmän. Jatkossa suunnitelmissa on jalostaa biokaasun metaania liikennepolttoaineeksi.

11.2 HAATAJAN TILA, SUOMUSSALMI

Markku Haatajan maatila Suomussalmella on suuntautunut maidontuotantoon. Lypsylehmiä tilalla on noin 20 ja peltoviljelyalaa 25 hehtaaria nurmella. Markku Haataja kiinnostui mahdollisuudesta energiaomavaraisuuteen tilallaan ja rakensi biokaasulaitoksen. Biokaasulaitoksen tuottama biokaasu hyödynnetään tilalla lämpöenergiaksi, jota laitos tuottaa 80 000 kWh vuodessa. Lämpöenergia riittää hyvin tilan tarpeisiin ja ylimääräinen kaasu poltetaan soihdussa. Suunnitelmissa on tuottaa kaasusta myös sähköenergiaa. Tilan vuotuinen sähköntarve on 23 000 kWh.

Biokaasulaitoksen syötteinä käytetään tilan lietelantaa ja säilörehua. Reaktorin ja jälkikaasualtaan tilavuus on 70 m³. Lietettä syötetään prosessiin 2–3 m³ vuorokaudessa. Säilörehua lisätään tarpeen mukaan, enimmillään 300 kg vuorokaudessa. Syötteiden viipymä prosessissa on noin 55 vuorokautta. Mädätysprosessin lämpötila on 41 °C. Käytettyjen syötteiden lisäksi myös aumoihin säilötyn rehun puristenesteet syötetään prosessiin. Puristenesteiden on todettu parantavan kaasuntuotantoa merkittävästi.



KUVIO 13. Haatajan tilan biokaasulaitos.

Liete valuu kaltevaa maastoa hyödyntäen navetasta esisäiliöön (kuvio 13). Esisäiliössä liete lämmitetään, sekoitetaan ja se johdetaan reaktoriin. Reaktorista liete johdetaan jälleen esisäiliön kautta jälkikaasualtaaseen. Tässä käsitelty syöte luovuttaa lämmön syötettävälle lietteelle (liite 2).

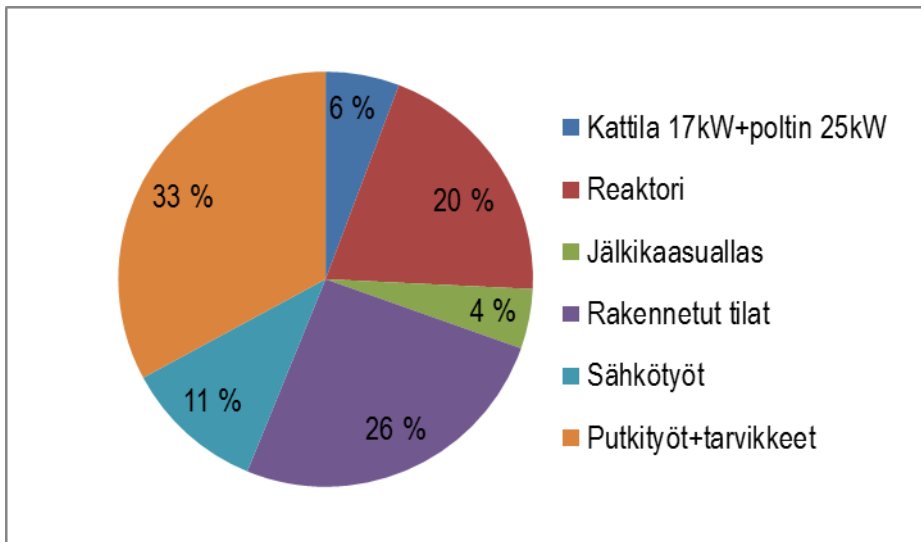
Maaston kaltevuutta hyödyntämällä lietteen pumppaustarve on prosessissa vähäinen. Syötettä pumpataan kevättälvella tarvittaessa jälkikaasualtaasta lietesäiliöön. Tällöin syötteen liikkuvuus hidastuu lietesäiliön täytyessä.

Säilörehua lisätään tarvittaessa erillisen syöttöyksikön kautta suoraan reaktoriin. Rehun lisääminen tehdään käsin. Kaasuputkisto kerää syntyneen biokaasun reaktorista ja jälkikaasualtaasta. Ennen hyödyntämlaitteistoa (kuvio 14) biokaasusta erotetaan kosteutta ja poistetaan rikkivetyä lisäämällä ilmaa kaasuväroastoon.



KUVIO 14. Kaasupoltin ja kattila.

Betonirakenteinen reaktori on rakennettu tilalla ja jälkikaasualtaan rakentamisessa on hyödynnetty vanhaa lietesäiliötä. Myös käsittelyjäännöksen varastoinnissa hyödynnetään olemassa olevaa lietesäiliötä. Projektille ei haettu rahallista avustusta. Sen katsottiin menettelytavaltaan ja säädöksiltään olevan monimutkaista sekä aikaa vievää. Tähän mennessä projekti on maksanut arviolta 37 000 € (alv 0 %). Alla on esitetty projektin rakennuskustannusten jakautuminen (kuvio 15). Putkityöt tarvikkeineen ovat muodostaneet suuren osan kustannuksista. Lisäksi reaktori laitteineen ja rakennetut tilat ovat myös merkittäviä. Maarakennustyö on tehty omana työnä omilla koneilla. Sen osuus kustannuksista on pieni, eikä sitä ole esitetty kustannusjakaumassa.



KUVIO 15. Biokaasulaitoksen rakennuskustannusten jakautuminen Haatajan tilalla.

Biokaasulaitoksen rakentamispäätökseen vaikutti kiinnostus uusiutuvaan energiaan ja energiaomavaraisuuteen. Suunnittelussa ja rakentamisen toteuttamisessa apuna on ollut Timo Heusala ElBio Ky:stä. Tilan biokaasulaitoksen suunnitteluun ja rakentamiseen kului aikaa yhteensä kaksi vuotta. Tarvittavien lupien hakeminen sujui myös ongelmitta. Laitteiden hankinta sujui pieniä toimituksen viivästyksiä lukuun ottamatta hyvin.

Käyttökokemusten mukaan prosessi toimii hyvin. Biokaasulaitoksen ansiosta väkilannoitteita ei enää tarvitse käyttää. Jos prosessiin tehtäisiin muutoksia, säilörehun syöttöön on vaihtoehtona ruuvisyöttö. Myös sekoittimen sijoituspaikkaa suunniteltaisiin uudestaan. Kokemusten mukaan mahdollisimman yksinkertainen ja sähkötekniikaltaan helppo prosessi on käytännöllinen.

11.3 RYYTILÄN TILA, SIIKAJOKI

Erkki Penttilän maatila sijaitsee Siikajoella. Tilan tuotantosuunta on naudanlihantuotanto. Tilalla on yhteensä 550 eläintä ja viljeltyä peltoalaa noin 300 hehtaaria. Viljelyssä on nurmea ja ohraa. Tilalle on suunniteltu ja rakennettu omatoimisesti biokaasulaitos. Laitoksen tuottamasta kaasusta on tarkoitus tuottaa lämpöä ja sähköä tilan tarpeisiin sekä jalostaa liikennepolttoainetta. Tilan vuotuinen sähköenergiatarve on 120 000 kWh.



KUVIO 16. Ryytilän tilan biokaasureaktori ja tekniset tilat.

Reaktorin tilavuus on 700 m³ ja kaasuvaramon tilavuus 300 m³. Biokaasulaitoksen syötteenä käytetään naudan liete- ja kuivalantaa, jota tilalla syntyy yhteensä 19 t vuorokaudessa. Lietelantaa johdetaan kahdesta eläinsuojasta lieteputkien ja pumppauskaivojen kautta biokaasureaktoriin (liite 3). Käsittelyjäännös pumpataan lietteen tuloputken kautta lietesäiliöön. Suunnitelmassa on syöttää lisäksi kuivalantaa tai kasvibiomassaa erillisen syöttöyksikön kautta. Prosessiin ei sisälly jälkikaasuallasta (kuvio 16).

Kaasuvaramon ja syötetilan erottaa puurakenteinen välipohja, jonka päällä on uretaanieriste. Reaktoriin tuleva liete lämmitetään reaktorista poistuvalla käsittelyjäännöksellä. Reaktoriin on asennettu kylkisekoitin. Lisätehoa sekoitukseen reaktorin pohjalle saadaan pienemmällä potkurisekoittajalla (kuvio 17). Lisäksi reaktorissa on varaus vielä toiselle sekoittajalle tarpeen vaatiessa. Kaasuvaramo on katettu kaasukuvulla ja sääsuojalla. Biokaasusta erotetaan kosteus kondenssivesikaivoon ja rikkivety poistetaan lisäämällä ilmaa kaasuvaramoon akvaarion ilmapumpun avulla.



KUVIO 17. Sekoitin, syötteen tulo- ja poistoputki sekä lämmitysputket. (Kuva: Erkki Penttilä)

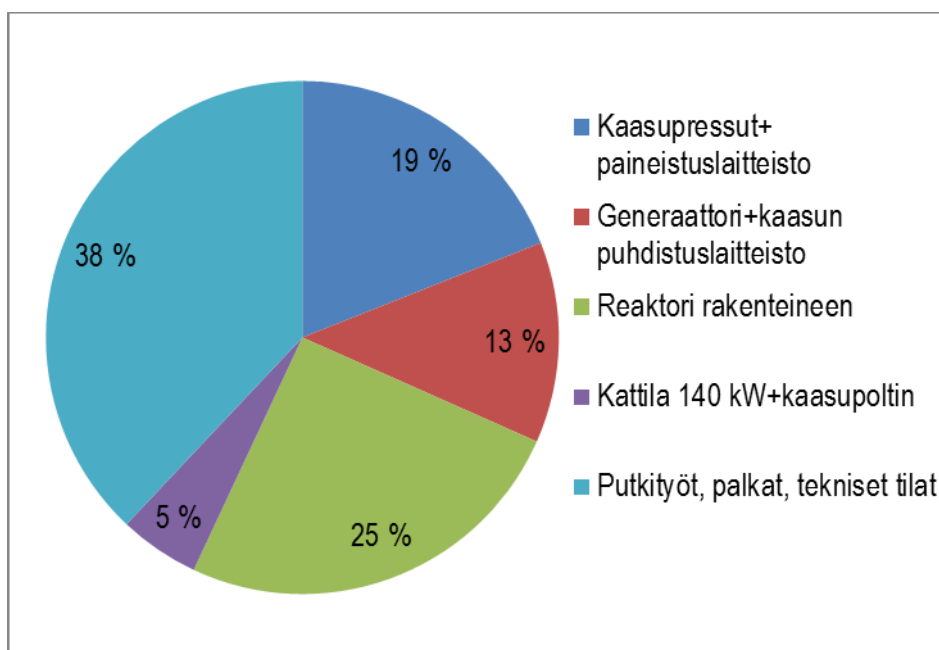
Reaktori on lämpöeristetty ulkosivuilta ja reaktoriin on asennettu lämmitysputket sisäseinälle ja reaktorin pohjavaluun. Lisäksi prosessilämpöä saadaan lisää reaktorin sisään rakennetulla ”lämpöpatterilla” (kuvio 18). Prosessin on tarkoitus toimia mesofiilillä, 35–37 °C:een lämpötila-alueella.



KUVIO 18. Lämmitysputkiston valu pohjalle ja pystyseinämään. (Kuva: Erkki Penttilä)

Prosessiin on pyritty hyödyntämään käytettyjä laitteita ja osia. Reaktorin kylkisekoitin on valmistettu käytetyistä osista itse. Sekoittimen osat ovat meijerin käytöstä poistamat voivispilät. Lämmönvaihtimet ovat olleet alkujaan kerrostalokäytössä. Lämmönvaihtimet on koeponnistettu ennen prosessiin käyttöönottoa. Reaktorin välipohjassa puurakenteen päällä on hyödynnetty paperikoneen viiraverkkoa. Tarvittavia laitteita, kuten lietteen pumppu ja moottori sekoittimeen on tilalla ennestään ja niitä voidaan hyödyntää prosessiin.

Alla on esitetty merkittävimmät kustannukset ja niiden prosentiosuudet kokonaiskustannuksista (kuvio 19). Projektin kustannukset ovat tähän mennessä olleet arviolta 160 000 € (alv 0 %). Laitteiden hankinta ulkomaita ja Suomesta sujui hyvin. Toimitusten varmistamiseksi on hyvä tietää ja tuoda esille mahdollisimman tarkkaan tiedot tarvittavista laitteista. Kiinasta toimitettujen kaasukupujen ja paineistuslaitteiston mukana toimitettiin kaikki asentamisessa tarvittavat työkalut. Projektille ei ole haettu rahallista tukea. Suunnitteluapua ja tukea toteutukseen antoi ElBio Ky:stä Timo Heusala. Projektiin tarvittavien lupien hankkiminen sujui hyvin.



KUVIO 19. Ryytilän biokaasulaitoksen rakentamiskustannukset.

11.5 JUNTILAN TILA, NIVALA

Nivalassa Heikki Junntilan tilan tuotantosuunta on maidontuotanto. Tilalla on 70 lypsylehmää ja lisäksi nuorkarjaa. Peltoalaa tilalla on yhteensä 140 ha, joista puolet on nurmella ja puolet ohraa.

Tilalla tuotetaan lehmän lietelannasta biokaasua, joka hyödynnetään tilalle lämpö- ja sähköenergiaksi. Tilan vuotuinen sähkön tarve on noin 100 000 kWh, josta biokaasulaitoksella voidaan parhaimmillaan tuottaa puolet. Biokaasulaitos tuottaa kaiken tilan tarvitseman lämpöenergian, navetan lämmityksen ja lämpimän käyttöveden sekä prosessin käyttöveden lämmityksen.



KUVIO 20. Rakennuksen edustalla vaakareaktori ja kulmauksessa pystyreaktori, sekä tilat esisäiliölle ja kaasun hyödyntämislaitteistolle.

Biokaasulaitoksen syötteinä käytetään naudän lietelantaa. Lietettä pumpataan navetasta ensin 10 m³:n esisäiliöön, jossa sitä sekoitetaan ja lämmitetään. Esisäiliöstä lietettä pumpataan reaktoreihin 2 kertaa vuorokaudessa, 5 m³ kahteen erilaiseen reaktoriin (liite 4). Talvella energiantarpeen ollessa suurempi, lisätään prosessiin myös tilan peltobiomassoja. Prosessiin sisältyy vaaka- ja pystyreaktori (kuvio 20), molempien kokonaistilavuus on 50 m³. Reaktorit ovat lämpöeristettyjä metallisäiliöitä ja molemmissa on ajastettu sekoitus. Prosessin lämpötila on 40–42 °C ja viipymä noin 14 vuorokautta. Kaasuseoksesta poistetaan rikkivetyä akvaarion ilmapumppua apuna käyttäen. Myös kosteutta poistetaan kaasuputkien kallistusten kautta vedenerotuskaivoon.

Biokaasu johdetaan kaasusäkkiin, jonka tilavuus on 20 m³. Kaasusäkistä kaasu johdetaan putkiston kautta sähkögeneraattorille ja kaasukattilalle. Kaasun siirtämiseen kaasusäkistä hyödyntämislaitteistolle ei tarvita pumppausta, vaan kaasusäkin päällä olevat painot saavat aikaan kaasun virtaamiseen tarvittavan paineen. Biokaasun puhdistamiseen

liikennepolttoainekäyttöä varten on kalvotekniikkaan perustuva laitteisto. Mädätysjäännös johdetaan lietesäiliöön.

Projekti on koneiden ja laitteiden osalta maksanut arviolta 60 000 €. Biokaasulaitos on ollut alkujaan Itä-Suomen yliopiston tutkimus- ja koekäytössä. Laitos siirrettiin Nivalaan Junttilan maatilalle, jossa se on ollut käytössä 14 vuotta. Myöhemmin laitoksen yhteyteen on asennettu lisäksi vaakareaktori ja 30 kW:n sähkögeneraattori. Sähkögeneraattori on kiinalaista alkuperää (kuvio 21) ja vaakareaktori on hankittu Metaenergia Oy:ltä.



KUVIO 21. Generaattori.

Maatila sijaitsee muun asutuksen välittömässä läheisyydessä. Projektin tavoitteena oli vähentää lietteen levityksestä aiheutuvia hajuhaittoja. Rakentamispäätökseen vaikuttivat myös muut biokaasun tuotannon edut, kuten lietteen lannoitusarvon parantuminen. Kokemusten mukaan lietteen hajua levityksen aikaan tuskin huomaa ja käsittelyjäännös on osoittautunut hyväksi lannoitteeksi. Väkilannoitteita käytetään enää vain nurmelle. Valmiina olevien laitoskomponenttien paikalleen asennus kesti muutaman kuukauden. Sähköntuotanto aloitettiin myöhemmin generaattorin hankkimisen jälkeen. Projektille on haettu ympäristölupa ja rakennuslupa. Lupien hankkiminen sujui kaikin puolin hyvin. Tilalla on hyödynnetty rakentamisessa olemassa olevaa hallirakennusta, jonka yhteyteen laitos on toteutettu. Heikki Junttila kiinnostui biokaasun tuotannon mahdollisuudesta jo opiskeluaikana. Ajan kuluessa mahdollisuus toteutui ja vuosien kokemukset biokaasun tuotannosta ovat olleet erittäin hyvät.

12 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jokaisella tarkastellulla tilalla laitoksen käyttöönoton myötä lietteen lannoitusarvon parantuminen on ollut huomattava etu. Käsittelyjäännös on hyvää lannoitetta, jossa ravinteet ovat muuttuneet kasveille helpommin hyödynnettävään muotoon. Tästä johtuen väkilannoitteiden käyttöä on voitu vähentää ja tämä tuo rahallista säästöä. Kokemusten mukaan peltojen satoisuus nousee ja käsittelyjäännös parantaa maan rakennetta.

Haisevat yhdisteet hajoavat käsittelystä lietteestä suurimmaksi osin, mikä mahdollistaa käsitellyn lietteen levittämisen myös asutusten läheisyydessä. Kokemusten mukaan lannoittamisen voi tehdä jopa naapureiden huomaamatta. Näin ollen lietteen levityspinta-ala kasvaa. Hajuhaittojen aiheuttamat ongelmat vähentyvät merkittävästi.

Biokaasulaitoksen toteuttaminen tehdään tilakohtaisesti ja siksi jokainen projekti tulee suunnitella hyvin etukäteen. Jos tilalla on ajatuksena rakentaa biokaasulaitos itse, yrittäjän kannattaa perehtyä asiaan huolellisesti. Asiaan perehtyminen ja laitosten suunnittelu tehdään maatalan töiden ohessa. Esitellyissä projekteissa asiaan perehtyminen ja suunnittelu ovat vieneet muutamia vuosia, joten on hyvä varata projektille aikaa. Lisäksi asiantuntijan suunnitteluapua on hyvä hyödyntää.

Kaikilla selvityksessä mukana olleilla tiloilla biokaasulaitoksessa käytettiin mesofiilistä märkäprosessia. Mesofiilisen prosessin lämpötila on 35–38 °C. Haastateltujen tilojen prosessien mädätyslämpötilat ja viipymät poikkeavat toisistaan tilojen välillä. Mädätyslämpötilat vaihtelivat 36–42 °C:een välillä. Korkeammassa lämpötilassa 40–42 °C viipymä oli lyhin, noin 14 vuorokautta (taulukko 1). Laitoksen toiminnan alussa voi mennä jonkin aikaa, ennen kuin optimaalisin mädätyslämpötila prosessille löytyy. Kokemusten mukaan sekoituksen tulisi olla prosessissa tehokasta bakteeritoiminnan ja syötteiden liikkuvuuden takaamiseksi. Samoin myös tasalaatuiset ja hyvin murskatut syötteet edesauttavat kaasun muodostumista.

	mädätyslämpötila °C	viipymä vrk	reaktorikoko m ³	syötettävän rehun määrä kg/vrk	lietteen määrä m ³ /vrk
Haatajan tila	41	55	70	300	6–7
Moilasan tila	36	55–60	500	1000	2–3
Junttilan tila	40–42	14	50	-	5

TAULUKKO 1. Viipymääajat ja mädätyslämpötilat haastatelluilla tiloilla

Kustannuksia tarkastellessa käy ilmi, että projektien suurimmat kustannusosuudet muodostuvat laitoksen putkiasennustöistä. Reaktorin vaatimat laitteet ja katteet ovat myös merkittävä osa kustannuksista. Rakentamalla itse voidaan vaikuttaa laitoksen kustannuksiin. Mesofiilisessa prosessissa voidaan mahdollisuuksien mukaan hyödyntää tilan lietesäiliöitä rakentamisessa. Rakentamisessa voidaan hyödyntää käytettyjä laitteita, maaston kaltevuutta ja olemassa olevia rakennuksia. Selvityksessä olleista tiloista yksi on hakenut ja saanut investointitukea 15 %.

Kannattavuuden kannalta on tärkeää, että tuotettu biokaasu voitaisiin hyödyntää tilalla mahdollisimman hyvin. Lämmön ja sähkön tuotannossa maataloilla lämpöä tuotetaan usein yli tarpeen ja energiaa menee hukkaan. Biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi tuo lisää hyödyntämismahdollisuuksia. Kannattavuuteen vaikuttaa myös käsittelyjäännöksen hyödyntäminen lannoitteena tilan pelloille.

Selvityksessä tilojen biokaasulaitosten lupien hankkiminen on sujunut hyvin. Kaikilla neljällä tiloilla käsitellään tilan omaa lantaa ja peltobiomassoja, joten tarvittavia lupia ovat olleet rakennuslupa ja ympäristölupa. Biokaasulaitoksen ympäristölupa on voitu liittää eläinsuojan ympäristölupaan.

13 POHDINTA

Opinnäytetyössä perehdyttiin maatalojen biokaasulaitoksiin, jotka ovat pääosin viljelijöiden itse toteuttamia. Tiloille tehtiin haastattelut ja tutustuttiin biokaasulaitoksen toimintaan. Tavoitteena oli selvittää kyseisten laitosten prosessin toteutukset pääpiirteittäin ja merkittävimmät rakentamiskustannukset. Lisäksi selvitettiin viljelijöiden kokemuksia projektin toteutumisesta ja laitoksen käytöstä.

Biokaasun tuotantoon on mielestäni hyvät mahdollisuudet maataloilla. Raaka-ainetta on käytettävissä ja se luo mahdollisuuden maatalan energian omavaraisuuteen. Tilakoon kasvaessa energiankulutus myös kasvaa ja biokaasun tuotannon avulla on mahdollista vaikuttaa tilan kannattavuuteen. Kun esimerkiksi lypsykarjatilalla suunnitellaan toiminnan laajentamista, on hyvä huomioida mahdollisuudet laitoksen perustamiseen myöhemmin tulevaisuudessa. Tekniikan kehittyessä myös liikennepolttoaineeksi jalostaminen lisääntyy todennäköisesti maatalamittakaavassakin. Lisäksi biokaasulla tuotettu energia on uusiutuvaa ja sillä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Energiankäytön ohessa tulee myös huomioida biokaasutuksen tuomat ympäristöhyödyt ja ravinteiden tehokkaampi kierrättäminen. Maatalan biokaasulaitokset luovat myös pohjaa hajautettuun energiantuotantoon tulevaisuudessa.

Tarkempia erittelyjä laitosten rakentamisen kustannuksista oli vaikeaa saada ja työssä esitetyt tiedot ovat suuntaa-antavia. Rakentamalla laitos itse, voidaan mielestäni vaikuttaa kustannuksiin paljonkin. Biokaasulaitoksen rakentaminen omana työnä on haastava projekti, mutta toteutettavissa. Ja koska projektit ovat tilakohtaisia, on vaikeaa ennustaa niiden toimintaa käytännössä.

Työ eteni aikataulussa. Työssä oli mielenkiintoista tutustua neljään toisistaan poikkeavaan maatalan biokaasulaitoksen toimintaan. Haastavaa oli aluksi oppia tuntemaan laitoksen tekniikkaa. Haastattelukysymyksiä voisi tarkentaa laitosten tuottamien energiamäärien osalta, jotta voitaisiin tarkastella paremmin tilan energiantarpeen korvaamista. Haastattelut sijoituivat elokuulle, joka on sadonkorjuuaikaa viljelijöille ja siksi kiireistä. Kun opinnäytetyössä tehdään tilavierailuja, ajankohdat kannattaa miettiä huolellisesti ja sopia niistä hyvissä ajoin.

Haluan kiittää opinnäytetyössä mukana olleita maatalojen yrittäjiä, työn ohjaajia, BioE-logia-hanketta, biokaasualan asiantuntijoita sekä muita opinnäytetyössä apuna olleita.

LÄHTEET

Evira. Lannoitevalmistelaitosten hyväksyntä. 2014. Viitattu 20.9.2014, <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/laitoshyvaksynta/>

Guide to biogas, From production to use. 2010. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). 5th completely revised edition. Viitattu 6.7.2014 http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/g/u/guide_biogas_engl_2012.pdf

Heusala, T. 2014. EIBio Ky. Keskustelu 27.3.2014

Heusala, T. 2014. EIBio Ky. Keskustelu 25.9.2014

Huttunen, M & Kuittinen, V. 2014 Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 17. Joensuu: Grano Oy. Viitattu 3.10.2014, <http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2013.pdf>

Kalmari- Harju, J. Projektipäällikkö. Metener Oy. Maatilojen biokaasulaitosten kustannukset. sähköpostiviesti.l2hati00@students.oamk.fi. 23.9.2014

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 8/2013.

Laki uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 30.12.2010/1396

Latvala, M. 2009. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. Suomen ympäristö 24/2009. Helsinki: Edita Prima Oy.

Leitfaden biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung. 2013. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Viitattu 26.9.2014 http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples//e/leitfadenbiogas2014_web.pdf

Luostarinen, J. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Motiva Oy. Viitattu 15.9.2014, http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf

Luostarinen, S. 2013. Biokaasuteknologiaa mautiloilla I. MTT Jokioinen. Viitattu 30.7.2014, <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/481263/mtraportti113.pdf>

Luostarinen, S., Paavola, T., Ervasti, S., Sipilä, I. & Rintala J. 2011. Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. MTT Jokioinen. Viitattu 30.7.2014, <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti27.pdf>

Luostarinen, S. & Pyykkönen, V. 2013. Maatilojen biokaasulla energiaa, päästövähennyksiä ja ravinnekiertoja. Mikkeli: Teroprint. Viitattu 5.10.2014, http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/biokaasu_netti.pdf

Maatilojen investointituet. 2013. Viitattu 2.8.2014, <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-jalomakkeet/viljelijä/Documents/Investointituet%202013.pdf>

Marja- Aho, L. 2011. Uusiutuvan energian tuet EU-maissa. Viitattu 22.8.2014, http://energia.fi/sites/default/files/energiateollisuus_raportti_28_9_2011_2.pdf

Mesenaatti.me. Viitattu 15.10.2014 <http://mesenaatti.me/tervetuloa-yhteisorahoitus/>

Pelkonen, R. 2013. Maatalouden biokaasulaitoksen ympäristölupa- Opas toiminnanharjoittajalle sekä lupa- ja valvontaviranomaisille. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2013. Viitattu 17.9.2014, https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42289/SYKEra_33_2013.pdf?sequence=1

Posio, M. 2010. Kotieläintilojen energiankulutus. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Pro gradu- tutkielma. Viitattu 27.8.2014, <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17573/Gradu%2020.8.2010.pdf?sequence=1>

Taavitsainen, T. 2014. Johtava asiantuntija. Envitecpolis Oy. Luento 8.1.2014.

Taavitsainen, T. 2011. Biokaasuteknologian edistäminen Pohjois- Savossa – Kestävä uusiutuvan energian tuotanto ja ravinteiden kierrätys (BIOTILA- hanke). Liiketoimintaosa-alueen loppuraportti. Viitattu 18.9.2014, http://www.envitecpolis.fi/userfiles/file/Biokaasulaitoksen_kannattavuustarkastelut_03102011.pdf

Taavitsainen, T. 2006. Malla2- hankkeen loppuraportti. Maatalouden biokaasulaitoksen perustaminen ja turvallisuustarkastelu. Savonia- ammattikorkeakoulun julkaisusarja D 5/2006. Kuopio: Kopijyvä Kuopio.

Åkerlund, F. 2014. Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. Motiva Oy. Viitattu 5.8.2014, http://www.motiva.fi/files/4903/Biokaasulaitosten_tukijarjestelmat_Suomessa_Fredrik_Akerlund.pdf

LIITTEET

LIITE 1 Huutolan tilan prosessikaavio

LIITE 2 Haatajan tilan prosessikaavio

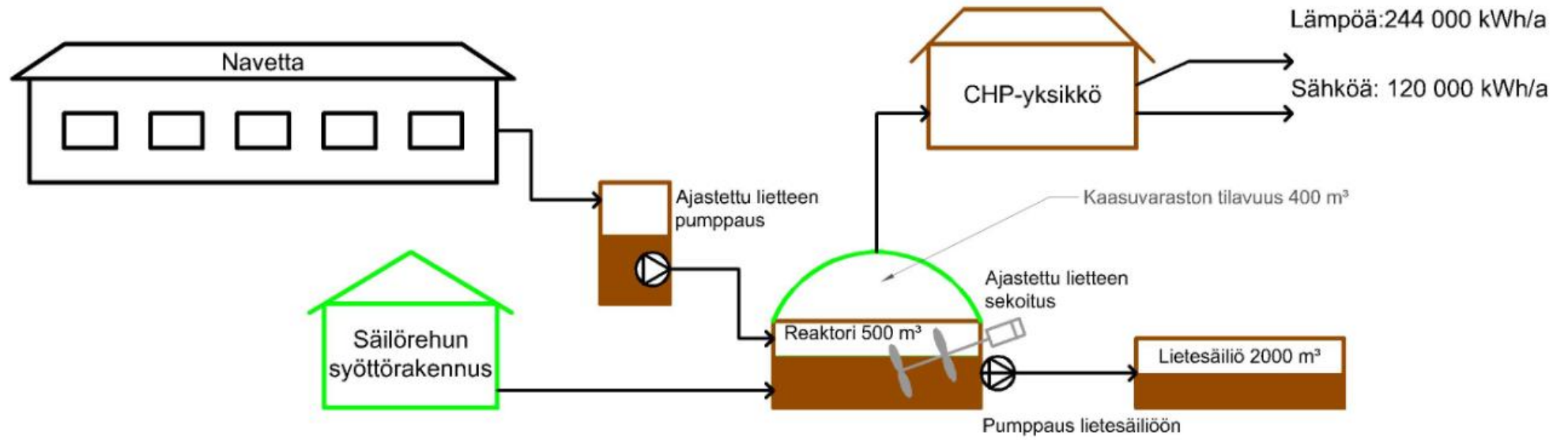
LIITE 3 Ryytilän tilan prosessikaavio

LIITE 4 Junttilan tilan prosessikaavio

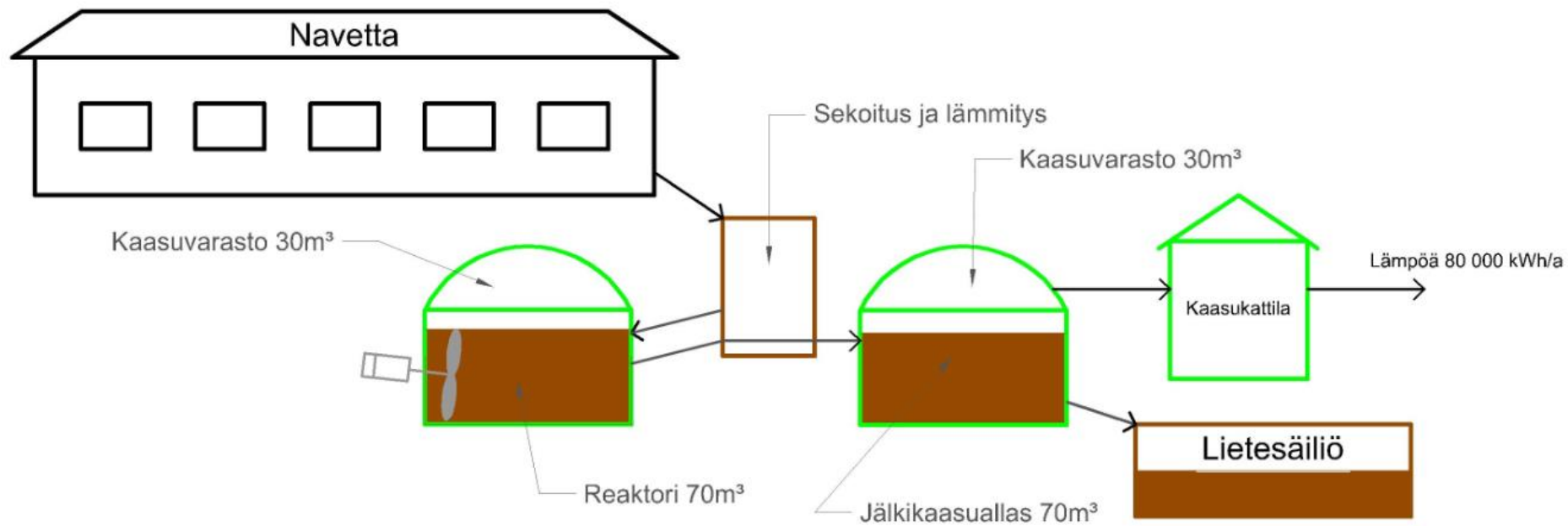
LIITE 5 Haastattelulomake

LIITE 6 Tilojen käyttämiä koneiden ja laitteiden merkkejä/ hankintapaikkoja

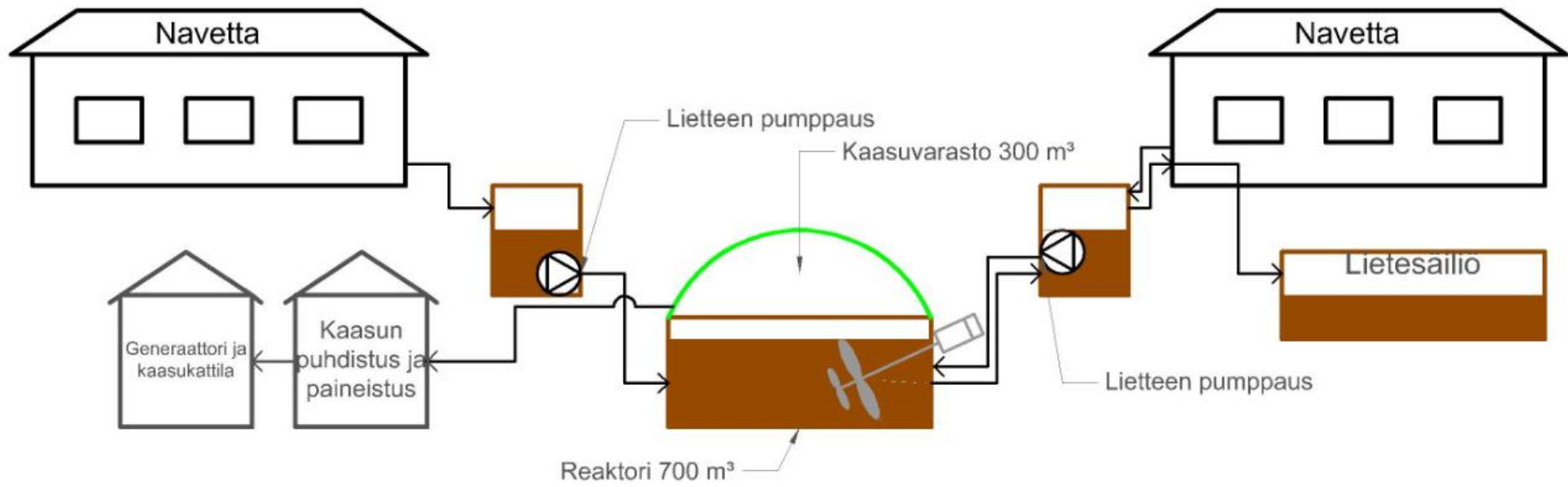
LIITE 1



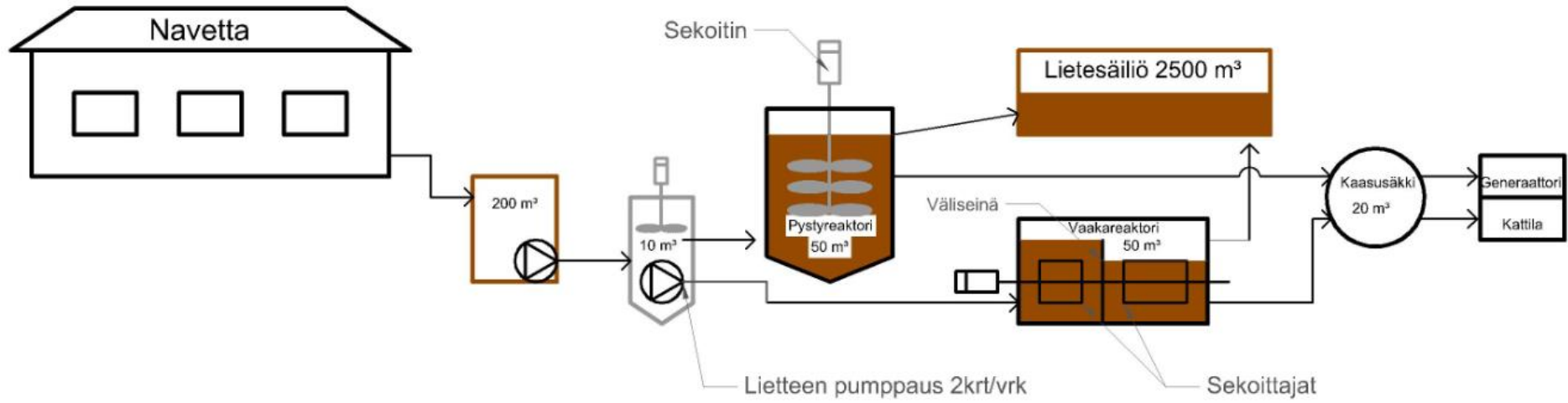
LIITE 2



LIITE 3



LIITE 4



LIITE 5

Haastattelulomake

Tilan perustietoja

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Tilan tuotantosuunta: | 2. Viljelty pelto-ala ja viljelykasvit: |
| 3. Sähköntarve vuodessa: | 4. Lämmöntarve vuodessa: |

Biokaasulaitos

5. Mitkä ovat reaktorin ja jälkikaasualtaan tilavuudet m³?
6. Mitä ovat biokaasulaitoksen syötteet, määrät ja viipymä?
7. Kuinka paljon ovat olleet biokaasulaitoksen perustamiskustannukset ja mistä laitteet/materiaalit on hankittu?
 - Reaktori ja oheislaitteet (kaasupressu, sekoitin, lämmitys):
 - Jälkikaasuallas:
 - Lieteputket, lietepumput:
 - Sähkötyöt:
 - Maanrakennustyöt:
 - Biokaasun hyödyntämislaitteisto:
8. Mistä muodostui suurimmat kustannukset ja missä pystyttiin säästämään merkittävimmin?
9. Kuinka koneiden ja laitteiden hankinta onnistui ulkomailta ja Suomesta?
10. Haitteko projektiin rahallista avustusta, millaista ja mistä?
11. Mikä oli haastavinta biokaasulaitoksen suunnittelussa/rakentamisessa?
12. Mistä hankitte tietoa ja apua suunnitteluun?
13. Mitkä tekijät vaikuttivat rakentamispäätökseen?
14. Millaisia kokemuksia syntyi projektiin tarvittavien lupien hankinnassa ja millaisen palautteen antaisitte lupaviranomaisille?
15. Kuinka kauan laitoksen toteuttamiseen kului tai on kulunut tähän mennessä aikaa? (sis. suunnittelun, rakentamisen)
16. Jos rakentaminen aloitettaisiin nyt, mitä tekisitte toisin?
17. Millaisia vinkkejä antaisitte projektia suunnitteleville?
18. Biokaasulaitoksen käyttökokemuksia:

LIITE 6

Tilojen käyttämiä koneiden ja laitteiden merkkejä/ hankintapaikkoja

Kaasukuvut

- Tarpaulin Oy, Rusko
- Suojasauma Oy, Kuopio
- Amoco, Kiina

Sekoittimet

- Flygt, Ruotsi
- Agronic Oy, Haapavesi

Kattilat ja polttimet

- Jäspi
- Oilon

Ilmapumput rikinpoistoon:

- Sera Air
- Eheim