



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Peräkoski

BIOKAASU LIIKENNEPOLTTOAINEENA

Tekniikan yksikkö
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mikko Peräkoski
Opinnäytetyön nimi	Biokaasu liikennepolttoaineena
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	50
Ohjaaja	Riitta Niemelä

Tämä opinnäytetyö tehtiin Suomen luonnonsuojeluliitolle Pohjanmaan piiriin. Opinnäytetyössä keskityttiin tarkastelemaan biokaasua yleisesti ja sen käyttöä liikennepolttoaineena. Opinnäytetyö on tehty vuoden 2015 kevään aikana.

Työn lähtökohtana oli selvittää biokaasukäyttöisten ajoneuvojen käyttöä Suomessa ja sen tuomia etuja muihin polttoaineisiin verrattuna. Työssä pohditaan myös, miten biokaasun käyttöä saataisiin lisättyä. Kokonaisuudessaan työssä perehdyttiin biokaasun tuotantoon, raaka-aineisiin, hyötyihin ja haittoihin, jakeluun sekä tulevaisuuden näkymiin.

Lähdeaineistona työssä käytettiin eri asiantuntijoiden julkaisemia selvityksiä, tutkimuksien raportteja sekä useilta verkkosivuilta löytyneitä yleistietoja aiheesta. Työtä varten sain myös bioalan asiantuntijoilta joitain erinomaisia mielipiteitä ja näkemyksiä nykyhetkestä ja tulevaisuudesta.

Työn lopputuloksesta todettakoon, että biokaasun merkitys on kasvanut huomasti viimeisten vuosien aikana. Biokaasun tuotannolla on valtava potentiaali kasvaa merkittävään rooliin nyky-yhteiskunnassamme. Maatiloilla ja kaatopaikoilla on paljon hyödynnettävää raaka-ainetta, jota voitaisiin käyttää biokaasun tuottamiseen. Vaikka biokaasukäyttöisiä autoja on myynnissä rajoitetusti, on potentiaalia paljon enempäänkin. Jakeluverkostoa pitäisi saada vielä laajennettua ympäri Suomea, mikä nostaisi biokaasun käyttöastetta.

ABSTRACT

Author	Mikko Peräkoski
Title	Biogas as traffic fuel
Year	2015
Language	Finnish
Pages	50
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

This thesis was done for the Suomen luonnonsuojeluliitto, Pohjanmaan piiri in Seinäjoki. The thesis focused on the biogas in general and its use as a transport fuel. This thesis was made during the spring of 2015.

The starting point was to find out the use of the biofuel vehicles in Finland, its benefits compared with other used fuels and how to grow its use. Overall the thesis focused on the production of biogas, raw materials, its advantages and disadvantages, distribution and future prospects.

The source material used in this thesis was gathered from the different sources, e.g. reports published by the experts, their research reports and from a number of web pages that related to biogas. Some biofuel experts gave also excellent opinions and views of the present and the future.

As a final result of this thesis is that in the last few years the importance of the production of the biogas has grown dramatically. Biogas production has a huge potential to grow into a the significant role in the modern society. Farms and landfills have a lot of unexploited raw material, which could be used to produce biogas. Although there are not many biogas-powered vehicles, there is a potential for lot more. The distribution network should be more comprehensive and should be extended around the Finland, which would increase the use of the biogas.

Keywords Biogas, traffic fuel, utilisation, distribution network, future

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	BIOKAASU	9
	2.1 Mitä biokaasu on.....	10
	2.2 Biokaasun historia ja nykytila.....	11
	2.3 Biokaasu Suomen energia- ja ilmastostrategiassa	13
	2.4 Hyväksynät ja luvat.....	13
3	BIOKAASUN HYÖDYT JA HAITAT	15
	3.1 Biokaasun edut.....	15
	3.2 Biokaasun haitat.....	15
	3.3 Biokaasun hyödyntäminen.....	16
	3.3.1 Biokaasu paikallisessa energiatuotannossa	17
	3.3.2 Biokaasua liikenteeseen	18
	3.3.3 Mädätysljetteen hyödyntäminen	18
4	BIOKAASUN TUOTANTO JA RAAKA-AINEET	19
	4.1 Biokaasun tuotanto Suomessa.....	19
	4.2 Biokaasun tuotantoprosessi.....	21
	4.3 Biokaasun tuotanto maatilalla.....	23
	4.3.1 Maatilakäyttöön tarkoitettuja tuotantotekniikoita	24
	4.4 Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi	27
	4.5 Raaka-aineiden biokaasupotentiaali.....	28
	4.5.1 Jätevesilietteet	28
	4.5.2 Lanta.....	29
	4.5.3 Biojäte	29
	4.5.4 Bionurmi	30
5	BIOKAASU LIIKENTEEN POLTTOAINEENA	31
	5.1 Biokaasun liikennekäytön yleistymisen esteitä	31
	5.2 Esimerkkejä biometaanin käytöstä muissa maissa	32
	5.3 Biokaasuajoneuvot	33
	5.4 Kaasuautoilun hyödyt	33

	5
5.5	Prosessin käyttöönottoon vaadittava laitteisto 34
6	BIOKAASUN JAKELU 35
6.1	Biokaasun jakelun vaihtoehdot 35
6.2	Tankkausasematyyppit 35
6.3	Tankkausasemat 37
6.4	Biokaasualan organisaatioita 39
7	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT 41
7.1	Biokaasutuotannon mahdollisuudet 42
7.2	Tulevaisuuden energiaa 43
7.3	Biokaasuteknologian kehitystrendit Suomessa 44
7.4	Lähi vuosien kehitysnäkymät tankkausasemaverkostossa 45
8	YHTEENVETO 47
	LÄHTEET 48

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1.	Biokaasun tuotantoketju	s. 11
Kuvio 2.	Biokaasun hyödyntäminen	s. 17
Kuvio 3.	Biokaasun tuotantoprosessi	s. 22
Kuvio 4.	Biokaasuprosessi	s. 23
Kuvio 5.	Biokaasun muodostumisen neljä vaihetta	s. 24
Kuvio 6.	Yksinkertainen biokaasulaitos	s. 25
Kuvio 7.	Märkämädätyslaitoksen toiminta	s. 26
Kuvio 8.	Märkämädätysprosessi	s. 27
Kuvio 9.	Kuva biokaasun jalostamisesta polttoaineeksi	s. 28
Kuvio 10.	Nurmea olisi mahdollista hyödyntää biokaasun raaka-aineena nykyistä enemmän	s. 30
Kuvio 11.	Biokaasun tankkaaminen	s. 36
Kuvio 12.	Siniset neliöt ovat tällä hetkellä biokaasun tankkausasemia ja keltaiset tähdet ovat suunnitteilla olevia asemia Suomessa	s. 38
Kuvio 13.	Organisaatiot ja niiden toimialat	s. 39
Kuvio 14.	Visio Suomen tankkausasemaverkostosta 2020	s. 46
Kaavio 1.	Biokaasun liikennekäyttö Suomessa 1941-2013	s. 12
Kaavio 2.	Biokaasun käyttö Suomessa ja vuoden 2020 käyttötavoite	s. 13
Kaavio 3.	Suomessa vuosina 1994-2013 tuotettu biokaasu ja sen hyödyntäminen	s. 20
Kaavio 4.	Biokaasutuotanto Suomessa laitostyypeittäin vuonna 2013	s. 21
Taulukko 1.	Suomen kaupalliset biokaasujalostamot	s. 19

Taulukko 2. Biomassojen biokaasun tuotantopotentiaaleja s. 28

Taulukko 3. Tavoitteet biometaanin tuotantolaitosten määrän ja tuotannon kehitykselle vuoteen 2020. s. 41

Taulukko 4. Kestävän liikennejärjestelmän tavoitteet Suomessa s. 42

Taulukko 5. Biokaasuteknologian nykytila ja kehitystrendit s. 44

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Suomen luonnonsuojeluliiton Pohjanmaan piiriin. Tässä työssä perehdytään biokaasuun liikennepolttoaineena. Biokaasu on ympäristöystävällistä, koska se päästää päästöjä vähiten ja se on uusiutuvaa polttoainetta, joka voidaan tuottaa ihmisten omista jätteistä. Biokaasukäyttöisiä ajoneuvoja on yhä enemmän ja biokaasu on edullista. Se on myös kotimaista energiaa, jota voidaan hyödyntää monella tapaa.

Työn alussa perehdytään biokaasuun yleisesti, sen tuotantoon, hyötyihin ja haittoihin. Myös raaka-aineisiin perehdytään hieman tarkemmin. Viimeiseksi työssä käydään läpi tulevaisuuden näkymät ja sen mahdollisuudet tulevaisuutta silmällä pitäen. Tämä on lyhyt selvitys, miten biokaasua liikennepolttoaineena voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa yhä suuremmassa mittakaavassa.

Tässä työssä on pyritty keskittymään biokaasun mahdollisuuksiin liikennepolttoaineena. Erilaisia lähteitä käyttäen, kerroin lopussa, miten saataisiin kehitettyä biokaasua liikennepolttoaineena. Tämä työ on kaikin puolin kattava kokonaisuus biokaasusta.

2 BIOKAASU

Biokaasu on kaasuseosta, jota syntyy kun eloperäinen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa. Esimerkiksi vesistöjen pohjakerroksissa, eläinten suolistossa ja koskeikoissa muodostuu jatkuvasti biokaasua. Hajoaminen hapen puuttuessa tapahtuu mädäntymällä anaerobisten bakteerien vaikutuksesta. Viimeisessä hajoamisprosessin vaiheessa syntyy metaania metaanibakteerien hajotustoiminnan tuloksena. /8/

Biokaasua tuotetaan biokaasureaktoreissa biomassasta ja kaatopaikoilla kerätään jätetäytöstä muodostuvaa kaatopaikkakaasua. Biokaasua hyödynnetään myös lämmön- ja sähköntuotannossa ja siitä jalostetaan ajoneuvojen polttoaineeksi. /8/

Biokaasu koostuu lähinnä metaanista ja hiilidioksidista. Kaasun koostumus riippuu mädätettävästä biomassasta ja mädätysprosessista. Biokaasun olennaisin aine energiakäytön kannalta on metaani, jota kaasussa on yleensä noin 50-70 prosenttia. Hiilidioksidin osuus on vastaavasti 30-50 prosenttia. Biokaasussa on myös vähän pieniä määriä lukuisia muita aineita, kuten vettä, typpeä, ammoniakkia, vetyä ja rikkivetyä. /8/

Muina tuotteina hiilidioksidia syntyy biokaasulaitoksella, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kasvihuoneissa. Mädätettyä biomassaa kutsutaan mädätejäännökseksi, joka on massaltaan ja ravinnekoostumukseltaan lähes syötemateriaalin kaltainen. Sen kuiva-ainepitoisuus pienenee prosessissa joitakin prosentteja, ja pH on lähellä neutraalia. Mädätejäännös on syötettä tasalaatuisempaa, hygieenisempää, hajuttomampaa ja siinä olevat ravinteet ovat nopeammin liukenevassa ja haihtuvassa muodossa. Näin ollen esimerkiksi lietelannan lannoitusominaisuudet paranevat mädätysprosessissa. /8/

Hiilidioksidin nettopäästöjä ilmakehään ei aiheudu biokaasua polttaessa ja biokaasu on uusiutuva polttoaine, joka on arvokas energialähde. Metaani on hiilidioksidia 20-70 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu. Tämän vuoksi biojätteen kaatopaikkasijoituksen vähentäminen ja ilmaan vuotavan biometaanin talteenotto kaatopaikoilta ja käyttäminen energiantuotannossa on hyvin perusteltua ympäristön

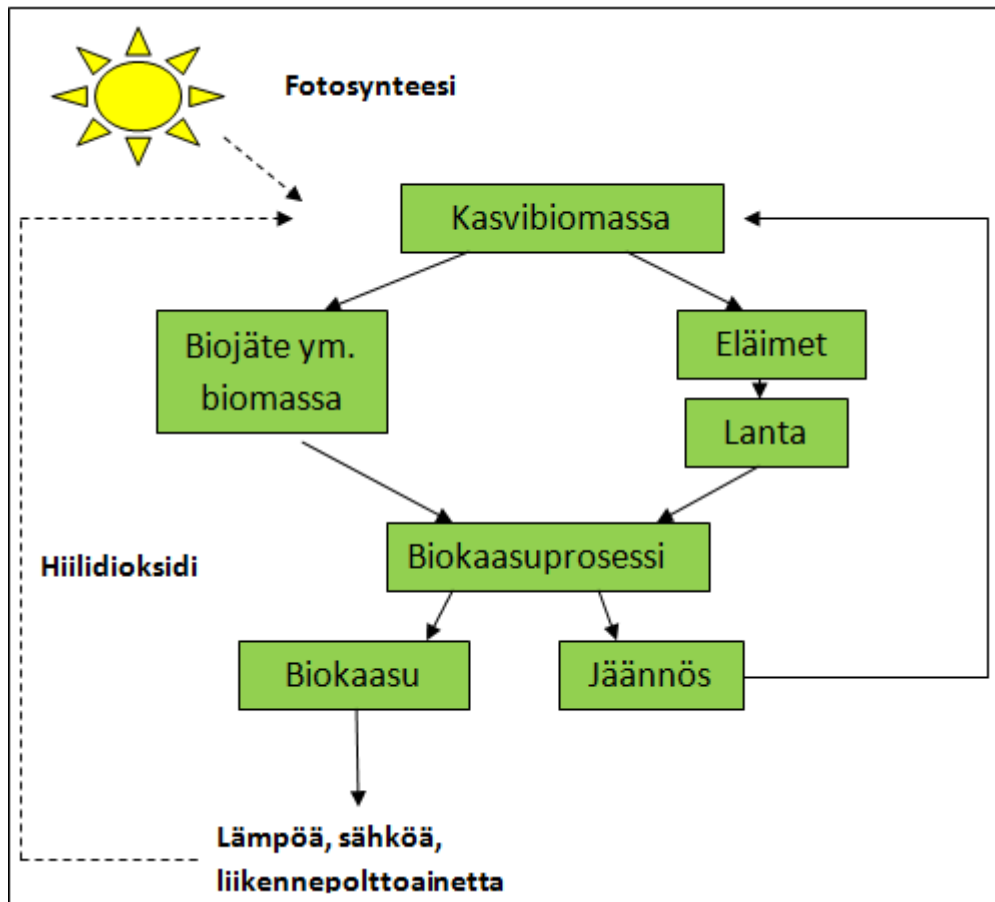
näkökulmasta. Selviä etuja jätteen hyödyntämisen näkökulmasta on biokaasun tuotannossa on se, että mädätys säilyttää biomassan ravinteet paremmin kuin kompostointi. /8/

2.1 Mitä biokaasu on

Biokaasun tuotanto perustuu mikrobien toimintaan. Hapettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa mikrobit hajottavat orgaanista ainetta kuten esimerkiksi lantaa, biojätettä, kasvibiomassaa siten, että hajotuksen lopputuotteena syntyy runsaasti metaania sisältävää biokaasua. Biokaasulle tyypillinen koostumus on noin 60 prosenttia metaania ja noin 40 prosenttia hiilidioksidia. Myös muita yhdisteitä voi olla pieniä määriä. Luonnossa biokaasua muodostuu esimerkiksi soilla. /18/

Yleisesti tällä hetkellä monien biokaasulaitoksien hukkapoltetulla kaasulla saattaisi olla kannattavaa tuottaa sähköä, tai aloittaa biokaasun jalostus ja myynti ajoneuvopolttoaineeksi. Hukkapolttoon menevän biokaasun käyttäminen polttoaineena olisi useille laitoksille toteutettavissa taloudellisesti ja teknisesti kannattavalla tavalla. Vähintäänkin yhtä arvokasta kuin fossiilisten tuontipolttoaineiden korvaaminen kotimaisella polttoaineella olisivat ympäristölle aiheutuvien päästöjen, kuten kasvihuonekaasu- ja hiukkaspäästöjen väheneminen. /18/

Biokaasussa oleva metaani on monipuolinen polttoaine, joka on mahdollista hyödyntää sekä sähkön- ja lämmöntuotannossa että ajoneuvojen ja työkonien polttoaineena. Biokaasulla voidaan myös korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä, ja tuotettu metaani biokaasuprosessissa on useissa elinkaarianalyseissa todettu yhdeksi ympäristöystävällisimmistä ja energiatehokkaimmista tavoista tuottaa liikenteen biopolttoaine. Alla oleva kuva kertoo hieman biokaasun tuotantoketjusta. /18/



Kuvio 1. Biokaasun tuotantoketju. /18/

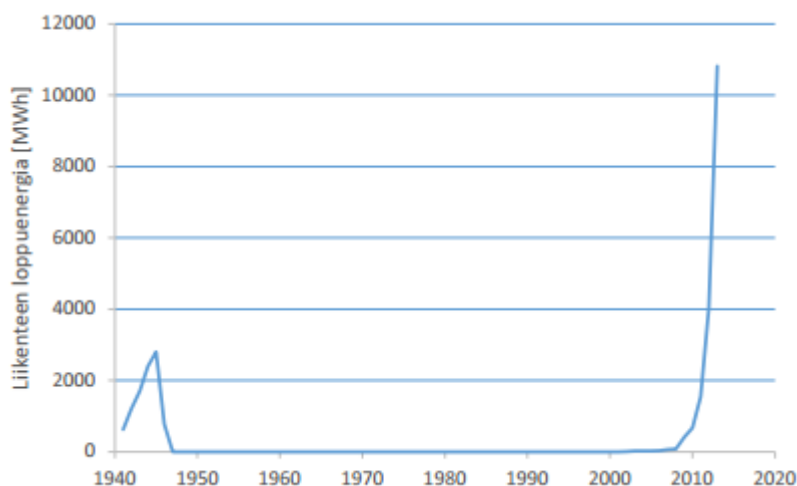
2.2 Biokaasun historia ja nykytila

Suomessa biokaasu otettiin liikennekäyttöön ensimmäisenä Helsingin Kyläsaaren jätevedenpuhdistamolla vuonna 1941 ja Helsingin Rajasaaren jätevedenpuhdistamolla vuonna 1943. Käyttöönotto tapahtui kolmantena maana maailmassa Saksan ja Ruotsin jälkeen. Molemmat tuotanto- ja tankkauspaikat olivat toiminnassa vuoteen 1946. Liikennebiokaasu oli puhdistettua ja paineistettua, mutta jalostamaton kaasua, jota käytettiin Helsingin kaupungin ja sen yhtiöiden ajoneuvoissa sekä yhdessä tankkausasemien operaattorin AGA:n autossa. Autot oli konvertoitu bensiiniautoista puhdistetun biokaasun käyttöä varten. /7, 16/

Vuosina 1947-2001 biokaasua ei hyödynnetty liikenteessä Suomessa. Käyttö alkoi uudelleen Erkki Kalmarin maatilan biokaasulaitoksen kaasulla Laukaan Leppävedellä vuonna 2002 ensin yksityisenä yhden auton demonstraationa ja heti mootto-

riajoneuvoveron 20-kertaisen lisäveron kumoamisen jälkeen kaupallisena ja julkiseen käyttöön tarkoitettuna vuoden 2004 alussa, jolloin se oli ensimmäinen julkinen metaanitankkausasema Suomen historiassa. Historian ensimmäinen jalostamo oli Laukaalla ja pysyi ainoana kaupallisena jalostamona yhdeksän vuoden ajan. Vuonna 2011 käynnistyi Kouvolan Veden Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla sijaitsevan Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitoksen tuottaman raakakaasun jalostus KSS Energian jalostamossa. Se oli ensimmäinen kunnallinen biokaasujalostamo Suomessa. Vuonna 2012 tuotantokäyttöön saatiin kaksi jalostamoa lisää. /7, 16/

Vuonna 2013 biokaasua käytettiin liikennepolttoaineena 10,8 GWh, joka tarkoittaa noin 2 prosentin osuutta biokaasun käytöstä, jossa mukaan laskettiin reaktori- ja kaatopaikkakaasu. Uusituvan energian direktiivissä säädetty ympäristöpainotus huomioon ottaen käyttö oli 21,6 GWh. Biokaasun liikennekäyttö kasvoi 168 prosenttia edellisvuoteen verrattuna. Vuodesta 2002 alkaen keskimääräinen vuosikasvu on ollut 180 prosenttia. /7, 13/



Kaavio 1. Biokaasun liikennekäyttö Suomessa 1941-2013. /7, 13/

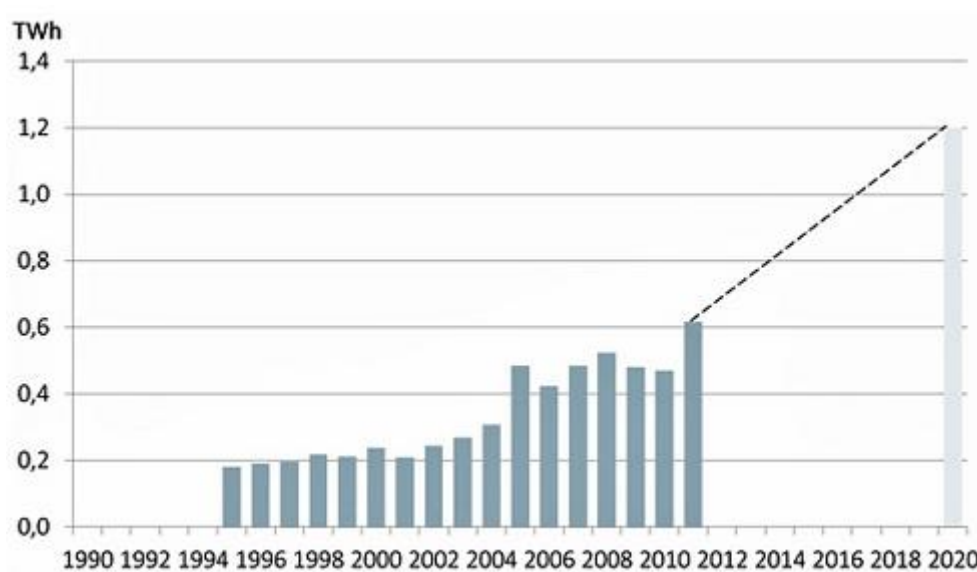
Elokuussa 2014 biokaasujalostamoita oli yhdeksän, yhteenlasketulta jalostuskapasiteetiltaan 2731 Nm³/h. Näistä neljä valmistui vuoden 2014 aikana, mikä vuonna 2014 johti voimakkaaseen tuotannon kasvuun. Biokaasua myytiin kuluttajille painistettuna (CBG) 23 julkiselta ja 2 yksityiseltä tankkausasemalta. Yksi yksityi-

nen nesteytetyn biokaasun (LBG) tankkausasema oli käytettävissä kuten myös yksi sen käyttöön pystyvä kuorma-auto, mutta LBG-tankkauksia ei tehty. Biokaasua jalosti seitsemän yritystä ja biokaasun myyntiä ajoneuvoihin harjoitti seitsemän yritystä. /7, 14/

2.3 Biokaasu Suomen energia- ja ilmastostrategiassa

Suomen uusiutuvan energian velvoitepaketin mukainen tavoite on lisätä biokaasun käyttöä 1,2 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. Biokaasun käyttö on vähitellen lisääntynyt ja biokaasua käytettiin vuonna 2011 Suomessa hieman yli 0,6 TWh. /8/

Reaktorilaitosten biokaasulla tuotetun sähkön ja lämmön yhteistuotannon edistämiseksi on otettu käyttöön syöttötariffijärjestelmä, joka takaa biokaasulle tuotetulle sähkölle takuuhinnan 83,50 euroa megawattitunnilta. /8/



Kaavio 2. Biokaasun käyttö Suomessa ja vuoden 2020 käyttötavoite. /8/

2.4 Hyväksynnät ja luvat

Biokaasulaitoksen perustamisvaiheessa ja rakentamisessa laitokselle täytyy hankkia lukuisia lupia ja hyväksyntöjä. Niillä varmistetaan, että laitos on turvallinen ja ympäristön päästöt minimoidaan. /12/

Tarvittavia lupia ovat muun muassa:

- Ympäristölupa (kunta tai aluehallintovirasto)
- Ympäristövaikutusten arviointi YVA, kun jätettä on yli 20000 tonnia vuodessa
- Rakennus- tai toimenpidelupa
- Laitoshyväksyntä ja elinkeinoilmoitus
- Räjähdyssuojasiasiakirja
- Ilmoitus pelastusviranomaisille, kun biokaasua yli 1 tonni vuodessa. /12/

3 BIOKAASUN HYÖDYT JA HAITAT

Biokaasu on tällä hetkellä nousussa liikenteessä ja sähkön- ja lämmöntuotantoa on ollut jo. Biokaasun hyötyjä on enemmän kuin haittoja. Biokaasun hyötyjä yrittään tiedottaa yhteiskunnalle, että ihmiset tajuaisivat, että tämä on tulevaisuuden energiaa, jonka takia kannattaisi siirtyä käyttämään biokaasua esimerkiksi ajoneuvoissa. Yksittäiset kunnat saisivat myös lähteä tukemaan biokaasua omalla panoksellaan.

3.1 Biokaasun edut

Biokaasu on uusiutuvaa energiaa, joka voidaan tuottaa esimerkiksi omista jätteistä. Sivutuotteet biokaasun tuotannossa hyödynnetään muun muassa lannoitteena pelloillamme eli tuotantoprosessilla saadaan täydellinen kierto. Käytetään kaikki hyödyksi ja loppujen lopuksi aine palaa luontoon. /16/

Biokaasu on kotimaista energiaa, josta hyödytään monella tavalla. Tällä voidaan vahvistaa Suomen energiaomavaraisuutta ja se luo lisää työpaikkoja. Energiakasveja voidaan samalla hyödyntää biokaasuprosessissa ja maaseudun elinvoimaisuus lisääntyy. /16/

Biokaasu on ympäristöystävällistä energiaa, sillä se vähentää huomattavasti lähi- ja hiukkaspäästöjä. Kaikista liikennepolttoaineista biokaasu tuottaa vähiten päästöjä. Jalostettu biokaasu on puhdasta, koska siinä ei ole rikkiä eikä raskasmetalleja. /16/

Näiden lisäksi biokaasu on turvallista, koska jalostettua biokaasua polttaessa ei synny myrkyllisiä pakokaasuja. Biokaasu polttoaineena on huomattavasti hiljaisempi kuin esimerkiksi dieselin käyttö. Lisäksi valmistusprosessi poistaa lannan ja lietteiden hajuhaittoja. /16/

3.2 Biokaasun haitat

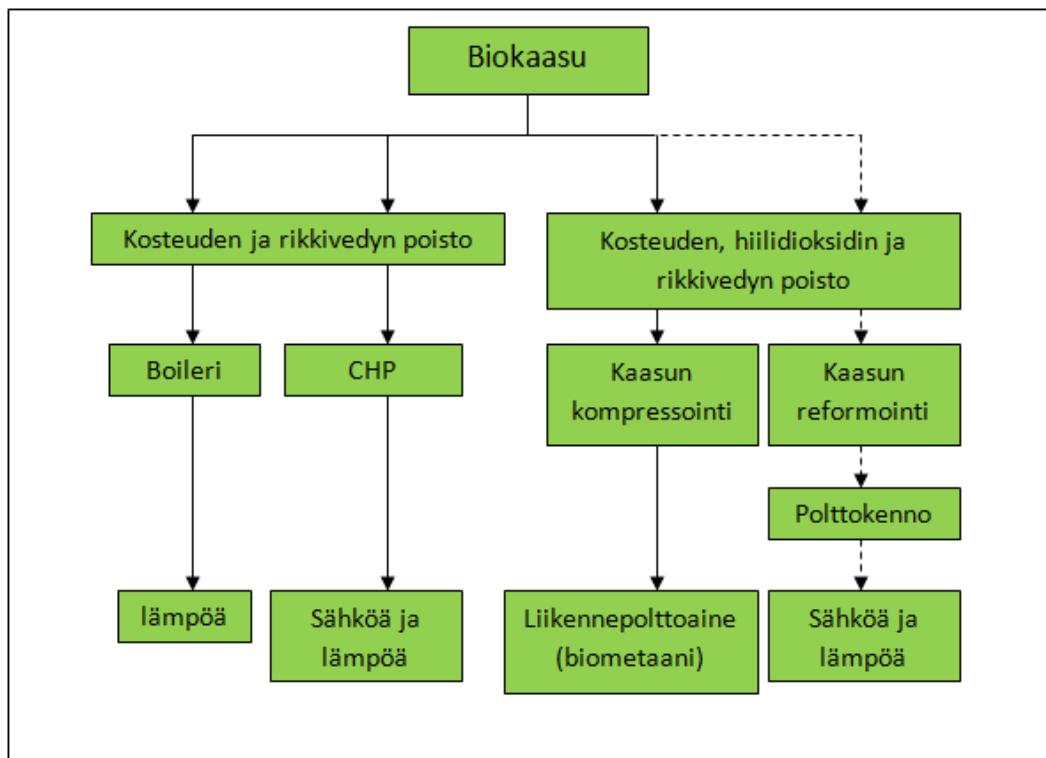
Biokaasun haittapuolia on muutamia. Ensimmäisenä on jakeluverkoston puuttuminen, mutta tankkausasemia on tulossa lisää koko ajan. Tällä hetkellä vielä tank-

kausasemien vähäisyyden vuoksi ajoreitit on suunniteltava tarkasti, koska kaasuajoneuvoilla on pieni ajosäde. Täydellä tankilla biokaasua ei aivan hirvittäviä määriä pysty kulkemaan verrattuna bensiini- tai dieselautoihin. Myös kaasuajokaluston investoinnit on haittapuoli, koska verrattuna perinteiseen kalustoon kaasuajokalusto on kalliimpaa. Edelleen myös sekä tarjonta että kysyntä odottelevat toisiaan. Myös muita mahdollisia ongelmia voivat olla tekniikkaan liittyvät riskit, huollon ja katsastuksen järjestäminen ja jälkimarkkinoiden puuttuminen. /22, 11/

3.3 Biokaasun hyödyntäminen

Biokaasua käytetään sähkön ja lämmön tuottamiseen, liikennepolttoaineena ja kotitalouksissa kaasuna. Polttoaineeksi biokaasun sisältämä metaani sopii erittäin hyvin, koska palamisen lopputuotteena syntyy ainoastaan vettä ja hiilidioksidia. /11/

Biokaasulla tuotetun energian hyötysuhde on yleensä hyvä. Pelkässä lämmöntuotannossa päästään 90 prosentin hyötysuhteeseen. Kun taas sähkön ja lämmön yhteistuotannossa hyötysuhde on noin 85 prosenttia, josta sähkön osuus on 35 prosenttiyksikköä ja lämmön osuus 50 prosenttiyksikköä. Liikennepolttoaineiksi ja lostettaessa häviö on vain parin prosentin luokkaa, ja lopullinen hyötysuhde riippuu ajoneuvon kulutuksesta. /11/



Kuvio 2. Biokaasun hyödyntäminen. /26/

3.3.1 Biokaasu paikallisessa energiatuotannossa

Suomen biokaasulaitoksista suurin osa on pieniä yhdistetyn sähkön ja lämmön tuottajia, eli CHP-laitoksia, joissa tuotetaan energiaa laitoksen omaan käyttöön tai muuten paikallisesti. Lämpöenergiaa tuottavat pienemmät laitokset. Lämpöenergian tuotannossa kaasu poltetaan lämpölaitoksen kattilassa. Yhdistetyn lämmön- ja sähköntuotantoon voidaan käyttää kaasumoottoreita tai mikroturbiiniyksiköitä. Jätevedenpuhdistamojen mädättämissä syntyvä biokaasu käytetään energiana pääasiassa puhdistamojen omissa prosesseissa. /11/

Kaatopaikkojen syrjäinen sijainti vaikeuttaa kaatopaikkakaasun hyödyntämistä energian käyttäjiin nähden. Hyötykäytön tehostamiseen etsitään yhä keinoja, ja yhtenä vaihtoehtona on kaavailtu muun muassa biokaasun käyttämistä kaatopaikka-alueella toimivien ajoneuvojen polttoaineena. Biokaasua arvioidaan kehittyvän vuosittain Suomen kaatopaikoilla yli 200 miljoonaa kuutiometriä. Kaatopaikkakaasun keruuta olisi mahdollista tehostaa huomattavasti nykyisestä. /11/

3.3.2 Biokaasua liikenteeseen

Biokaasusta saadaan korkein jalostusarvo, kun se jalostetaan liikennepolttoaineeksi. Jalostetusta biokaasusta biometaani on hyvälaatuinen liikennepolttoaine, jonka avulla voitaisiin lisätä tehokkaasti kotimaisten biopolttoaineiden käyttöä liikenteessä ja siten vähentää ympäristövaikutuksia ja riippuvuuttamme fossiilisesta tuontiöljystä. /11/

Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi tapahtuu poistamalla biokaasusta hiilidioksidi ja epäpuhtaudet ja kaatopaikkakaasusta myös typpi. Liikenteessä biokaasua voidaan käyttää sekä paineistettuna (CBG, Compressed BioGas) että nesteytettynä (LBG, Liquefied BioGas). Hinnaltaan biokaasu on yleensä selvästi edullisempi polttoaine kuin diesel tai bensiini. /11/

Ruotsi on biokaasun liikennekäytön edelläkävijä. Ruotsissa oli vuoden 2006 alussa käytössä noin 4500 kaasukäyttöistä henkilöautoa, noin 800 kaasukäyttöistä raskasta ajoneuvoa, joihin sisältyy esimerkiksi linja-autot ja rekat sekä jäteautot ja on myös yksi biokaasulla kulkeva juna. Kaasuajoneuvojen määrä Ruotsissa kasvaa jatkuvasti. Kaasun tankkausasemia oli kesäkuussa 2006 Ruotsissa 64 kappaletta 41 paikkakunnalla, ja kaasun tankkauspisteitä rakennetaan jatkuvasti lisää parinkymmenen aseman vuosivauhtia. /11/

3.3.3 Mädätyslietteen hyödyntäminen

Biokaasuprosessissa otetaan talteen jätteen energia ja raaka-aineen sisältämät ravinteet jäävät edelleen hyödynnettäviksi. Biokaasun tuotannon ohessa syntyvä mädätetty liete on käsittelemätöntä lietettä parempaa lannoitetta. Anaerobinen käsittely parantaa huomattavasti lietteen hygieenisyyttä, sillä yli 99 prosenttia taudinaiheuttajabakteereista kuolee käsittelyn ansiosta. Hajuhaitat lietteessä vähenevät hygieenisyyden parantuessa. Yli 55 Celsiusasteen lämpötiloissa myös rikkaruohosiemenet tuhoutuvat, mikä parantaa lietteen käyttömahdollisuuksia lannoitteena. Mädätyslietteestä on mahdollista valmistaa myös kaupallisia lannoitteita. /11/

4 BIOKAASUN TUOTANTO JA RAAKA-AINEET

Orgaanisesta aineksesta voidaan tuottaa biokaasua suuria määriä. Biokaasua kerätään muun muassa jätevedenpuhdistamoiden lietteistä, kaatopaikoilta ja maatalouden tuotteista. Biokaasu voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään raaka-aineen perusteella, jotka ovat jätöpohjainen biokaasu, peltopohjainen biokaasu ja puupohjainen biokaasu. Jäte- ja peltopohjainen biokaasu syntyvät mädätysprosessissa ja puupohjaista biokaasua prosessoidaan kaasuttamalla täysin kiinteää biomassaa. /16/

Biokaasua jalostetaan nykyään jo monessa paikassa ja lisää on suunnitteilla. Alla olevassa taulukossa on esitettyä Suomen biokaasun tuotantolaitokset.

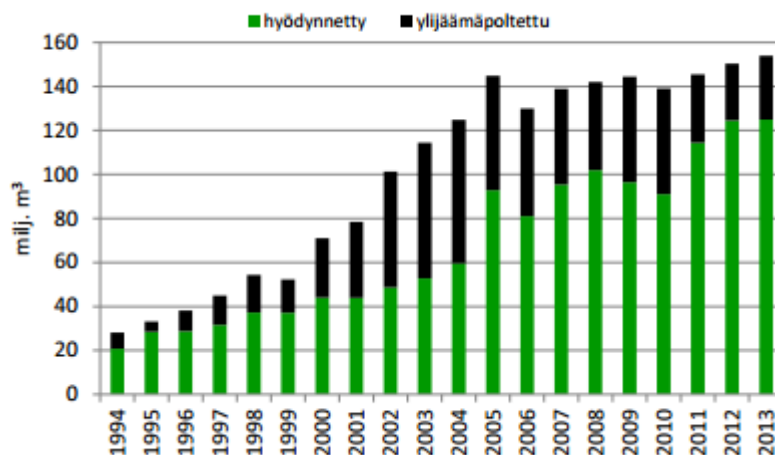
Taulukko 1. Suomen kaupalliset biokaasujalostamot. /7, 20/

Käyttöön	Jalostamon sijainti	Operaattori	Jalostusteknologia	Valmistaja	Jalostuskapasiteetti
2002	Kalmarin maatilan biokaasulaitos Laukaassa	Kalmarin maatila	Vesipesu	Metener, Suomi	35 Nm ³ /h
2011	Kymen Bioenergian biokaasulaitos Kouvolan Veden jätevedenpuhdistamolla Kouvolassa	KSS Energia	Vesipesu	Greenlane, Uusi-Seelanti	300 Nm ³ /h
2012	Haapajärven ammattiopiston (HAI) biokaasulaitos Haapajärvellä	HAI/Metaenergia	Vesipesu	Metaenergia, Suomi	10 Nm ³ /h
2012	HSY:n Suomenojan jätevedenpuhdistamon biokaasulaitos Espoossa	Gasum	Vesipesu	Malmberg, Ruotsi	750 Nm ³ /h
2013	Envor Biotechin biokaasulaitos Forssassa	Envor biotech	Kalvo	Envor biotech, Suomi	16 Nm ³ /h
YHTEENSÄ JOULUKUUSSA 2013					1111 Nm³/h
2014	Joutsan ekokaasun biokaasulaitos Joutsassa	Joutsan ekokaasu	Vesipesu	Metener, Suomi	60 Nm ³ /h
2014	Jepuan biokaasun biokaasulaitos Uudessakaarlepyyssä	Jepuan biokaasu	Vesipesu	Malmberg, Ruotsi	400 Nm ³ /h
2014	Labion biokaasulaitos PHJ:n Kujalan jätekeskuksessa Lahdessa	Gasum	Vesipesu	Malmberg, Ruotsi	1100 Nm ³ /h
2014	Kalmarin maatilan biokaasulaitos Laukaassa	Kalmarin maatila	Vesipesu	Metener, Suomi	60 Nm ³ /h
YHTEENSÄ ELOKUUSSA 2014					2731 Nm³/h
<i># Jalostuskapasiteetti tarkoittaa sisään tulevan kaasun (yleensä puhdistettua kaasua, mutta joskus raakakaasua) enimmäismäärää normaalikuutiolina (kuutiometri kaasua normaaliolosuhteissa eli 1 ilmakehän paineessa ja 0° C lämpötilassa) tunnissa.</i>					

4.1 Biokaasun tuotanto Suomessa

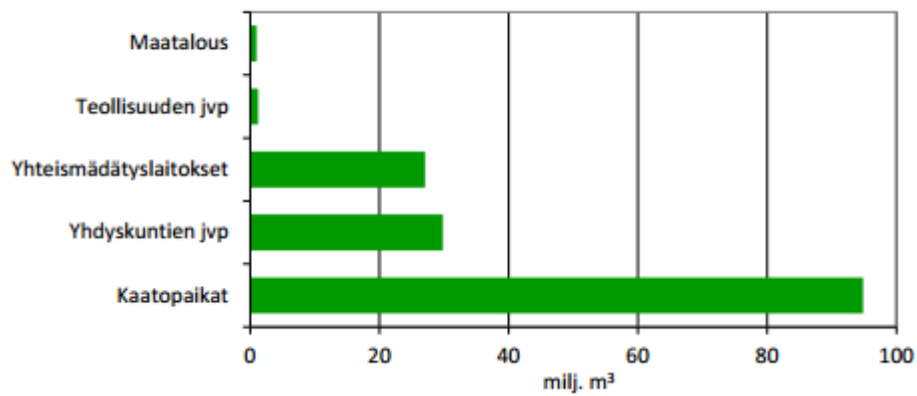
Suomessa tuotettiin biokaasua yhteensä 153,9 milj. m³ vuonna 2013. Biokaasun määrä nousi runsaat 2 prosenttia vuoteen 2012 verrattuna. Hyödynnetyn biokaasun määrässä oli pientä laskua edellisvuoteen verrattuna, hyödyntämistason vähe-

tessä vajaasta 83 prosentista 81 prosenttiin. Vaikka reaktorilaitoksilla biokaasun tuotanto jonkin verran lisääntyikin, kaatopaikoilla jäätiin edellisen vuoden laskevalle tasolle. Teollisuuden ja maatalouden laitoksilla biokaasun hyödyntäminen oli edellisvuosien tapaan määrällisesti suhteellisen vähäistä. /7, 27/



Kaavio 3. Suomessa vuosina 1994-2013 tuotettu biokaasu ja sen hyödyntäminen. /7, 28/

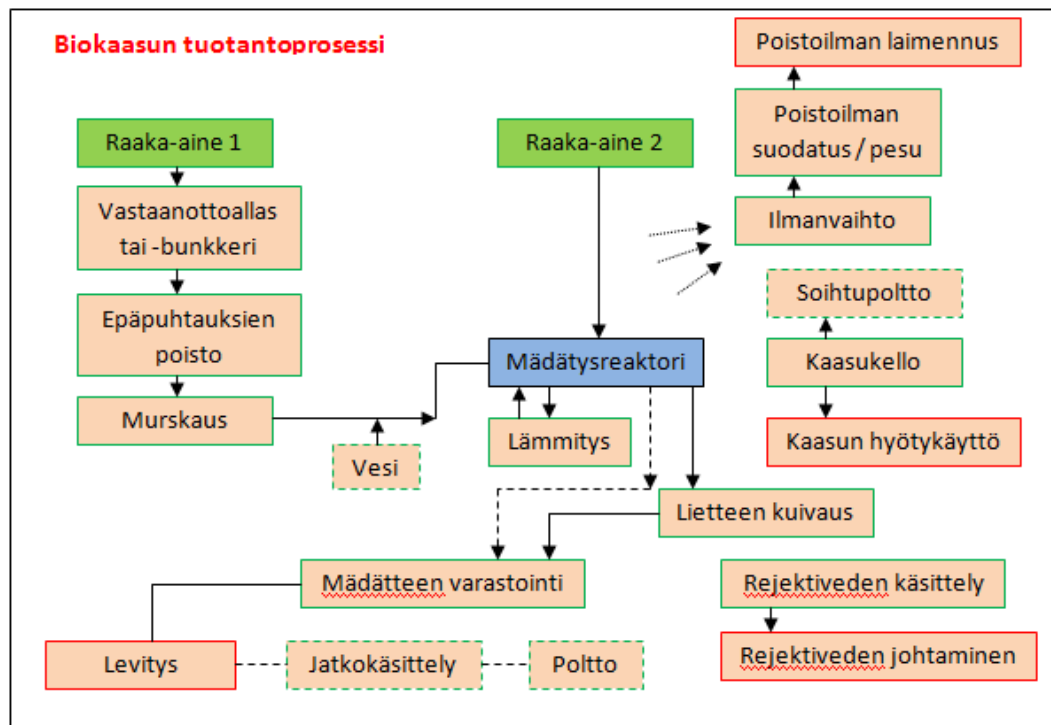
Vuonna 2013 biokaasusta tuotettiin lämpöä 404,4 GWh ja sähköä 151,3 GWh. Biokaasulla tuotettu energiamäärä on noin 0,5 prosenttia Suomessa tuotetusta uusiutuvan energian tuotannosta. Biokaasun hyödyntämisessä olisi toki vielä parannettavaa, vaikka minimitavoitteeseen, eli 75 prosenttiin tuotetusta biokaasun kokonaismäärästä on päästykin jo parin edellisvuoden aikana. Alla olevassa kuvassa hieman biokaasun tuotantoa laitostyypeittäin. /7, 27/



Kaavio 4. Biokaasutuotanto Suomessa laitostyypeittäin vuonna 2013. /7, 28/

4.2 Biokaasun tuotantoprosessi

Biokaasutekniikassa hyödynnetään bakteerien luonnollista kykyä tuottaa orgaanisesta aineksestä metaania hapettomissa olosuhteissa. Reaktorissa oleva biomassa on tavallisesti lietemuodossa, mutta käytössä on myös niin kutsuttuja kuivämädätysreaktoreita, joissa kaasua tuottavan biomassan kuiva-aineen osuus on huomattavasti korkeampi kuin perinteisessä lietelaitoksessa. /10/



Kuvio 3. Biokaasun tuotantoprosessin vaiheet. /27/

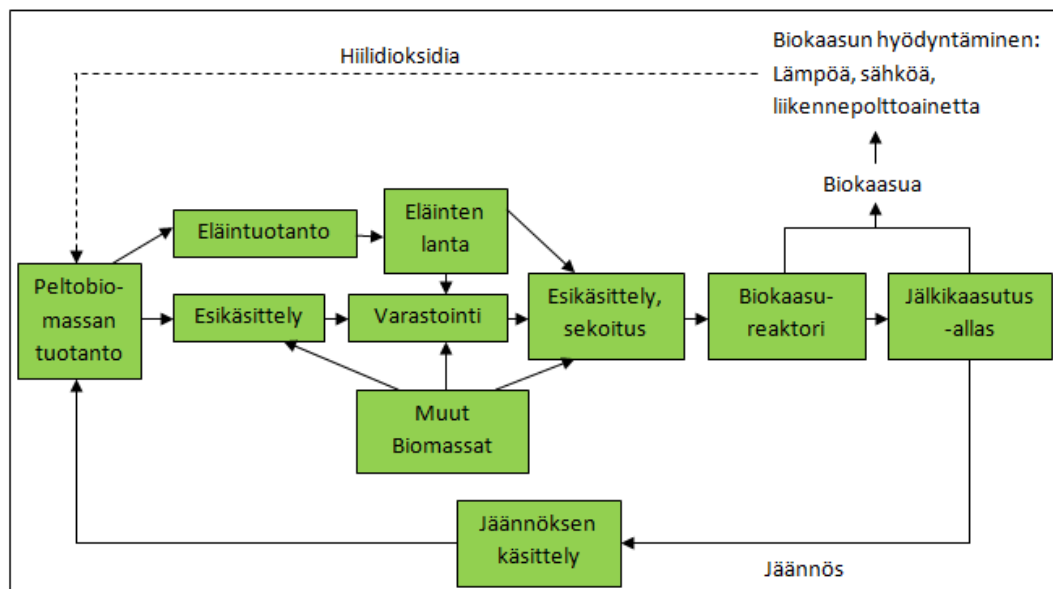
Tuotantoprosessi voidaan jakaa käytetyn lämpötilan mukaan. Mesofiilisen prosessin lämpötila on 32-42 °C ja termofiilisen prosessin 50-60 °C. Suomessa käytetään usein mesofiilistä prosessia, joka ei vaadi niin paljon lämmittämistä ja sitä kautta energiaa. Termofiilinen prosessi on kuitenkin tehokkaampi ja lietteen viipymäaika prosessissa on puolet tai jopa kaksi kolmasosaa lyhyempi kuin mesofiilisessä prosessissa. Termofiilisen prosessin haittapuolena on herkkyys häiriöille. /10/

Biokaasuprosessissa voi olla ennen varsinaista mädätysäiliötä eli reaktoria sekoitussäiliö, jossa massa sekoitetaan tasaiseksi. Lisäksi voidaan tarvita hygienisointia, mikäli prosessissa hyödynnetään esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivuvirtoja tai biojätteitä. /10/

Mädätysäiliö on yleensä sylinterimäinen säiliö, joka on lämpöeristetty ja jossa on sekoitin ja lämmitysputket. Säiliö on kahdella kalvolla tiivistetty. Alemman kalvon alla oleva tila toimii kaasuvärosta ja ulompi suojaa säältä. /10/

Täysisekoitteinen biokaasulaitostyyppi on yleisin. Siinä uusi biomassa syötetään jo mädätyksessä olleeseen biomassaan. Sekoitus varmistaa sen, että bakteerit pää-

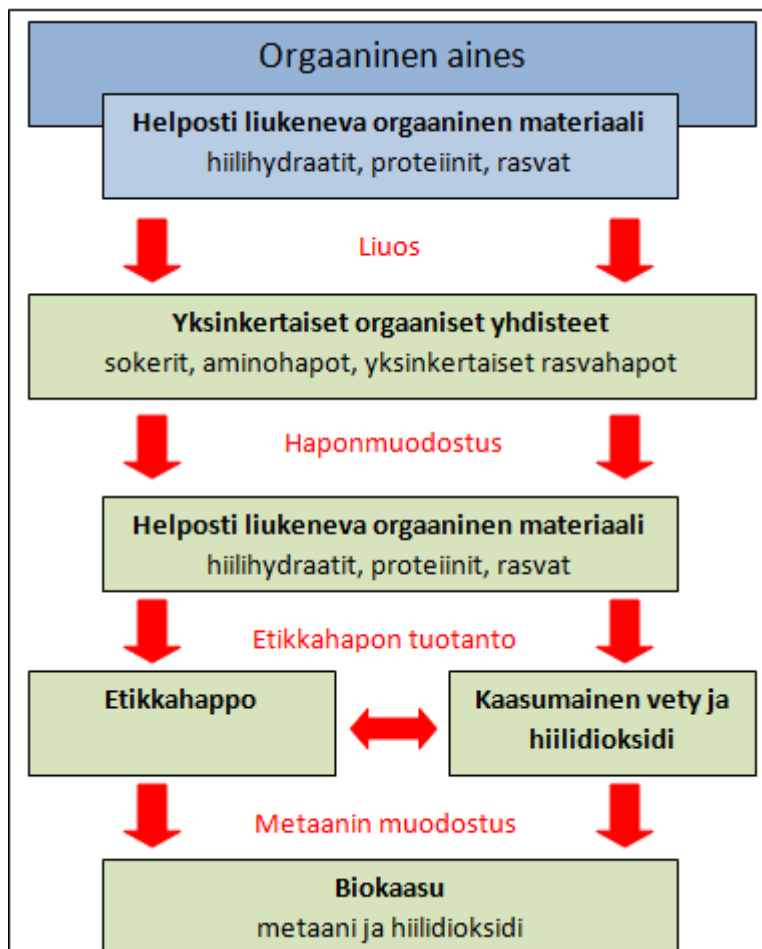
sevät kosketuksiin hajotettavan biomassan kanssa. Liette pumpataan jälkikaasutusaltaaseen mädätysjäähdytyksessä, jossa loput 10-25 prosenttia kaasuntuotannosta tapahtuu. Mädätysjäähdytys voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteena pelloilla. Alla olevassa kuvassa tuotannon biokaasuprosessi. /10/



Kuvio 4. Biokaasuprosessi. /25/

4.3 Biokaasun tuotanto maatilalla

Biokaasun muodostuminen jaetaan neljään eri vaiheeseen, joissa kussakin toimii eri pieneliöryhmät. Nämä vaiheet ovat liukoistuminen, happokäyminen, etikka-happokäyminen ja metaanikäyminen. Alla olevassa kuvassa tarkemmin prosessin neljästä vaiheesta. /5, 4/



Kuvio 5. Biokaasun muodostumisen neljä vaihetta. /5, 4/

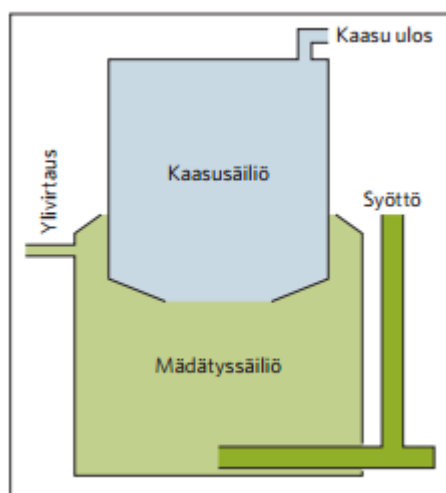
Kaikki orgaaninen aines voidaan periaatteessa mädättää, mutta tekniikka sopii parhaiten helposti luonnostaan hajoavalle materiaalille. Maataloudessa se tarkoittaa yleensä lantaa sekä rehua, kuten ruohokasveja, siemeniä, juureksia, maissia ja sokerijuurikkaan naatteja. Biojätteet, biodieselin valmistuksen sivutuotteet sekä elintarviketeollisuuden jätteet ovat myös hyödyllisiä raaka-aineita, mikäli niitä on käytettävissä. Paljon kuitua ja ligniiniä sisältävä aines, kuten puu tai olki kelpaa huonosti mädätykseen. Tällä hetkellä Suomen maatalouden biokaasulaitoksissa lanta on pääasiällisin raaka-aine. /5, 8/

4.3.1 Maatilakäyttöön tarkoitettuja tuotantotekniikoita

Biokaasua voidaan tuottaa lukemattomilla erilaisilla järjestelmillä. Biomassasta muodostuu metaania spontaanisti lähes kaikkialla, missä on orgaanista materiaalia

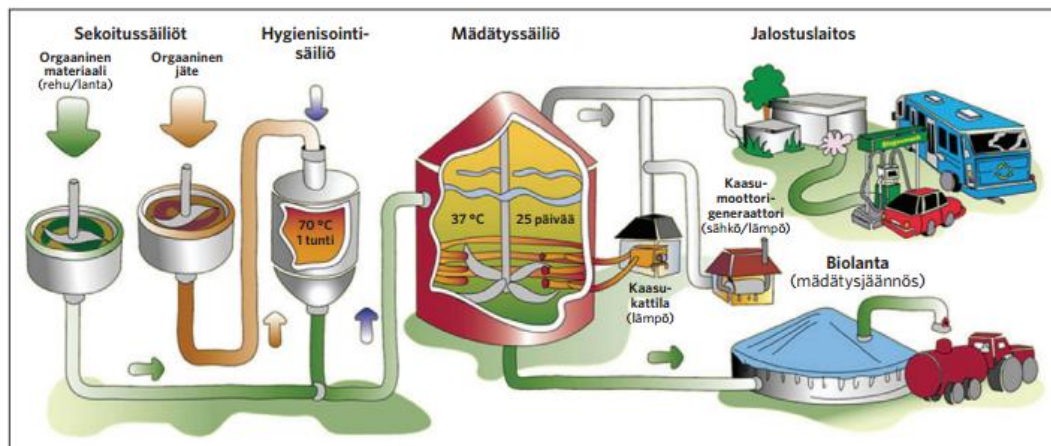
ja enemmän tai vähemmän hapettomat olosuhteet. Jos ruoantähteitä sisältävän roskapussin sitoo kiinni kunnolla, niin jonkin ajan kuluttua sen sisällä alkaa muodostua metaanikaasua. /5, 14/

Maailmalla on kymmeniä miljoonia pieniä, rakenteeltaan yksinkertaisia biokaasulaitoksia. Sellaisen mädätyssäiliö koostuu kahdesta kaasutiiviistä astiasta, jotka on asetettu sisäkkäin. Alempi ja hieman suurempi astia on avoin ylöspäin, kun taas ylempi ja hieman pienempi astia on avoin alaspäin. Kahden astian pohjien välinen välitila on täytetty veden ja lannan tai ruoantähteiden sekoituksella. Materiaalin hajotessa muodostuu biokaasua, joka kertyy ylösalaisin olevan ylemmän, kaasukellona toimivan astian alle. Järjestelmä tiivistyy kaasutiiviiksi alemmaa astiaa vasten vesilukkoperiaatteella. Tuotettu kaasu johdetaan kaasukellon päältä letkulla esimerkiksi keittiöön ruoanvalmistuksen energianlähteeksi. /5, 14/



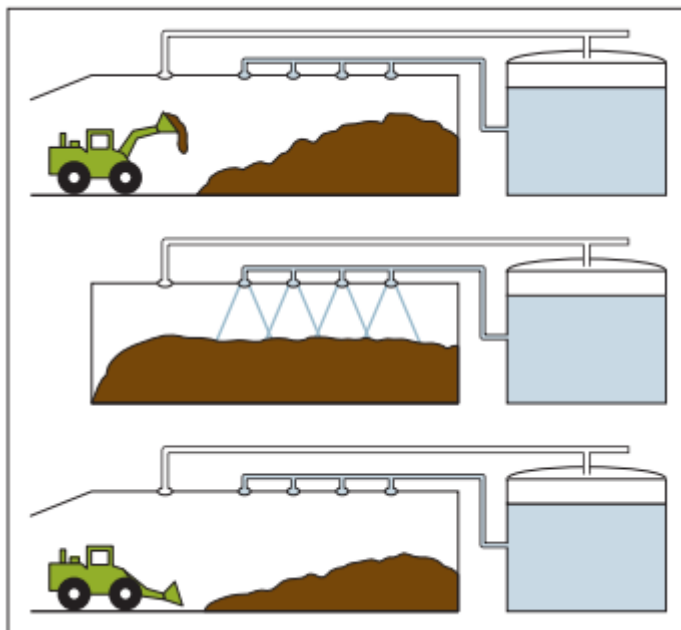
Kuvio 6. Yksinkertainen biokaasulaitos. /5, 14/

Kehittyneempi biokaasunvalmistustekniikka on märkämädätyslaitos, joka perustuu pumpattavien jakeiden jatkuvatoimisiin täyssekoitteisiin biokaasureaktoreihin. Muodoltaan reaktori on sylinterimäinen, teräksestä tai teräsbetonista valmistettu säiliö, joka on yleensä peitetty kahdella tiiviillä kalvolla. /5, 15/



Kuvio 7. Märkämädätyslaitoksen toiminta. /5, 15/

Viimeisenä tuotantotekniikan vaihtoehto on kuivamädätys. Nimitys kuivamädätys on harhaanjohtava, sillä kuivamädätys kuten märkämädätyskin on täysin riippuvainen vedestä. Kuivamädätyksessä käytetään kiinteitä materiaaleja, joiden kuivaainepitoisuus on yleensä noin 30 prosenttia. Alun perin kuivamädätystekniikka on lähtöisin kaatopaikoilta, missä valunut sadevesi on koottu jätteiden läpi ja pumpattu takaisin materiaalin päälle. Tällä menettelyllä kaasunmuodostumisaika on samalla lyhentynyt. Kaatopaikoilla biokaasun tuotanto ei periaatteessa eroa kovin paljoa kuivamädätyksestä, mutta kaasun metaanipitoisuus on alhaisempi kuin reaktorissa tuotettavalla kaasulla ja hajoamisprosessi kestää paljon kauemmin. Kuivamädätyslaitoksia on erilaisia. Yleisimmin käytetyn laitoksen toimintaperiaate on sellainen, että mädätettävän materiaalin päälle pumpataan kierrätettävää nestettä autotallityyppisen mädätyskammion katosta sijaitsevasta suihkusuukappaleesta. Neste ja nesteen liuottamat aineet valuvat hitaasti syötekerrosten läpi. Suodattunut neste kootaan ja pumpataan takaisin materiaalin päälle. /5, 17/

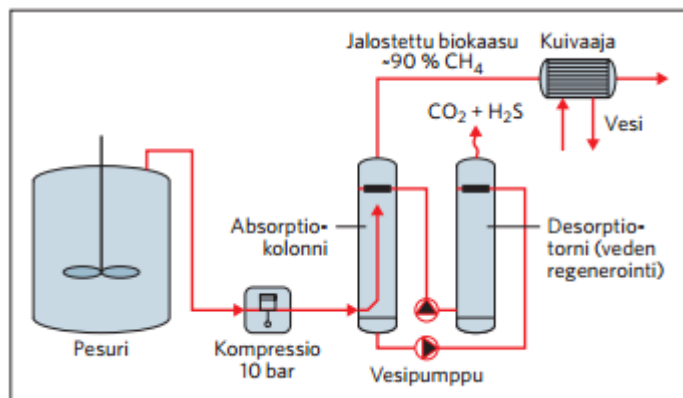


kuvio 8. Märkämädätysprosessi. /5, 17/

4.4 Biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi

Kun biokaasua jalostetaan liikennepolttoaineeksi tai maakaasuverkkoon syöttämistä varten, kaasu puhdistetaan ensin rikkivedystä ja hiukkasista, jonka jälkeen hiilidioksidi erotetaan kaasusta. Hiilidioksidi ei periaatteessa ole haitallinen ainesosa eikä sitä tarvitse poistaa kaasusta, jos kaasu poltetaan kaasukattilassa tai sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Biokaasua jalostaessa liikennepolttoaineeksi, siitä pyritään poistamaan mahdollisimman paljon hiilidioksidia, koska kaasun lämpöarvo alentuu hiilidioksidin takia. /5, 21/

Tavallisin tekniikka hiilidioksidin erottamiseksi biokaasusta perustuu siihen, että hiilidioksidi liuotetaan veteen vesipesurilla. Sekä rikkivety että hiilidioksidi liukenevat helpommin veteen kuin metaani, ja biokaasusta ne voidaan molemmat erottaa samalla pesurilla. Vesipesu tapahtuu käytännössä siten, että kaasu paineistetaan noin 10 baariin kahdessa tai useammassa vaiheessa ja johdetaan ylös täytekappaleilla täytettyyn säiliöön. Samalla vettä huuhdellaan alaspäin täytekappalealustassa, jolloin lähes kaikki hiilidioksidi ja jäljellä oleva rikkivety liukenee veteen. Kun vesi johdetaan pesurista pois ja paine lasketaan, kaasut vapautuvat, jonka jälkeen vesi voidaan käyttää uudelleen pesuvetenä. /5, 21/



Kuvio 9. Kuva biokaasun jalostamisesta polttoaineeksi. /5, 21/

4.5 Raaka-aineiden biokaasupotentiaali

Jokaisella biomassaraaka-aineilla on koostumuksesta, fyysisestä olomuodosta ja vesipitoisuudesta johtuvia eroja tuottaa metaania. Alla olevassa taulukossa on esitetty muutamien biomassojen metaanipotentiaali haihtuvien yhdisteiden massaa kohden ja tuorepainoa kohden. Yksi kuutio metaania vastaa noin yhtä litraa kevyttä polttoöljyä eli noin 10 kilowattituntia. /9/

Taulukko 2. Biomassojen biokaasun tuotantopotentiaaleja. /9/

Raaka-aine	Metaanin tuotanto	Biokaasun tuotanto	Metaanipitoisuus
	m ³ /CH ₄ /tonnia tuorepaino	m ³ /tonnia märkäpaino	%
Teurastamojäte	150	250	70
Biojäte	100-150	150-250	65
Kasvibiomassat	30-150	50-250	55
Puhdistamoliete	41978		
Sian lietelanta	17-22	25-35	65
Lehmän lietelanta	41821	15-25	60

4.5.1 Jätevesilietteet

Noin 30 vuoden ajan Suomessa on jo otettu talteen yhdyskuntien jätevesien metaania jätevedenpuhdistamoiden yhteyteen rakennetuilla biokaasulaitoksilla. Suurimmilla jätevedenpuhdistuslaitoksilla jätevesilietteiden biokaasu hyödynnetään jo hyvin, mutta pienemmillä laitoksilla biokaasun talteenottoa jätevesilietteistä on vielä mahdollista tehostaa. /9/

4.5.2 Lanta

Kotieläintuotannon keskittyminen suurempiin tuotantoyksiköihin ja alueellinen erikoistuminen lisäävät biokaasutuotannon edellytyksiä. Toisaalta logistiset ongelmat mädätejäännöksen sijoittamisesta kasvavat tuotantoyksiköiden suurentumisen myötä. Yhtenä ratkaisuna on mädätteen jalostaminen konsentroidumpaan muotoon. Se lisää kuitenkin energiankulutusta ja vaatii investointeja. /9/

Etelä-Suomen kasvava, mutta melko hajanainen hevoscanta on herättänyt kiinnostusta kuivikepitoisen lannan polttamista kohtaan. Lanta luokitellaan eläinperäiseksi jätteeksi ja se on sen vuoksi jätteenpolttodirektiivin ja -asetuksen alainen. Käytännössä tämä tekee sen polttamisen mahdottomaksi muissa kuin suurissa jätteenpolttolaitoksissa. Lannan kiinteämädätys eli kuivämädätys on polttamiselle vaihtoehtoinen tapa hyödyntää lanta energiana. Samalla hevosenlanta muuntuu helpommin hyödynnettäväksi lannoitteeksi ja lannassa olevat ravinteet säilyvät paremmin. /9/

4.5.3 Biojäte

Yhdyskuntien biojätettä on vaikea erilliskerätä riittävän taloudellisesti biokaasun tuotantoa varten. Kerättävä raaka-aine ei myöskään ole aina laadultaan moitteetonta, sillä kotitalouksissa lajittelu on usein puutteellista, ja esimerkiksi keräyspussit aiheuttavat ongelmia massan esikäsittelyssä. Suurissa yksiköistä kuten sairaaloista, kouluista, palvelutaloista ja ruokaloista saatava biojäte on usein tasalaa-tuisempaa ja myös kerääminen on taloudellisempaa. /9/

Nykyään biohajoavaa jätettä ei saisi sijoittaa kaatopaikalle valtioneuvoksen asetuksen mukaan, mutta on mahdollista, että sitä kulkeutuu sekajätteen mukana, josta aiheutuu metaanipäästöjä. Kaatopaikalta syntyneestä metaanista osa kerätään energiakäyttöön ja sitä myös soihdutetaan eli poltetaan paikan päällä. Poltettaessa metaani muuttuu hiilidioksidiksi, joka on huomattavasti metaania heikompi kasvihuonekaasu. /9; 31/

4.5.4 Bionurmi

MTT:n Bionurmi-hankkeessa selvitettiin mahdollisuuksia tuottaa nurmiviljelyllä biokaasulaitoksen raaka-ainetta. Hankkeessa selvitettiin muun muassa millä reunaehdoilla ja millaisella taloudellisella tuella nurmen tuotos saadaan kannattavaksi biokaasulaitoksella. Hankkeessa tarkasteltiin biokaasunurmen tuotantoa sekä biokaasunurmea viljelevän kasvinviljelytilan että biokaasulaitoksen näkökulmasta. /9/



Kuvio 10. Nurmea olisi mahdollista hyödyntää biokaasun raaka-aineena nykyistä enemmän. /9/

Viljelykierron tärkeä osa on nurmiviljely, joka parantaa maan rakennetta. Kuitenkin on vaikea löytää ostajaa nurmen tuotokselle. Nurmen hyödyntäminen voi mahdollisesti voi avata biokaasun raaka-aineena nurmenviljelijöille uudet markkinat. Tällä hetkellä nurmen käyttäminen biokaasutuotannossa on vielä hyvin vähäistä. /9/

5 BIOKAASU LIIKENTEEN POLTTOAINEENA

Liikennepolttoaineena biokaasua on käytetty vuosia eri kaupungeissa ympäri Eurooppaa. Biokaasun hyödyntämiselle tekninen puoli olemassa ja sitä on käytännössä jo testattukin. Kehitystyö jatkuu yhä, sillä laitteiden taloudellista kilpailukykyä pyritään parantamaan. Biokaasu liikenteen polttoaineena on kannattavaa, jota tulisi hyödyntää enemmän.

Kaasuautoilu kehittyi huomattavasti vuonna 2014. Liikennebiokaasun tuotantokapasiteetti maassamme kasvoi moninkertaiseksi, sillä vuonna 2014 tuli neljä uutta biokaasun jalostuslaitosta. Tällä hetkellä Suomen biokaasujalostamot pystyisivät tuottamaan biometaania noin 10000 henkilöauton tarpeisiin. Vuoden 2014 aikana saatiin myös uusia tankkausasemia. Kaasuautojen valikoima Suomessa laajeni merkittävästi. Koko maailmassa viime vuoden aikana rikkoutui 20 miljoonan kaasuauton raja. Euroopassa kaasuautoja on noin 2 miljoonaa. /33/

5.1 Biokaasun liikennekäytön yleistymisen esteitä

Biometaanin käytön yleistymisen tiellä olevia syitä eri kantilta tarkasteltaessa voidaan löytää esimerkiksi kustannus- ja kannattavuussyitä, joihin sisältyy tuotannon kannattamattomuus, fossiilisten polttoaineiden edullisuus ja liikennepolttoainekäytön kilpailu tuetun sähköntuotannon kanssa. Rakenteellisia syitä on jakeluverkoston puuttuminen ja kaasua polttoaineena käyttävien ajoneuvojen vähäisyys kansallisilla markkinoilla. Maantieteellisiä, historiallisia ja yhteiskunnallisia syitä voi olla pienet tilakoot, ei ole kannattavaa rakentaa kattavaa kaasuputkistoa ja fossiilisten polttoaineiden verotuksen kiristäminen on vaikeaa naapurimaiden verotuskäytännön ja yhteisten markkinoiden vuoksi. /15, 10/

Toimenpiteet, mitä voitaisiin tehdä edesauttaakseen biometaanin käyttöä. Nämä ovat useimmiten poliittisia ja vaatisivat lainsäädännön muuttamista:

- Tuki jakeluverkostolle, tuotantoinvestoinneille ja polttoaineelle,
- alempi autovero ympäristöystävällisille autoille ja niiden käytölle, esim. biometaanikäytössä oleville bifuel-autoille,

- veroetu hiilidioksidineutraaleille polttoaineille, erityisesti biometaanille suhteessa maakaasuun, ja elinkaaren aikaisten päästöjen ottaminen huomioon verotuksessa,
- maakaasuverkkoon velvoite ottaa biometaania. /15, 10/

5.2 Esimerkkejä biometaanin käytöstä muissa maissa

Biometaani on otettu Ruotsissa käyttöön edistyksellisesti jo 1990-luvun alkupuolella. Ruotsissa puolet tuotetusta biokaasusta puhdistetaan liikennekäyttöön. Ruotsissa on noin 44000 kaasukäyttöistä ajoneuvoa ja biometaania on käytetty vuodesta 2006 enemmän kuin maakaasua. Biokaasun kaupallisia tankkausasemia on noin 200, joista julkisia on noin 140. Ruotsissa biokaasuautoja ja myös muut erilaiset ekoautot on vapautettu ajoneuvoverosta ensimmäisten viiden vuoden ajan. Useat kaupungit ovat myöntäneet paikoitusmaksuista vapautuksen ympäristöystävällisille autoille. Lähes puolet liikennebiokaasusta käytetään lähellä tuotantopaikkaa ja kuljetus tapahtuu biokaasuputkella tankkauspaikalle. /15, 11; 24, 28/

Euroopan suurin biokaasun tuottaja on Saksa. Siellä on lähes 9000 biokaasulaitosta, joista 7000 on maatilalaitoksia. Vuonna 2010 siellä tuotettiin primäärienergiaa 78 TWh. Saksassa on koko maan kattava yli 900 kaupallisen CNG/CBG- tankkausaseman verkosto. Saksa on heti Ruotsin jälkeen maailman toiseksi eniten liikennebiokaasua käyttävä maa. Saksassa on yli 250 biokaasun tankkausasemaa. Maatalouden biokaasulaitoksia Saksassa on ollut paljon jo kauan. Maatilakohtaista biokaasusähköntuotantoa on siellä edistänyt syöttötariffi, joka tulee pienimuotoista tuotantoa. /15, 11; 24, 31/

Biometaanin syöttö maakaasuverkkoon on aloitettu Sveitsissä jo 1990-luvun puolivälissä. Tämä on kaasuyhtiöiden ansiota suurimmilta osin. Vuonna 2005 siellä oli seitsemän biokaasun puhdistuslaitosta ja 60 tankkausasemaa. Kaasuyhtiöiden kasvihuonekaasustrategian mukaan vähintään 10 prosenttia liikennekaasusta tulee olla biokaasua. /15, 12; 24, 33/

5.3 Biokaasuajoneuvot

Biokaasukäyttöisiä autoja on saatavana runsaasti. Useimmiten biokaasukäyttöiset autot ovat bifuel-autoja, jotka kulkevat maakaasun ja biokaasun lisäksi myös bensiinillä, tai useamman polttoaineen käyttöön pystyviä autoja, jotka voivat kulkea lisäksi esimerkiksi etanolilla. Biokaasua voidaan käyttää hyvin monenlaisiin ajoneuvoihin kuten esimerkiksi henkilöautoihin, pakettiautoihin, kuorma-autoihin, linja-autoihin, mopoihin, juniin, veneisiin, laivoihin ja lentokoneisiin. /21/

Monofuel-biokaasuajoneuvot tarkoittaa, että auto tai työkone käyttää vain yhtä polttoainetta. Lähes kaikki Suomen autot ovat monofuel-autoja, jotka normaalisti on tehty kulkemaan joko bensiinillä tai dieselöljyllä. Myös pelkästään biokaasun tai maakaasun käyttöön tarkoitettut autot ovat monofuel-autoja. Raskaat kaasautot kuten bussit ja jäteautot ovat yleensä monofuel-autoja, mutta myös monofuel-henkilöautoja on markkinoilta saatavissa. /21/

Bifuel-ajoneuvot ovat otto- tai wankelmoottorilla varustettuja ajoneuvoja, jotka kulkevat biokaasulla sekä lisäksi nestemäisellä polttoaineella (yleisimmin bensiini tai etanoli). Kaasun ja nestemäisen polttoaineen järjestelmät ovat täysin toisistaan riippumattomia eli monissa malleissa kuljettaja voi nappia painamalla valita kumpaa tahansa käyttääkään, mutta yhtäaikaaisesti ei niitä voida käyttää. /21/

Dualfuel-ajoneuvot ovat dieselmoottorilla varustettuja ajoneuvoja, jotka kulkevat biokaasulla sekä dieselpolttoaineella ja useimmiten myös pelkästään dieselpolttoaineella. Kun moottoria sytyttää se tapahtuu nestemäisellä dieselpolttoaineella kun käytetään biokaasua eli tällöin käytetään molempia polttoaineita yhdessä, jolloin autoissa 70-90 prosenttia ja laivoissa jopa 99 prosenttia energiasta tulee biokaasusta. /21/

5.4 Kaasuautoilun hyödyt

Biokaasu on polttoaineista ympäristöystävällisin, kun otetaan koko tuotantoketju mukaan, oli kyse sitten jätteiden tai energiakasvien hyödyntämisestä. Biokaasun ympäristöystävällisyys on todennettavissa huomattavien päästövähennysten kautta. Päästöjen vähentäminen vaikuttaisi paikallisesti myös ihmisten terveyteen ja

sillä olisi yleisesti ottaen elinympäristöömme positiivinen vaikutus. Lisäksi biokaasun kotimaisuus ja paikallisuus merkitsevät yhteiskunnan kannalta parempaa energiaomavaraisuutta ja suurempaa riippumattomuutta öljystä, jonka nähdään tulevaisuudessa yhä kallistuvan ja toisaalta hupenevan. Biokaasun käytön myötä työpaikkojen määrä lisääntyisi ja rahat jäisivät lähialueelle. Biokaasun liikennekäytön lisääntyminen toisi myös taloudellisia mahdollisuuksia maaseudulla. Myös yksi mahdollinen hyöty voisi olla polttoainekustannusten helpompi ennakoitavuus. /22, 11/

Kaasupolttoaineen tankkaaminen julkisilla tankkausasemilla on helppoa ja turvallista. Ajoneuvomallista riippuen kaasulla voi ajaa noin 300-600 km ja bensiinillä noin 250-700 km. Biokaasu on uusiutuvista liikennepolttoaineista edullisin. Tehdasvalmisteinen kaasujoneuvo vastaa käyttöominaisuuksiltaan ja suorituskyvyllään bensiinimallia. Kaasuauton bensiiniautoa pienempien hiilidioksidipäästöjen ansiosta päästöperusteiset autovero ja ajoneuvoveron perusosa ovat kaasuautolle bensiiniversioita matalammat. /20; 6/

5.5 Prosessin käyttööntoon vaadittava laitteisto

Kun biokaasua jalostetaan, siihen vaaditaan merkittäviä investointeja. Laitteisto biokaasun tuotantoon ei ole halpaa. Suomessa biokaasun jalostukseen kiinnostus on ollut melko vähäistä verrattuna esimerkiksi naapurimaahamme Ruotsiin. Laitteiden valmistajista suurin osa onkin tästä syystä ulkomaalaisia. Laitevalmistajat toimittavat usein räätälöityjä ja yksityiskohtaisia ratkaisuja tilaajalle. /4/

6 BIOKAASUN JAKELU

Biokaasun jakelulle on monia vaihtoehtoja. Järkevintä olisi yhdistää biokaasu valtakunnalliseen kaasuverkoston, mutta siihen ei ole aina mahdollisuutta, joten biokaasulle voidaan rakentaa oma putkisto kaasun kuljetusta varten. Myöhemmin esitetään lisää biokaasun jakeluvaihtoehtoja.

6.1 Biokaasun jakelun vaihtoehdot

Biokaasun jakelu on tärkeä osa liikenteen sujuvuudessa. Jakelun parantuessa myös mahdollisuudet biokaasun käytön suhteen paranevat. Siksi jakelulle on vaihtoehtoja joita esimerkiksi voisivat olla:

- Biokaasun jakelu hoidetaan biokaasulaitoksen omalta tankkauspisteeltä
- Biokaasu yhdistetään maakaasuverkkoon ja sitä kautta hoidetaan jakelupisteisiin
- Paineistetun biokaasun siirto vaihtolavoilla
- Nestemäisen biokaasun siirto erikoissäiliöautoilla
- Biokaasun jakelua voitaisiin hoitaa myös siirrettävillä tankkausjärjestelmillä /32/

6.2 Tankkausasematyypit

Paineistetun biokaasun eli CBG-asetat ovat joko nopeatankkausasemia, joissa tankkaaminen kestää joitain minuutteja, tai hidastankkausasemia, joissa tankkaaminen kestää tunteja. Nopeatankkausasemilla on korkeapaineinen kaasuväestö, josta ajoneuvon tankkiin virtaa kaasua paine-eron ansiosta. Tällä hetkellä kaikki Suomen ja muun maailman julkiset metaanitankkausasemat ovat vielä nopeatankkausasemia. Myös Suomen kaikki yksityisasemat ja mobiilitankkausasemat ovat tätä tyyppiä. /19/

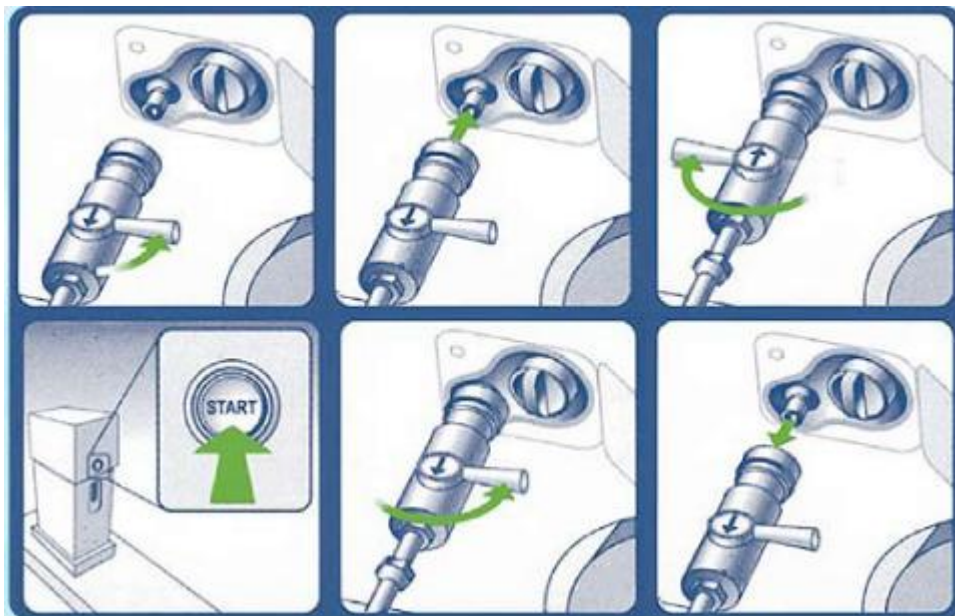
Hidastankkausasemilla olevilla matalapaineisilla väestöillä tankataan ajoneuvot täyteen, joten se tankkauksen yhteydessä kompressoidaan. Näitä asemia käytetään lähinnä yön yli tapahtuvaan tankkaukseen. Kotitankkausasemat niin Suomessa kuin muuallakin ovat tätä tyyppiä. On olemassa myös käytössä olevia suuria hi-

dastankkausasemia. Ruotsissa on kymmeniä suuria hidastankkausjärjestelmiä varikoilla, koska ne ovat investointeina nopeatankkausjärjestelmiä halvempia. /19/

Kotitankkausasemat ovat pieniä yksiköitä ja ne soveltuvat erittäin hyvin kaasuverkkoon (kansallinen kaasuverkko tai paikallinen biokaasuverkko) kytkettyihin koteihin, mutta sopivat myös muihin rakennuksiin. Tällä hetkellä Suomessa kotitankkausasemia on käytetty pääasiassa maakaasutankkaukseen. Pääasiassa teollisuuden toimipisteissä on kotitankkausasemia, koska niitä käytetään työkoneiden ja huoltoautojen tankkaukseen. Maatiloilla sijaitsevan biokaasulaitoksen ja jalostulaitoksen yhteyteen kotitankkausasemat soveltuvat myös hyvin. /19/

Nestemäinen biokaasu tankataan ajoneuvoihin suuresta LBG-varastosta. Näillä asemilla useimmiten on myös CBG tankkausmahdollisuus, jolloin ne ovat LBG+LCBG-asemia. Suomessa tällaisia ei vielä ole ja ei myöskään ole LBG-autoja. Jalostetun biokaasun kuljetus Suomessa tapahtuu joko paikallisen biokaasuputkiston kautta, kansallisen kaasuverkon kautta, maanteitse CBG-konteissa tai maanteitse LBG-säiliöautoissa. /19/

Alla olevassa kuvassa esimerkki biokaasun tankkaamisesta.

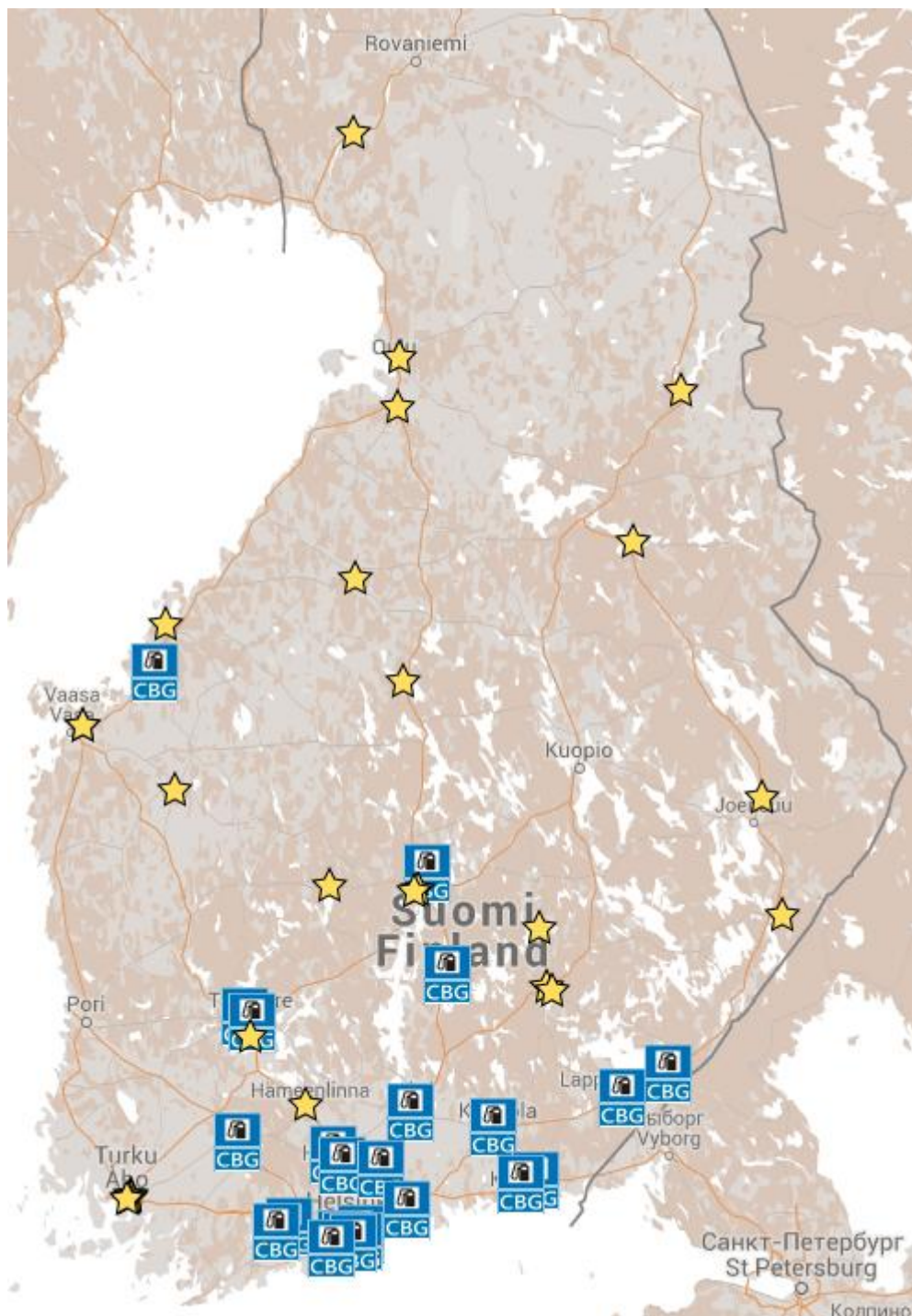


Kuvio 11. Biokaasun tankkaaminen. /28/

6.3 Tankkausasemat

Tällä hetkellä paineistettua biokaasua (CBG) on tankattavissa 24 julkisella ja 2 yksityisellä CBG100-asemalla sekä 20 kotitankkausasemalla ja 1 mobiilitankkausasemalla. Nesteytettyä biokaasua ei vielä käytetä, mutta sitä on kuitenkin saatavissa 1 yksityiseltä ja 6 mobiilitankkausasemalta. /23/

CBG100-asemia on suunnitteilla vuoden 2016 loppuun mennessä avattaviksi 25 uutta asemaa, joista 20 on julkisia. Mikäli nämä suunnitelmat toteutuvat, julkisten asemien verkko laajenee 5 uuteen maakuntaan. Alla kuvaa Suomen tankkausasemaverkostosta ja suunnitteilla olevista asemista. /23/



Kuvio 12. Siniset neliöt ovat tällä hetkellä biokaasun tankkausasemia ja keltaiset tähdet ovat suunnitteilla olevia asemia Suomessa. /14/

6.4 Biokaasualan organisaatioita

Ilman biokaasualan organisaatioita ei biokaasun tuotannosta tai liikennekäytöstä tulisi mitään. Jokaisen organisaation panosta tarvitaan, että biokaasun tuotantoa, jakelua ja muita tarvittavia toimenpiteitä saataisiin parannettua. Alla olevassa kuvassa on esitetty merkittäviä biokaasualan organisaatioita ja niiden toimialoja.

Organisaatiot ja niiden toimialat											
Organisaatio	Laitosten suunnittelu ja toteutus	Biokaasun Tuotanto	Rahoitus	Lannoitteiden tuotanto	Konsultointi	Tutkimus, koulutus, tiedotus	Laitosten komponentti	Sähkö/lämpö	Liikenne	Jätehuolto/jätevesi	Biokaasun kuljetus
Ajanta Oy			•								
Amomatic Oy							•				
Aquaflow Oy							•			•	
Autoliike Keijo Lehtonen Oy									•		
Bioprocess Control AB					•	•	•				
Biovakka Suomi Oy		•		•				•			
Dewaco Oy					•	•	•				
Envor Biotech Oy		•		•				•	•	•	
Forssan vesihuoltoliikelaitos		•		•				•		•	
Gasum Oy									•		•
Geo-Export Oy/Ulvilan pumppupalvelu					•		•				
Goodtech					•		•				
Environment AB	•						•				
Höyrytys Oy							•	•	•		
Oy Insalko Ab	•				•		•				
Jeppo Biogas Ab - Jepuan Biokaasu Oy		•		•				•	•		
Kalajokilaakson koulutuskuntayhtymä /Haapajärven ammattiopisto		•		•		•		•	•		
Kymen Bioenergia Oy		•		•							
Lakeuden etappi Oy		•		•				•		•	
Puhas Oy		•								•	
Sensorex Oy							•				
Suomen Biokaasuyhdistys ry						•					
Suomen Kaasuyhdistys ry						•		•		•	
Ab stormossen Oy		•		•							

Kuvio 13. Organisaatiot ja niiden toimialat. /13/

Näistä merkittävimpiä organisaatiota biokaasualalla ovat Biovakka Suomi Oy, jolla on muutama biokaasulaitos ja suunnitteilla on lisää. Envor Biotech Oy:lla toimii kolme bioreaktoria ja käsittelykapasiteetti on 84000 tonnia vuodessa. Gasum Oy:lla on lukuisa määrä biokaasun tankkausasemia, jota ne jakavat asiakkaille. Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitoksen käsittelykapasiteetti on 19000 tonnia jätettä ja biomassaa vuodessa. Tuotanto vuodessa on noin 14 miljoonaa kilo-

wattituntia biokaasua. Suomen biokaasuyhdistys ry sisältää Suomen biokaasulaitosten tuotantotiedot ja heiltä ilmestyy 2 kertaa vuodessa Biokaasu-lehti. Suomen kaasuyhdistys toimii kaasualan asiantuntijana ja edunvalvojana. He pyrkivät kehittämään Suomen kaasualaa parempaan suuntaan, jossa energiakaasuja kuten biokaasua hyödynnettäisiin monipuolisesti ja maantieteellisesti laajasti. Kaasuyhdistys edistää myös energian tehokasta käyttöä ja kuljettamista sekä puhdasta ympäristöä. Myös muut organisaatiot ovat osaltaan tärkeitä biokaasualalla. /13/

7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Tulevaisuudessa pyritään siihen, että biokaasulla olisi merkittävä vaikutus Suomen liikennekäyttöön. Biokaasua yritetään vakinaistaa Suomessa liikenteen polttoaineena. Kaasuautoiluun rohkaisee edullinen hinta ja ekologisuus, mutta kuluttajien epävarmuus tankkausasemaverkoston kasvusta hidastaa sen leviämistä. Kuitenkin liikennepolttoainekaasun kulutus, valmistus ja jakelu ovat hyvässä kasvussa. /2/

Biokaasun käyttö liikennepolttoaineena lisääntyy tulevaisuudessa, jos investoinneille saataisiin konkreettisia valtion tukia. Biokaasua olisi saatavilla koko Suomen alueella. On tärkeää myös hoitaa kaasun tarjonta ja kysyntä kunnolla. Teknologia biokaasun puhdistamiseen on tarjolla nykyistä halvempaan ja veroetu biokaasupolttoaineella säilyy. /2/

Kuntien roolia pitäisi nostaa myös esille, sillä kunnat ovat erittäin ratkaisevassa roolissa, koska paikallinen jätehuolto on niiden päätäntävällässä. Kunnat voisivat aloittaa liikennebiokaasun tuotannon ja käynnistää myös kysynnän hankkimalla kunnan käyttöön riittävän määrän kaasukäyttöisiä ajoneuvoja. Hyvänä esimerkkinä Vaasa aloittaa tänä vuonna käyttämään kaasukäyttöisiä busseja. /2/

Biometaanin tuotantotavoitteet ja tulevat tuotantolaitokset vuoteen 2020 mennessä on esitetty alla olevassa taulukossa. /30, 76/

Taulukko 3. Tavoitteet biometaanin tuotantolaitosten määrän ja tuotannon kehitykselle vuoteen 2020. /30, 76/

Vuosi	Tuotantolaitoksia	Tuotanto [GWh]	Huom.
2010	1	0,7	Kalmarin maatila Laukaassa vuodesta 2002 (BG)
2011	2	2	Uutena Kouvolan kunnallinen laitos (BG)
2012	6	10	Uutena Haapajärven, Nivalan, Espoon, ja Tervolan laitokset (BG)
2013	9	40	3 uutta (BG)
2014	12	140	3 uutta (BG)
2015	15	240	3 uutta (BG)
2016	18	1000	3 uutta (2 BG ja 1 SBG)
2017	21	2000	3 uutta (BG)
2018	24	2200	3 uutta (BG)
2019	27	3000	3 uutta (2 BG ja 1 SBG)
2020	30	4000	3 uutta (BG)

Myös Suomen kestävä liikennejärjestelmän käyttövoimat on esitetty alla olevassa taulukossa vuoteen 2050. Vertailukohteena taulukossa on Ruotsin liikennejärjestelmän käyttövoimat. /30, 83/

Taulukko 4. Kestävän liikennejärjestelmän tavoitteet Ruotsissa ja Suomessa. /30, 83/

Tavoite	Ruotsi 2040	Suomi 2050
Primäärienergia	100 % kestävä uusiutuva energia	100 % kestävä uusiutuva energia
Päälähteet		Aurinkovoima, tuulivoima
Tukevat lähteet		Bioenergia, vesivoima
lisälähteet		Geoterminen voima, aaltovoima
Spekulatiiviset lähteet		Vuorovesivoima, merivirtavoima
Sekundäärienergia	100 % uusiutuva energia	100 % uusiutuva energia
Päälähteet	Sähkö, vety, metanoli	Sähkö, vety, metaani
Tukevat lähteet		DME
Lisälähteet		Paineilma, maglev, puukaasu, bionestekaasu
Spekulatiiviset lähteet		Muut epäsuorat UE-sähköä hyödyntävät teknologiat, muut uusiutuvat kaasut, muut elinkaareltaan tai käytönaikaisesti päästöttömät käyttövoimat
Bensiinin, dieselöljyn, maakaasun, muun fossiilisen metaanin, nestekaasun, kerosiinin ja raskaan polttoöljyn käyttö	Ei käytetä	Ei käytetä
Nestemäisen polttoaineiden käyttö	Käytetään metanolia	Ei käytetä
Motorisoidun liikenteen loppukulutus enintään	35 TWh/v	20 TWh/v
Kasvihuonekaasupäästöjen vähennys vuodesta 1990 vähintään	100 % CO ₂ -neutraali	-95 %

7.1 Biokaasutuotannon mahdollisuudet

Tällä hetkellä maatalojen liikennebiokaasutuotannon tilanne on erittäin valitettava ottaen huomioon, koska niillä voitaisiin parantaa huomattavasti tuotantoa, sillä niillä on suurin potentiaali ja niiden kautta saataisiin kaikkein hajautetuin tuotanto ja ehkä samalla myös liikennebiokaasun tarjonta. Voisimme yrittää erilaisia menetelmiä, kuten: /29/

- Yhdyskuntajätteen ym. jätteen yhteismädätys maatilareaktoreissa.
- Maatilan tuotannon vieminen mädätettäväksi muualle, esimerkiksi kunnallisen jätevedenpuhdistamon yhteyteen.

- Maatilojen biokaasureaktoreiden yhdistäminen siten, että raaka biokaasu kuljetetaan useammasta yhteen käsittelykeskukseen, jossa toteutetaan puhdistus, jalostus ja muut tarvittavat asiat suuremmassa mittakaavassa kuin yksittäisellä maatilalla on mahdollista. /29/

Myös kaikki muut helpommat liikennebiokaasun tuotantomahdollisuudet tarvitsevat huomiota, siis varsinkin kunnalliset jätevedenpuhdistamot ja kunnallisten kiinteiden biojätteiden käsittely ovat varmoja mahdollisuuksia kunnassa. Niiden lisäksi on myös erilaisia teollisuuden mahdollisuuksia, jotka vaihtelevat kunnittain. Kaatopaikkakaasu taas Suomessa on kokonaan hyödyntämätön liikennebiokaasuresurssi, jota pystyttäisiin hyödyntämään. Syy miksi kaatopaikkakaasua ei vielä hyödynnetä on sen suurempien teknologisten vaatimusten takia. /29/

7.2 Tulevaisuuden energiaa

Biokaasu on ehdottomasti tulevaisuuden energiaa, jota käytetään nykyään jo vähäisiä määriä. Biokaasua on jo saatavilla teollisuuden, liikenteen, kotitalouksien ja ravintoloiden käyttöön. Biokaasu on kustannustehokas tapa siirtyä ympäristöystävälliseen energiaan. Biokaasun käyttö tulevaisuudessa palvelee yhteiskuntaa, koska raaka-aineet ovat lähes tulkoon 100 prosenttisesti kotimaisia ja uusiutuvia eli biokaasuun vaihtaminen kannattaa, koska se vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja parantaa ilman laatua. Biokaasun tuotanto lisää uusia työpaikkoja ja mahdollisuuksia ympäristöteknologian kehittämiseksi. /1/

Tavoitteena tulevaisuuden älykkäässä kaupungissa on omavaraisuuden lisääminen ja energiatehokkuuden parantaminen. Biokaasu kytkeytyy energia-, jäte-, liikenne- ja rakennustoimialoihin. Jätteiden ja hukkaresurssien tehokas hyödyntäminen biokaasun tuotannossa. Energiaa voidaan myös varastoida kaasumaisessa muodossa. Älykkäässä energiajärjestelmässä myös asukkaat osallistuvat sekä energian tuotantoon että kysyntäjoustopuun ja optimoinnin kautta kulutuksen tasapainottamiseen ja energian säästöön. /1/

Tulevaisuudessa Power-to-Gas teknologialla voitaisiin saada sähköstä uusiutuvaa kaasua. Kun sähköntuotannossa uusiutuvien energialähteiden osuus on kasvanut

suureksi, voi tulla tilanteita jolloin sähköntuotanto on suurempi kuin kulutus. Tämä johtaa siihen, että tällöin energiaa kannattaa varastoida. Power-to-Gas -prosessissa sähköllä tuotetaan vedestä vetyä, joka sitten yhdistetään hiilidioksidin kanssa metaaniksi. Metaani voidaan syöttää kaasuverkkoon ja sitä kautta jakaa sitä eri käyttökohteisiin. Teknologia on voidaan yhdistää biokaasun tuotannon yhteyteen, jolloin siitä syntyvä lämpö on mahdollista hyödyntää biokaasun jalostuksessa ja tuotannossa. /1/

7.3 Biokaasuteknologian kehitystrendit Suomessa

Tänä päivänä biokaasuteknologia koostuu hyvin laajasta kokonaisuudesta soveltavia teknologioita. Biokaasuteknologian nykytilaa ja kehitystrendejä voidaan kuvata oheisen taulukon muodossa, jossa biokaasuntuotanto on jaettu eri osiin. /17/

Taulukko 5. Biokaasuteknologian nykytila ja kehitystrendit. /17/

	REGULAATIO	ESIKÄSITTELY	BIOKAASUTUS	HYÖDYNTÄMINEN
HORISONTTI	<ul style="list-style-type: none"> - LCA tuotantoketjussa - Päästöoikeudet - Lannoitetuotannon tukeminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Selluloosapohjaiset raaka-aineet 	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktoreiden tehostaminen - Vedyntuotanto 	<ul style="list-style-type: none"> - Polttokennot - Tri-generaatio - LBG
TRENDIT	<ul style="list-style-type: none"> - Jätelainsäädäntö - Kierrätysveloitteet - Pääomarahastot 	<ul style="list-style-type: none"> - OF-MSW erotuslinjastot - Lämpö, sähkö tai ultraääni esikäsittelyinä 	<ul style="list-style-type: none"> - Termofiilinen märkä/kuivamädätys - Prosessin tehostaminen - Synteettinen kaasu 	<ul style="list-style-type: none"> - Rikastaminen - Liikennekäyttö - Teollisuuden suorakäyttö - Ravinteiden rikastaminen
NYKYTILA	<ul style="list-style-type: none"> - Ympäristönsuojelu - Teknologiakehityksen tukeminen - Syöttötariffit - Pankkirahoitus 	<ul style="list-style-type: none"> - Silppurit - Murskaimet - Pulpperit - Seulat 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesofiilinen märkä/kuivamädätys - Yhteismädätys 	<ul style="list-style-type: none"> - CHP - Lämpökattilat

Suomessa sovelletaan yhä kiihtyvällä tahdilla trendin mukaisia, uusia laitos- ja liiketoimintaratkaisuja. Kierrätysveloitteiden ja jätelainsäädännön uudistuminen on saanut muun muassa pääomarahastot kiinnostumaan biokaasu ja jätteestä energiaksi -liiketoiminnasta. Suomessa tämä trendi on myös yleistynyt ja kotimaiset sijoittavat osallistuvat ja etsivät kehitettävää kohdetta. Suomessa yhä useammat yhtiöt ja julkiset toimijat kehittävät biokaasusta uutta liiketoimintaa vanhan poh-

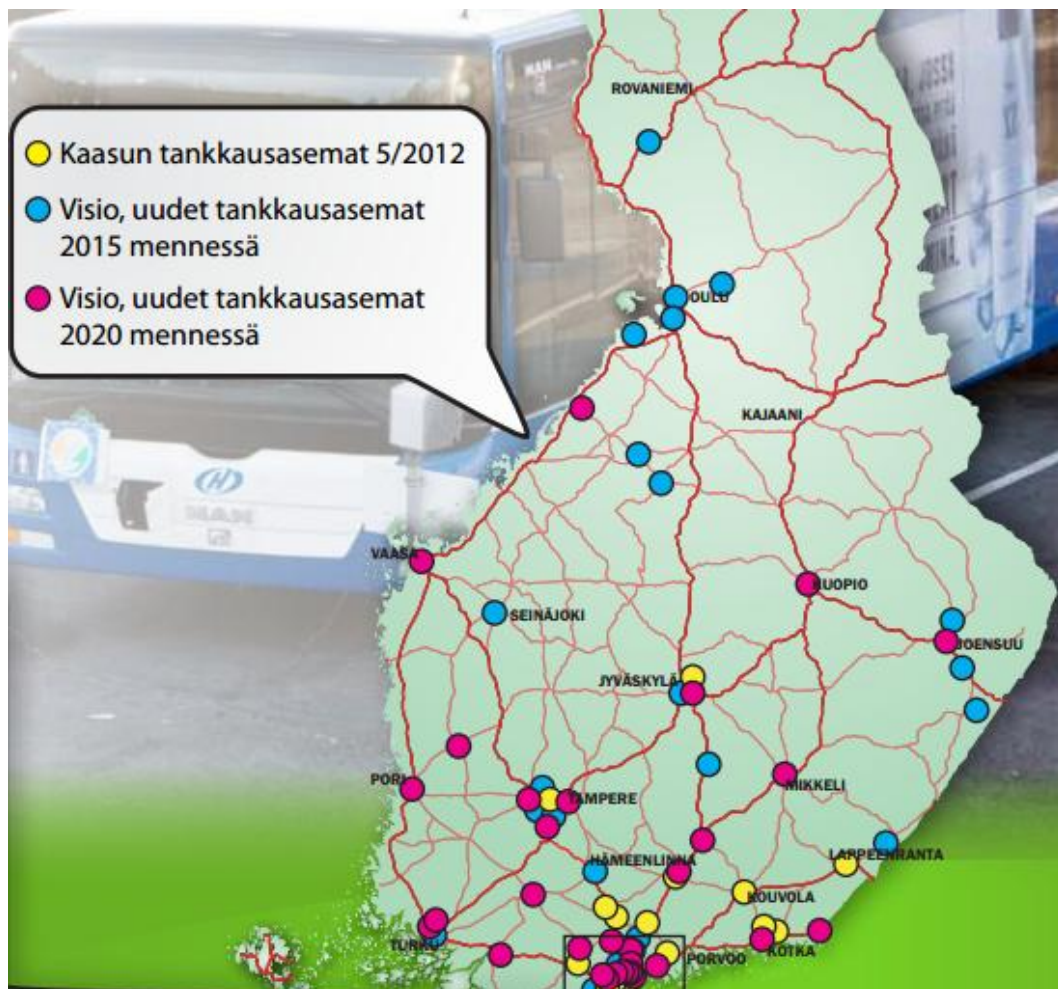
jalta. Suomesta löytyy myös niitä rohkeita, jotka keskittyvät puhtaasti biokaasun tuotantoon. /17/

7.4 Lähivuosien kehitysnäkymät tankkausasemaverkostossa

Suomessa on jo olemassa liikennekaasun perusverkosto. Tällä hetkellä tankkausasemat ovat keskittyneet eteläiseen Suomeen, tosin nyt on kehitteillä tankkausasemia muuallekin. Suomessa autot ovat kaksoispolttoainetekniikkaa, eli ne voivat kulkea kaasulla sekä bensiinillä. Tämä mahdollistaa sen, että niillä voi myös kulkea kaasuasemaverkoston ulkopuolella, mutta kaasun tankkausasemia tarvittaisiin kuitenkin lisää. /2/

Vielä ihmisillä tulee ensimmäisenä mieleen kaasuntankkausasemien rajallisuus. Ihmiset eivät hanki kaasuautoa ja sitten odottavat, että kaasuntankkausasemia tulee lisää. Ensiksi tulee luoda laaja jakeluverkosto, jotta tätä voitaisiin markkinoida laajemmin tavallisille kuluttajille ja sitä myöten ihmiset ostaisivat enemmän kaasuautoja. /2/

Vuonna 2015 pyritään siihen, että kotimaisen biokaasun osuus on 30 prosenttia kaikesta liikennekaasusta. Tämä vaatii sitä, että toimialalle syntyy uusia yrityksiä biokaasun tuotantoon ja jakeluun. Tämän myötä paikallisesti tuotetun biokaasun merkitys kasvaa. Vuonna 2020 on tavoitteena, että tankkausasemaverkosto kattaa koko Suomen harvaan asuttuja seutuja lukuun ottamatta. Kaasua käytettäisiin polttoaineena julkisessa liikenteessä, ammatilliseen yrityksiin sekä yksityishenkilöiden käytössä eri puolilla Suomea ja kotimaisen biokaasun osuus on 50 prosenttia kaikesta liikennekaasusta. Olisi myös mahdollista, että suunniteltaisiin liikuteltavat kaupallisessa ja yksityisessä käytössä olevat kevyttankkausasemat. /3/



Kuvio 14. Visio Suomen tankkausasemaverkostosta 2020. /3/

Pitkän tähtäimen suunnitelma on hyvää vauhtia kehittymässä kaasun tankkausasemaverkosta tärkeäksi energiajärjestelmäksi puhtaan ja kotimaisen liikenteen polttoainevaihtoehdon laajaan hyödyntämiseen. Vuoden 2030 tavoite on, että Suomessa olisi toimiva kaasun jakelujärjestelmä. Se tavoittaisi valtaosan suomalaisista ja tarjoaa kattavan infrastruktuurin kaasuajoneuvojen liikennöintiin ympäri Suomea. Mukaan tulisi myös nesteytetty biokaasu, joka olisi laajasti käytössä rakenteissa kalustossa. Kotimaisen biokaasun osuus koko liikennekaasumarkkinasta olisi 70 prosenttia. Kotimaisen liikennebiokaasun tuotantoketju ja biokaasuteknologian laitevalmistus ja vienti toisivat yhä lisää työpaikkoja Suomeen. /3/

8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin biokaasun käyttöä Suomen liikenteen polttoaineena. Suomessa Biokaasu otettiin liikennekäyttöön ensimmäisenä Helsingin Kyläsaaren jätevedenpuhdistamolla vuonna 1941 ja Helsingin Rajasaaren jätevedenpuhdistamolla vuonna 1943. Nykyisin biokaasuajoneuvoja on saatavilla tehdasvalmisteisina ja bensiinikäyttöisiä autoja voidaan muuntaa biokaasukäyttöisiksi, mutta se on hieman kallista vielä. Tällä hetkellä Suomessa on 24 julkista biokaasun tankkausasemaa.

Biokaasua saadaan erilaisten mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta hapettomissa olosuhteissa. Biokaasu on arvokas, uusiutuva biopolttoaine ja energialähde, jonka ympäristöedut ovat merkittävät. Aiemmin Suomessa biokaasua käytettiin pääsääntöisesti sähkön- ja lämmöntuotantoon, mutta nykyään myös yhä lisääntyvässä määrin liikennepolttoaineena. Biokaasu on huomattavasti halvempaa kuin bensiini tai diesel, joten näin ollen paljon ajajalle tulee halvemmaksi ajaa biokaasulla.

Tulevaisuudessa toivotaan, että vuonna 2020 kotimaisen biokaasun osuus olisi 50 prosenttia kaikesta liikennekaasusta. Myös se, että jakeluverkosto kattaisi lähes koko Suomen. Tämän myötä saataisiin enemmän biokaasuajoneuvon käyttäjiä. Biokaasuajoneuvoja pyrittäisiin käyttämään yhä enemmän julkisessa liikenteessä.

Opinnäytetyön kokonaisuudesta saatiin kattava selvitys biokaasusta ja sen mahdollisesta potentiaalista tulevaisuudessa. Lähteinä käytettiin erilaisia selvityksiä ja verkkosivuja. Lähteiden avulla työhön saatiin tiedot biokaasusta ja sen kehittymisestä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia selvitys biokaasusta liikenteessä. Työtä voidaan hyödyntää mahdollisesti niille, jotka eivät vielä tiedä biokaasusta yleisesti paljoa sekä biokaasusta liikennepolttoaineena. Työ voisi myös toimia yrityksille positiivisena leimahduksena siirtyä käyttämään biokaasukäyttöisiä ajoneuvoja.

LÄHTEET

- /1/ Gasum. Tulevaisuuden energiaa jo tänään. Viitattu 18.2.2015.
<http://www.gasum.fi/Kaasutietoutta/Biokaasu/>
- /2/ Gasumin uutiskirje puhtaamman liikenteen puolesta. 3/2014. Kaasu liikenteen polttoaineena Suomessa 2030. Viitattu 20.2.2015.
<http://www.puhtaampiliikenne.fi/uutinen/kaasu-liikenteen-polttoaineena-suomessa-2030.html>
- /3/ Kaasun tankkausasemaverkoston kehittyminen Suomessa vuoteen 2030 mennessä. 2012. Lähivuosien kehitysnäkymät sekä pitkän tähtäimen suunnitelma.
http://www.maakaasu.fi/sites/default/files/pdf/Liikenne/Kaasun_tankkausasemaverkoston_kehittyminen.pdf
- /4/ Viitanen, S. 2014. Biokaasun käyttömahdollisuudet liikennepolttoaineena.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77143/Viitanen_Samu.pdf?sequence=1
- /5/ Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.
http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf
- /6/ PBI–Research Institute For Project–Based Industry & Åbo Akademin Teollisuustalouden Laboratorio, Turku. 2008. Biokaasun hyödyntämisen käsikirja. Newprint, Raisio.
http://www.abo.fi/public/en/media/9578/biokaasunkasikirja_web.pdf
- /7/ Huttunen, M.J & Kuittinen, V. 2013. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 17.
<http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2013.pdf>
- /8/ Motiva. 2014. Biokaasu. Viitattu 24.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu
- /9/ Motiva. 2014. Biokaasupotentiaali. Viitattu 25.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/biokaasupotentiaali
- /10/ Motiva. 2014. Biokaasun tuotantoprosessi. Viitattu 25.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/biokaasun_tuotantoprosessi
- /11/ Motiva. 2014. Biokaasun hyödyntäminen. Viitattu 25.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/biokaasun_hyodyntaminen
- /12/ Motiva. 2014. Luvat ja hyväksynnät. Viitattu 25.2.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/luvat_ja_hyvaksynnat

- /13/ Rauhala, A-M & Lampinen, A. Suomen biokaasupalveluhakemisto 2013. Suomen Biokaasuyhdistys.
http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasupalveluhakemisto_2013.pdf
- /14/ Lampinen, A. 2014. CBG100-asetat. Viitattu 25.2.2015.
<http://www.cbg100.net/suomen-biokaasutankkausverkosto/>
- /15/ Hytönen, J. 2013. Biokaasu liikennepolttoaineena. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu -tutkielma.
<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/42726/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201312302872.pdf?sequence=1>
- /16/ Biokaasu. Viitattu 21.2.2015. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Biokaasu>
- /17/ Suomen Biokaasuyhdistys. 2/2014. Suomen biokaasuyhdistyksen jäsenlehti.
http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasu_lehti_2_2014.pdf
- /18/ Biokaasufoorumi. Mitä on biokaasu. Viitattu 26.2.2015.
<http://www.biokaasufoorumi.fi/index.asp?init=1&initID=18163>
- /19/ Lampinen, A. 2014. Tankkausasematyypit. Viitattu 25.2.2015.
<http://www.cbg100.net/kirjasto/tankkausasematyypit/>
- /20/ Gasum. Kaasuautoilun monet hyödyt. Viitattu 19.2.2015.
<http://www.gasum.fi/Puhtaampi-liikenne/Ajoneuvot/>
- /21/ Liikennebiokaasu. Usein kysytyt kysymykset. Biokaasujoneuvoihin liittyviä kysymyksiä. Viitattu 27.2.2015.
http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2&Itemid=3
- /22/ Pakkanen, M & Aspholm, N. 2009. Yritysten asenteet ja valmiudet biokaasun käyttöönottoon liikennepolttoaineena. VaasaEMG. Vaasan yliopisto.
<http://www.vei.fi/files/pdf/354/BIOMODE220709.pdf>
- /23/ Lampinen, A. 2014. Kattavuus. Viitattu 28.2.2015.
<http://www.cbg100.net/suomen-biokaasutankkausverkosto/kattavuus/>
- /24/ Lampinen, A. 2012. Biokaasun ja maakaasun tankkausasemaverkosto Suomessa ja Euroopassa vuonna 2012.
http://www.liikennebiokaasu.fi/images/stories/pdf/Raportti_tankkausasemaverkosto2012.pdf
- /25/ Biokaasufoorumi. Biokaasun tuotanto. Viitattu 1.3.2015.
<http://www.biokaasufoorumi.fi/index.asp?init=1&initID=18163>
- /26/ Biokaasufoorumi. Biokaasun hyödyntäminen. Viitattu 1.3.2015.
<http://www.biokaasufoorumi.fi/index.asp?init=1&initID=18163>

- /27/ Jääskeläinen, R. 2011. Myönteinen ilmastouutinen - biokaasua liikenteeseen. <http://ristoi.puheenvuoro.uusisuomi.fi/89960-myonteinen-ilmastouutinen-biokaasua-liikenteeseen>
- /28/ Terragas. Tankkaaminen. Asemat ja tankkausohjeet. Viitattu 2.3.2015. <http://www.terragas.fi/tankkaaminen.html>
- /29/ Tuovinen, T. 2015. Uusiutuvan energian mahdollisuudet Pohjanmaalla. Email mikko.perakoski@saunalahti.fi 28.1.2015. Tulostettu 28.2.2015
- /30/ Lampinen, A. 2012. Tiekartta uusiutuvaan metaanitalouteen. Sektoriraportti liikenne- ja viestintäministeriön työryhmälle tulevaisuuden käyttövoimat liikenteessä. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshanke ja Suomen Biokaasuyhdistys ry. http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Sektoriraportti_UE-metaani_LVM_2012.pdf
- /31/ Kaartinen, T. 2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista ja biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto. Kuntien ympäristönsuojelun neuvottelupäivä 4.9.2013. http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/58570/Kaartinen_vn_asetus_kaatopaikoista/bce6a35b-38ad-4418-aaff-27b5cab61ef2
- /32/ Biokaasuauto. 2013. Biokaasun jakelun vaihtoehdot. Viitattu 10.3.2015. <http://www.biokaasuauto.fi/blog/biokaasun-jakelun-vaihtoehdot>
- /33/ Biokaasuauto. 2015. Vuosi 2014 oli merkittävä Suomen kaasuautoilun kehitykselle. Viitattu 10.3.2015. <http://www.biokaasuauto.fi/blog/vuosi-2014-oli-merkittava-suomen-kaasuautoilun-kehityksell>

