

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Biotekniikka

2017

Lauri Jokela

BIOKAASU LIIKENNEKÄYTÖSSÄ VARSINAIS-SUOMESSA

– Maatilojen biokaasulaitosten soveltuvuus
biometaanin tuotantoon

Lauri Jokela

BIOKAASU LIIKENNEKÄYTÖSSÄ VARSINAIS-SUOMESSA

- Maatilojen biokaasulaitosten soveltuvuus biometaanin tuotantoon

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitystyötä biokaasun hyödyntämisestä liikennepolttoaineena Varsinais-Suomen alueella. Työssä keskityttiin maatilojen kykyyn tuottaa biokaasua liikennepolttoaineeksi.

Opinnäytetyön alussa esitellään biokaasun tuotannon kannalta tärkeän mädätysprosessin teoriaa, jonka tuotteena saadaan pääosin metaanista koostuvaa biokaasua. Seuraavaksi tutustuttiin maatilojen biokaasulaitoksissa tavallisesti käytössä oleviin syötteisiin, laitoksen koostumukseen, prosessin parametreihin, tarvittaviin lupiin ja mahdollisiin investointitukiiin. Maatiloilla saatavilla olevilla syötteillä on suuri vaikutus biokaasun koostumukseen, tuotannon määrään ja biokaasuprosessin suunnitteluun.

Biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi vaatii kaasun puhdistamista epäpuhtauksista, metaanipitoisuuden rikastamista ja kaasun paineistamista tai nesteyttämistä. Käytettävät syötteet vaikuttavat biokaasuun muodostuvien epäpuhtauksien määrään ja koostumukseen. Puhdistusta seuraava jalostustekniikka vaikuttaa myös tarvittavien puhdistustekniikoiden valintaan. Jalostustekniikoita on käytössä useita, joista yleisimpiä ovat vesiabsorptio, paineenvaihteluadsorptio, kemiallinen absorptio, fysikaalinen absorptio ja membraanisuodatus. Jalostustekniikoiden väliset hintaerot johtuvat pitkälti valmistajien ja puhdistuskapasiteettien välisistä eroista.

Suomessa ja Varsinais-Suomessa biokaasupotentiaalista suurin osa on sitoutuneena maatalouteen. Potentiaalia ei kuitenkaan hyödynnetä läheskään siinä mittakaavassa, jossa se olisi mahdollista. Liikennebiokaasun käyttöä rajoittaa autokannan pieni määrä, jakeluverkon puutteellisuus ja investoinnin suuruus. Kannattavien käyttökohteiden puuttuminen on tärkein syy, miksi maatilat eivät ole investoineet biokaasuun. Biokaasun tuotannon kannattavuuden lisäämiseksi valtio voisi vähentää biokaasua käyttävien autojen verotusta, tarjota biokaasun investointitukiiin parempia ehtoja sekä helpottaa biokaasulaitoksien lupakäsittelyä.

ASIASANAT:

Biokaasu, biometaani, liikennepolttoaine, maatilamittakaavan biokaasutuotanto, uusiutuva energia

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and food technology | Biotechnology

May 2017 | 40 pages

Lauri Jokela

BIOGAS AS VEHICLE FUEL IN SOUTHWEST FINLAND

- Feasibility of farm-scale biogas plants for biomethane production

The purpose of this Bachelor's Thesis was to investigate the utilization of biogas as a vehicle fuel in Southwest Finland. The thesis focuses on the usability of farm-scale biogas plants for producing biogas that could be used as vehicle fuel.

The first part of the thesis discusses anaerobic digestion which is a crucial part of producing the mostly methane based biogas. In addition, the substrates, technologies, process parameters, required permits and possible investment support that are normally associated with farm-scale biogas plants are discussed. The available feedstock for farm-scale plants have a significant effect on the composition of biogas, the amount produced, and the planning of the process.

Before biogas can be used as a vehicle fuel it requires upgrading which includes removal of impurities, increasing the methane concentration, and pressurization or liquefaction of the gas. The feedstock materials used in anaerobic digestion affect the amount and composition of impurities formed in the biogas. The upgrading technology used also affects the purification technology needed. There are many different upgrading technologies and the most common are water scrubbing, PSA, chemical absorption, physical absorption, and membrane filtration. The price differences between upgrading technologies mostly depend on the manufacturers and the upgrading capacities.

Most of the biogas potential in Finland and Southwest Finland is tied to agriculture. However, this potential is not being utilized to the extent it could be. The use of biogas as a vehicle fuel is inhibited by the limited gas-powered car population, the lack of a sufficient distribution network, and investment costs. The lack of profitable uses for biogas at farms has discouraged making investments in biogas. In order to boost biogas production, the government could lower taxes regarding biogas powered cars, offer better terms for investment support, and alleviate the permit granting process for biogas plants.

KEYWORDS:

Biogas, biomethane, vehicle fuel, farm-scale biogas production, renewable energy

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 BIOKAASUN TUOTANTOPROSESSI	9
2.1 Biokaasun muodostumisprosessin vaiheet	9
2.2 Prosessiin vaikuttavat tekijät	10
3 MAATILAKOON BIOKAASULAITOS	14
3.1 Käytettävät syötteen	14
3.2 Biokaasulaitos	16
3.3 Biokaasulaitokseen tarvittavat luvat	19
3.4 Investointituet	21
4 BIOKAASUN LIIKENNEKÄYTTÖÖN JALOSTAMINEN	22
4.1 Biokaasun puhdistaminen	22
4.2 Vesiabsorptio	23
4.3 Kemiallinen absorptio	23
4.4 Paineenvaihteluadsorptio (PSA)	24
4.5 Membraanisuodatus	24
4.6 Fysikaalinen absorptio	25
4.7 Kryogeeninen jalostus	25
4.8 Kustannusvertailu	26
4.9 Puhdistetun kaasun paineistus	28
5 BIOKAASUN LIIKENNEKÄYTTÖ SUOMESSA	30
6 VARSINAIS-SUOMEN BIOKAASUPOTENTIAALI	35
7 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

KUVAT

Kuva 1. Biokaasun muodostumisprosessin vaiheet [3]	10
Kuva 2. Esimerkki maatalan biokaasuprosessin koostumuksesta [23]	19
Kuva 3. Euroopassa käytettyjen jalostustekniikoiden osuudet vuonna 2014 [18]	22
Kuva 4. Biokaasun jalostuksen hinta verrattuna laitoksen kapasiteettiin [13]	28
Kuva 5. Biomeetanin paineistuksen energiankulutus [19]	29
Kuva 6. Suomessa tuotettu biokaasu laitostyypeittäin [7]	30
Kuva 7. Liikennekäyttöön tuotetun biokaasun energiasisältö Suomessa [15]	31
Kuva 8. Liikennepolttoaineden hiilidioksidipäästöt [21]	32
Kuva 9. Biokaasun tuotantopotentiaali maakunnittain [15]	35
Kuva 10. Varsinais-Suomen biokaasulaitokset [17]	36

TAULUKOT

Taulukko 1. Biokaasun keskimääräinen koostumus [3]	9
Taulukko 2. Metaanintuottopotentiaali eri syötteille [11]	15
Taulukko 3. Maatalan biokaasulaitoksen teoreettinen metaanintuotto [23]	15
Taulukko 4. Viiden yleisimmän jalostustekniikan energian kulutus asteikkona [19]	27
Taulukko 5. Metaanin ja bensiinin energiasisältö [8]	33

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
BAT	Best available techniques. Parhaiden käytettävissä olevien teknikoiden hyödyntäminen biokaasuprosessin eri vaiheissa.
Biometaani	Biokaasua, jonka metaanipitoisuus kaasusta on 95 % tai korkeampi kutsutaan usein biometaaniksi.
CHP	Combined heat and power. Biokaasua hyödynnetään sähkön ja lämmön samanaikaisessa tuotannossa turbiinien avulla.
CNG, CBG	Compressed natural gas, compressed biogas. Liikennepolttoaineena käytettäessä maa- tai biokaasu tulee paineistaa ensin vähintään 200 bar:iin ennen kuin sitä voidaan hyödyntää polttoaineena.
Jalostustekniikka	Biokaasun metanipitoisuuden rikastamisessa käytettyjen teknikoiden yleisnimitys. Jalostustekniikoiden tärkein tarkoitus on erottaa biokaasusta hiilidoksidia, mikä on toiseksi yleisin kaasu biokaasussa.
LNG, LBG	Liquefied natural gas, liquefied biogas. Nesteyttämällä maa- tai biokaasua saavutetaan suurempi energiatiheys, jotta kaasua voidaan käyttää sekä laivojen että suurempien ajoneuvojen polttoaineena.
PSA	Pressure swing adsorption. Yksi biokaasun jalostuksessa käytetty tekniikka, mikä hyödyntää kaasujen ominaisuutta läpäistä tiettyä materiaalia paineistettuna ja näin erottaa toisistaan eri läpäisykyvyn omaavia kaasuja.
VS	Volatile solids, Haihtuvien kuiva-aineiden pitoisuus (%). Kuvaa mädätyksessä mikrobien käytettävissä olevan kuiva-aineen pitoisuutta.

1 JOHDANTO

Uusiutuvan energian tuotanto on Euroopassa sekä Suomessa jatkuvassa kasvussa ja fossiilista polttoaineista luopumista tuetaan monin tavoin. EU on asettanut päästötavoitteita jäsenmailleen, joiden tavoitteet tulisi saavuttaa vuoteen 2020 ja 2030 mennessä. Ruotsi sekä Saksa ovat toimineet edelläkävijöinä biokaasun tuotannossa sekä kaasun jalostamisessa liikennekäyttöön. Suomessakin biokaasun hyötyihin ollaan kiinnitetty huomiota ja biokaasuun on päätetty investoida yhä enemmän. Biokaasulaitokset käyttävät raaka-aineenaan orgaanisia syötteitä, jotka anaerobisessa käsittelyssä eri mikrobikasvustoilla tuottavat metaanipitoista biokaasua. Syötteinä voidaan käyttää useita erityyppisiä orgaanisia materiaaleja, joiden tuotantopotentiaalia on tutkittu eri menetelmillä. Prosessissa käsitelty syöte voidaan kaasuntuotannon jälkeen käyttää lannoitteena, joten kaikki prosessissa syntyvä materiaali saadaan hyötykäyttöön.

Opinnäytetyö keskittyy maatilakokoisten biokaasulaitosten kykyyn tuottaa biokaasua liikennekäyttöön. Opinnäytetyö tehtiin selvitystyönä Turun AMK:n ohjaamaan biokaasuprojektiin. Biokaasua tuottaessa liikennekäyttöön täytyy kaasun metaanipitoisuus rikastaa yli 95 %:seksi ja samalla kaasusta poistetaan muita epäpuhtauksia, kuten rikkivetyä. Biokaasupotentiaalista suurin osa on sidoksissa maatalouteen. Maatilojen biokaasulaitoksissa kustannustehokkaiden käyttökohteiden puuttuminen on hidastanut uusiin laitoksiin investoimista. Yleisesti biokaasun käytön osalta lupaavimmat näkymät ovat liikennekäytössä ja työkonepolttoaineena. [7]

Biokaasun rikastuksen jälkeen käytetään kaasusta termiä biometaani. Biometaani säilötään joko paineistettuna kaasuna CBG/CBM (Compressed Biogas/Compressed Biomethane) tai se nesteytetään LBM/LBG (Liquefied Biomethane/Liquefied Biogas). Paineistettua biokaasua voidaan syöttää suoraan maakaasuverkkoon, jos se täyttää tietyt laatuvaatimukset. Vuoden 2017 alussa Suomessa oli käytössä kaksi tankkausasemaa nestemäiselle biokaasulle tai maakaasulle ja muut tankkausasemat käyttivät paineistettua biokaasua tai maakaasua. [9]

Opinnäytetyössä tutustutaan myös biokaasua sisältävän metaanin jalostuksessa käytettäviin tekniikoihin. Käytössä on useita jalostustekniikoita, joista kustannustehokkaimman vaihtoehdon valitseminen vaatii aiheeseen perehtymistä. Biokaasu täytyy myös paineistaa jalostamisen jälkeen liikennekäyttöä varten ja

paineistuksen vaatimukset otetaan myös opinnäytetyössä huomioon. Yhteenvedona tehdään päätelmä, onko maataloilla tuotettavan biokaasun rikastaminen liikennekäyttöön kannattavaa Varsinais-Suomessa.

2 BIOKAASUN TUOTANTOPROSESSI

Biokaasua saadaan biologisen hajoamisprosessin tuloksena. Hapettomuus on tärkeä osa mädätysprosessia, jonka tuloksena syntyy biokaasua ja mädätysjäännöstä. Jos mädätysprosessi altistuu liian suurelle määrälle happea, muuttuu hajoamisprosessi mädättämisestä kompostoitumiseksi. Biokaasu on kaasuseos (taulukko 1), joka koostuu suurimmaksi osaksi metaanista sekä hiilidioksidista. [1] [3]

Taulukko 1. Biokaasun keskimääräinen koostumus [3]

Aine	%
Metaani, CH ₄	55-75
Hiilidioksidi, CO ₂	25-45
Hiilimonoksidi, CO	0-0,3
Typpi, N ₂	1-5
Vety, H ₂	0-3
Rikkivety, H ₂ S	0,1-0,5

2.1 Biokaasun muodostumisprosessin vaiheet

Biokaasun muodostuminen jaetaan neljään eri vaiheeseen, joissa kussakin toimii eri mikrobit. Nämä vaiheet ovat: hydrolyysi, happokäyminen (asidogeneesi), etikkahappokäyminen (aseto-geneesi) ja metaanikäyminen (metanogeneesi) (kuva 1). Mädätyksen lämpötila vaikuttaa siihen kuinka nopeasti reaktiot tapahtuvat prosessissa, kunhan lämpötila on mikrobeille sopivissa rajoissa. Kaikki neljä vaihetta ovat prosessissa käynnissä samanaikaisesti ja hitain reaktiovaihe vaikuttaa koko prosessin nopeuteen. [1] [3]

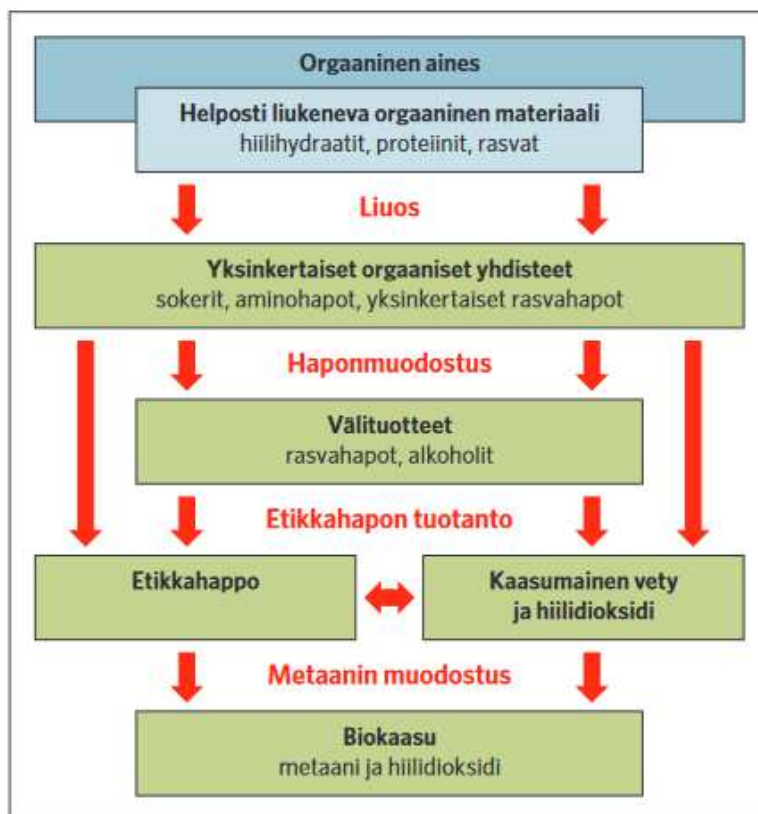
Hydrolyysissä mädätettävän syötteen kiinteät hiilihydraatit, valkuaisaineet sekä rasvat pilkkoutuvat ja liukenevat veteen yksinkertaisemmiksi yhdisteiksi kuten sokereiksi, rasvahapoiksi sekä aminohapoiksi. Pilkkoutuminen tapahtuu mikrobien erittämien solun ulkoisten entsyymien avulla. [3]

Happokäymisessä hydrolyysiin tuotteet muutetaan bakteerien toimesta metanogeneesin substraateiksi. Liuenneet yksinkertaiset sokerit, aminohapot ja

rasvahapot hajoavat asetaatiksi, hiilidioksidiksi ja vedyksi sekä haihtuviksi rasvahapoiksi ja alkoholeiksi .[3]

Etikkahappokäymisessä haihtuvat rasvahapot ja alkoholit, joita ei voida suoraan muuntaa metaaniksi, hapettuvat metanogeneesissä käytettäviksi substraateiksi. Vety inhibioi etikkahappokäymisestä vastaavien bakteerien aineenvaihduntaa, vaikka metaanikäymisessä vetyä käytetään metaanin raaka-aineena. [1]

Metaania muodostuu asetaatista sekä reaktioiden välituotteina syntyvästä vedystä ja hiilidioksidista. Käymisvaiheissa syntyvät rasvahapot ja vety ovat suurempina pitoisuuksina haitallisia mikrobeille, joten on tärkeää, että ne poistuvat metaanintuotannossa samaa tahtia kuin niitä syntyy. [3]



Kuva 1. Biokaasun muodostumisprosessin vaiheet [3]

2.2 Prosessiin vaikuttavat tekijät

Biokaasun tuotannon eri vaiheisiin osallistuville mikrobeille parhaiten soveltuvat olosuhteet poikkeavat eri ryhmien välillä hieman happipitoisuudeltaan, lämpötilaltaan ja

pH-arvoltaan. Metaania muodostavia mikrobeita pidetään yleisesti vaatimuksiltaan tarkimpina ja myös hitaimmin lisääntyvinä. Tämän vuoksi olosuhteet biokaasulaitoksissa pyritään sopeuttamaan metaania muodostavien bakteereiden tarpeiden mukaan. [3]

Happi on myrkyllistä niille mikrobeille, jotka muodostavat metaania mädätysprosessin aikana. Biokaasulaitoksissa pyritään siis välttämään hapen pääsyä reaktoriin. Pieniä määriä happea saattaa päästä syötemateriaalin mukana prosessiin sekä sitä voidaan syöttää rikin hapettamiseksi kaasutilaan. Kun reaktoriin päätyvän hapen määrä on pieni, ei ongelmia synny, koska biokaasun muodostuksen ensimmäiseen vaiheeseen osallistuvat fakultatiiviset anaerobiset bakteerit ja rikkiä hapettavat bakteerit pystyvät kuluttamaan hapen. [3]

Lämpötila vaikuttaa reaktorissa tapahtuvien biologisten reaktioiden nopeuteen, mutta lämpötilan tulee olla kuitenkin prosessin kannalta tärkeille mikrobeille sopivissa rajoissa. On arvioitu, että 3-5 % eloperäisen syötteen energiasisällöstä muuttuu lämpöenergiaksi biokaasuprosessissa. Suomen ilmasto-olosuhteissa mädätyskäyttöön tulee olla sekä hyvin eristettyjä että lämmitettyjä, jotta haluttua nopeaa hajoamista ja kaasuntuotantoa voitaisiin ylläpitää. Hitaat lämpötilan muutokset aiheuttavat vähemmän ongelmia kuin nopeat muutokset, koska mikrobit ehtivät paremmin sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin. [3] [16]

Biokaasuprosessit jaetaan psykro-, meso- ja termofiiliseksi sen perusteella, millä lämpötila-alueella ne tapahtuvat. Metaania muodostavia prosesseja, jotka tapahtuvat alle 25 °C lämpötilassa, kutsutaan psykrofiiliseksi. Tämän tyyppinen metaanintuotto on hidasta, ja kaasun muodostuminen on melko vähäistä. Tämä on tavallista luonnossa soilla ja ihmistoiminnan seurauksena lietealtaissa. Metaania muodostavia prosesseja, jotka toimivat lämpötilavälillä 32–42 °C, kutsutaan mesofiiliseksi. Useimmat biokaasulaitokset toimivat tällä lämpötilavälillä, joka on sama kuin kotieläimen ruoansulatuskanavan bakteereiden toimintalämpötila. Mesofiilisten prosessien biokaasunmuodostus on hyvällä tasolla sekä prosessi on helppo pitää vakaana. Termofiilinen mädäntyminen on hajoamista, joka tapahtuu lämpötilavälillä 50–60 °C. Termofiilisessä mädätyksessä materiaalin hajoaminen vie vain puolesta kahteen kolmasosaan siitä ajasta kuin mesofiilisessä mädätyksessä. Näin yksi ja sama laitos voi toimia parhaassa tapauksessa

kaksinkertaisella teholla termofiilisellä lämpötila-alueella verrattuna mesofiiliseen alueeseen. Haittapuolena on, että termofiiliset biokaasuprosessit ovat mesofiilisiä prosesseja herkempiä häiriöille. Lisäksi energiankulutus on termofiilissä prosesseissa korkeamman käyttölämpötilan vuoksi suurempi, mikä johtuu lämpöhävikistä ympäristöön ja mädätettävän materiaalin lämmittämiseen tarvittavasta energiasta. [1] [3]

Biokaasuprosessin eri vaiheisiin osallistuvilla bakteereilla on eri pH-alueita, joissa ne viihtyvät parhaiten. Hydrolysoivat ja happoa muodostavat bakteerit viihtyvät parhaiten selvästi happamalla alueella (pH 4,5–6,3). Nämä bakteerit pystyvät elämään neutraaleissa olosuhteissa, mutta niiden aktiivisuus kuitenkin laskee silloin jonkin verran. Etikkahapon ja metaanin muodostumiseen osallistuvat bakteerit vaativat puolestaan neutraaleja olosuhteita. Normaalissa mädätysprosessissa mädätyskäiliön pH-arvo on yleensä suunnilleen 7–8. Jos lisätty syötemäärä on liian suuri, eivät metaania muodostavat bakteerit ehdi käyttää kaikkea happoa, jota happoa muodostavat bakteerit ovat tuottaneet. Tämän seurauksena prosessin pH-arvo laskee, mikä vuorostaan haittaa lisää metaania muodostavien bakteerien aineenvaihduntaa. Jos mädätysprosessi muuttuu happamaksi, syötteen lisääminen on lopetettava, ja metaania muodostaville bakteereille on annettava aikaa muuttaa happo metaaniksi ja siten saada prosessi jälleen toimimaan. Erityisesti runsastyyppistä, valkuaisainepitoista materiaalia mädätettäessä muodostuu merkittäviä määriä ammoniumtyyppiä, jolla voi olla pH-arvoa kohottava vaikutus. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lantaa mädättävän biokaasulaitoksen mädätysjäännöksellä on korkeampi pH-arvo kuin sisään tulevalle lannalle. [1] [3] [16]

Biokaasuprosessissa käytettävän substraatin koostumus on myös tärkeä tekijä optimaalisen biokaasutuotannon saavuttamiseksi. Hiilen ja typen suhteen syötteessä on oltava sopiva. Jos siinä on liikaa hiiltä, mikä on mahdollista silloin kun mädätetään ainoastaan kasvituotteita, osa materiaalin biokaasun tuotantopotentiaalista jää hyödyntämättä. Jos olosuhteet ovat päinvastaiset, eli substraatti sisältää liikaa typpeä suhteessa hiileen, saattaa muodostua ammoniakkia. Tämä taas voi vuorostaan aiheuttaa sen, että prosessissa ei muodostu enää metaania. Mädätettäessä hyvin tyyppipitoista lantaa, kuten kanan- tai sianlantaa riskinä on ammoniumpitoisuuden nouseminen liian korkeaksi. Hiilen

ja typen suhteen biokaasulaitokseen syötettävässä aineksessa tulisi tutkimusten mukaan olla noin 20:1 eli materiaalin tulisi sisältää noin 20 kertaa niin paljon hiiltä kuin typpeä. On kuitenkin biokaasulaitoksia, jotka toimivat hyvin myös tämän suhdealueen ulkopuolella (10–30:1). Mädätettävässä materiaalissa on yleensä jäljellä riittävästi hivenaineita, kuten kobolttia, nikkeliä, molybdeeniä ja seleeniä. Tämä pätee erityisesti, kun mädätetään pääosin eläinlannasta muodostuvaa materiaalia. Pelkkien energiakasvien mädätyksessä, joka on tyypillistä esimerkiksi Saksassa, hivenaineita on syötteessä vähän. Jotta vältetään biokaasun muodostumisen väheneminen hivenaineiden puutteen vuoksi, mädätyssäiliöön syötettävään kasvimassaan lisätään usein metallisuoloja. Rautasuolojen lisääminen on yksi tapa vähentää rikkivedyn määrää kaasussa, sillä rauta sitoo rikkiä. Rautasuolojen lisäämisen haittapuolena on, että mätänemisjätteiden fosfori muuttuu kasveille vähemmän käyttökelpoiseksi, koska se sitoutuu tiiviisti rautaan. [3]

Syöteinä käytettävät materiaalit voivat sisältää aineita, jotka liian suurina pitoisuuksina vaikuttavat haitallisesti biokaasun muodostumisprosessiin. Tämä koskee erityisesti antibiootteja ja desinfiointiaineita, kasvimyrkkyjä, suoloja sekä raskasmetalleja, joista osa jo hyvin pieninä pitoisuuksina voi inhiboida prosessia. Maitotiloilla sijaitsevilla biokaasulaitoksissa navetan laajemmat antibioottikuurit voivat näkyä biokaasun tuotannon laskuna, mikäli antibioottia sisältävä syöte pääsee suoraan reaktoriin. Antibiootit hajoavat kuitenkin lannan joukossa päivien tai viikkojen aikana, jos lantaa ei välittömästi syötetä reaktoriin. Syötteen mukana prosessiin tulevien aineiden lisäksi myös prosessiin osallistuvien bakteerien omat aineenvaihduntatuotteet, esimerkiksi ammoniakki, rikkivety ja rasvahapot, voivat vaikuttaa prosessiin negatiivisesti. [1] [3]

3 MAATILAKOON BIOKAASULAITOS

Maatalouden biokaasulaitokset ovat yleensä yhden maatilan karjan- tai sianlantaa käsitteleviä laitoksia. Laitokset saattavat ottaa vastaan säännöllisesti tai epäsäännöllisesti myös muita lähistöllä syntyviä vastaavia syötteitä sekä lisäksi ne voivat käyttää tiloilla syntyvää kasvibiomassaa. Tyypillisesti maatalouden biokaasulaitokset tuottavat sähköä ja/tai lämpöä omaan käyttöönsä ja hyödyntävät käsitellyn mädätteen lannoitteena pelloilla. Tällöin käsittelyjäännöksellä ei ole tuotevaatimuksia, mutta sen käyttöä ohjaavat maatalouden ympäristötukiin liittyvät ehdot. Sivutuoteasetus tai lannoitevalmistelaki eivät aseta toiminnalle vaatimuksia. Liikennekäyttöön biometaania tuottavia maatalouden biokaasulaitoksia on vielä vähän sekä niiden kannattavuudesta on tehty rajallista selvitystä. [10]

Uutta biokaasulaitosta suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota parhaisiin käytettävissä oleviin tekniikoihin (BAT). BAT käsittää ne alueet, joilla on vaikutusta toiminnan ympäristövaikutuksiin, tekniseen käyttökelpoisuuteen ja taloudellisuuteen. Yksittäisellä biokaasulaitoksella parhaat mahdolliset käyttökelpoiset tekniikat arvoidaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon kunkin toiminnan erityispiirteet. Ympäristövaikutuksia arvioitaessa tarkastellaan ilmaan ja veteen pääseviä päästöjä, jätteiden laatua, määrää ja vaikutusta ympäristöön, raaka-aineiden sekä kemikaalien käyttöä ja varastointia, jätteiden hyötykäyttöä ja energian käytön tehokkuutta. Teknisten ratkaisujen arvioinnissa tärkeimpiä aiheita ovat tuotantomenetelmä, prosessitekniikka, prosessin hallinta, riskien ja onnettomuuksien ehkäisy, henkilöstön koulutus sekä laitoksen sijainti ja ikä. Toiminnan taloudellisuudesta tulee tehdä erillinen arvio, jossa otetaan huomioon tarvittava hankinta investointi, tuotannosta aiheutuvat kulut sekä arvioidut tulot sekä tuet. [10]

3.1 Käytettävät syötteet

Teoriassa kaikki orgaaninen aine on mädätettävissä, mutta on käytännöllisempää mädättää orgaanista ainetta, joka hajoaa helposti luonnossakin. Maatiloilla yleisempiä käytettävissä olevia orgaanisia aineita ovat lanta sekä rehu. Käytettävä lanta on usein peräisin joko karjasta tai sioista ja kasviperäisenä syötteenä käytetään ylijäämärehua sekä muita ylijäämäkasveja. Paljon kuitua sekä ligniiniä sisältäviä aineita, kuten puuta

ja olkea tulee välttää käyttämästä syötteenä, sillä mädätyksestä vastaavat bakteerit eivät pysty hajoittamaan niiden rakennetta. [3] [23]

Taulukko 2. Metaanintuottopotentiali eri syötteille [11]

Materiaali	Metaanintuottopotentiali	
	m ³ CH ₄ / tonni orgaanista ainetta	m ³ CH ₄ / tonni märkápaino
Teurasjäte	570	150
Biojäte	500–600	100–150
Kasvibiomassa	300–450	30–150
Jätevedenpuhdistamon liete	200–400	5–15
Lehmänlanta	100–250	7–14
Sianlanta	300–400	17–22

1 m³ metaania ~ 1 l öljyä ~ 10 kWh

Sianlannalla on noin kaksinkertainen metaanintuottopotentiali verrattuna karjanlantaan, joten teoriassa on kannattavampaa käyttää sianlantaa biokaasureaktorin syötteenä. Lietelanta sisältää useimmat biokaasuprosessin kannalta tärkeiden mikrobien tarvitsemat ravinteet, sillä on korkea puskurikapasiteetti ja lantaa on saatavilla tasaisesti vuoden ympäri. Lietelannalla on melko pieni kuiva-ainepitoisuus, mikä vaatii suuremman kokoluokan reaktoritilavuuden saavuttamaan haluttu metaanintuottotaso. Metaanintuottoa biokaasulaitoksissa, jotka käyttävät lantaa pääsääntöisesti raaka-aineenaan, voidaan lisätä lisäämällä syötteeseen muita orgaanisia aineita, kuten rehua. Kuiva-ainepitoisuus ei kuitenkaan saa nousta liian korkeaksi, jotta syötettä on helpompi käsitellä. Liian kuivat olosuhteet vaikeuttavat mikrobien toimintaa sekä nostavat mahdollisten prosessille haitallisten aineiden, kuten antibioottien ja raskasmetallien pitoisuutta syötteessä. [3] [11]

Taulukko 3. Maatilan biokaasulaitoksen teoreettinen metaanintuotto [23]

	syöte t / vuosi	osuus syötteestä %	VS %	BMP m ³ CH ₄ / t VS	metaanin- tuotto m ³ CH ₄	osuus energiasta %
Lietelanta	4 602	93,8	7,8	200	72 000	81,9
Sonta	159	3,2	12,5	200	4 000	4,5
Säilörehu	148	3,0	23,0	350	11 900	13,5
Yhteensä	4 908				87 900	

VS = volatile solids = orgaaninen aines

Taulukko 3:ssa on laskettu syötteen eri osuuksien metaanintuottopotentiali niiden orgaanisen ainepitoisuuden perusteella. Säilörehun osuus syötteestä oli 3 % mutta sen osuus metaanintuotosta oli 13,5 %. Teoriassa sekoittamalla lietelantaan korkeampaa kuiva-ainepitoisuutta sisältävää syötettä, saadaan merkittävästi kasvatettua metaanintuottopotentialia pitämällä samalla koko syötteen kuiva-ainepitoisuus matalana. Biokaasulaitoksessa voidaan käyttää märkämädätystä, kun syötteen koko kuiva-ainepitoisuus on alle 15 %. Märkämädätystä on huomattavasti helpompi pitää jatkuvatoimisena kuin kuivämädätystä, mikä taas helpottaa biokaasun tasaista tuotantoa. [11] [23]

Rehuna käytetyillä monivuotisilla heinäkasveilla on monia hyviä ominaisuuksia toimia energiakasveina biokaasutuotannossa. Heinäkasveilla on hyvä hajoavuus anaerobisissa olosuhteissa, niitä on helppoa viljellä eivätkä ne ole vaativia kasveja. Varastointi on myös helppoa ja Suomesta löytyy osaamista sekä tarvittavaa laitteistoa niiden kasvattamiseen. Biokaasureaktoreissa käytettävän rehun partikkelikoko pienennetään usein jonkin tyyppisellä silppurilla tai hakkurilla ja se syötetään erillisenä kuivasyötteenä reaktoriin. [11]

3.2 Biokaasulaitos

Biokaasulaitos koostuu neljästä prosessivaiheesta esikäsittelystä, mädätyksestä, mädätysjäännöksen käsittelystä sekä biokaasun hyödyntämisestä. Biokaasulaitosta rakennettaessa laitoksen tyyppi ja suunnittelu riippuvat pitkälti käytettävissä olevan syötteen tyyppistä sekä volyymista. Syötteen volyymi vaikuttaa bioreaktorin, varastoinnin sekä hyödyntämistekniikoiden kokoon ja valintaan. Syötteen tyyppi ja laatu vaikuttavat puolestaan siihen, minkälaista prosessitekniikkaa käytetään. Jokaiselle eri laitteelle tai laitoksen osalle on olemassa useampia teknisiä ratkaisuja, ja valinta tehdään parhaiten soveltuvimman ratkaisun mukaan. [1]

Biokaasureaktori on tärkeimmässä asemassa koko biokaasuprosessissa. Reaktorin valinta ja operointi riippuu pääosin käytettävästä syötteestä, erityisesti syötteen homogeenisuus ja kuiva-ainepitoisuus vaikuttavat valintaan. Maatilan ulkopuolelta tulevien orgaanisten jätteiden mädätys saattaa vaatia esikäsittelyä, kuten tarvittavien materiaalien hygienisointia sekä partikkelikoon pienentämistä. Reaktori on usein muodoltaan sylinterimäinen teräksestä tai teräsbetonista rakennettu säiliö, joka on peitetty kahdella tiivillä kalvolla. Alemman kalvon alle oleva tila toimii kaasuvälikameralta, joka toimii kaasuvälikameralta, joka toimii kaasuvälikameralta.

josta biokaasu myös kerätään talteen. Ylempi kalvo toimii puolestaan sääsuojana, joka pidetään kuperana paineilman avulla. Suomen olosuhteissa kalvojen välisen tilan lisäeristäminen on tarpeen ja reaktorin yleisesti hyvä eristäminen sekä lämmitys pitää varmistaa. Reaktorissa syötteen mädättämiseksi mikrobien tulee päästä kosketuksiin mädätettävän aineen kanssa. Syötettä sekoittamalla saadaan varmistettua lämmön ja ravinteiden tasainen jakaantuminen, kaasukuplien vapaa kulkeutuminen pinnalle sekä estetään kerrostumien muodostuminen, eli metaanintuotantoa saadaan tehostettua. Sekoitus ei saa kuitenkaan olla liian nopeaa, sillä sen on huomattu vaikuttavan negatiivisesti metaanintuotantoon. Sekoittumisella ehkäistään myös reaktorin pohjalle muodostuvia saostumia, jotka vähentävät reaktorin aktiivista tilavuutta. [3] [11]

Biokaasureaktori on yleensä täyssekoitteinen, mikä tarkoittaa sitä, että on mahdotonta tietää kuinka kauan yksittäinen molekyyli on viipynyt reaktorissa. Viipymäajalla tarkoitetaan siis sitä keskimääräistä aikaa, minkä syöte viipyy reaktorissa. Biokaasulaitosta suunniteltaessa on tehtävä kompromissi syötteen täydellisen mädättämisen suhteen, sillä se vaatii pitkää viipymäaikaa, mikä puolestaan merkitsee suurempaa reaktoritilavuutta ja näin nostaa investointikuluja. Viipymäaika lasketaan jakamalla biokaasureaktorin nestetilavuus päivittäisen syötön määrällä. Jatkuvasyötteisessä reaktorissa viipymäajan tulee olla pidempi kuin biokaasun muodostumisen kannalta tärkeiden mikrobien jakaantumisaikojen, jotta mikrobit eivät huuhtoudu käsittelyjäänteiden mukana ulos reaktorista. Minimiviipymäaika riippuu syötteen koostumuksesta sekä lämpötilasta missä mädätysreaktio tapahtuu. Viipymäaikaa voidaan säädellä syötteen määrällä, jos ennen toiminnan aloitusta suunniteltu syötön määrä osoittautuu liian suureksi tai pieneksi. [3] [11]

Reaktorin kuormitus saadaan laskettua, kun jaetaan reaktoriin syötetyn orgaanisen aineen määrä reaktorin tilavuudella. Syötteen kuiva-ainepitoisuudesta osa on orgaanista ainetta ja osa koostuu muusta kuiva-aineesta, mikä tulee ottaa huomioon kuormitusta laskettaessa. Syöte on taas tärkeässä asemassa, sillä sen kuiva-aineen ja orgaanisen aineen pitoisuus määrää reaktorin maksimikuormituksen. Lietelannan sekä muun orgaanisen jätteen sekoituksella kuormitus on noin 2-4 kgVS/m³d kohti. Kuormituksen säätely on myös tärkeä keino operoida sekä valvoa reaktorin toimintaa. Jos kuormitus on reaktorissa liian suuri, muodostuu reaktoriin liian paljon mädätyksen välituotteita, jotka alkavat inhibiomaan metaanin muodostumista. [3] [11]

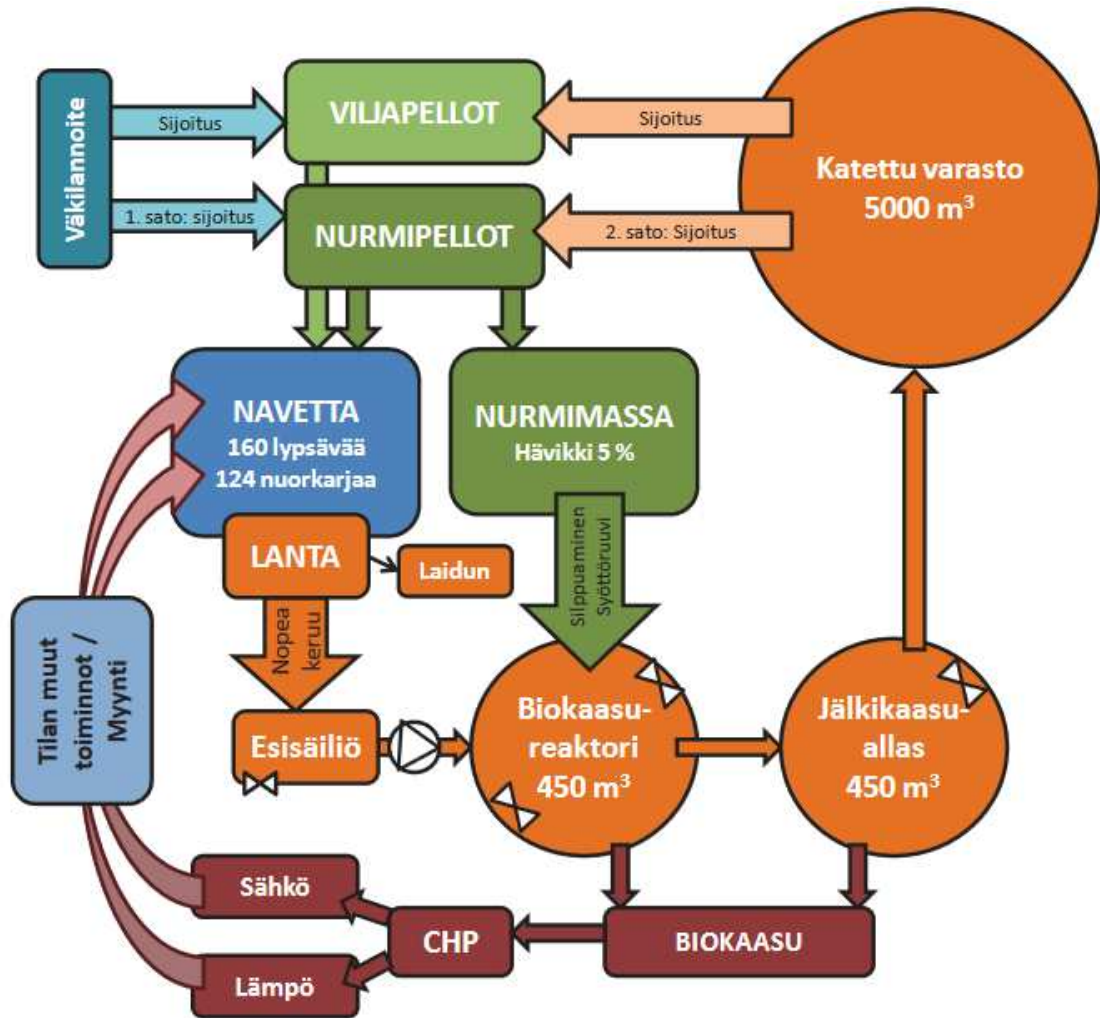
Koska reaktorista poistuvalla mädätysjäännöksellä on vielä jäljellä metaanintuottopotentialia, ohjataan se tiiviiseen jälkikaasualtaaseen, jossa on usein

sekoitus mutta ei aktiivista lämmitystä. Jälkikaasualtaassa muodostuva biokaasu kerätään talteen ja se syötetään samaan biokaasusäiliöön kuin pääreaktorissa tuotettu kaasu. Mädätysjäännös siirtyy painovoiman avulla varastoon, mistä sitä voidaan käyttää lainnoitteena. [3]

Biokaasulaitoksen toimivuuden kannalta on tärkeää seurata tuotetun biokaasun määrää kuutioissa sekä kaasun metaanipitoisuutta. Jos metaanipitoisuuden huomataan laskevan, on prosessissa jotain vikaa ja mahdolliset puutteet tulee korjata mahdollisimman pian. Prosessissa seurataan myös muita parametrejä, kuten mädätysjäännöksen pH:ta, syötteen ja mädätysjäännöksen kuiva-aineiden sekä orgaanisten aineiden pitoisuuksia, lämpötilaa ja typpipitoisuutta. [11]

Mädätysjäännöksellä on huomattavia etuja verrattuna käsittelemättömän lannan käyttämiseen pelloilla lannoitteena. Lannan hajotessa suurin osa sen sisältämästä typestä muuttuu ammoniumtypeksi, mikä kasvien on helpompi käyttää ravinteenaan. Mädätetyssä lannassa olevan typhen huuhtoutuminen viljelysmaasta vähenee verrattuna käsittelemättömään lantaan. Lannan hajuhaitat vähenevät mädätyksen jälkeen, sillä hajua aiheuttavat orgaaniset yhdisteet hajoavat mädätyksessä. Mädätysjäännös voidaan levittää pelloille samalla tekniikalla kuin käsittelemätön lanta. [3]

Alemmassa kuvassa on esitelty kuvitteellinen maatilän biokaasulaitos, joka hyödyntää tuotettavaa biokaasua CHP:n avulla tuottamaan sähköä ja lämpöä. CHP:llä tarkoitetaan combined heat and power turbiinin hyödyntämistä tuottamaan lämpöä sekä sähköä samanaikaisesti. Syötteenä laitoksessa käytetään lietelannan sekä nurmipelloilta saatavan kasvibiomassan yhdistelmää, josta kasvibiomassan osuus koko syötteestä on 3 %. Lanta kerätään esisäiliöön mahdollisimman nopeasti, missä se sekoitetaan tasalaatuiseksi ennen sen pumppausta reaktoriin. Silputtu kasvibiomassa syötetään reaktoriin syöttöruuvien avulla, joka on asennettu reaktorin yhteyteen. [23]



Kuva 2. Esimerkki maatilán biokaasuprosessin koostumuksesta [23]

3.3 Biokaasulaitokseen tarvittavat luvat

Ennen biokaasulaitoksen perustamista ja rakentamisen aloittamista täytyy eri toimintalupien olla kunnossa. Laitoksen koko ja prosessissa käytettävät syötteet vaikuttavat eniten siihen, mistä luvista tulee jättää hakemus sekä mistä lupien myöntämisedellytyksistä muodostuu tiukempia.

Ympäristölupa on tästä hyvä esimerkki, sillä jos biokaasulaitoksessa käytetään muuta syötettä kuin lantaa tai sen tuottama polttoaineteho on yli 5 megawattia, täytyy laitokselle hankkia erillinen ympäristölupa eläinsuojan ympäristöluvan lisäksi. Jos laitoksessa käsitellään vuodessa yli 20 000 tonnia jätettä, täytyy sille suorittaa ympäristövaikutusten arviointimenettely, joka saattaa kestää jopa vuoden. [5] [6]

Rakennettavalle biokaasulaitokselle haetaan myös maankäyttö- ja rakennuslain mukainen rakennuslupa, jota haetaan kunnalta ja sen liitteenä tulee olla laitoksen rakennepiirrustukset. Laitoksen valmistuttua ja ennen sen käyttöönottoa tulee suorittaa loppukatselmus. [5] [6]

Elinkeinoilmoitus tehdään siinä tapauksessa, jos laitoksessa käsitellään tilan ulkopuolisia maataloudessa syntyviä jätteitä, ympäristölupaa vaativasta toiminnasta syntyviä jätteitä, yhdyskuntajätevesilietettä, teollisuuden lietteitä tai vastaavia ulkopuolisia jätteitä. Jos mädätysjäätös myydään markkinoilla lannoituskäyttöön, tulee se myös osaksi elinkeinoilmoitusta. Ilmoitusta ei tarvitse tehdä, jos käsittelemätöntä tai käsiteltyä lantaa siirretään tilalta toiselle. [5] [6]

Laitoshyväksyntää tulee hakea usein elinkeinoilmoituksen kanssa, sillä se sisältää samoja vaatimuksia jätteiden käsittelystä sekä mädätysjäätöksen myymisestä lannoitteena tai sen käyttämisessä lannoitteen valmistuksessa. Mikäli syötteenä käytetään tilalla syntyvää lantaa sekä peltobiomassaa ja mädätysjäätös menee tilan omaan käyttöön, ei elinkeinoilmoitusta tai laitoshyväksyntää tarvitse tehdä. Elinkeinoilmoitus sekä laitoshyväksyntä haetaan molemmat Eviralta. [5]

Räjähdyssuojausasiakirja laaditaan sellaisissa kohteissa, missä työntekijät ovat alttiina mahdolliselle räjähdysvaaralle. Biokaasulaitoksella tuotettava metaani on erittäin helposti syttyvää kaasua. Kun biokaasua kertyy tarpeeksi suljettuun tilaan ja lämpötila on sopiva, voi kaasuseos syttyä kipinän vaikutuksesta ja räjähtää. Biokaasulaitokselle on siis tehtävä räjähdysuojausasiakirja työntekijöiden turvallisuuden takaamiseksi. Siinä tulee antaa yleiskuva laitoksen suojaustoimenpiteistä ja vaaran sekä riskien arvioinnin tulokset. [5] [6]

Biokaasulaitokselle tulee myös laatia pelastussuunnitelma, jos sitä ei jo ole tai sitä tulee täydentää mikäli se on laadittu vain eläinsuojalle. Pelastussuunnitelma tulee olla olemassa mahdollisten tukien saamiseksi uudistusrakennushankkeissa ja niihin verrattavissa peruskorjauksissa. [5]

Biokaasulaitoksen koosta sekä muista tilalla käytettävistä vaarallisista kemikaaleista riippuen tulee tehdä ilmoitus pelastusviranomaisille. Biokaasu on määritelty erittäin helposti syttyväksi kaasuksi, joten sillä on melko tiukat rajat ilmoittamisvaatimusten suhteen. Jos biokaasulaitoksessa on jollakin hetkellä yli tuhat kiloa kaasua, tulee laitoksesta tehdä ilmoitus pelastusviranomaisille. Kaasun määrän ylittäessä viisi tuhatta kiloa tarvitaan laitokselle vaarallisten kemikaalien laajamittaisen teollisuuskäsittelyn ja

varastoinnin lupa. Pelastusviranomaisen tulee suorittaa laitoksen tarkastus kolmen kuukauden kuluessa toiminnan aloittamisesta. [5]

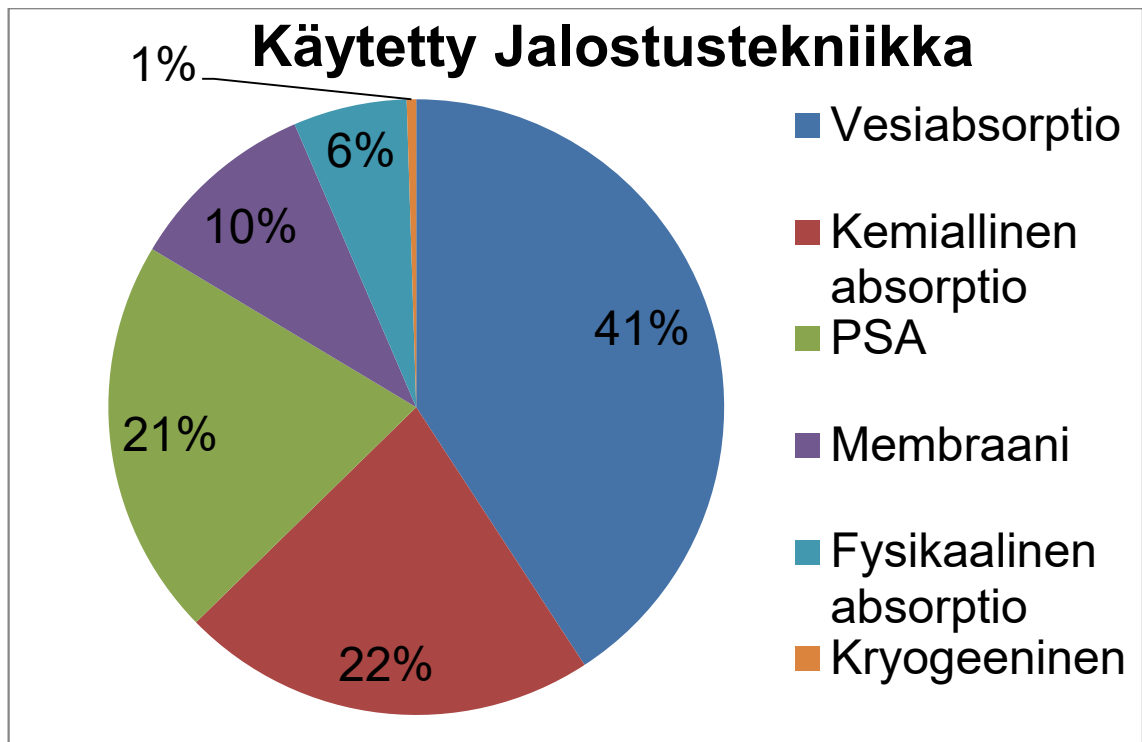
3.4 Investointituet

Maatilakoon biokaasulaitokseen on tällä hetkellä mahdollista saada käytettäväksi kolme eri perustein myönnettävää investointitukea. Kaikkia vaihtoehtoja ei ole kuitenkaan mahdollista saada samaan aikaan ja tukien myöntäminen riippuu pitkälti siitä, mihin tuotettua biokaasua käytetään. Biokaasutukia voi suomessa saada energiainstituutiolta syöttötariffin muodossa, työ- ja elinkeinoministeriöltä investointitukena sekä maa ja- metsätalousministeriöltä maatalon rakennusinvestointitukena. [24]

Biokaasua hyödynnettäessä liikennekäyttöön on mahdollisesti ainoa käytettävissä oleva investointituki työ- ja elinkeinoministeriön myöntämä investointituki eli energiatuki. Sitä ei kuitenkaan myönnetä maataloilla rakennettaviin biokaasulaitoksiin tai näihin liittyville laitoksille. Maatalon biokaasulaitokset joiden tavoite on tuottaa ja samalla myydä biokaasua liikennekäyttöön, jäävät siis investointitukien ulkopuolelle. Maatalon biokaasulaitoksilla ei siis välttämättä ole keinoja kannattavasti ylläpitää toimintaa, jossa biokaasua myydään liikennekäyttöön. Energiatukea myönnetään biokaasulaitoksille kattamaan 20-40% investointikuluista, joihin lasketaan biokaasureaktori, biokaasukattila, moottori tai turbiini, jotka tuottavat lämpöä tai alle 100 kW:n verran sähköä sekä biokaasun liikennekäyttöön tuottamiseksi tarvittava laitteisto. [20] [24]

4 BIOKAASUN LIIKENNEKÄYTTÖÖN JALOSTAMINEN

Kuten opinnäytetyössä on aiemmin mainittu, ennen kuin biokaasua voidaan hyödyntää liikennekäytössä, tulee siitä erottaa epäpuhtaudet ja rikastaa kaasu biometaaniksi, jonka metaanipitoisuus on ≥ 95 %. Metaanipitoisuuden rikastamisen jälkeen kaasu paineistetaan, jotta sen tarvitsema säilytystila saadaan pienemmäksi. Käytettävissä on useita eri kaupallisia tekniikoita biokaasun jalostamiseksi. Tässä opinnäytetyössä perehdytään yleisimpiin käytössä oleviin tekniikoihin, mutta täytyy kuitenkin muistaa, että jokaiselle biokaasun jalostusta suunnittelevalle biokaasulaitokselle tulee selvittää paras kyseiselle laitokselle sopiva ratkaisu.



Kuva 3. Euroopassa käytettyjen jalostustekniikoiden osuudet vuonna 2014 [18]

4.1 Biokaasun puhdistaminen

Metaanin sekä hiilidioksidin lisäksi biokaasu voi sisältää vettä, rikkivetyä, typpeä, happea, ammoniakkia, siloksaaneja, halogenoituneita hiilivetyjä sekä pienhiukkasia. Näiden epäpuhtauksien määrä riippuu, siitä minkälaista syötettä biokaasun tuotannossa on käytetty. Jotkin jalostustekniikat, kuten vesiabsorptio puhdistavat

kaasusta myös rikkivetyä hiilidioksidin lisäksi, mutta toiset jalostustekniikat taas eivät pysty siihen. Käytettävän jalostustekniikan mukaan tulee siis ottaa huomioon, millä tavoin kaasu tulee puhdistaa ennen sen jalostamista. Biokaasua puhdistetaan epäpuhtauksista, jotta kaasulle saataisiin korkeampi lämpöarvo sekä että epäpuhtaudet eivät aiheuttaisi kulumista tai muita vahinkoja myöhemmin prosessissa käytettävissä laitteissa ja lopputuotteen käytössä, kuten ajoneuvojen polttomoottoreissa. Esimerkiksi happea ei saa päätyä kaasun mukana ajoneuvojen polttomoottoreihin. Maatilojen biokaasulaitoksissa käytettävistä syötteistä ei yleensä muodostu siloksaaneja tai rikkivetyä, mutta muiden epäpuhtauksien syntyminen on mahdollista. [13] [22]

4.2 Vesiabsorptio

Vesiabsorptiossa paineistettua vettä sekä lämpötilan muutoksia käytetään absorboimaan biokaasusta hiilidioksidia, ammoniakkia sekä rikkivetyä pienissä määrissä. Hiilidioksidilla on huomattavasti suurempi liukoisuus veteen kuin metaanilla etenkin alhaisissa lämpötiloissa. Vesi sekä pienhiukkaset tulee erottaa kaasusta ennen kuin vesiabsorptiota käytetään. Kaasu voidaan kierrättää absorptiopylvään läpi useamman kerran. Biokaasu pumpataan pylvään alaosaan ja vesi puolestaan pumpataan sen yläosaan, mikä saa aikaiseksi vasta-virtauksen ja näin parantaa absorption tehokkuutta. Pylväs on pakattu materiaalilla, jonka tehtävä on kasvattaa pinta-alaa minkä välityksellä biokaasu ja vesi ovat vuorovaikutuksessa. Vesi pumpataan pylvään läpi kulkeutumisen jälkeen säiliöön, jossa paineen muutos saa veteen absorboituneet kaasut vapautumaan ja näin vapautuneet kaasut voidaan syöttää absorptiopylvään läpi uudelleen. Vesi voidaan uudelleen kierrättää regeneroimalla se desorptiopylväessä, jolloin siihen lienneet kaasut saadaan siirtymään pylväaseen pumpattavaan ilmaan. Vesiabsorptio on yleisin käytössä oleva jalostustekniikka, minkä ansiosta useita kaupallisia laitteita on saatavilla eri kapasiteeteilla usealta toimittajalta. [13] [22]

4.3 Kemiallinen absorptio

Kemiallisessa absorptiossa lämpötilaa sekä painetta säätämällä saadaan ei-toivottuja kaasuja absorboitumaan jalostustekniikassa käytettyyn kemikaaliin. Koska hiilidioksidi

reagoi kemiallisesti käytettävän absorptiokemikaalin kanssa, saadaan metaani kerättyä melkein täysin talteen. Koska käytettävä kemikaali, joka on usein joko etanoliamiinia tai dimetyylietanoliamiinia, on kallista, se regeneroidaan aina käytön jälkeen lämmittämällä. Osa kemikaalista haihtuu prosessin aikana, joten se korvataan uudella. Jos syötekaasussa on mukana rikkivetyä, se absorpoituu käytettävään kemikaaliin vahvemmin, kuin hiilidioksidi mikä puolestaan vaatii korkeamman lämpötilan käyttöä regeneroinnissa. Tästä syystä rikkivety on hyvä puhdistaa ennen kemiallisen absorption käyttämistä. [13] [22]

4.4 Paineenvaihteluadsorptio (PSA)

Paineenvaihteluadsorptiota käyttävät jalostustekniikat perustuvat kaasujen ominaisuuteen läpäistä tiettyä materiaalia paineistettuna ja näin erottaa toisistaan eri läpäisykyvyn omaavia kaasuja tai nesteitä. PSA:ta käytettäessä biokaasu tulee puhdistaa rikkivedystä ennen sen käyttöä toisin kuin vesiabsorptiossa. Adsorptiopylväissä käytettävää adsorptiomateriaali regeneroidaan laskemalla pylväessä olevaa painetta aseteittan jolloin se vapauttaa adsorboimansa kaasut asteittain. PSA-tekniikkaa käyttävissä jalostuslaitteistoissa on tavallisesti neljä, kuusi tai yhdeksän rinnakkaista adsorptiopylvästä. Kun yhdessä pylväessä oleva adsorpointimateriaali on kyllästynyt siirtyy kaasuvirtaus seuraavaan pylvääseen, jossa on regeneroitunutta adsorpointimateriaalia. Regeneroinnissa vapautuva kaasu voidaan palauttaa syötteeseen, jos se sisältää metaania, jota on mahdollisesti myös adsorpoitunut materiaaliin. Rikkivety adsorpoituu PSA:ssa käytettävään adsorptiomateriaaliin niin hyvin, että sitä ei saada regeneroitua materiaalista. Tämän takia rikkivety tulee poistaa biokaasusta ennen PSA:n käyttöä. Myös vesi vahingoittaa adsorptiomateriaalin rakennetta, joten se tulee poistaa syötekaasusta. [13] [22]

4.5 Membraanisuodataus

Membrania hyödyntävää jalostustekniikkaa voidaan käyttää joko kuivissa tai kosteissa olosuhteissa riippuen siitä, mitä kaasua erotetaan. Biokaasussa olevaa metaania jalostettaessa käytetään kuivia membraaneja, jotka on tehty materiaalista jota hiilidioksidi, vesi ja ammoniakki läpäisevät. Rikkivety ja happi pystyvät läpäisemään membraanin jossakin määrin, kun taas metaani sekä typpi eivät juuri läpäise sitä.

Diffuusionopeus riippuu osapaineesta, käytettävän membraanin paksuudesta sekä erotettavan kaasun liukoisuudesta. Yleensä membraanit on tehty ohuista ontoista säikeistä, jotka on pakeitoitu tiivisti yhteen. Ennen kuin kaasu syötetään membraanin läpi, se on puhdistettu rikkivedystä ja siitä suodatetaan vesi sekä muut aerosolit parantamaan membraanin suorituskykyä. Kun membraanisuodatusta on käytetty suuressa paineessa, on sen huomattu aiheuttavan metaanin saannon laskemista. Tästä syystä uudemmissa tekniikoissa on käytetty pienempää painetta, kuten 8 bar. [13] [22]

4.6 Fysikaalinen absorptio

Fysikaalinen absorptio toimii samalla periaatteella kuin vesiabsorptio sillä erotuksella, että veden sijasta absorbointimateriaalina toimii orgaaninen liuotin. Orgaanisena liuottimena käytetään usein polyetyleeniglykolia mihin hiilidioksidi liukenee paremmin kuin veteen. Pienemmän koon orgaanista liuotinta käyttävillä jalostuslaitteilla saadaan yhtä hyviä puhdistustuloksia, kuin suuremman koko luokan vesiabsorptio laitteistoilla tiettyyn rajaan asti. Polyetyleeniglykoliliuoksen regeneroimiseksi käytetään lämmitystä sekä paineen laskemista. Rikkivetyä, vettä, happea sekä typpeä voidaan myös erottaa hiilidioksidin kanssa, mutta suorituskyvyn kannalta on ne hyvä puhdistaa ennen jalostusta. [13] [22]

4.7 Kryogeeninen jalostus

Kryogeenisessä jalostuksessa käytetään hyödyksi kaasujen eri kiehumis- sekä sublimaatiopisteitä etenkin metaanin ja hiilidioksidin erottamisessa. Biokaasun lämpötilaa lasketaan niin, että hiilidioksidi alkaa nesteytyä metaanin jäädessä kaasufaasiin. Vesi sekä siloksaanit poistuvat myös lämpötilaa laskettaessa. Koska biokaasu on kaasuseos, hiilidioksidi ei nesteydy sen normaalissa sublimaatiopisteessä vaan tarvitaan alempia lämpötiloja tai korkeampaa painetta. Lämpötilan laskeminen tehdään usein useassa vaiheessa eri kaasujen erottamiseksi sekä optimoimaan energian talteenottoa. [13] [22]

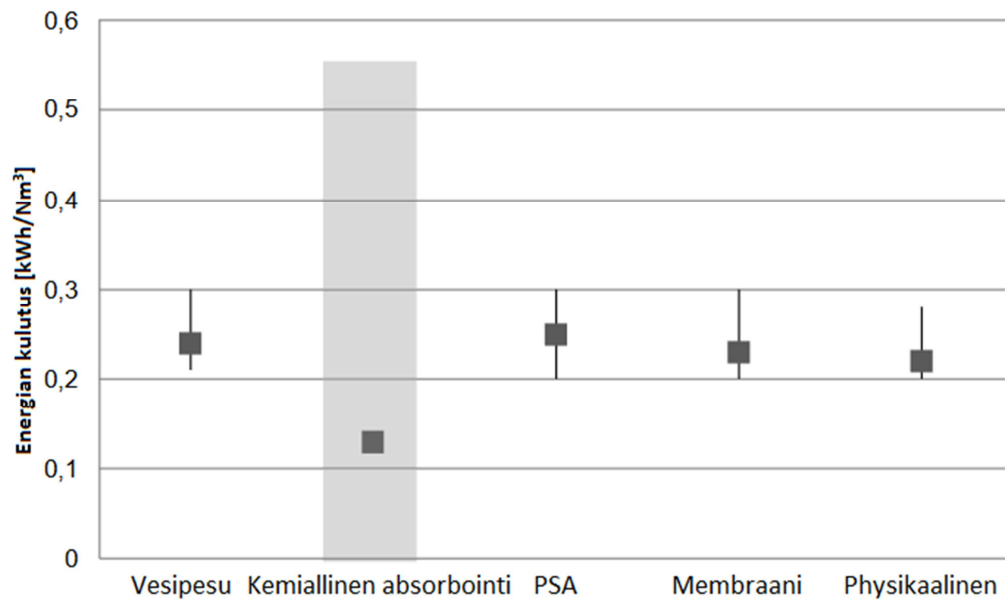
4.8 Kustannusvertailu

Taloudellinen kannattavuus on teollisuudessa tärkeimpiä ajavia voimia ja yrityksen toiminnan jatkuvuuden kannalta on elintärkeää, että yritys tuottaa toiminnallaan voittoa. Biokaasun jalostuksen hintaan eniten vaikuttava tekijä on jalostukseen käytettävän laitteiston mittakaava. Muut tekijät, kuten käytetty jalostustekniikka, vaikuttavat myös kannattavuuteen, mutta selkeästi tärkein tekijä on jalostuslaitteiston puhdistuskapasiteetti. Investointikustannukset jalostuslaitokselle, jonka kapasiteetti on 500 Nm³ biokaasua/h ovat keskiarvolta noin miljoonan euron luokkaa ja 2000 Nm³/h laitokselle ne ovat kolmen miljoonan euron luokkaa. Pienemmän kapasiteetin laitokselle, kuten 10 Nm³/h laitokselle investointikustannukset alkavat noin sadastatuhannesta eurosta ja 100 Nm³/h laitokselle ne ovat noin kolmensadantuhannen euron luokkaa. 500 Nm³/h laitokselle kaasun puhdistuksen hinta on keskiarvolta noin 2,3 €/Nm³ ja 2000 Nm³/h laitokselle se on noin 1,5 €/Nm³. Osa luvuista perustuvat vuoden 2009 tilastoihin, joten ne ovat todennäköisesti vanhentuneet ja tekniikoiden kehittyessä sekä yleistyessä hinnat yleensä laskevat. Niistä nähdään kuitenkin yleinen trendi eli, isojen jalostuslaitoksien käyttökustannukset ovat halvempia kuin pienempien, mutta alkuinvestointi on suurempi. [12] [22]

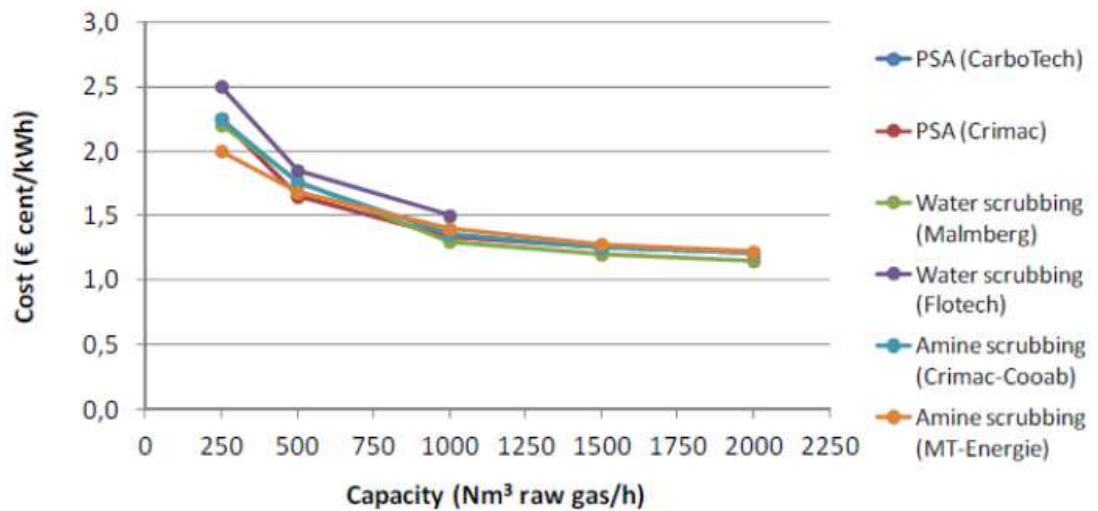
Biokaasun jalostuksen käyttökustannukset koostuvat pitkälti kolmesta tekijästä; vedestä, sähköstä sekä käytettävistä kemikaaleista. Kemiallisessa absorboinnissa kuluihin kuuluu myös lämmitys, jota käytetään regeneroimaan absorbointiin käytettävää kemikaaliliuosta. [19]

Talukosta 4 nähdään, että sähkönkulutuksessa ei viiden eri yleisimmän jalostustekniikan välillä ole suuria eroja ja erot samoja tekniikoita vertailtaessa johtuvat pääosin eri kokoisten laitosten sähkönkulutuksesta. Kemiallinen absorbointi on sähkönkulutuksen kannalta edullisin jalostustekniikka, mutta pitää muistaa, että kyseisellä tekniikalla on lämmitysvaatimus mitä taulukko 4:n harmaa tausta kuvaa. [19]

Taulukko 4. Viiden yleisimmän jalostustekniikan energian kulutus asteikkona [19]



Kuvasta 4 nähdään biokaasun jalostuksen hinta kWh:a kohti verrattuna laitoksen kaasun puhdistuskapasiteettiin tunnin aikana. Vertailussa käytettiin kolmea jalostustekniikkaa, joista kustakin valittiin kahden eri kaupallisen valmistajan tarjoamaa vaihtoehtoa vertailuun. Suurempaan kapasiteettiin siirryttäessä jalostustekniikoiden ja valmistajien väliset hintaerot alkavat pienenemään, sekä puhdistetun kaasun hinta kWh:a kohti laskee. Kokonaiskustannusten kannalta on parasta, jos biokaasua tuotetaan tarpeeksi, jotta suuremman kapasiteetin laitteistoon kannattaa investoida. Kustannukset ovat isommilla laitoksilla pieniä laitoksia suuremmat jalostettavan kaasun määrän takia, mutta jalostuksen kustannushinnan hyöty on parempi. [13]



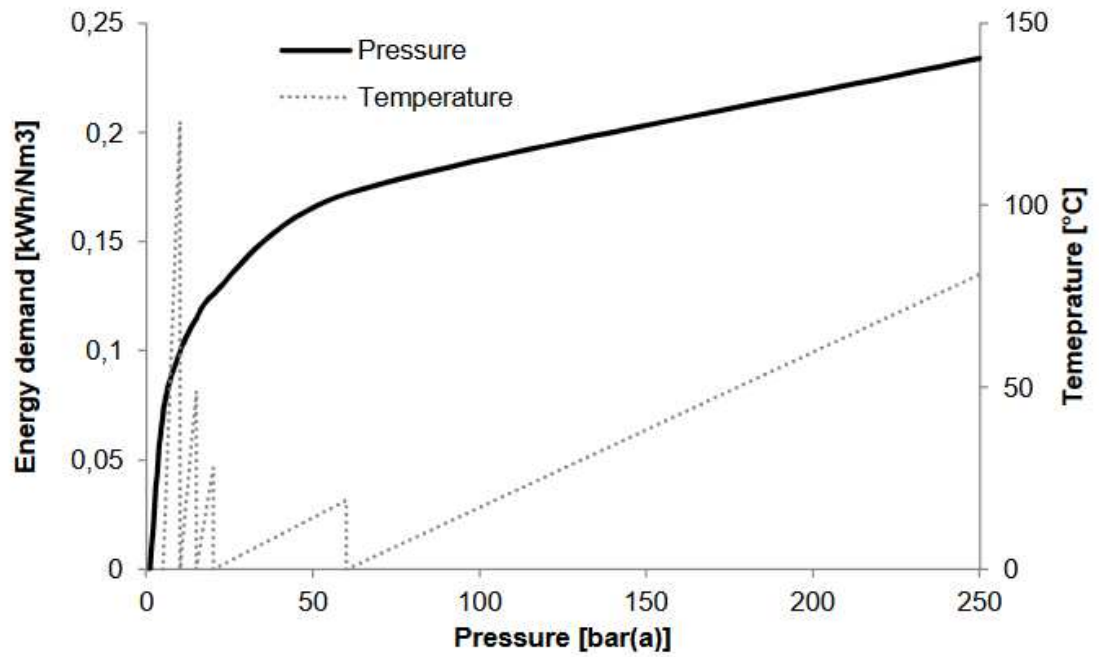
Kuva 4. Biokaasun jalostuksen hinta verrattuna laitoksen kapasiteettiin [13]

4.9 Puhdistetun kaasun paineistus

Puhdistettua biometaania voidaan hyödyntää eri menetelmissä, jotka vaativat kaasun paineistamista. Liikennekäytössä hyödynnettävä biometaani tulee paineistaa 200 bar:iin tai korkeammaksi, riippuen siitä mihin ajoneuvoon sitä tankataan. Jalotustekniikat toimivat eri paineissa, joten suoraa vertailua paineistuksen energiankulutuksen välillä on vaikea tehdä. Paineistettaessa kaasua 1 barista 10 baariin kuluu yhtä paljon energiaa kuin paineistettaessa kaasua 10 barista 100 baariin. Energiantarve kaasun paineistuksessa riippuu paineistettavan kaasun määrästä, kompressoriin syötettävän kaasun lämpötilasta, kaasun lämpökapasiteettien suhteesta, tulo- ja poistoventtiilin paineesta sekä kompressorin tehokkuudesta. Lämpökapasiteetit (c_p/c_v) ovat Metaanilla ($c_p/c_v = 1,307$) ja hiilidioksidilla ($c_p/c_v = 1,304$) lähellä toisiaan. Biometaani koostuu pitkälti metaanista ($\geq 95\%$), joten lämpökapasiteettien suhde ei vaikuta merkittävästi paineistukseen tarvittavan energian määrään. Kompressorin tehokkuus on yleensä melko tasainen eri kuormituksissa sekä vaihtelut tuloventtiilin paineessa ja lämpötilassa ovat usein pieniä, joten ne eivät vaikuta paineistuksen energiankulutukseen merkittävästi. [19]

Kuvasta 4 nähdään, kuinka paineistuksen energiankulutus vaihtelee eri paineiden välillä. Kompressoriin syötetyn kaasun lämpötila on 0 °C, mikä vaihtelee paineistuksen aikana. Kuviosta nähdään myös, että paineistuksen suurin energiankulutus on

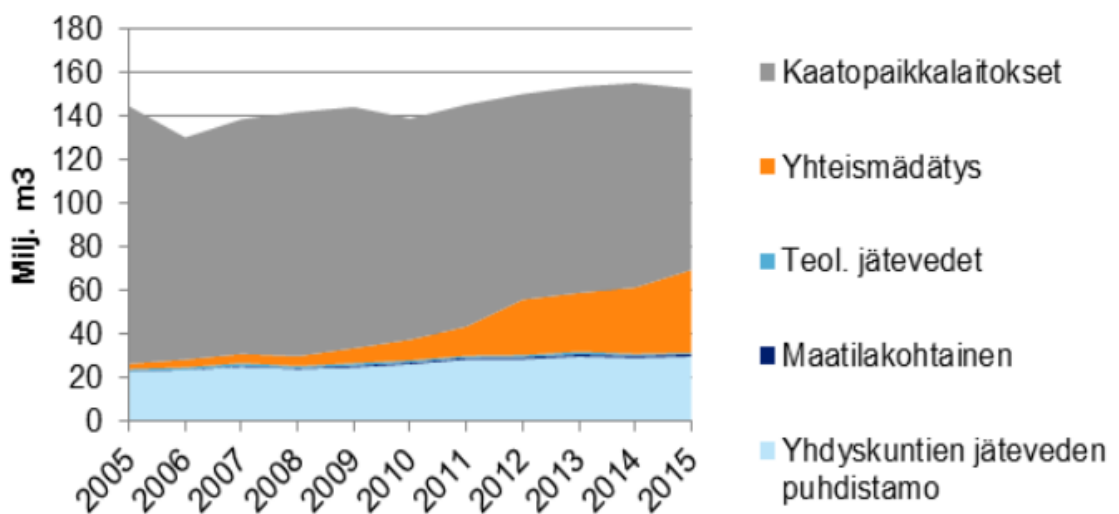
siirtyminen 1 bar:sta 10 bar:iin ja 50 bar:iin paineen saavuttamisen jälkeen energiankulutus tasoittuu. [19]



Kuva 5. Biomeetanin paineistuksen energiankulutus [19]

5 BIOKAASUN LIIKENNEKÄYTTÖ SUOMESSA

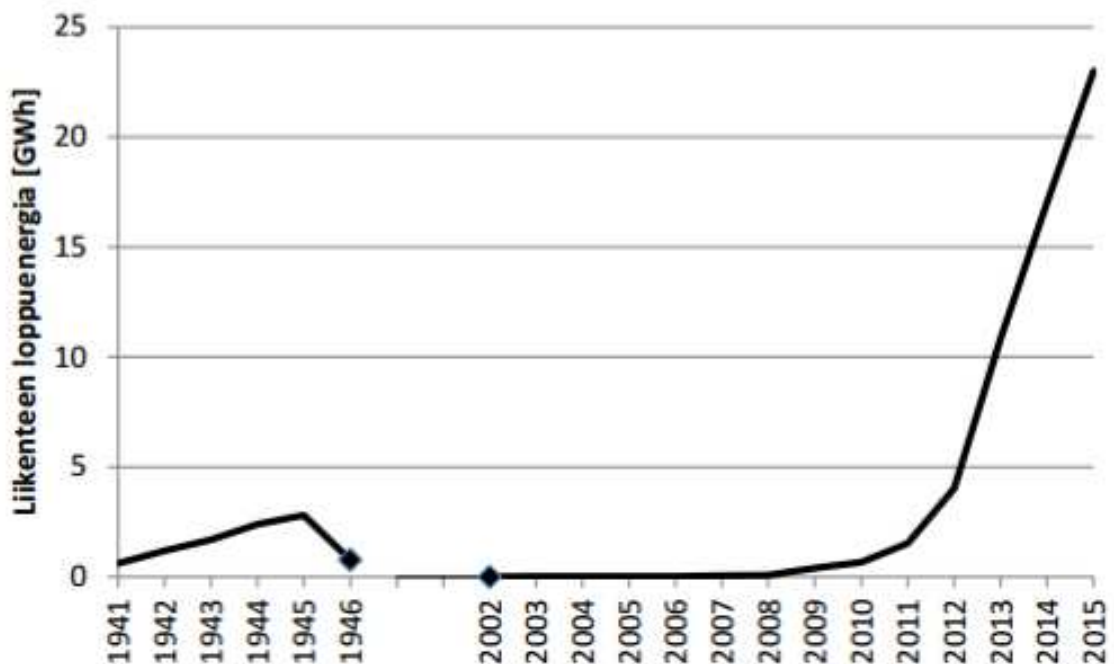
Suomessa liikennekäyttöön tuotettavan biokaasun tuotanto on kasvanut viime vuosina, mutta muihin polttoaineisiin verrattuna sen tuotanto on vielä vähäistä. Vuonna 2015 liikennekäyttöön tuotettu biokaasu vastasi energiasisällöltään noin 4 % kaikesta biokaasun tuotannosta Suomessa (Kuva 6). Vuonna 2030 maatalojen teoreettinen tuotantopotentiaali on 5,6 TWh vuodessa, jos kaikki käytössä oleva lanta kaasutetaan ja lisäsyötteenä käytetään 10 % nurmirehua. Teknistaloudellisessa tarkastelussa vastaava luku on kuitenkin 2,4 TWh vuodessa, kun syötteenä käytetään lantaa sekä nurmea. Tarkastelussa on otettu huomioon todennäköinen lannan saatavuus sekä nurmen keskimääräiset vuosittaiset ylimäärä- ja sivuvirtaosuudet sadosta. Maatiloilla on paljon biokaasun tuotantoon soveltuvia biomassoja, mutta kustannusvertailujen jälkeen niiden on todettu olevan kannattamattomia biokaasun tuotannossa. Yksittäisten maatilojen yhteydessä toimivia biokaasulaitoksia ei ole vielä kovin montaa, sillä kalliille laitoksille ei ole löytynyt kannattavaa konseptia. Yhteislaitokset, missä käsitellään monelta maatilalta saatavia biomassoja, ovat osoittautuneet tärkeäksi kasvusuunnaksi. Etenkin pienten ja keskisuurten maatilojen biomassojen käsittelyn yhdistäminen nähdään toimivana konseptina. Yhteislaitosten etuihin kuuluvat esimerkiksi riskien jakaminen ja turvatumpi raaka-aineiden saanti. Kuviosta 4 nähdään biokaasun tuotannon osuus Suomessa kullekin laitostyypille. Yhteismädätyslaitosten kehitys on selvästi näkyvillä ja niiden osuus on alkanut korvaamaan kaatopaikkojen yhteydessä toimivien laitoksien tuotantoa. [7]



Kuva 6. Suomessa tuotettu biokaasu laitostyypeittäin [7]

Paineistetun kaasun tankkausasemia oli vuoden 2016 lopulla 24 kappaletta, jotka olivat Gasumin omistuksessa ja mistä suurin osa oli liitettyä maakaasuverkkoon. Näiltä kaikilta tankkausasemilta on saatavilla biometaania polttoaineeksi. Tankkausasemien määrää suunnitellaan lisättäväksi vuoteen 2020 mennessä 55:een asemaan. Liikennekaasun jakeluverkkoa voidaan täydentää maatalojen, biokaasulaitosten tai valtaväylien yhteyteen perustettavilla kevyillä jakeluasemilla, joita oli vuoden 2016 lopulla 15 kappaletta. Vuoden 2016 syksyllä avautui myös kaksi raskaalle liikenteelle tarkoitettua nesteytetyn kaasun tankkausasemaa Turkuun ja Helsinkiin. [7] [9] [14] [15]

Suomessa oli vuoden 2016 alussa yhteensä noin 2200 paineistettua kaasua käyttävää ajoneuvoa ja myös ensimmäiset nesteytettyä kaasua käyttävää ajoneuvoa oli otettu käyttöön. VTT:n laatimassa autokannan ennusteessa kaasuautoja on vuonna 2020 noin 3600 ja vuonna 2030 yli 13000 kappaletta. Energia- ja ilmastostrategian tavoitteeksi on vuoteen 2030 mennessä asetettu vähintään 50000 kaasuautoa. Tavoitteen saavuttaminen vuoteen 2030 mennessä saavuttaminen on VTT:n ennusteen mukaan siis hyvin epätodennäköistä. [7]



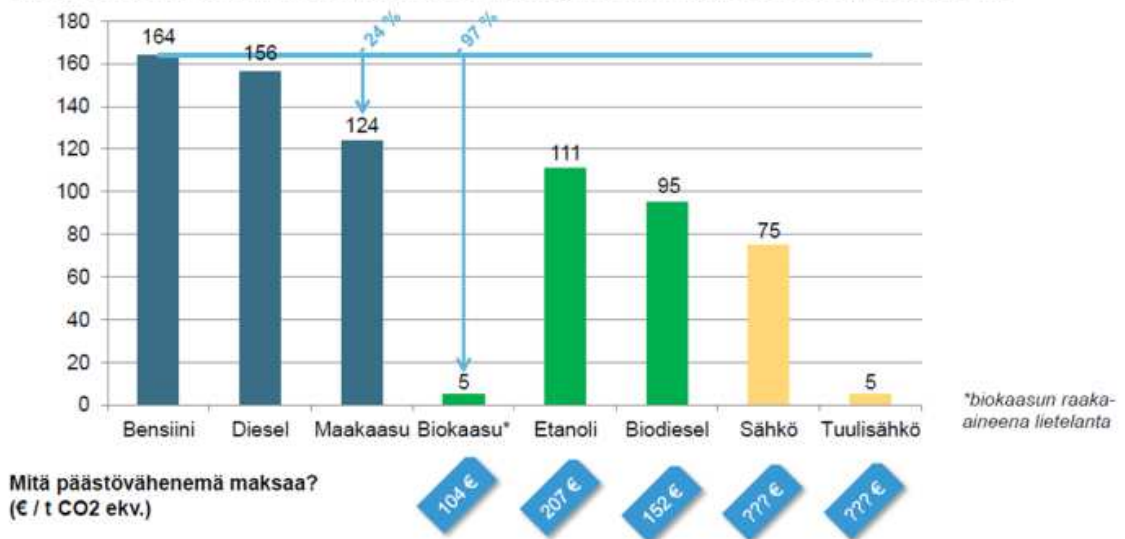
Kuva 7. Liikennekäyttöön tuotetun biokaasun energiasisältö Suomessa [15]

Liikennekäyttöön voidaan tuottaa biokaasua kannattavasti nykyiset tuet huomioon ottaen. Tuotannon kannattavuuden rajoitteena on tällä hetkellä biokaasuautojen vähäinen määrä. Vuonna 2015 biometaania käytettiin liikenteessä 23 GWh:n edestä,

kun 20000 tonnia syötettä vuodessa käsittelevällä yhteismädätyslaitoksella pystyttäisiin tuottamaan noin 17 GWh:n edestä biometaania liikennepolttoaineeksi. Biokaasun kysynnän määrä liikennekäyttöön on liian pieni, joten isompien tuotantolaitosten perustamista kannattaa vielä harkita. Energia- ja ilmastostrategian asettama 50000 kaasuauton tavoite vuoteen 2030 mennessä tarkoittaisi 212 GWh:n energiankulutusta, josta nykyinen tuotantotaso olisi noin 11 %. Henkilöautoissa erityisesti sähköautojen suosio ja kehitys on heikentänyt kiinnostusta kaasulla toimiviin autoihin mutta raskaassa liikenteessä biokaasulla on paremmat näkymät. Vuoden 2016 alussa kaasuautojen osuus koko henkilöautokannasta oli noin 0,05 %. Liikennekäyttöön tarvittavan biokaasun tarve jää kuitenkin todennäköisesti muutaman sadan GWh:n tasolle, vaikka kaasuautojen määrä kasvaisikin merkittävästi tulevaisuudessa. [14] [15]

Biokaasu on koko tuotantoketju huomioon otettuna yksi vähiten hiilidioksidipäästöjä aiheuttava liikennepolttoaine. Tästä huolimatta biokaasu ei ole vielä saanut valtiolta merkittävää tukea sen käytön lisäämiseksi liikennepolttoaineena. Biokaasun avulla tuotetulla sähköllä päästään tuulisähkön kanssa samalle päästötasolle, kun sitä hyödynnetään sähköautoissa. Kaupunkikäytössä biokaasu on myös ympäristöystävällisin, sillä sen palamisesta ei synny pienhiukkasia jotka heikentävät kaupunkien ilmanlaatua. [21]

Liikennepolttoaineiden hiilidioksidipäästöt koko arvoketju huomioiden (Well to Wheel), CO₂ ekv. / km



Kuva 8. Liikennepolttoaineiden hiilidioksidipäästöt [21]

Taulukko 5. Metaanin ja bensiinin energiasisältö [8]

	Tilavuudessa *)		Painoyksikköä kohti	
	kWh/m ³	MJ/m ³	kWh/kg	MJ/kg
CH ₄	10	36	13,9	50
Bensiini	8900	32000	11,7	42

*) metaanilla arvo normaalitilassa NTP, 0 °C, 101,3 kPa, 16,4 g/mol, 0,72 kg/m³
 bensiinillä tiheydessä 750 kg/m³

Yhden normaalitilassa olevan metaanikuution tehollinen lämpöarvo vastaa noin 1,1 litraa bensiiniä. Metaanin energiatiheys kasvaa, kun se paineistetaan tai nesteytetään polttoainekäyttöön. Bensiinin energiasisältö kiloa kohti on pienempi kuin metaanin pienemmän vetypitoisuuden takia. Biometaani ei ole puhdasta metaania, joten sen energiapitoisuus saadaan kertomalla biometaanin metaanipitoisuus puhtaan metaanin energiasisällöllä. 96 % metaania sisältävän biometaanin energiasisältö on laskettuna

$$13,9 \frac{kWh}{kg} * 96 \% = 13,344 \frac{kWh}{kg}$$

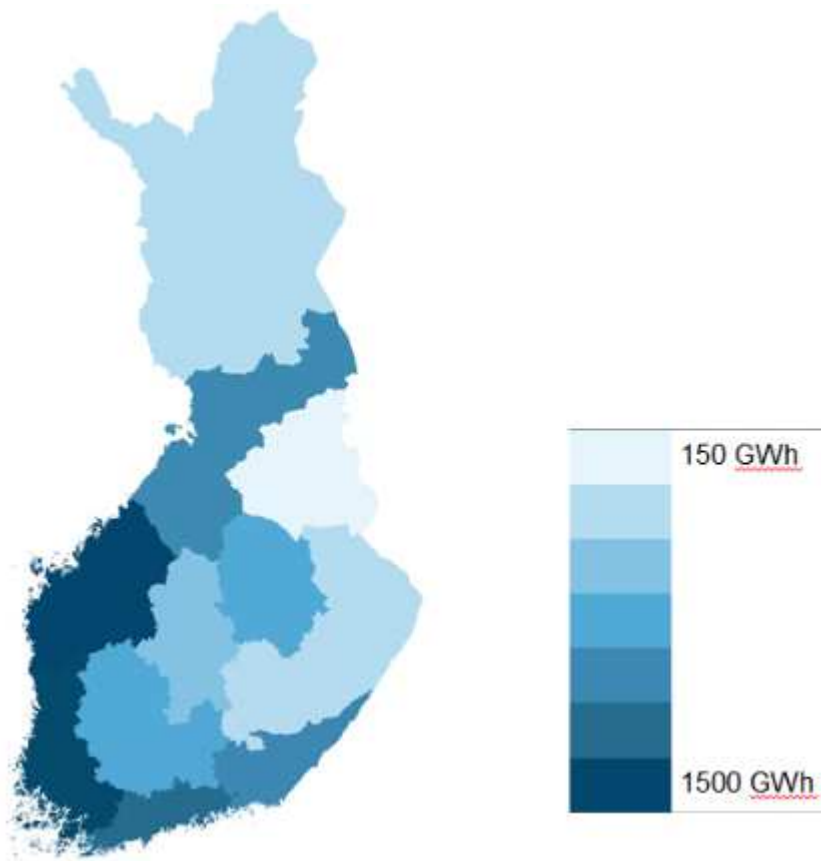
Metaanin hinta liikennepolttoaineena ilmoitetaan usein kiloja kohti tai bensiiniekvivalenttina. Metaanin bensiiniekvivalentti saadaan laskettua kertomalla metaania sisältävän polttoaineen kilohinta 0,64 ketoimella, mikä on määritetty EU:n direktivissä 2009/33/EY sekä Suomen energiaverotuksessa (HE 147/2010). Gasum on asettanut biometaanille kilohinnaksi 1,45 €/kg, joka bensiinin litrahinnaksi muutettuna on 0,928 €/l. Litra metaania liikennepolttoaineena sisältää siis suunnilleen saman verran energiaa kuin bensiini, eli noin 8,8-9,0 kWh/l ja se on huomattavasti halvempaa. [4] [8]

Biometaanille saattaa olla potentiaalia myös meriliikenteen käytössä, missä kansainväliset rikki- ja typpirajoitukset ovat vauhdittaneet siirtymistä nesteytetyn metaanin käyttöön alusten polttoaineena. Suomen rannikkoalueille, Pohjanlahdelle ja Suomenlahdelle ollaan lähivuosina rakentamassa kohtuullisen kattava verkko nesteytetyn maakaasun(LNG) terminaaleja. Suomen ensimmäinen LNG-terminaali avattiin vuoden 2016 syyskuussa Poriin ja rakenteilla on kolme muuta terminaalia Tornioon, Haminaan sekä Raumalle. Uudet terminaalit on rakennettu palvelemaan erilaisia alueellisia tarpeita, mutta säiliöautojen, junien sekä bunkrausaluksien avulla ne voivat palvella teollisuutta, energialaitoksia ja laivoja jopa 300–500 kilometrin säteellä. Biometaania nesteyttämällä sitä on mahdollista tulevaisuudessa käyttää kansainvälisen vesiliikenteen tarpeisiin. [7] [9]

Biokaasun tuotantoa ja asemaa voidaan helpottaa parantamalla nykyisiä biokaasun tuotantoon tarkoitettujen tukien ehtoja, kuten maatilojen investointituen myöntämisehtoja. Osa nykyisten tukien ehdoista kieltävät tai rajoittavat biokaasun myyntiä tilan ulkopuolelle lämpönä, sähkönä tai liikennepolttoaineena, mikä puolestaan vähentää biokaasulaitosten rakentamisen kannattavuutta. Myös lupien, rajoitusten sekä verotuksen selvittäminen, keventäminen ja tarvittavan byrokratian vähentäminen helpottaa biokaasun asemaa biopolttoaineena sekä energianlähteenä Suomessa. [7]
[8]

6 VARSINAIS-SUOMEN BIOKAASUPOTENTIAALI

Varsinais-Suomessa on korkea biokaasun tuottopotentiali, mikä on pääasiassa maatalouden kasvi- sekä eläintuotannon ansiota. Kuvassa 8 on yhdistetty Varsinais-Suomen, Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan sekä Keski-Pohjanmaan raaka-aineiden saatavuuteen perustuva biokaasun tuotantopotentiali ja sitä on verrattu muun Suomen potentialiin. Kyseisellä alueella on siis Suomen paras biokaasun tuottopotentiali raaka-aineiden saatavuuden perusteella, johon yhdyskunta- ja teollisuusjätteet on otettu maatalouden lisäksi huomioon. Varsinais-Suomessa tuotetaan Suomen muihin maakuntiin verrattuna eniten sianlihaa lisäksi kananmunantuotannossa muiden kanojen määrästä noin 65 % sijoittuu samalle alueelle. [2] [15]

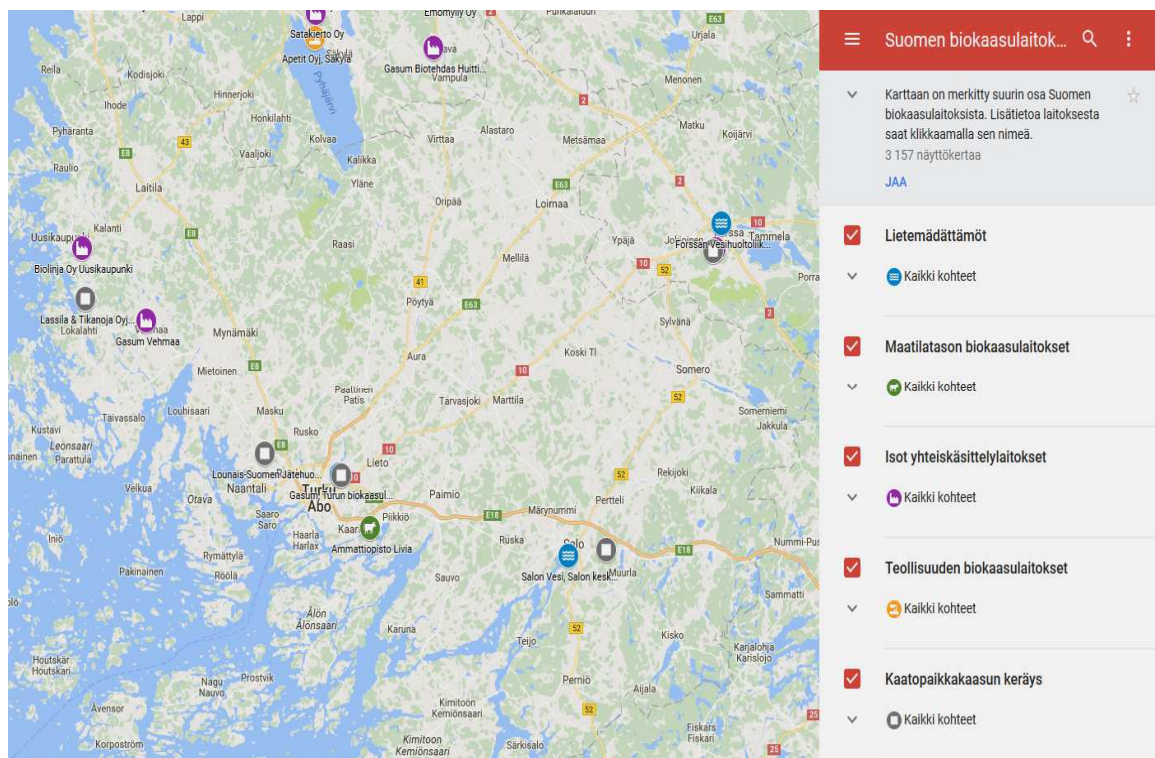


Kuva 9. Biokaasun tuotantopotentiali maakunnittain [15]

Varsinais-Suomessa on siis potentiaalisia raaka-aineita käytettäväksi syötteenä, mutta mikä on biokaasun tuotannon kannalta kannattava tuotanto- sekä hyödyntämistapa.

Maatiloilla biokaasun kannattavin tuotantomuoto on useissa eri selvityksissä todettu olevan sähkön- ja lämmöntuotanto CHP-tekniikan avulla tilan omaan kulutukseen. Maatiloilla suurin biokaasulaitoksiin investointi on kallista sekä riskialtista, varsinkin jos tukien saaminen ei ole mahdollista. Maatiloista suurin osa ei ole liitettävissä maakaasun jakeluverkkoon niiden sijainnin takia, joten biometaanille täytyy järjestää erillinen varastointi ja kuljetus. Useampien tukien asettamat rajoitukset ja ehdot eväävät investointituet maatilojen biokaasulaitoksilta, jotka haluaisivat tuottaa biometania liikennekäyttöön. Investointitukea saadaksesen on siis kannattavaa perustaa erillinen maaseutuyritys, jonka tavoite on uusiutuvan energian tuottaminen ja rakennettava laitos ei sijaitse maatilalla. Tämän tapaiselta yhteiskäsittelylaitokselta voidaan periä laitokselle tuotavasta biojätteestä tai lietelannasta porttimaksua, mikä on tärkeä osa laitoksen tuloista. Paremman kannattavuuden takaamiseksi on biokaasua myös hyvä liikennekäyttöön jalostamisen lisäksi hyödyntää sähkön- tai lämmöntuotannossa. Kannattavuuteen vaikuttaa huomattavasti se, voidaanko kaikki tuotettu lämpö, sähkö sekä biometani hyödyntää tai myydä. Maatilojen biokaasulaitoksilla tuotetulle lämmölle on oman käytön lisäksi vaikea löytää potentiaalisia ostajia, kun taas biometaaninjalostuksessa ei ole samaa ongelmaa, mutta biometaanin kysyntä rajoittaa sen tuotannon määrää. [8] [15] [23]

Kuva 10. Varsinais-Suomen biokaasulaitokset [17]



Varsinais-Suomessa ei ole tällä hetkellä yhtäkään biokaasulaitosta, joka jalostaa biokaasusta biometaania liikennekäyttöön tai syötettäväksi maakaasuverkkoon mutta tämä tulee lähiaikoina muuttumaan. Jakeluverkoston sekä autokannan puutteiden vuoksi investointia biometaanin jalostukseen ei ole pidetty tarpeeksi kannattavana. Turussa on tällä hetkellä yksi tankkausasema, josta on saatavilla LNG:tä ja LBG:tä tai kompressoitua maakaasua sekä biokaasua. Tankkausasemaa ei ole kuitenkaan vielä yhdistetty maakaasun siirtoverkkoon, koska sitä ei ole vielä rakennettu Turkuun asti. Gasum on saanut vuoden 2017 keväällä valtiolta 7,97 miljoonan euron edestä investointitukea Topinojalla sijaitsevan Turun biokaasulaitoksen laajentamiseen sekä biokaasun jalotus- ja nesteyttämislaitteiston rakentamiseen laitoksen yhteyteen. Koko investoinnin arvoksi on arvioitu 25 miljoonaa euroa ja investointiin kuuluu myös kahden uuden tankkausaseman rakentaminen Turun alueelle. Hankeella on valmistuessaan merkittävä vaikutus lisäämään kaasuautokantaa sekä biokaasun saatavuutta liikennepolttoaineena Varsinais-Suomen alueella. [4] [17] [21]

Biometaanin tuotannon kasvaessa sekä kaasun jakelujärjestelmän laajentuessa myös biometaanin liikennekäytön määrä alkaa todennäköisesti kasvamaan. Yksittäiselle maatilalle on vaikea arvioida biometaanin jalostuksen kannattavuutta, sillä vaikka teoriassa biometaanista saa hyvän myyntihinnan, vaikuttaa useampi tekijä tuotannon kannattavuuteen. Suurempien tuotantolaitosten läheisyydessä ei välttämättä ole tarvetta tuottaa biometaania pienemmässä mittakaavassa, koska iso tuotantolaitos voi kattaa koko lähialueen biometaanin tarpeen. Isot tuotantolaitokset saattavat toimia myös yhteistyössä merkittävien kaasualan yritysten kanssa, mikä takaa niille valmiit jakelu- ja kuljetusinfrastruktuurit käyttöönsä. Biometaanin tuotannon kannattavuutta voidaan taata myös investoimalla kaasua polttoaineena käyttäviin autoihin ja työkoneisiin. Kaupungeissa on lisätty kaasukäyttöisten autojen määrää investoimalla joukkoliikenteen ja kuljetusautojen vaihtamiseen diesel-autoista kaasuautoihin. Ennen autokantaan investoimista tulee kuitenkin taata kaasun taiseen saatavuus. [21]

7 YHTEENVETO

Yhteismädätyslaitoksella, joka on useamman maatilan omistuksessa, on useita hyviä ominaisuuksia biometaanin tuotantoon. Näitä ovat tasaisen raaka-aineen saannin takaaminen, mahdollisuus luoda oma laajempi kaasua polttoaineena käyttävä autokanta ja itsenäisen tankkausaseman perustaminen. Laitoksella tuotetun biometaanin lisäksi voidaan tuottaa lämpöä tai CHP:n avulla sähköä ja lämpöä maatilojen käyttöön sekä mädätysjäänös hyödyntää lannoitteena. Maatilan omistajien kannattaisi oman biokaasulaitoksen perustamisen mahdollisuuden selvittämisen lisäksi ottaa huomioon mahdollisuus useamman maatilan yhteislaitoksen perustamiseen. Varsinais-Suomessa kaikki biokaasulaitokset ovat sijoittuneet rannikon ja suurempien kaupunkien läheisyyteen. Varsinais-Suomen sisäosiin sijoittuva biokaasupotentiaali on jäänyt pitkälti hyödyntämättä ja maatilojen yhteismädätyslaitoksille saattaisi olla useampi hyvä sijainti tällä alueella. Yhteismädätyslaitokset ovat taloudellisesti turvallisempi ratkaisu verrattuna yksittäisen maatilan omistamiin laitoksiin. Erityisesti pienempien maatilojen todennäköisesti ainut kannattava tapa tuottaa biokaasua on investoida maatilojen yhteislaitokseen. [17]

Ennen biokaasulaitoksen rakentamista tulee tehdä tarvittavat laskelmat esimerkiksi saatavien syötteiden ja tuotetun biokaasun määrästä sekä biokaasun hyödyntämiseksi tarvittavan jalostuslaitteiston koosta. Biokaasulaitoksen kannattavuus perustuu pitkälti sen toimi- ja lähialueen kykyyn tukea tuotetun energian hyödyntämistä. Varsinais-Suomessa on paljon biokaasupotentiaalia sitoutuneena maatalouteen, mutta sitä ei ole juurikaan lähdetty hyödyntämään. Jos maatalousyrittäjät saisivat parempaa tukea biokaasun tuotantoon, saattaisi investointi biokaasuun muuttua houkuttelevammaksi. Yhteismädätyslaitosten on mahdollista kiertää maatilojen yhteyteen rakennetuille biokaasulaitoksille asetettuja tukien ehtoja. Perustettava laitos tulee rakentaa maatila alueen ulkopuolelle sekä laitoksen tulee olla erillisen maatilayrityksen omistuksessa, jossa omistusosuudet jaetaan sijoittajien kesken. Biokaasun tuotanto liikennekäyttöön ei ole usealle maatilakoon biokaasulaitoksille kannattavaa, mutta jokaiselle laitokselle tulisi tehdä erillinen selvitys biokaasun käyttömahdollisuuksista ja niiden kannattavuudesta.

LÄHTEET

- [1] Al Seadi, Teodorita; Rutz, Dominik; Prassl, Heinz; Köttner, Michael; Finsterwalder, Tobias; Volk, Silke & Janssen, Rainer. 2008. Biogas Handbook. University of Southern Denmark Esbjerg.
- [2] Aro, Erkki. 2016. Varsinais-Suomen luomu ja maakuntien välistä vertailua. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- [3] Ekin, Frederik & Luostarinen, Juha. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Motiva Oy.
- [4] Gasum Oy kotisivut. viitattu 16.4.2017. <https://www.gasum.com/Yrityksille/>
- [5] Heikkinen, Mika. 2012. Maatilan biokaasulaitokseen tarvittavat luvat. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- [6] Heikkinen, Pekka. 2012. Biokaasulaitoksen huoltokirja. Hämeen Ammattikorkeakoulu.
- [7] Huttunen, Riku. 2017. Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö.
- [8] Hytönen, Jaana. 2013. Biokaasu liikennepolttoaineena. Jyväskylän Yliopisto.
- [9] Jakeluinfradirektiivin toimeenpanotyöryhmä. 2016. Työryhmän ehdotus liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkon suunnitelmaksi. Liikenne- ja viestintäministeriö.
- [10] Latvala, Markus. 2009. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. Suomen ympäristökeskus.
- [11] Lehtomäki, Annimari; Paavola, Teija; Luostarinen, Sari & Rintala, Jukka. 2007. Biokaasusta energiaa maatalouteen – raaka-aineet, teknologiat ja tuotteet. Jyväskylän yliopisto.
- [12] Lätelä, Jussi. 2017. Biokaasun puhdistimet, Metener Oy. Sähköpostiviesti 12.5.2017. Vastaanottaja Jokela, Lauri. Tietoa Metener Oy:n biokaasun puhdistimien hintaluokista.
- [13] Petersson, Anneli & Wellinger, Arthur. 2009. Biogas upgrading technologies—developments and innovations. IEA Bioenergy.
- [14] Plugit Finland Oy, Vihreä Kaista kotisivut. Viitattu 6.2.2017. <http://vihreakaista.fi/fi-fi/>
- [15] Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston kanslia.
- [16] Schnürer, Anna & Jarvis, Åsa. 2009. Microbiological Handbook for Biogas Plants. Avfall Sverige AB.
- [17] Suomen Biokaasuyhdistys kotisivut. Viitattu 6.2.2017. <http://www.biokaasuyhdistys.net/>
- [18] Tamm, Daniel. 2014. Biogas upgrading technologies. BioMil AB.
- [19] Tamm, Daniel; Persson, Tobias; Hultheberg, Christian & Bauer, Fredrick. 2013. Biogas upgrading – Review of commercial technologies. Svenskt Gastekniskt Center AB.
- [20] Tekes kotisivut. Viitattu 11.5.2017. <https://www.tekes.fi/rahoitus/pk-yritys/energiatuki/>
- [21] Työryhmä. 2013. Turun liikennebiokaasuhanketta valmisteleavan työryhmän raportti. Turun kaupunki.

[22] Warren, Katie. 2012. A techno-economic comparison of biogas upgrading technologies in Europe. Jyväskylän yliopisto.

[23] Winqvist, Erika; Luostarinen, Sari; Kässi, Pellervo; Pyykkönen, Ville & Regina, Kristiina. 2015. Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys. Luonnonvarakeskus (Luke).

[24] Åkerlund, Frederik. Viitattu 6.2.2017. Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. Motiva Oy.