

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

Tutkintotyö

Veli-Jukka Kivimäki

BIOKAASUN TULEVAISUUS

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

Torolf Öhman
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Kemiantekniikka

Kivimäki, Veli-Jukka

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Maaliskuu 2007

Hakusanat

Biokaasun tulevaisuus

36 sivua

DI Torolf Öhman

Tampereen ammattikorkeakoulu

Biokaasu, kaatopaikat, peltobiomassat, biokaasuauto

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli perehtyä biokaasuun mahdollisimman hyvin. Tavoitteena oli selvittää mitä biokaasu on, missä sitä muodostuu ja miten sitä voidaan hyödyntää. Biokaasu sisältää 40–70 % metaania, 30–60 % hiilidioksidia ja pieniä pitoisuuksia mm. rikkiyhdisteitä, klooria, fluoria ja typpeä. Sitä muodostuu erilaisten mikrobin hajottaessa orgaanista ainesta anaerobisesti. Biokaasua muodostuu mm. kaatopaikoilla, kosteikoissa, eläinten suolistoissa ja vesistöjen pohjakerroksissa. Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat esim. biojätteet, eläinten lanta, jätevedenpuhdistamon lietteet ja kasvit. Suurin osa biokaasun tuotannosta tapahtuu kaatopaikoilla ja yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla. Biokaasu on uusiutuva energianlähde, jonka ympäristöedut ovat merkittävät. Metaani ja hiilidioksidi ovat kasvihuonekaasuja, siksi biokaasun talteenotto on tärkeää. Liikenne muodostaa suuren osan maamme päästöistä ja fossiilisten polttoaineiden sijasta voitaisiin käyttää biokaasua, sillä sen päästöt ovat ainoastaan kymmenesosa bensiiniin tai dieseliin verrattuna. Biokaasutuotannon avulla saataisiin kaatopaikoista ja jätevedenpuhdistamoista lähes kokonaan energiaomavaraisia ja ylijäämäenergia voitaisiin käyttää esim. kaukolämpönä talojen lämmitykseen tai myydä sitä sähköinä. Lisäksi biokaasulaitosten yhteyteen voisi rakentaa tankkausasemia. Biokaasun tuotantopotentiaali on suurin peltokasveissa. Maassamme on paljon viljelemättömiä pelloja ja kesantoja, jotka voitaisiin hyödyntää energiakasvien viljelyyn. Pelloille tulisi rakentaa uusia maatiloja, joissa olisi biokaasulaitos. Tämä lisäisi maaseutujen työllisyyttä ja sillä turvattaisiin tulevaisuuden biokaasun tuotantoa. Biokaasulla on hyvät tulevaisuudennäkymät.

TAMPERE POLYTECHNIC

Chemical engineering

Kivimäki, Veli-Jukka

Engineering thesis

Thesis supervisor

Commissioning company

April 2007

Keywords

The future of biogas

36 pages

MSc Torolf Öhman

Tampere polytechnic

Biogas, dump, biogas car, anaerobic digestion

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to learn much about biogas. The goal was to find out what biogas is, where it is generated and where you can use it. Biogas contains 40–70 % of methane 30–60 % of carbon dioxide and small amounts of sulphur compounds, chlorine, fluorine and nitrogen. Biogas is generated when bacteria degrade biological material in the absence of oxygen, in a process known as anaerobic digestion. Biogas is formed in dumps, in the bottom of the waters and in the bowels of animals. Such as bio waste, manure, plants and almost any kind of waste are good raw materials in anaerobic digestion. The most of biogas production takes place in the dumps and in the purification plants of the wastewaters. Biogas's environmental benefits are significant. Both methane and carbon dioxide are greenhouse gases and that's why it is very important to collect as much biogas as possible. Traffic is the worst air polluter and most of the emissions are coming from there. Instead of fossile fuels we should use more environmental friendly fuels such as biogas. Biogas's emissions are less than 10 % compared to fossile fuels. Biogas production helps us to get enough energy to heat the biogas collecting plants entirely. Also electricity should be produced from biogas rather than buy it in somewhere else. The best biogas production potential are in the energy plants. There are a lot of free fields in Finland that should be farmed with energy plants. New farmhouses should be built in there and it would develop new jobs in the countryside.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | |
|---|----|
| SISÄLLYSLUETTELO..... | 1 |
| 1 JOHDANTO..... | 3 |
| 2 BIOKAASU..... | 3 |
| 2.1 Biokaasun muodostuminen..... | 3 |
| 2.2 Biokaasun raaka-aineet..... | 3 |
| 3 BIOKAASUN TUOTANTO..... | 4 |
| 3.1 Biokaasun muodostuminen kaatopaikoilla..... | 4 |
| 3.1.1 Jätteen hajoamiseen vaikuttavat tekijät..... | 4 |
| 3.1.1.1 Jätteen laatu..... | 5 |
| 3.1.1.2 Ravinteet..... | 6 |
| 3.1.1.3 Kosteus..... | 6 |
| 3.1.1.4 Lämpötila ja pH..... | 6 |
| 3.1.1.5 Mikrobikanta..... | 7 |
| 3.1.2 Hajoamisprosessin vaiheet..... | 7 |
| 3.1.3 Biokaasun talteenotto kaatopaikoilta..... | 8 |
| 3.1.4 Kaatopaikkojen biokaasulaitosten vertailua..... | 8 |
| 3.1.4.1 Helsinki..... | 8 |
| 3.1.4.2 Espoo..... | 8 |
| 3.1.4.3 Jyväskylä..... | 9 |
| 3.1.4.4 Mikkeli..... | 9 |
| 3.1.4.5 Tampere..... | 10 |
| 3.1.4.6 Turku..... | 11 |
| 3.1.4.7 Rovaniemi..... | 11 |
| 3.1.4.7 Oulu..... | 11 |
| 3.2 Jätevedenpuhdistamot..... | 12 |
| 3.2.1 Jäteveden puhdistusprosessi..... | 12 |
| 3.2.2 Lietteen mädätys..... | 13 |
| 3.2.3 Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden vertailua..... | 14 |
| 3.2.3.1 Espoon vesi..... | 14 |
| 3.2.3.2 Forssan vesihuoltolaitos..... | 14 |
| 3.2.3.3 Helsingin vesi..... | 15 |
| 3.2.3.4 Jyväskylän Seudun puhdistamo..... | 16 |
| 3.2.3.5 Mikkelin vesilaitos..... | 16 |
| 3.2.3.6 Tampereen vesilaitos..... | 17 |
| 3.2.4 Teollisuuden jätevedenpuhdistamot..... | 18 |
| 3.2.4.1 Chips..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.2.4.2 Lännen tehtaat..... | 18 |
| 3.3 Maatilabiokaasulaitokset..... | 19 |
| 3.3.1 Kotimäen tila..... | 19 |
| 3.3.2 Hannulan tila..... | 20 |
| 3.3.3 Junttilan tila..... | 20 |
| 3.3.4 Kalmarin tila..... | 21 |
| 3.4 Muut reaktorilaitokset..... | 21 |
| 3.4.1 Biovakka..... | 22 |
| 3.4.2 Laihian biokaasulaitos..... | 22 |
| 3.4.3 Stormossen..... | 23 |
| 3.4.3 Lakeuden Etappi..... | 23 |
| 4 SYYT BIOKAASUN HYÖDYNTÄMISEKSI TULEVAISUUDESSA..... | 23 |
| 4.1 Ympäristönäkökohdat..... | 24 |
| 4.1.1 Ilmastonmuutos..... | 24 |
| 4.1.2 Liikenteen päästöt..... | 24 |
| 4.1.3 Biokaasun elinkaari..... | 25 |
| 4.2 Verotus ja tavoiteohjelmat..... | 25 |
| 4.3 Biokaasun liikennekäyttö..... | 26 |
| 4.3.1 Liikennekäyttö Suomessa..... | 26 |
| 4.3.2 Liikennekäyttö muualla..... | 27 |
| 4.4 Liikennekäytön tekniikat..... | 27 |
| 4.4.1 Biokaasun puhdistustekniikat..... | 27 |
| 4.4.1.1 Veden erotus..... | 27 |
| 4.4.1.2 Hiilidioksidin erotus..... | 28 |
| 4.4.1.3 Rikkivedyn erotus..... | 29 |
| 4.4.2 Siirto- ja varastointitekniikat..... | 30 |
| 4.6 Tankkausasemat..... | 30 |
| 4.7 Biokaasuautot..... | 30 |
| 4.8 Esimerkkejä liikennekäytöstä..... | 30 |
| 4.8.1 Ruotsi..... | 30 |
| 4.8.2 Italia, Sveitsi ja Ranska..... | 31 |
| 5 BIOKAASUN HYÖDYNTÄMISKOHTEET TULEVAISUUDESSA..... | 31 |
| 5.1 Biokaasun hyödyntäminen liikenteessä..... | 31 |
| 5.1.1 Biokaasuautojen hankinta..... | 32 |
| 5.1.2 Tankkausasemien rakentaminen..... | 33 |
| 5.1.3 Biokaasun hinnoittelu..... | 34 |
| 5.1.4 Biokaasun riittävyys liikenteeseen..... | 35 |
| 5.2 Biokaasun muu hyödyntäminen..... | 35 |
| 5.2.1 Energiaomavaraisuuden parantaminen biokaasulaitoksilla..... | 35 |
| 5.2.1.1 Kaatopaikat ja jätevedenpuhdistamot..... | 35 |
| 5.2.1.2 Maatilat..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 5.3 Biokaasun tuottaminen tulevaisuudessa..... | 36 |
| 6 PÄÄTELMÄT..... | 36 |

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, mitä biokaasu on ja missä sitä syntyy. Lisäksi tutkittiin sen tulevaisuuden käyttömahdollisuuksia. Aihe on ajankohtainen, sillä kasvihuoneilmioista ja maapallon lämpenemisestä on ollut mediassa puhetta paljon. Myös uusiutuvan energian käytöstä ja biopolttoaineista on ollut keskustelua. Työssä keskityttiin lähinnä kahteen suurimpaan biokaasun tuottajaan, kaatopaikkoihin ja jätevedenpuhdistamoihin, sekä muihin reaktorilaitoksiin. Käyttökohteista perehdyttiin lähinnä biokaasun mahdollisuuteen liikennekäytössä.

2 BIOKAASU

Biokaasu on kaasuseos, joka sisältää tavallisesti 40–70 % metaania, 30–60 % hiilidioksidia ja hyvin pieninä pitoisuuksina mm. rikkiyhdisteitä, klooria, fluoria ja typpeä. Biokaasu on arvokas uusiutuva biopolttoaine ja energianlähde, jonka ympäristöedut ovat huomattavat.

/5/

2.1 Biokaasun muodostuminen

Biokaasua muodostuu erilaisten mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta anaerobisesti. Sitä muodostuu jatkuvasti kosteikoissa, vesistöjen pohjakerroksissa ja eläinten suolistossa. Lisäksi kaatopaikoilla muodostuu todella suuria määriä kaatopaikkakaasua, eli biokaasua. Orgaanisen aineksen hajoamisen tuotteena saadaan mädätettyä biomassaa ja biokaasua. /4/

2.2 Biokaasun raaka-aineet

Raaka-aineeksi soveltuvat lähes kaikki teollisuudessa, kotitalouksissa ja maataloudessa syntyvät biojätteet. Eläinten lanta, kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden lietteet ja puunjalostus- ja elintarviketeollisuuden orgaaniset jätteet ovat hyviä raaka-aineita. Peltokasveja voidaan myös viljellä biokaasun raaka-aineeksi. Kaatopaikoilla muodostuu lisäksi merkittäviä määriä metaania orgaanisten jätteiden hajotessa. /5 ; 2, s. 69–70/

Kasvibiomassa soveltuu hyvin biokaasun tuotantoon, sillä useimpien kasvien metaanintuottopotentiaali on korkea. Perinteisesti rehuna käytetyt heinäkasvit ovat tehokkaita biomassan tuottajia pohjoisissa ilmasto-olosuhteissa. Koska nämä kasvit ovat jalostettu rehuksi ne hajoavat biokaasureaktorissa anaerobisessa olosuhteessa, sillä ne hajoavat märehijöiden pötsseissäkin. /5/

Eläinten lanta on hyvä perusmateriaali, sillä se sisältää suuren osan mikrobien tarvitsemista ravinteista ja sen puskurikyky on hyvä. Lannan metaanintuottoa voidaan parantaa yhteiskäsittelyllä, mikä tarkoittaa, että lannan lisäksi käsitellään erilaisia orgaanisia materiaaleja. Lisämateriaaleja ovat esimerkiksi yhdyskuntien ja teollisuuden biojätteet, puhdistamolietteet ja kasvintuotannon sivutuotteet.

Eri materiaalien yhteiskäsittely tasapainottaa käsiteltävää seosta. Yleensä saavutetaan korkeampi metaanintuotto ja parempi orgaanisen aineen hajotustulos. Samalla kiinteästä jätteestä tulee lietemäistä, jolloin se on helpommin käsiteltävissä itse prosessissa ja sen jälkeen. /5 ; 2, s. 69/

3 BIOKAASUN TUOTANTO

Suomessa tuotettiin vuonna 2005 biokaasua 144,86 milj. m³, mikä vastaa 424,6 GWh:n energiamäärää. Lämpöä siitä tuotettiin 380,5 GWh ja sähköä 42,1 GWh. Hyödynnetyn biokaasun määrä kasvoi 48 %:sta 65 %:iin edellisestä vuodesta. Kaatopaikkapumppaamot tuottivat 118,4 milj. m³, josta hyödynnettiin 70,3 milj. m³ sähkön- ja lämmöntuotantoon. Jätevedenpuhdistamot tuottivat 26,5 milj. m³ biokaasua ja ylijäämäpolttoon meni 3,3 milj. m³. /4/

Suomen kaupunkien jätevedenpuhdistamoilla on 15 biokaasureaktorilaitosta, ja kaatopaikkapumppaamoja on kaikkiaan 33. Kiinteitä yhdyskuntajätteitä käsitellään Stormossenin, Biovakan sekä Laihian biokaasulaitoksilla. Teollisuuden jätevesiä käsitellään anaerobisesti kolmessa eri laitoksessa, yhdessä käsitellään puunjalostus- ja kahdessa elintarviketeollisuuden jätevesiä. Kuudella maatilalla on biokaasureaktorit. /4/

3.1 Biokaasun muodostuminen kaatopaikoilla

Kaatopaikoilla jätteen hajoaminen tapahtuu anaerobisten ja aerobisten, biologisten ja kemiallisten prosessien kautta. Suomessa kaatopaikoille viedään vuodessa n. 2 milj. tonnia yhdyskuntajätettä ja moninkertainen määrä teollisuusjätettä. Jätteen sisältämä eloperäinen aines hajoaa vuosikymmenten aikana biokaasuksi. Metaanin tuotto on voimakkainta 5–10 vuotta vanhoilla täyttöalueilla ja alhaisinta yli 20 vuotta vanhoilla alueilla. Arvioiden mukaan Suomen kaatopaikoilla muodostuu jopa yli 200 milj. m³ biokaasua vuosittain. /4 ; 7/

3.1.1 Jätteen hajoamiseen vaikuttavat tekijät

Jätetäytössä tapahtuvat fysikaalis-kemialliset prosessit ovat riippuvaisia abioottisista tekijöistä. Kemiallisista prosesseista tärkeimpiä ovat saostuminen, liukeneminen, hapetus-pelkistysreaktiot ja adsorptio. Fysikaalisiin voimiin perustuvat suodattuminen, laskeutus, haihtuminen, diffuusio ja viskositeetti. /7/

Jätetäytön tiivistäminen pienentää laskeutumista ja veden viskositeetti vastustaa kulkeutumista. Diffuusio tasoittaa liuenneiden aineiden pitoisuseroja. Jätetäytössä mm. orgaaninen aines, savi ja metallikarbonaattit adsorboituvat väliaineen pinnalle. /7/

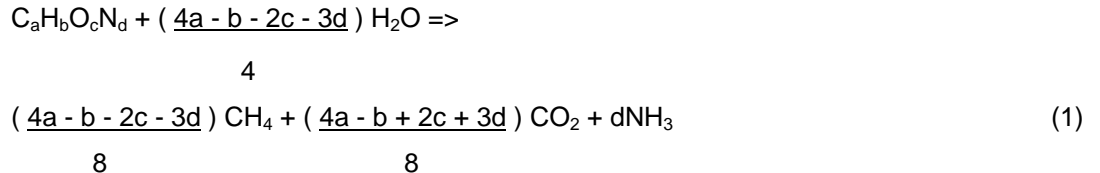
Niukkaliukoiset aineet kuten rauta ja öljy pidättyvät jätetäyttöön, kun taas helppoliukoiset kulkeutuvat suotoveden mukana. /7/

Anaerobisissa olosuhteissa tärkeimmät anionit ovat sulfidit ja karbonaatit. Aerobisissa olosuhteissa saostuminen tapahtuu pääosin hydroksideina, karbonaateina ja fosfaatteina. Biologisten prosessien kannalta hapetus-pelkistysreaktiot ovat tärkeitä, koska mikro-organismit tuottavat usein tarvitsemansa energian niiden avulla. /7/

3.1.1.1 Jätteen laatu /7/

Jätteen laatu on erittäin tärkeä asia hajoamisessa. Jätepenkereen tiivistämisellä ja peittämisellä voidaan myös vaikuttaa paljon. Tiivistetyissä ja hienojakoisissa jätemassoissa kosteus jakautuu tasaisemmin ja sen pinta-ala on suurempi kuin tiivistämättömissä jätemassoissa. Mitä suurempi pinta-ala on, sitä enemmän on mikro-organismeja hajotusprosessissa mukana.

Anaerobisen hajoamisen aikana syntyvän kaatopaikkakaasun, eli biokaasun määrä voidaan arvioida yleisellä kaavalla $C_aH_bO_cN_d$, jolloin kaasun kokonaismäärä saadaan yhtälöllä 1. Yhtälössä kaasunmuodostus on oletettu täydelliseksi.



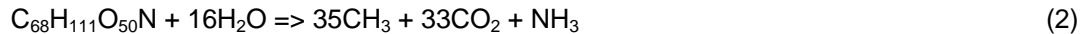
Jätteen hajoaminen jaetaan yleensä kahteen luokkaan, nopeasti ja hitaasti biohajoaviin jätteisiin. Nopeasti hajoavien jätteiden orgaaninen aines hajoaa kolmesta kuukaudesta viiteen vuoteen ja hitaasti hajoavien orgaanisen aineksen hajoaminen voi kestää jopa 50 vuotta. Erilaisten jätteiden jaottelu on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Esimerkki jätteiden luokittelemisesta

| Orgaaninen jäte | Nopeasti biohajoava | Hitaasti biohajoava |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| Ruokajäte | X | |
| Sanomalehtipaperi | X | |
| Tekstiilit | | X |
| Puu | | X |

Keskimäärin 100 kg:ssa normaalikosteudessa olevaa yhdyskuntajätettä on nopeasti biohajoavan jätteen osuus 44,8 kg ja hitaasti hajoavan 7,3 kg. Nopeasti biohajoavan jätteen osuutta voidaan kuvata kemiallisella kaavalla $C_{68}H_{111}O_{50}N$ ja hitaasti hajoavan $C_{20}H_{29}O_9N$ tällöin molekyyli-suhteet ovat kaavojen 2 ja 3 mukaiset.

Nopeasti biohajoava



Hitaasti biohajoava



100 kg jätettä tuottaa täydellisessä hajoamisessa biokaasua 46,6 Nm³, eli normaalkuutiometriä, mutta likimääräisesti voidaan arvioida yhdyskuntajätetonnin muodostavan 100–250 m³ biokaasua, sillä hajoaminen ei ole koskaan täydellistä. Hajoamisprosessi on herkkä inhibitiolle. Metaanin muodostusta heikentävät mm. hapen esiintyminen, substraattien puute, raskasmetallit, suolaionit ja korkea sulfaattipitoisuus.

3.1.1.2 Ravinteet /7/

Orgaaninen aines tarvitsee hajoamiseen oikeassa suhteessa erityisesti typpeä ja fosforia, mutta myös hivenaineet, kuten rikki, kalsium, magnesium, kalium, rauta, kupari, sinkki, koboltti, molybdeeni ja seleeni ovat tärkeitä anaerobisessa hajoamisessa. Ravinteiden riittämättömyys ei ole rajoittava tekijä kaatopaikan hajoamisprosessissa, vaan jätteen epätasaisuus voi johtaa ravinteettomiin mikroympäristöihin. Optimiolosuhteissa kemiallisen hapenkuluksen, typen ja fosforin välinen suhde on 100:0,44:0,08.

3.1.1.3 Kosteus /7/

Anaerobisessa hajoamisprosessissa kosteudella on erittäin suuri merkitys. Vesipitoisuuksien 25–60 % välillä kosteuden lisääntyminen lisää biokaasun tuotantoa eksponentiaalisesti. Anaerobinen hajoaminen kuluttaa 170 dm³ vettä tuhatta jättekiloa kohti nopeassa hajoamisessa ja 380 dm³ vettä hitaassa hajoamisessa. Alhainen kosteus voi estää biokaasun muodostumisen lähes kokonaan. Suomen kaatopaikoilla kosteusprosentti on tyypillisesti 20–30 %.

3.1.1.4 Lämpötila ja pH /7/

Lämpötila vaikuttaa voimakkaasti anaerobisen hajoamisprosessin nopeuteen. Metaanibakteerin mesofiilisen ryhmän optimilämpötila on n. 40 °C ja termofiilisen n. 70 °C. Suomen kaatopaikoilla vallitsee tyypillisesti 5–20 °C lämpötila jätteen sisällä, joten lähimmäksi optimiolosuhteita päästään kesällä.

Metaanibakteerien toiminnalle optimi pH on 6–8 ja sulfaatinpelkistäjäbakteerille 5–9. Jos metaanibakteerien toiminta häiriintyy, niiden vedyn ja etikkahapon muuntaminen hidastuu, vedyn paine nousee ja pH laskee.

3.1.1.5 Mikrobikanta /7/

Metaania tuottavat bakteerit ovat herkkiä olosuhdemuutoksille, tällöin tarvitaan runsaasti uutta bakteerikantaa kuolleiden tilalle. Jätevedenpuhdistamoiden lietteen lisääminen jätteen sekaan on tehokas keino mikrobikannan elvyttämiseksi. Tällä tavoin saadaan metaanin muodostus alkamaan 2–3 kuukauden kuluessa, 6–7 vuoden sijaan. Lisäksi se kasvattaa metaanin kokonaismäärää jopa 15 %. Parhaiten prosessi nopeutuu, kun jätteeseen lisätään mädätettyä lietettä, kalsiumkarbonaattia sekä typpeä ja fosforia. Jätteen kostuttaminen vedellä auttaa myös mikrobikasvuston toimintaan.

3.1.2 Hajoamisprosessin vaiheet /7/

Heti jätteen lajituksen jälkeen hajoava orgaaninen aines rupeaa muodostamaan hiilidioksidia aerobisesti. Ammoniakin muodostuminen alkaa.

Anaerobinen vaihe kehittyy heti aerobivaiheen jälkeen. Asetogeenisten ja fermentatiivisten bakteerien toiminta johtaa hiilidioksidin, vedyn ja haihtuvien rasvahappojen muodostumiseen. Tässä vaiheessa suotovesi on hapanta ja saattaa sisältää korkeita pitoisuuksia rasvahappoja, kalsiumia, rautaa, raskasmetalleja ja ammoniakkia. Sulfaatin pelkistyessä sulfidiksi saostuu rautaa, mangaania ja raskasmetalleja, jotka alussa olivat liuenneessa muodossa.

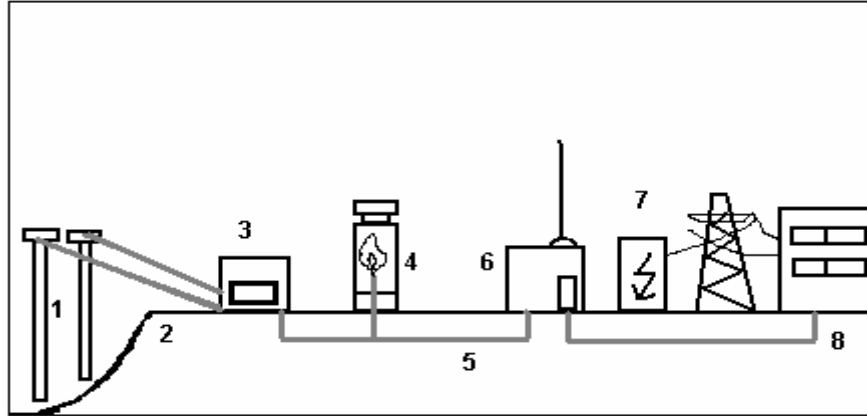
Seuraavassa anaerobisessa vaiheessa alkaa metaanibakteerien hidas kasvaminen. Vedyn, hiilidioksidin ja haihtuvien rasvahappojen pitoisuudet pienenevät ja metaanipitoisuus kaasussa kasvaa. Rasvahappojen väheneminen johtaa pH:n nousuun, mikä taas aiheuttaa kalsiumin, raudan, mangaanin ja raskasmetallien liukoisuuskien vähenemisen. Ammoniakkia vapautuu edelleen ja sulfaatin pelkistyminenkin jatkuu. Metaanivaiheessa metaanin pitoisuus on melko stabiili ja muodostuvassa kaasussa on 50–65 % metaania.

Metaanin muodostuminen vähentyy, kun orgaanisen aineksen määrä pienenee ja loppuu kun hajoaminen on täydellistä. Anaerobisen hajoamisen eri vaiheet saattaa kestää kuukausia, vuosia tai jopa vuosikymmeniä.

3.1.3 Biokaasun talteenotto kaatopaikoilla /4 ; 7/

Jätelaki ja valtionneuvoston päätös (Vnp 861/1997) velvoittaa, että kaatopaikkakaasu on kerättävä talteen ja mahdollisuuksien mukaan hyödynnettävä. Laki on astunut voimaan v. 2002. Jos kerättyä kaasua ei voida hyödyntää, se on käsiteltävä polttamalla.

Kaatopaikalla biokaasu voidaan kerätä jätetäyttöön tehtyihin siiviläputkikaivoihin alipaineella ja johtaa niistä keräysputkia pitkin pumppaamoon. Toinen tapa on salaojaputket, joita käytetään uudemmilla ja pienemmillä kaatopaikoilla. Pumppaamosta kaasu ohjataan hyötykäyttöön tai polttoon.



Kuva 1 Biokaasun talteenotto kaatopaikoilta /4/

1. Kaasukaivot jätepenkassa
2. Imuputkisto
3. Pumppaamo
4. Soihtupoltin
5. Jakeluputki
6. Kaasuturbiini ja/tai lämpökattila
7. Sähköä
8. Lämpöä

3.1.4 Kaatopaikkojen biokaasulaitosten vertailua

3.1.4.1 Helsinki

Helsingin Vuosaaren kaatopaikalle rakennettiin vuonna 1990 Suomen ensimmäinen täysimittainen kaatopaikkapumppaamo. Pumppaamo on teholtaan 500 m³/h ja tuotettu biokaasu hyödynnetään kaukolämmön tuotantoon. Kaatopaikalla on jätettä yli 1,7 milj. tonnia. Käytettävyysaste on n. 93 %. Taulukossa 2 on esitetty Vuosaaren tuotantoa. /4/

Taulukko 2 Vuosaaren kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,883 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,472 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 1 768 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 42 % |

3.1.4.2 Espoo

Espoon Ämmässuo on pohjoismaiden suurin kaatopaikka. Ämmässuon kaatopaikalla kaasun keräys aloitettiin vuonna 1996. Vuonna 2005 kaasua kerättiin neljällä pysyvällä kaasupumppaamalla sekä kolmella tilapäisellä pumppaamalla.

Keräyskapasiteetti on n. 8 000 Nm³/h ja käytettävyyssaste n. 98 %. Koko Suomen biokaasun tuotannosta Ämmässuon osuus on peräti 44 %. Kaasulla tuotetaan n. 7 % Espoossa tarvittavasta kaukolämmöstä. Taulukossa 3 on esitetty Ämmässuon tuotantoa.
/4/



Kuva 2 Espoon Ämmässuon biokaasupumppaamo /4/

Taulukko 3 Ämmässuon kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 63,864 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 36,077 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 163 616 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 51 % |

3.1.4.3 Jyväskylä

Jyväskylän Mustankorkean biokaasupumppaamo otettiin käyttöön marraskuussa 2001. Kaatopaikan vuotuinen jätemäärä on n. 60 000 tonnia. Biokaasua toimitettiin Jyväskylän Energia Oy:lle yhteensä 2,80 milj. m³ ja se hyödynnettiin Keltinmäen lämpökeskuksessa kaukolämmön tuotannossa. Biokaasun energiamäärä vastasi noin 700 omakotitalon vuotuisia lämmöntarvetta. Taulukossa 4 on esitetty Mustankorkean tuotantoa /4/

Taulukko 4 Mustankorkean kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 2,860 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 2,800 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 13 098 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 52,5 % |

3.1.4.4 Mikkeli

Mikkelin Metsä-Sairilan jätekeskuksenbiokaasupumppaamo otettiin käyttöön vuonna 2002. Kaatopaikan käsiteltävä jätemäärä on 20 000 tonnia vuodessa ja penkassa on 1,1 milj. m³

jätettä. Vuoden 2005 lopussa otettiin käyttöön mikroturbiinilaitos, joka hyödyntää kaiken pumpatun kaasun sähköksi. Kapasiteetti on keskimäärin 156 m³/h ja maksimikapasiteetti 400 m³/h. Laitoksen energiantarpeesta noin 15 % tuotettiin biokaasulla, mutta tavoitteena on 100 % energiaomavaraisuus. Taulukossa 5 on esitetty Metsä-Sairilan tuotantoa. /4/



Kuva 3 Mikkelin Metsä-Sairilan pumppaamo /4/

Taulukko 5 Metsä-Sairilan jätekeskuksen tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,200 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,200 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | - |
| Sähköä tuotettu | 347 MWh |
| Metaanipitoisuus | 50 % |

3.1.4.5 Tampere

Tampereen Tarastenjärven kaatopaikalla käsitellään vuodessa n. 150 000 tonnia jätettä ja penkassa jätettä on 3,7 milj. m³. Kaatopaikalla on käytössä kaksi biokaasupumppaamoja joiden käyttöaste ollut yli 90 %. Ensimmäinen valmistui vuonna 1997 ja sen kapasiteetti on 800 m³/h. Uudempi valmistui vuonna 2004 ja on kapasiteetiltaan 1 000 m³/h.

Jätteenkäsittelyalueen laitokset ja kiinteistöt saavat kaiken käyttämänsä sähkön ja lämmön biokaasusta. Suurin osa tuotetusta sähköstä myydään sähkölaitokselle. Biokaasua hyödynnetään lisäksi kesäisin asfalttiasemalla asfaltin kuumennukseen. Taulukossa 6 on esitetty Tarastenjärven tuotantoa. /4/

Taulukko 6 Tarastenjärven kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 5,800 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 3,213 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 60 MWh |
| Sähköä tuotettu | 5 544 MWh |
| Metaanipitoisuus | 50 % |

3.1.4.6 Turku

Turun Topinojan kaatopaikka-alue biokaasupumppaamo aloitti toimintansa v. 2002. Pumppaamon kapasiteetti on 500 Nm³/h ja kokonaiskäyntiaika oli 94 % vuodesta. Biokaasu johdetaan Turun Energian lämpölaitoksen hyödynnettäväksi. Biokaasusta saatu kaukolämpömäärä vastasi 340 omakotitalon vuotuista lämmönkulutusta. Taulukossa 7 on esitetty Topinojan tuotantoa. /4/

Taulukko 7 Topinojan kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,500 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 1,400 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 5 613 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 45 % |

3.1.4.7 Rovaniemi

Rovaniemen Mäntyvaaran kaatopaikka aloitti toimintansa v.1965. Biokaasupumppaamo otettiin käyttöön v. 2002 ja se on Suomen pohjoisin kaatopaikkapumppaamo. Pumppaamon kapasiteetti on 400 Nm³/h. Biokaasu hyödynnetään pääosin Rovaniemen Energian kaukolämpölaitoksessa. Tuotetulla kaasumäärällä voi lämmittää vähintään 100–120 omakotitaloa vuodessa. Taulukossa 8 on esitetty Mäntyvaaran tuotantoa. /4/

Taulukko 8 Mäntyvaaran kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,740 milj.m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,740 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | - |
| Sähköä tuotettu | 3 363 MWh |
| Metaanipitoisuus | 51 % |

3.1.4.8 Oulu

Oulun Jätehuollon biokaasupumppaamo otettiin käyttöön v. 1997. Kapasiteetti on 1 000 Nm³/h. Biokaasusta lähes kaikki myytiin Paroc Oy:n tehtaalle vuorivillan valmistukseen. Osa kaasusta hyödynnetään kiinteistöjen lämmitykseen ja Oulun Energialle Oulun yliopistollisen sairaalan höyryntuotantoon. Laitos on 95 % energiaomavarainen. Kaatopaikalla käsitellään vuodessa noin 60 000 tonnia sekajätettä sekä noin 25 000 tonnia rakennusjätettä. Penkassa jätettä on reilut 2,5 milj. m³. Taulukossa 9 on esitetty Oulun jätehuollon tuotantoa. /4/



Kuva 4 Oulun biokaasupumppaamo /4/

Taulukko 9 Oulun kaatopaikan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 6,760 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 6,760 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 30 718 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 51 % |

3.2 Jätevedenpuhdistamot

Suomessa on 15 jätevedenpuhdistamoa, joissa on biokaasulaitos. Vanhimmat jätevedenpuhdistamot on rakennettu v. 1962 Tampereelle ja Mikkeliin. 1980-luvun aikana rakennettiin suurin osa Suomen reaktorilaitoksista, mutta korkeasta iäkkyydestään huolimatta ne ovat toimineet ilman suurempia käyttökatoja. /4 ; 6/

Biokaasulaitokset mädättävät pääasiassa jätevedenpuhdistusprosessissa muodostuvaa lietettä. Mädättämällä lietettä saadaan biokaasua, josta tuotetaan energiaa laitoksen käyttöön tai myytäväksi, sekä vähennetään hajuhaittoja. /4/

3.2.1 Jäteveden puhdistusprosessi /4 ; 6/

Jätevedenpuhdistus tapahtuu mekaanisesti, kemiallisesti ja biologisesti. Mekaanisessa vaiheessa, eli esiselkeytysvaiheessa lietteen kuiva-ainepitoisuus on n. 2–6 %. Lietteessä voi olla kuituja, kahvinporoja, ruoantähteitä, hiekkaa, ulosteita ja muita kiinteitä aineita, jotka poistetaan lietteestä. Tämä ns. raakaliete on helposti mätänevä, ja siitä saadaan suurin osa syntyvästä biokaasusta.

Kemiallisen lietteen ainesosina ovat fosforisakka, hydroksidisakka ja karbonaattisakka. Esisaostuslaitoksissa kemikaalisakka on sekoittunut raakalietteeeseen, jälkisaostuslaitoksissa se on suhteellisen puhdasta ja rinnakkaissaostuslaitoksissa sekoittuneena biolietteeeseen.

Biologisessa vaiheessa jätevedestä poistetaan orgaaninen aines pieneliöiden, bakteerien avulla ja saadaan ylijäämälietettä, jonka muodostaa pääosin elävät ja kuolleet mikrobit. Ylijäämälietteen kuiva-ainepitoisuus on 0,5–1,2 %.

3.2.2 Mädätys

Puhdistamoliete mädätetään hapettomissa olosuhteissa suurissa mädätys säiliössä. Reaktorit ovat kaikki pystymallisia ja jatkuvasekoitteisia teräsbetoni- tai teräsreaktoreita. Pääsääntöisesti ne ovat rakennettu maanpäälle ja ovat joko katettuja tai vuorattuja säiliöitä, mutta käytössä on myös muutamia kallion sisään louhittuja reaktoreita. Reaktoreissa käsiteltävät lietteet ovat yleensä melko laimeita ja kuiva-ainepitoisuudet vaihtelevat 3–6 %:n välillä, poikkeuksena Forssan Vesihuoltolaitos, jossa käsiteltävän lietteen kuiva-ainepitoisuus on 12 %. /4 ; 6/



Kuva 5 Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamon kaksikammioinen mädättämö /4/

Mädätys on kolmivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa eloperäinen aines hajoaa rasvahapoiksi. Toisessa vaiheessa rasvahappo hajoaa etikkahapoksi. Kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa etikkahappo muuttuu hiilidioksidiksi ja metaaniksi. Samalla typpiyhdisteet pelkistyvät samalla ammoniakiksi ja rikkiyhdisteet rikkivedyksi.

Isoilla laitoksilla mädättämö on yleensä kaksiosainen. Ensimmäisessä säiliössä tapahtuu pääosa hajoamisesta ja toisessa säiliössä liete erotetaan laskeuttamalla lietevedestä. Mädättämössä lämpötila on n. 31–34 °C mesofiilisessa hajoamisessa ja 55 °C termofiilisessa ja liete viipyy prosessissa 15–30 vuorokautta. /4 ; 6/

3.2.3 Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden vertailua

3.2.3.1 Espoon Vesi

Espoon Suomenojan reaktoreissa käsitellään vuodessa noin 300 000 m³ puhdistamolietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on 3,7 %. Tuotetusta biokaasusta yli 95 % käytetään yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon. Laitoksen sähköenergiatarpeesta hyödynnetään biokaasulla n. 35 %. Laitoksessa on sähköteholtaan 736 kW:n ja lämpöteholtaan 905 kW:n moottorivoimalaitos, joka käyttää polttoaineenaan biokaasua. Lietteestä kompostoi Vapo Nurmijärven tunnelilaitoksessa ja lopputuote käytetään kaatopaikan pintaverhoiluun. Taulukossa 10 on esitetty Suomenojan tuotantoa. /4/



Kuva 6 Suomenojan biokaasureaktorit /4/

Taulukko 10 Suomenojan jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 2,596 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 2,172 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 8 050 MWh |
| Sähköä tuotettu | 3 625 MWh |
| Metaanipitoisuus | 63 % |

3.2.3.2 Forssan vesihuoltolaitos

Forssan jätevedenpuhdistamon biokaasulaitos otettiin käyttöön vuonna 2000. Laitoksella käsitellään vuodessa noin 11 350 m³ puhdistamolietettä, jonka kiintoainepitoisuus on peräti 12 %. Kaasumoottorin, sähkögeneraattorin ja höyrykehittimen tuottama energia hyödynnetään sähkölaitoksen tarpeisiin, höyrylaitoksen lämmitykseen sekä lietteen lämmitykseen. Laitoksen energiantarpeesta 30 % tuotetaan biokaasulla. Lopputuote jälkikäsitellään linkoamalla ja kompostoimalla. Taulukossa 11 on esitetty Forssan jätevedenpuhdistamon tuotantoa. /4/

Taulukko 11 Forssan jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,402 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,402 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 1 393 MWh |
| Sähköä tuotettu | 975 MWh |
| Metaanipitoisuus | 70 % |

3.2.3.3 Helsingin Vesi

Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla on neljä 10 000 m³:n reaktoria, jotka ovat louhittu kallioon. Laitoksella puhdistetaan 800 000 asukkaan jätevedet. Biokaasulaitos valmistui vuonna 1994. Biokaasua polttoaineenaan käyttävä moottorivoimalaitos sisältää kolme 690 kW:n kaasumoottoria ja yhden 782 kW:n dieselkaasumoottorin, jotka kuluttavat lähes 80 % tuotetusta kaasusta. Lämpökattilassa poltetaan n. 10 % tuotetusta biokaasusta. Koko lämpöenergian tarve ja 39 % sähkön tarpeesta tuotettiin biokaasulla vuonna 2005. Lämmitysverkoston esilämmitykseen käytetään sähköntuotannossa muodostuvaa hukkalämpöä. Lisäksi laitos tuotti kaiken Vanhankaupungin vedenpuhdistuslaitoksen tarvitsemasta lämpöenergiasta. Taulukossa 13 on esitetty Viikinmäen tuotantoa. /4/



Kuva 7 Viikinmäen laitoksen maanpäällisiä rakenteita. /4/

Taulukko 13 Viikinmäen jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 9,465 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 8,693 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 31 443 MWh |
| Sähköä tuotettu | 14 505 MWh |
| Metaanipitoisuus | 62 % |

3.2.3.4 Jyväskylän Seudun Puhdistamo

Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo otettiin käyttöön vuonna 1972, siellä käsitellään lopputuotteena n. 12 000 tonnia kuivattua lietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on 33 %. Biokaasua käytetään polttoaineena kaasumootorissa ja kahdessa lämpökattilassa puhdistamon lämmitykseen sekä biologisen osan ilmantuottoon. Biokaasulla tuotettu lämpö ja mekaaninen energia kattavat 61 % laitoksen energiatarpeesta. Lietteen jälkikäsittely hoidetaan Mustankorkean kaatopaikan tunnelikompostointilaitoksessa. Taulukossa 13 on esitetty Nenäinniemen tuotantoa. /4/

Taulukko 13 Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,535 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 1,111 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 5 583 MWh |
| Mekaanista energiaa tuotettu | 458 MWh |
| Metaanipitoisuus | 61 % |

3.2.3.5 Mikkelin Vesilaitos

Mikkelin Vesilaitoksen Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamo käsittelee vuodessa noin 36 000 m³ sekalietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on 4–6 %. Laitoksen kokonaislämmön tarpeesta tuotettiin biokaasulla pelkkä kiinteistön lämmitys, minkä lisäksi lämmitykseen käytettiin 12 000 litraa kevyttä polttoöljyä. Energiaa tuotetaan ja hyödynnetään 400 kW:n kaasukattilalla. Mädätyksen jälkeen liete toimitetaan Metsä-Sairilan jäteaseman kompostointilaitokselle. Taulukossa 14 on esitetty Kenkäveronniemen tuotantoa.



Kuva 8 Mikkelin Kenkäveronniemen puhdistamo

Taulukko 14 Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,370 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,313 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 1 870 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 67 % |

3.2.3.6 Tampereen Vesilaitos

Tampereen Vesilaitos tuottaa biokaasua kahdella jätevedenpuhdistamolla. Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo käsittelee vuodessa n. 200 000 asukkaan jätevedet ja kuiva-ainepitoisuus on keskimäärin 4,9 %. Puhdistamolla on v. 2002 otettu käyttöön uusi kaasumoottori-generaattoriyhdistelmä. Laitoksen sähköenergian tarpeesta 44 % ja lämpöenergian tarpeesta 75 % tuotettiin biokaasulla. Viinikanlahden puhdistamoon jätevedet kerätään Tampereen itäisiltä ja eteläisiltä kaupunginosalta sekä Kangasalan ja Pirkkalan kunnasta. Taulukossa 15 on esitetty Viinikanlahden tuotantoa. /4/

Taulukko 15 Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,904 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,660 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 2 304MWh |
| Sähköä tuotettu | 1 518MWh |
| Metaanipitoisuus | 65 % |

Raholan jätevedenpuhdistamo käsittelee vuodessa noin 60 000 m³ lietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on 4,2 %. Puhdistamon lämpökattilan ja kaasumoottorin biokaasulla tuottama energia riittää kattamaan 65 % puhdistamon energiantarpeesta. Kaasumoottorilta talteen otetulla ja kattilalla tuotetulla lämmöllä korvataan ostolämpöä. Laitos on rakennettu v. 1962. Raholan puhdistamoon tulee n. 40 000 asukkaan jätevedet, johon kuuluvat Tampereen läntiset kaupunginosat, Ylöjärvi ja Pirkkala. Taulukossa 16 on esitetty Raholan tuotantoa. /4/



Kuva 9 Raholan jätevedenpuhdistamo /4/

Taulukko 16 Raholan jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,905 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 1,571 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 5 056 MWh |
| Sähköä tuotettu | 3 539 MWh |
| Metaanipitoisuus | 65 % |

3.2.4 Teollisuuden jätevedenpuhdistamot

Teollisuuden jätevedenpuhdistamoita ovat Chips Oy Ab, Lännen Tehtaat Oyj, Raisio Oy ja Stora Enso Oy, Laminating Papers. Puunjalostusteollisuudessa syntyvien orgaanisten happojen ja muiden veteen liuenneiden orgaanisten yhdisteiden vesistökuormitusta pienennetään anaerobisella käsittelyllä. Puunjalostusteollisuuden anaerobilaitosten läpi virtaavat suuret nestemäärät, koska jätevesien kiintoainepitoisuudet ovat pieniä. Elintarviketeollisuudessa syntyvät rasvat ja tärkkelysperäiset jätteet ovat anaerobilaitosten raaka-aineina erittäin hyviä biokaasun tuottajia. Käytetyt reaktorit läpivirtausreaktoreja, joissa orgaanisen aineksen hajottamiseen ja biokaasun muodostumiseen osallistuvat mikrobit ottavat tarvitsemansa ravinteet ohivirtaavista jätevesistä. /4/

3.2.4.1 Chips

Chips Oy Ab:n perunanjalostustehtaan biokaasureaktorin koko on 2 000 m³. Yön aikana tuotettu biokaasu varastoidaan ja hyödynnetään tuotannon aikana kaasukattilassa. Biokaasureaktorin koko on 2 000 m³. Laitoksen energiantarpeesta noin 10 % tuotetaan biokaasulla. Lämmön tuotannon ollessa pysähdyksissä biokaasu menee ylijäämäpolttoon, mutta viime vuosina on kaikki tuotettu kaasu saatu hyötykäytettyä. Taulukossa 17 on esitetty Chips Oy Ab:n tuotantoa. /4/

Taulukko 17 Chips Oy Ab:n jätevedenpuhdistamon tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,563 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,563 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 3 259 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 65 % |

3.2.4.2 Lännen tehtaat

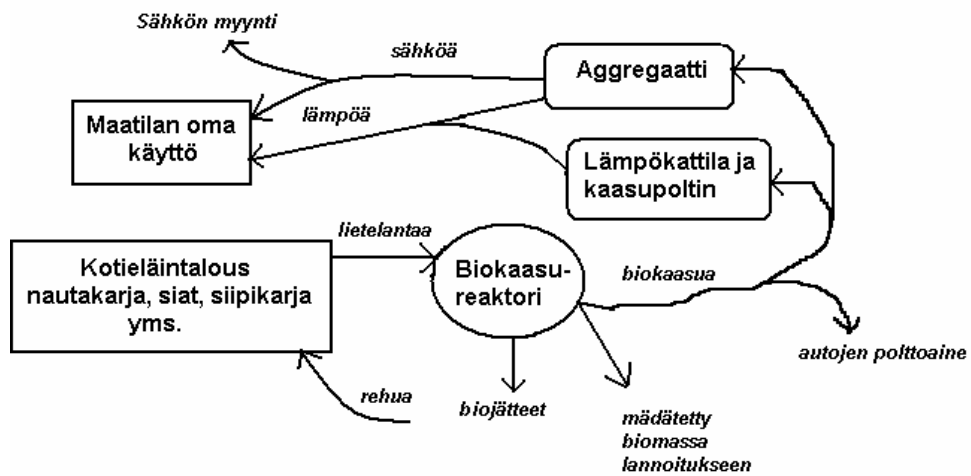
Lännen Tehtaiden prosessivesilaitos käsittelee vuodessa noin 450 000 m³ jätevettä. Vuonna 2001 laitoksella aloitettiin kaasun hyötykäyttö ja jo seuraavana vuonna hukkapolttoon menevän kaasun osuus oli enää minimaalinen aikaisempaan verrattuna. Taulukossa 18 on esitetty Lännen Tehtaiden tuotantoa. /4/

Taulukko 18 Lännen tehtaiden tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,421 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,392 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 2 652 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 76 % |

3.3 Maatilojen biokaasulaitoksen vertailua

Tilakohtaisia biokaasulaitoksia oli vuoden 2005 lopulla kuudella maatilalla, Halsualla, Jepualla, Kalajoella, Nivalassa, Taipalsaarissa ja Laukaassa. Biokaasulaitosten rakentaminen maataloille on selvästi vilkastumassa. Uusia reaktorihankkeita on valmistumassa tai jo toiminnassa Haapavedellä, Kalannissa, Nivalassa, Orivedellä, Säskylässä ja Virroilla. Kiinnostusta ovat lisänneet energiaomavaraisuus ja kaasun käyttö ajoneuvon polttoaineena sekä halu toimia kasvihuoneilmiön ehkäisyssä. /4 ; 2/



Kuva 10 Biokaasun kulkeutumisprosessi maataloilla /4/

3.3.1 Kotimäen tila

Halsuan Kotimäen tilalle valmistui vuoden 2003 syksyllä 250 m³:n biokaasureaktori. Reaktori toimii termofiilisessä +55 °C:n lämpötilassa. Energiaa tuotetaan biokaasuaggregaatilla ja lämpökattilalla. Raaka-aineina laitoksella käytetään sikalalietettä, kunnan puhdistamo- ja sakokaivolietettä, perunajätettä sekä paperiteollisuuden massoja ym. biohajoavaa jätettä. Tuotettu lämpö ja sähkö käytetään sikalan ja biokaasulaitoksen tarpeisiin. Ylijäämä sähkö ohjataan valtakunnan verkkoon Korpelan Voimalle. Taulukossa 19 on esitetty Kotimäen tilan tuotantoa. /4/



Kuva 11 Kotimäen biokaasureaktori /4/

Taulukko 19 Kotimäen tilan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,095 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,095 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 386 MWh |
| Sähköä tuotettu | 104 MWh |
| Metaanipitoisuus | 60 % |

3.3.2 Hannulan tila

Hannulan tilalla on 80 m³:n biokaasureaktori, jossa käsitellään naudan liettelantaa 3 000 m³ vuodessa. Kaasu poltetaan lämpökattilassa lämmöksi ja käytetään keskuslämmitykseen sekä käyttöveden lämmitykseen. Tilalle on vara-aggregaatti, joka varmistaa laitoksen toiminnan sähkökatkosten aikana. Taulukossa 20 on esitetty Hannulan tilan tuotantoa. /4/

Taulukko 20 Hannulan tilan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,046 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,045 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 233 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 58 % |

3.3.3 Junttilan tila

Heikki Junttilan tilalla Nivalassa on 50 m³:n biokaasureaktori, joka käyttää raaka-aineena lehmän lantaa. Tilalla on kaksi lämpökattilaa ja kolme poltinta. Tilalla on lisäksi koekäytössä 50 m³:n konttilaitos, joka toimii termofiilisessä +55 °C:n lämpötilassa. Kontti kytketään siten, että sekä vanhaan reaktoriin että koekonttiin syötetään 5 m³ lantaa päivittäin ja muodostunut biokaasu menee yhteiseen kaasuvaraan. Kesäaikana on tarkoitus syöttää vihhermassaa lisäravinteeksi. Arviolta 95 % laitoksen energian tarpeesta tuotetaan biokaasulla. Taulukossa 21 on esitetty Junttilan tilan tuotantoa. /4/

Taulukko 21 Junttilan tilan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,040 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,040 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 242 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 68 % |

3.3.4 Kalmarin tila

Laukaassa Erkki Kalmarin tilalla toimii tilan omana työnä valmistunut biokaasulaitos, jossa käsitellään tilan lietelannan lisäksi elintarviketeollisuuden sokeri- ja rasvajätteitä. Laitos tuottaa koko tilan tarvitseman lämpöenergian. Aggregaatin tuottama hukkalämpö hyödynnetään lämmönvaihtimilla tilan keskuslämmityksessä. Tilalle on hankittu Suomen ensimmäinen biokaasulla toimiva henkilöauto Volvo V70 bi-fuel v. 2002. Tilalla on myös biokaasuauton tankkaus mahdollisuus. Biokaasu riittää kertatankkauksella noin 250–300 km:n ja Kalmari on ajanut autolla jo yli 100 000 km. Jyväskylän yliopisto jatkaa tilalla tutkimuksiaan eri kasvimassoilla kahdessa pilottikooreaktorissa. Taulukossa 22 on esitetty Kalmarin tilan tuotantoa. /4 ; 8/



Kuva 12 Biokaasuauto tankattavana Kalmarin tilalla. /8/

Taulukko 22 Kalmarin tilan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,060 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,060 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 274 MWh |
| Sähköä tuotettu | 47 MWh |
| Metaanipitoisuus | 65 % |

3.4 Muut reaktorilaitokset

Muiden reaktorilaitosten ryhmään kuuluvat Biovakka, Lakeuden Etappi, Laihian kunnan biokaasulaitos ja Stormossen. Näillä neljällä laitoksella käsiteltiin vuonna 2005 yhteensä lähes 140 000 tonnia biojätettä ja 60 000 tonnia puhdistamolietettä.

Kaikki neljä laitosta ovat yhteismädätyslaitoksia, jotka käsittelevät erilaisia biojätteitä lantojen tai puhdistamolietteiden kanssa. /4/

3.4.1 Biovakka

Vinkkilän kunnassa Vehmaan siiankasvatusalueella toimiva Biovakka on parinkymmenen sikalanpitäjän yhteinen biokaasulaitos, joka käsittelee ruokajätteitä, sian lietelantaa sekä elintarvike- ja entsyymiteollisuuden jätteitä yhteensä 120 000 tonnia vuodessa.

Biokaasureaktorin koko on 6 700 m³. Energiaa tuotetaan lämmön- ja sähkön yhteistuotantoyksiköllä. Biokaasulaitoksen tuottama sähkö menee omaan käyttöön ja loput valtakunnan verkkoon. Sähköntuotannossa muodostuva hukkalämpö otetaan talteen lämmönvaihtimilla ja käytetään lietteen hygienisointiin ja tilojen lämmitykseen. Jäteliete käsitellään anaerobisesti ja hygienisoidaan. Käsitelty liete palautetaan takaisin sikalan pelloille levitettäväksi. Taulukossa 23 on esitetty Biovakan tuotantoa. /2 ; 4/

Taulukko 23 Biovakan tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,032 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,908 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 2 965 MWh |
| Sähköä tuotettu | 2 075 MWh |
| Metaanipitoisuus | 66 % |

3.4.2 Laihian biokaasulaitos

Laihian kunnan biokaasulaitos käsitteli 282 tonnia syntypaikkalajiteltua biojätettä, 834 tonnia jätevesilietettä ja 383 tonnia mallastehtaan lietettä, yhteensä 1 499 tonnia vuonna 2005. Biokaasulaitosreaktorin käyttötilavuus on 310 m³. Laitoksen lämpökattilalla tuotettu energia hyödynnetään syötteen lämmitykseen, mädätetyn lietteen hygienisointiin sekä laitoksen prosessitilojen lämmitykseen. Laitoksen energiantarpeesta 70 % tuotetaan biokaasulla. Laitokselle tuodaan Laihian kunnan alueelta kerätty syntypaikkalajiteltu biojäte, joka sisältää kotitalouksien ja suurkeittiöiden jätteet, jätevedenpuhdistamolla syntyvän puhdistamolietteen sekä osan mallastehtaalla syntyvästä mallaslietteestä sekä viljankuivausjätettä. Taulukossa 24 on esitetty Laihian biokaasulaitoksen tuotantoa. /2 ; 4/

Taulukko 24 Laihian biokaasulaitoksen tuotantotietoa /4/

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 0,090 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 0,090 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 482 MWh |
| Sähköä tuotettu | - |
| Metaanipitoisuus | 60% |

3.4.3 Stormossen

Vaasassa sijaitseva Stormossen oli valmistuttuaan v. 1990 maailman ensimmäisiä biojätteen yhteiskäsittelylaitoksia. Laitoksella käsitellään vuodessa puhdistamolietettä 17 000 tonnia ja sen kuiva-aine pitoisuus on peräti 16%. Biojätettä käsitellään 320 tonnia ja keittiöjätteestä mekaanisesti eroteltua, helposti hajoavaa biologista jätettä 6 000 tonnia. Energiaa tuotetaan kaasumootorilla, höyrypannulla ja lämpökattilalla. Tuotettu biokaasu käytetään pääasiassa laitoksen omaan sähkön ja lämmön tarpeeseen. Osa siitä myydään lämpöenergiaksi. Sähköenergian omavaraisuusaste laitoksella oli n. 42 %. Mekaanis-biologinen käsittelylaitos lämmitetään biokaasulla. Sähköntuotannossa muodostuva pakokaasun lämpö käytetään bioprosessin lämmittämiseen. Mädätyksen jälkeen liete kuivataan kahdessa lingossa, jonka jälkeen kuivattu materiaali jälkikompostoidaan. Taulukossa 25 on esitetty Stormossenin tuotantoa /2 ; 4/

Taulukko 25 Stormossenin tuotantotietoa

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Biokaasua tuotettu | 1,335 milj. m ³ |
| Biokaasua hyödynnetty | 1,191 milj. m ³ |
| Lämpöä tuotettu | 3 832 MWh |
| Sähköä tuotettu | 2 682 MWh |
| Metaanipitoisuus | 65 % |

3.4.4 Lakeuden Etappi

Jätehuolto-yhtiö Lakeuden Etappi Oy:n biokaasulaitoksen rakennustyöt ovat käynnistyneet vuoden 2006 alussa ja laitoksen on tarkoitus valmistua syksyllä 2007. Täyteen toimintaan päästään vasta vuoden 2008 alussa. Laitoksen kahdessa 3 200 m³:n reaktorissa tullaan käsittelemään vuodessa arviolta 13 000 tonnia kuntien ja teollisuuden biojätteitä, sekä 42 000 tonnia jätevedenpuhdistamolietettä. Puhdistamolietteet tullaan keräämään Etapin omistajakuntien ja Suupohjan alueen kuntien puhdistamoilta sekä Järviseudulta Vimpelin kunnan puhdistamolta. Mädättämöön menevän materiaalin kuiva-ainepitoisuus on 13 %. Mädätettyä lietettä tullaan kuivaamaan termisesti yli 90 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Tuotettua energiaa tullaan hyödyntämään raaka-aineen ja tilojen lämmityksessä. Arvioidaan, että laitoksen koko lämpöenergian tarve katetaan tuotetulla biokaasulla. Mahdollisen ylijäämäkaasun käytöstä ei ole vielä päätetty. Laitos tuottaa lopputuotteeksi hygienisoitua rakeista lietettä lannoitevalmistekäyttöön, sekä viherrakentamiseen. /4/

4 SYYT BIOKAASUN HYÖDYNTÄMISEKSI TULEVAISUUDESSA

Huoli maapallon ilmaston lämpenemisestä joudutaan ottamaan vakavasti lähivuosina. EU:n päästökauppa kasvattaa fossiililla polttoaineilla tuotetun sähkön hintaa ja myös öljyn hinnan ennustetaan pysyvän ennätyksellisen korkealla. Tämä tulevaisuuden visio luo

merkittävästi uusia kehitysmahdollisuuksia ja niiden kanssa työskennelläänkin nyt hyvin intensiivisesti. Bioenergia toimii energiasektorin suuren rakennemuutoksen edelläkävijänä. Bioenergian ja muiden uusiutuvien energialähteiden turvin energian tuotanto ja kulutus siirtyvät vähitellen ehtyvien varantojen sijasta hyödyntämään maapallon energiavirtoja.

Uusiutuvan energian kulutus tulee kasvamaan neljänneksen vuoteen 2015 ja vähintään 40 % vuoteen 2025 mennessä. Mikäli tähän päästään, on uusiutuvan energian osuus kolmannes energian kokonaiskäytöstä. Viimeisen kymmenen vuoden aikana bioenergian käyttö on kasvanut ainakin 75 % ja tulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Bioenergiavarojen puolesta käyttö voidaan kaksinkertaistaa, ja lisäksi Suomella olisi mahdollisuus ottaa merkittävä markkinaosuus bioenergiateknologian markkinoilla maailmassa. /1 ; 4/

4.1 Ympäristönäkökohdat

4.1.1 Ilmastonmuutos

Maapallon vakavin ympäristöongelma tällä hetkellä on ilmaston lämpeneminen. Biokaasu sisältää kahta pahinta kasvihuonekaasua, hiilidioksidia ja metaania, joten sen talteenotto on erittäin tärkeää. Kasvihuonekaasuista pahin lämpenemisen aiheuttaja on juuri hiilidioksidi, jonka osuus on 64 % lämpövaikutuksesta. Seuraavana ovat metaani 19 %, klooratut hiilivedyt 10 %, dityppioksidi 6 % ja muut yhdisteet 1 %. Ilmastonmuutoksen vähentäminen tasolle, joka minimoisi vahingon ihmisille ja ekosysteemeille, edellyttäisi hiilidioksidipäästöjen vähentämistä 50–70 % välittömästi ja myöhemmin lisää. Liikenne ja energian tuotanto synnyttävät n. 80 % kaikista päästöistä. /4/

4.1.2 Liikenteen päästöt

Suomessa liikenne on toiseksi pahin kasvihuonepäästöjen lähde ja tieliikenne muodostaa suurimman osan niistä. Kotimaan liikenne tuottaa noin viidenneksen kaikista hiilidioksidipäästöistä ja 10% dityppioksidipäästöistä. Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä se tuottaa 45%, typenoksideita hieman yli puolet ja hiilimonoksidia peräti 70%. Päästöjen jakautuminen eri liikennemuotojen kesken on esitetty alla olevassa taulukossa tulevaisuudessa. Taulukossa 26 on esitetty kotimaan liikenteen päästöjä. /9/

Taulukko 26 Päästöjakauma eri liikennemuotojen kesken v. 2002 (t/a) /9/

| | CO | HC | NO _x | SO ₂ | CO ₂ | Hiukkaset |
|-------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|
| Tieliikenne | 304 693 | 37 490 | 69 676 | 228 | 11 256 408 | 3 633 |
| Rautatieliikenne | 434 | 184 | 3186 | 94 | 148 737 | 72 |
| Vesiliikenne | 25 365 | 8 859 | 7 897 | 1 360 | 468 630 | 524 |
| Ilmaliikenne | 1 802 | 148 | 1 039 | 81 | 326 094 | 0 |
| Yhteensä | 332294 | 46 682 | 81 853 | 1763 | 12 199 869 | 4 228 |

4.1.3 Biokaasun elinkaari

Elinkaarivertailussa biokaasu pärjää hyvin paitsi fossiilisille polttoaineille myös muille biopohjaisille liikennepolttoaineille. Bioetanolia tai biodieseliä tuottaessa tarvitaan 2–4 kertaa enemmän viljelypinta-alaa kuin biokaasua tuottaessa. Biokaasumetaanin tuotanto on fossiilisten polttoaineiden tuotantoa energia tehokkaampaa ja jopa 90% biokaasun energiasisällöstä voidaan muuntaa metaanin energiasisällöksi. Biokaasun päästöt ovat ainoastaan 4 % dieselin ja 6 % parhaan maakaasun pohjaisen polttokennosysteemin päästöistä. Taulukossa 27 on esitetty liikennepolttoaineiden energiatehokkuutta. /10/

Taulukko 27 Liikennepolttoaineiden tuotannon energiatehokkuus

| Polttoaine | Lisäenergia, joka vaaditaan hyödynnettävän energiayksikön valmistamiseen | Fossiilinen energia, joka tarvitaan hyödynnettävän energiayksikön valmistamiseen |
|-----------------------|--|--|
| Bensiini, lyijytön 95 | 21 % | 21 % |
| Diesel Mk1 | 14 % | 14 % |
| Maakaasu | 9 % | 9 % |
| Biokaasu | 6–12 % | 0–5 % |

4.2 Verotus ja tavoiteohjelmat

Osa EU:n liikenne-, energia- ja ympäristöstrategioita ovat liikenteen biopolttoaineita koskevat EU direktiivit ja biopolttoaineiden käyttöönotto. EU:n liikennestrategian seurauksena komissio julkaisi v. 2001 kaksi direktiiviehdotusta. Toinen niistä, liikenteen biopolttoainedirektiivi hyväksyttiin v. 2003. Se edellyttää biopolttoaineiden osuuden noston 2 %:iin v. 2005 ja 5,75 %:iin v. 2010 liikenteen energiankulutuksesta kaikissa jäsenmaissa. Vaikka tavoitteisiin ei ole päästy eikä direktiivi ole sitova, ovat jäsenmaat hyväksyneet ne. Tämä aiheuttaa voimakkaampia toimenpiteitä mailta, jotka ovat selvästi jäämässä jälkeen. /1 ; 3 ; 10/

Kauppa- ja teollisuusministeriön uusiutuvanenergian edistämishjelman tavoitteeksi on asetettu, että 2 % liikenteen polttoaineista olisi biopolttoaineita v. 2010. Tämä tavoite jää selvästi biopolttoainedirektiivin alapuolelle. Vaikka liikenteen biopolttoaineille asetetut tavoitteet ovat varsin väljiä, on selvää, että tulevaisuus tuo tullessaan biopolttoaineet myös liikennesektorille. Ne kaupungit ja alueet, jossa biopolttoaineet tulevat ensin markkinoille ovat avainasemassa. Biokaasu näyttäisi olevan potentiaalisin liikennepolttoaine Suomessa, pääasiassa v. 2004 muuttuneen biokaasuautoja koskevan verotuksen sekä suuren tuotantopotentiaalin vuoksi. 5,75 %:n tavoitteeseen ei päästä pelkästään bioetanolin ja biodieselin avulla, koska niiden valmistuspotentiaalit eivät riitä. Tästä syystäkin biokaasun hyödyntäminen liikenteen biopolttoaineena olisi todella suotuisaa. /1 ; 3 ; 10/

Neuvoston direktiivi energiatuotteiden ja sähkön verotuksesta koskevan yhteisön kehysten uudistamisesta hyväksyttiin lokakuussa 2003. Tämä ns. polttoaineverodirektiivi antaa minimitason, jolla liikennepolttoaineita tulee verottaa. Taulukossa 28 on esitetty eri polttoaineiden verotusta. /10/

Taulukko 28 Polttoaineverotuksen vähimmäistasot

| | 1.1.2004 | 1.1.2010 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Lyijypitoinen bensiini (€/1000l) | 421 | 421 |
| Lyijytön bensiini (€/1000l) | 359 | 359 |
| Kaasuöljy (€/1000l) | 302 | 330 |
| Lentopetroli (€/1000l) | 302 | 330 |
| Nestekaasu (€/1000l) | 125 | 125 |
| Maakaasu (€/GJ) | 2,6 | 2,6 |
| Biopolttoaineet | 0 | 0 |

Vähimmäisverotasot on annettu vain fossiilisille polttoaineille, mukaan lukien nestekaasu ja maakaasu. Biopolttoaineille ei ole määrätty vähimmäisverotaso, joten niitä ei tarvitse verottaa.

4.3 Biokaasun liikennekäyttö

Eri puolilla maailmaa on käytössä n. 3.3 miljoonaa biokaasua polttoaineenaan käyttävää ajoneuvoa. Suurin osa käyttää maakaasumetaania, mutta sama tekniikka soveltuu biokaasusta tuotetuille metaanille. Biokaasun liikennekäytön tutkimusta ja kehitystyötä on tehty jo 1980-luvulta alkaen muutamien aktiivisten maiden ansiosta. Tänä päivänä pääpaino biokaasun käyttöönotossa onkin markkinoinnissa ja teollistamisessa sekä puhdistusteknologian kehittämisessä.

4.3.1 Liikennekäyttö Suomessa

Suomessa biopolttoaineiden käyttö on lähes olematonta. Suurin syy biokaasuautojen vähäisyyteen on kannustimien puuttuminen ja tiedon puute. Suomen ensimmäisen biokaasua polttoaineenaan käyttävän auton omistaa Erkki Kalmari. Kalmari tuottaa biokaasua autolleen omalla maatilallaan Laukaassa.

Ensimmäiset maakaasukäyttöiset bussit tulivat Suomeen v. 1996. Tällä hetkellä Helsingissä on käytössä 77 maakaasukäyttöistä linja-autoa. Vuonna 1998 HKL Bussiliikenne hankki 11 Volvo-merkkistä maakaasulinja-autoa ja samana vuonna valmistui Ruskeasuolle tankkausasema.

Käyttökokemukset ovat olleet hyviä ja bussien määrän ennustetaankin kasvavan tulevaisuudessa, sillä polttoaineeksi soveltuu yhtä hyvin biokaasu, koska molemmat koostuvat metaanista. /10/

4.3.2 Liikennekäyttö muualla

Liikennekäytössä edelläkävijämaita ovat olleet Ruotsi, Ranska, Sveitsi, Islanti ja Italia. Nämä maat ottivat käyttöön biokaasulla toimivia autoja, kuorma-autoja ja busseja jo 1990-luvulla. Vaikka useiden maiden lainsäädäntö on ollut pitkään epäsuotuisa, on Euroopan maat ja kaupungit onnistuneet käynnistämään biokaasun liikennekäyttöä koskevia projekteja. Taulukossa 29 on esitetty Euroopan biokaasuautokantaa. /10 ; 11/

Taulukko 29 Euroopan kaupunkien biokaasuautokanta /10/

| Kaupunki | Asukasluku | Biokaasun lähde | Aloitusvuosi | Autokanta |
|--------------|------------|------------------------|--------------|--|
| Kristianstad | 70 000 | puhdistamoliete, lanta | 1985 | 22 bussia, 50 henkilöautoa |
| Göteborg | 600 000 | puhdistamoliete | 1992 | 1490 ajoneuvoa |
| Tukholma | 800 000 | puhdistamoliete | 1997 | 425 henkilöautoa, 3 kuorma-autoa |
| Reykjavik | 170 000 | kaatopaikka | 2000 | 88 ajoneuvoa |
| Uppsala | 200 000 | teollisuus jäte, lanta | 1997 | 46 bussia |
| Zurich | 1,2 milj. | kaatopaikka | 1995 | 600 kevyt ajoneuvoa, 9 kuorma-autoa |
| Rooma | | puhdistamoliete | 1995 | 12 kuorma-autoa |

4.4 Biokaasun liikennekäytön tekniikat

4.4.1 Biokaasun puhdistustekniikat

Orgaanisen aineen hajoamisessa muodostuva biokaasu sisältää 40–70 % metaania, 30–60 % hiilidioksidia, 1–2 % rikkivetyä ja pieniä pitoisuuksia muita epäpuhtauksia ja vesihöyryä. Biokaasusta otetaan talteen metaani ja siitä poistetaan hiilidioksidi, rikkivedyt ja vesihöyry sen mennessä liikennekäyttöön. Kaatopaikkakaasuista on lisäksi poistettava mm. halogeeniyhdisteitä ja raskasmetalleja. /10/

4.4.1.1 Veden erotus

Biokaasu on vesihöyryllä kyllästettyä ja jäähtyessään osa vesihöyrystä kondensoituu vedeksi. Kaasun vesipitoisuutta täytyy alentaa ja kondensoitunut vesi poistaa, ettei aiheutuisi tukoksia tai korroosiota putkistoille, sillä vesi on hapanta ja sisältää orgaanisia yhdisteitä. Yleisin tapa on jäähdyttää kaasu 5–10 °C:n lämpötilaan ruostumattomassa

säiliössä ja poistaa suurin osa vedestä säiliön kautta. Loppu vesi voidaan poistaa kokoojaputkistossa yksinkertaisesti tekemällä putkistoon mutka, jossa on kondensioveden poistoputki tai rakentamalla putkeen sifoni ja imeytyskaivo. /10/

4.4.1.2 Hiilidioksidin erotus

Biokaasulle saadaan korkeampi energiasisältö ja parempi laatu, kun siitä poistetaan hiilidioksidi. Hiilidioksidia voidaan poistaa absorboimalla se nesteeseen. Absorptionesteitä ovat esim. trietyyliamiini, trietyleeniglykoli tai dietyleeniglykoli. Myös vettä voidaan käyttää hiilidioksidin poistamiseen. /10/

Painevesiabsorptiossa kaasusta voidaan poistaa hiilidioksidin lisäksi rikkivedyt, sillä kumpikin aine liukenee veteen herkemmin kuin metaani. Prosessi soveltuu hyvin jätevedenpuhdistamoille ja se on yksinkertainen toteuttaa. Ranskassa Lillen kaupungissa se on käytössä, ja sillä on päästy 96 %:n metaanipitoisuuteen. Kyseisen painevesiabsorptiojärjestelmän investointikustannukset olivat n. 720 000 € ja käyttökustannukset n. 50 000 € vuodessa. Laitoksessa raakakaasun virtausnopeus on n. 100 Nm³/h. /10/

Toiseksi yleisin hiilidioksidin poistamismenetelmä on ns. PSA-puhdistustekniikka. Kaasun puhdistuminen tapahtuu adsorptiomateriaalilla täytetyissä sylintereissä. Menetelmä perustuu hiilidioksidin ja epäpuhtauksien adsorptioon kaasusta materiaalin pinnalle. Tyypillinen materiaali on aktiivihiili. Sylintereissä painetta nostetaan, jolloin hiilidioksidi ja muut epäpuhtaudet adsorboituvat aktiivihiileen, ja kun paine laskee, adsorptiomateriaali puhdistuu niistä. Puhdistus voidaan toteuttaa kahdella rinnakkaisella sylinterillä, jossa toisessa paine nousee ja toisessa laskee. Ruotsissa Linköpingissä PSA-laitteistolla päästään 97 %:n metaanipitoisuuteen. Menetelmän investointikustannukset ovat n. 375 000 € ja käyttökustannukset n. 32 000 € vuodessa. Raakakaasun virtausnopeus on n. 170 Nm³/h. /10/

Kolmas tapa hiilidioksidin poistolle on ns. membraanitekniikka. Ennen hiilidioksidin poistoa rikkivedyt poistetaan rautaoksidin avulla. Tämän jälkeen biokaasu johdetaan paksulle polymeerimembraanille korkeassa paineessa. Hiilidioksidi ja vesihöyry läpäisevät membraanin ja kulkeutuvat korkean paineen puolelle, kun taas metaani ei läpäise sitä, ja se jää matalan paineen puolelle. Metaani otetaan talteen ja epäpuhtaudet johdetaan ulos toiselta puolelta. Tällä tekniikalla on Hollannissa päästy 86 %:n metaanipitoisuuteen ja raakakaasun virtausnopeus on ollut n. 200 Nm³/h. Vassen puhdistuslaitoksen investointikustannukset olivat n. 642 000 € ja käyttökustannukset ovat n. 38 000 € vuodessa. /10/

4.4.1.3 Rikkivedyn erotus

Biokaasussa on aina rikkivetyä ja sen määrä riippuu mädätetyn materiaalin laadusta. Rikkivety aiheuttaa kompressoreissa, säilytystankeissa ja moottoreissa korroosiota ja on siksi poistettava.

Rikkivedyn ja rikkiyhdisteiden pitoisuutta voidaan laskea aktiivihielellä, johon on lisätty jodia. Reaktiotuotteena muodostuva rikki adsorboituu aktiivihieleen ja vesi desorptoituu aktiivihieleen pinnalle. Tällä menetelmällä rikkivedyn pitoisuus saadaan laskemaan alle 1 mg H₂S/m³. Rikkivetyä voidaan poistaa myös rautahiukkasten avulla, lämmittämällä ja kuplittamalla sekä hapettamalla ja pesemällä. Lisäksi aiemmin mainituilla painevesiabsorptiolla ja PSA-tekniikalla voidaan sitä poistaa. /10/

4.4.2 Siirto- ja varastointitekniikat

Puhdistettua biokaasua voidaan siirtää ja varastoida samalla tekniikalla kuin maakaasuakin. Turvallisuuden ja tekniikan osalta vaatimukset ovat myös samat. Biokaasua voidaan siirtää siirtoputkistoja pitkin tai säiliöautolla. Siirtoputkistoissa käytetään korkeintaan 4 baarin painetta. Siirtoputken rakennuskustannukset riippuvat pitkälti maastosta. Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n vuonna 2001 rakennuttama 3,8 km pitkä putkisto Koukujärven kaatopaikalta Nokialle maksoi yli 340 000 €. /10/

Vuonna 2001 Jyväskylän Energia rakensi 1 908 m pitkän muoviputkiston Mustankorkean kaatopaikalta Keltinmäkeen. Keltinmäessä kaasu poltetaan ja hyödynnetään kaukolämpönä. Paine putkistossa on minimissään 0,5 baaria. Investointikustannukset olivat n. 220 000 €. /10/

4.6 Tankkauspaikat

Tankkaukseen on olemassa kaksi eri menetelmää. Kompressorijärjestelyyn perustuva tapa on yksinkertainen, mutta hidas. Kaasu siirretään matalapaineisesta kaasuverkosta suoraan auton säiliöön ja tankkaus kestää vähintään 6 tuntia. Nopeammalla paine-eroon perustuvalla menetelmällä, tankkaus kestää ainoastaan 3–6 min. Paine-ero kaasuaraston ja tankin välillä saadaan aikaan kompressorilla tai suurehkolla kaasuarastolla, jonka paine on suurempi kuin ajoneuvosäiliöiden täyttöpaine. /10/

4.7 Biokaasuautot

Kaasuautoja on runsaasti ympäri maailmaa ja useimmilla autovalmistajilla on valikoimassaan kaasua käyttäviä autoja. Ruotsissa on käytössä ns. bi-fuel-autoja, jotka käyttävät kaksipolttoainejärjestelmää, mikä mahdollistaa lyijyttömän bensiinin tai metaanin

käytön polttoaineena yhtäaikaan. Kuljettaja voi itse katkaisijaa kääntämällä valita, kumpaa polttoainetta hän käyttää. /10 ; 11/

Tänä päivänä kaupallisessa käytössä on neljä erityyppistä metaanimootoria. Yleisin on pelkästään metaanille soveltuva ns. otto-moottori, joka on bensiinimoottori, jonka puristussuhdetta on kasvatettu 50 % normaaliin bensiinimoottoriin verrattuna. Tämän on mahdollistanut metaanin korkea oktaaniluku, joka on 120. Helsingissä on käytössä 77 otto-moottorilla varustettua maakaasubussia. EU:n markkinoilta löytyy kahdeksan valmistajaa ja yli 50 mallia linja-autoille sekä 30 rekkamallia kuudelta eri valmistajalta. /10/

Henkilöautokäyttöä varten valmistetaan miltei ainoastaan bi-fuel-autoja. BMW toi markkinoille v. 1995 ensimmäiset sarjavalmitteiset bi-fuel-autot, ja Volvo seurasi seuraavana vuonna perässä. Nykyään Ruotsin ja Saksan markkinoilta on n. 20 sarjavalmitteista bi-fuel-autoa. Näissä autoissa on kaksi erillistä polttoainetankkia ja polttoaineen syöttöjärjestelmää. Metaani varastoidaan 200 ilmankehän paineeseen. Polttoaineen valinta tapahtuu nappia painamalla ja sen voi vaihtaa kesken ajonkin, eikä se kestä kuin murto-osasekunten. Ajoltaan polttoaineissa ei ole eroa, mutta päästöissä on dramaattiset erot. /10/

Kahta muuta moottorityyppiä ei tällä hetkellä ole saavana kuin ainoastaan Yhdysvalloista raskaiden ajoneuvojen markkinoilta. Ns. Dual-fuel-dieselissä käytetään diesel-moottoria, jossa ilman sijasta puristetaan metaania ja sytytys tapahtuu nestemäisellä polttoaineella. Nestemäistä polttoainetta eli dieseliä tarvitaan vain 10 %, ja loput 90 % on metaania. Dual-fuel-mootoreissa on korkeampi hyötysuhde kuin otto-mootoreissa, mutta huonona puolena on se, ettei metaani riitä ainoastaan polttoaineeksi. Neljäs moottorityyppi on metaanille optimoitu mikroturbiini eli pieni kaasuturbiini. /10/

Biokaasautot ovat vähintään yhtä turvallisia kuin bensiini- tai dieselautot. Saksassa tehdyissä törmäystesteissä eri polttoaineita sisältäviä tankkeja singottiin seinään ja todettiin, että bensiiniä ja dieseliä sisältävät tankit syttyivät tuleen metaania sisältäviä tankkeja helpommin. Testeissä tankkeja on altistettu mm. äärimmäisille lämpötiloille, korkealle paineelle, luodin osumille ja tulelle. Tankeissa on turvaventtiili, joka sulkee kaasunsyötön jos tankki rupeaa vuotamaan. /10/

4.8 Esimerkkejä biokaasun liikennekäytöstä

4.8.1 Ruotsi

Ruotsi on biokaasun liikennekäytön edelläkävijä maa maailmassa. Ruotsissa biokaasua hyödynnetään liikennekäytössä 11 kunnassa. Linköping oli ensimmäinen kunta, jonka paikallisbussit rupesivat käyttämään pelkästään biokaasua. Vuonna 2002 ajoneuvobiokaasun kulutus oli n. 3,3 milj. Kaasu tuotetaan yhteismädättämössä elintarviketeollisuuden teurastamojätteistä ja eläinten lannasta. Biokaasun testaus

suoritettiin vuosina 1989–1993 viidellä Scania-bussilla. Hyvien tulosten ansiosta biokaasuautokantaa kasvatettiin 20. Tankkausasemalla on paine-eroon perustuva tankkausjärjestelmä, joka mahdollistaa 28 bussin samanaikaisen tankkauksen. Tänä päivänä busseja on 68 ja henkilöautoja 150, jotka kuluttavat n. 8000 m³ biokaasua päivittäin. /10 ; 11/

Tukholman Bromman jätevedenpuhdistamolle valmistui v. 2001 kaasunpuhdistamo, joka tuottaa vuosittain 1,5 milj. m³ biokaasua. Tukholmassa on tällä hetkellä neljä biokaasun tankkausasemaa, joista yksi on Brommassa ja kolme huoltoasemaketjujen yhteydessä. Tällä hetkellä Tukholmassa on vajaat 500 biokaasulla toimivaa kulkuneuvoa, mutta tavoitteeksi on asetettu 3 000 kulkuneuvoa. /10 ; 11/

Göteborgissa on seitsemän tankkausasemaa ja vuosittainen tuotanto on n. 5 milj. m³, josta osa on maakaasua. Biokaasuajoneuvoja on 1490. /10/

4.8.2 Italia, Sveitsi ja Ranska

Italiassa Rooman kaupungissa otettiin käyttöön kaksi kuorma-autoa jätteenkeräystä varten 90-luvun puolivälissä. Tänä päivänä kaupungilla on käytössä 12 biokaasulla toimivaa jäteautoa ja tankkausasemia on kahdeksan. /10/

Sveitsin kaasuyhdistys on rakentanut 30 tankkausasemaa. Viime vuoden lopulla avattiin 100:s tankkausasema. Sveitsissä on käytössä 600 henkilöautoa ja 9 kuorma-autoa, jotka käyttävät polttoaineenaan biokaasua. /10/

Pohjois-Ranskassa Lillissä ensimmäinen biokaasubussi otettiin käyttöön v. 1994. Nykyään busseja on 124 ja lisää on tulossa. Biokaasua tuotetaan Lillissä jätevedenpuhdistamon lietteestä. Vuosittainen tuotanto on noin miljoona kuutiota. /10/

5 BIOKAASUN HYÖDYNTÄMISKOHTEET TULEVAISUUDESSA

5.1 Biokaasun hyödyntäminen liikenteessä

Eniten biokaasua tulisi tulevaisuudessa hyödyntää liikenteessä. EU:n polttoainedirektiivi velvoittaa, että biopolttoaineiden osuus olisi 5,75 % liikennepolttoaineista v. 2010. Muihin biopolttoaineisiin, kuten biodieseliin tai bioetanolin verrattuna biokaasu on ehdottomasti paras. Sen tuotantopotentiaali on suurin ja se pärjää elinkaari vertailuissakin parhaiten. Lisäksi se on hajuton ja sen päästöt ovat alhaiset. Biokaasuauton päästöt ovat ainoastaan alle 10% verrattuna bensiini- tai dieselautoihin. /3 ; 4/

Liikenne on suurimpia saastuttajia maassamme. Niinpä biokaasun polttoainekäyttöä lisäämällä saisimme tieliikennepäästötkin putoamaan ja voitaisiin merkittävästi alentaa kasvihuonekaasupäästöjämme.

Biokaasuautokannan luominen maahamme vaatii paljon investointeja ja kannustimia eri puolilta yhteiskuntaa. Tämä ei tapahdu vuodessa eikä kahdessaakaan vaan vaatii pitkää työtä ja ihmisten asenteiden muuttumista. Autokannan kasvattaminen vaatisi uusia tankkausasemia, siirtoputkistoja, tuotantolaitoksia ja ennen kaikkea halua aloittaa saasteettomampi tulevaisuus.

5.1.1 Biokaasuajoneuvojen hankinta

Biokaasulla toimivia ajoneuvoja ei tällä hetkellä saa Suomen markkinoilta. Suomen ensimmäisen biokaasuauton Volvo V70 bi-fuel-biokaasuauton hankkinut Erkki Kalmari osti autonsa Volvon maahantuojan avustuksella Ruotsista. Suomen biokaasuautokannan luomiseksi olisi pakollista, että Suomen autokaupat ottaisivat valikoimiinsa biokaasuajoneuvoja. Näin saataisiin varmasti kiinnostusta heräämään, ja kynnys ostaa auto alenisi huomattavasti. Aluksi autojen hankkiminen tapahtuisi esimerkiksi Ruotsista tai Saksasta. Lisäksi normaalien henkilöautojen muuntaminen biokaasulle sopivaksi on oma haasteensa ja siihen olisi hyvä pyrkiä vasta myöhemmin. Tietysti olisi erittäin hyvä asia, mikäli osa henkilöautoista muunnettaisiin biokaasulle sopiviksi.

Biokaasuajoneuvoja voisi aluksi hankkia esimerkiksi joukkoliikenteeseen. Suurimpien kaupunkien esim. Helsingin, Turun, Tampereen, Oulun ja Jyväskylän joukkoliikenteisiin voisi hankkia muutaman linja-auton jokaiseen. Helsingillä on jo kokemusta maakaasubussien käytöstä ja kokemukset ovat olleet hyviä. Biokaasubusseilla saataisiin lisää näkyvyyttä ja kannattavuutta. Se voisi jopa lisätä joukkoliikenteen käyttöä hieman.

Taksit olisivat myös erittäin hyvä kohderyhmä ja niiden avulla saisi varmaan paljon kokemusten ja tiedon vaihtoa ihmisten välillä. Takseilla tulee paljon ajokilometrejä vuoteen, siksi huoltotoimenpiteet tulisivat ajankohtaisiksi ja niiden kehittäminen pääsisi alkuun. Tällä hetkellä huoltopalveluita saa ainoastaan Volvolta Suomessa, joten eri automerkkien huoltopalveluita tarvittaisiin myös. Takseja myös uusitaan muutaman vuoden välein, joten olisi mielenkiintoista nähdä, miten käytetyt takset menisivät kaupaksi. Juuri tämä käytettyjenautojen kauppa toisi biokaasuautoja pienituloisten keskuuteen, ja se voisi olla juuri se kannustin, mitä tarvittaisiin, että biokaasuautobuumi käynnistyisi.

Eräs mielenkiintoinen ryhmä olisi yritysten käyttämät henkilöautot. Biokaasuautoilla yritykset antaisivat positiivises kuvan itsestään, ja se voisi käynnistää biokaasuautojen hankinnassa ketjureaktion yritysten välillä.

Raskaaseen liikenteeseenkin tulisi hankkia muutamia ajoneuvoja. Jäteautot soveltuisivat tähän hyvin, samoin rekka- ja kuorma-autojakin voisi hankkia muutaman. Taulukossa 30 on esitetty saatavilla olevia biokaasuautoja /10/.

Taulukko 30 Biokaasuautoja Euroopan markkinoilla

| Automerkki | Mallien lukumäärä |
|---------------|-------------------|
| Audi | 8 |
| Fiat | 24 |
| Mersedes-Benz | 17 |
| Nissan | 10 |
| Opel | 12 |
| Toyota | 13 |

5.1.2 Tankkausasemien rakentaminen

Biokaasuajoneuvojen hankinta edellyttää tankkausasemien rakentamista eri puolille Suomea. Tällä hetkellä melkein ainoa tankkausasema löytyy Laukaasta Erkki Kalmarin maatilalta. Kalmarin tilan biokaasureaktori kykenisi tuottamaan biokaasua 13 autolle, ja sillä päästäisiin jo hyvin alkuun.

Tankkausasemia voisi aluksi rakentaa pääkaupunkiseudulle ja suurimpien kaupunkien yhteyteen. Alkuun olisi varmaan hyvä rakentaa pienempiä asemia, joita voisi sitten laajentaa, mikäli biokaasuautojen määrä kasvaisi.

Tankkausasemien hintaan vaikuttaa eniten niiden kapasiteetti ja sijainti. Osa tankkausasemista tulisi rakentaa biokaasulähteen, kuten jätevedenpuhdistamon yhteyteen, sillä siirtoputkistojen rakentaminen on suhteellisen kallista ja putkiston hintaan vaikuttaa myös maaston vaikeus. Keskimääräinen hinta putkelle on n. 100 000 €/km . /10/

Tankkausasemat voisivat olla rakenteeltaan samanlaisia kuin maakaasun tankkausasemat. Investointikustannuksiin sisältyvät kompressori, jakelulaitteisto, välivarastot ja itse rakennustyöt. Investointikulut jakelulaitteistolle, jossa on yksi letku, ovat n. 25 000 €, ja kahdelle letkulle 40 000 €. Yhdellä letkulla voitaisiin tankata n. 40 autoa päivässä. Se riittäisi varmasti alkuun hyvin. Rakennuskustannukset ovat tankkausaseman koosta riippuen 20 000-100 000 € /10/

Varastointiin käytävät säiliöt ovat tyypillisesti joko makaavia tai pallomaisia. Makaavat säiliöt ovat pienempiä, mutta huomattavasti edullisempia. 100 m³:n makaava säiliö maksaa n. 7 000 € ja vastaavan kokoinen pallomainen säiliö n. 50 000 €. Makaavia säiliöitä saa aina 100 m³:iin asti ja pallomaisia säiliöitä jopa 2000 m³:iin saakka. /10/

Käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat n. 5 % kompressorin investointikustannuksista. Energiakulut tulevat kompressorin sähkömoottorin pyörittämisestä. Pienillä asemilla polttoaineen hintaan vaikuttaa suuresti juuri investointikustannukset, kun taas suuremmilla asemilla kaasun hankinta- ja energiankulutuksen kustannukset vaikuttavat enemmän. Pienillä asemilla kokonaiskustannukset voivat olla 3–6 €/MWh, kun taas suuremmilla se voi pudota jopa 0,7 €/MWh. Ruotsissa rakennettujen tankkausasemien kokonaiskustannukset ovat olleet n. 300 000–1 000 000 € asemaa kohden. /10 ; 11/

5.1.3 Biokaasun hinnoittelu

Biopolttoaineen hinta riippuu investointi- ja tuotantokustannuksista. Hinnan täytyy olla tasolla, jolla saadaan takaisinmaksua laitokselle ja mielellään edullisempi kuin bensiinin tai dieselin hinta, sillä muuten se ei tule herättämään kiinnostusta. Biokaasun hinta on erittäin kilpailukykyinen fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna, sillä biokaasulla ei ole polttoaineveroa, eikä sen hinta heilahtelee niin helposti. /11/

Koska biokaasua tankataan kuutiometreissä ja bensiiniä litroissa, on hyvä, että niillä on jokin vertailuarvo. Metaanikuutio sisältää hieman enemmän energiaa kuin bensiinilitra, joten vertailukelpoiseksi hinta saadaan, kun metaanin kuutiohintaa jaetaan luvulla 1,13. Tämä vastaa bensiinilitran hintaa ja sitä kutsutaan bensiiniekvivalentiksi, ja siihen on helppo verrata biokaasun hintaa. Taulukossa 31 on esimerkkejä Ruotsin biokaasun hinnoittelusta. /10/

Taulukko 31 Ruotsin kaupunkien kustannustietoja ja myyntihintoja /10/

| Kaupunki | Tuotantomäärä m ³ | Tuotantokustannus €/m ³ | Myyntihinta €/m ³ | Bensiiniekvivalentti €/l |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Tukholma | 4 500 000 | 0,7 | 0,9 | 0,80 |
| Trollhättan | 600 000 | 0,2 | 0,61 | 0,54 |
| Uppsala | 2 000 000 | 0,6 | 0,85 | 0,85 |
| Linköping | 3 000 000 | 0,55 | 0,83 | 0,83 |

5.1.4 Biokaasun riittävyys liikenteeseen /10 ; 11/

2 m³ biokaasua ~ 1 m³ metaania ~ 1 l öljyä ~ 10 kWh

Henkilöautoon tankataan kerralla 15 m³ biokaasua, pakettiautoon 30 m³ ja busseihin 150–200 m³. Henkilöauton tankillisella ajaa n. 300 km. Henkilöautoilla ajetaan keskimäärin 20 000 km/a ja busseilla vuoteen saattaa tulla jopa 100 000 km.

Liikenne käytössä biokaasun metaanipitoisuus on yli 90 % ja syntyvässä biokaasussa metaania on n. 40–70%, joten sitä tarvitsee keskimäärin kaksinkertainen määrä.

Esimerkiksi henkilöautolla, jolla ajaisi vuodessa 20 000 km, tarvittaisiin biokaasua

$$20\,000\text{ km} = 2000\text{ m}^3$$

$$300\text{ km}/15\text{ m}^3 \cdot 2$$

Vuonna 2005 ylijäämäpoltettiin peräti 35 % tuotetusta biokaasusta, mikä on n. 50 milj. m³ ja tällä määrällä tankkaisi yli 20 000 henkilöautoa vuoteen. Ämmässuon kaatopaikka tuottaa yli kolmanneksen koko maan biokaasusta ja määrä on n. 64 milj. m³, mistä hyödynnettiin v. 2005 ainoastaan 56 %. Ylijäämäkaasua syntyi siis n. 28 milj. m³, jolla voitaisiin tankata reilu 10 000 henkilöautoa vuodessa. Maatilojen keskimääräisellä lannan tuotannolla tankkaisi 2–6 henkilöautoa vuoden ajan ja hehtaarin heinäsadolla 1–2 henkilöautoa. Tämän hetkinen biokaasun tuotanto riittäisi helposti usealle tuhannelle autolle, joten alkuun päästäisiin helposti.

5.2 Muu biokaasun hyödyntäminen

Biokaasua syntyy kaikkialla ja mitä enemmän sitä kerätään talteen ja hyödynnetään sen parempi. Biokaasun sisältämä metaani on 21 kertaa pahempi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi, joka sekin on kasvihuonekaasu. Molemmat kaasut ovat lisäksi pahimpia ilmaston lämpövaikutuksen aiheuttajia. Sen vuoksi biokaasu on kerättävä talteen. Biokaasun tuotannolla ja hyödyntämisellä on paljon positiivisia vaikutuksia.

5.2.1 Energiaomavaraisuuden parantaminen biokaasulaitoksilla

Biokaasua jää tällä hetkellä hyödyntämättä aivan liikaa. Vuonna 2005 hyödynnettiin 65 % tuotetusta biokaasusta, mutta helposti saavutettava tavoite on 75 %. Hyödyntämällä biokaasua paremmin voitaisiin laitosten energiaomavaraisuutta parantaa merkittävästi. Ostosähkön osuutta voitaisiin korvata omalla tuotannolla, sillä sähköyhtiöt maksavat aika vähän tuotetusta sähköstä. Tästä syystä kannattavaa olisikin myydä vain ylituotantoa ja käyttää mahdollisimman paljon biokaasua omaan sähkön ja lämmön tarpeeseen.

5.2.1.1 Kaatopaikat ja jätevedenpuhdistamot

Jätevedenpuhdistamoilla hyödynnettiin peräti 86 % tuotetusta biokaasusta ja tulevaisuudessa hyötyaste tulisi pitää samalla tasolla. Kaatopaikoilla hyödynnettiin 59 % tuotetusta biokaasusta. Tulevaisuudessa tulisikin keskittyä kaatopaikkapumppaamoiden hyötyasteen parantamiseen. Hyödyntämisaste tulisi nostaa ainakin 70 %:iin ja se olisi realistinen tavoite. Kaatopaikoilla muodostuu eniten biokaasua, ja hyödyntämisen parantaminen on tästä syystä erittäin tärkeää.

5.2.1.2 Maatilat

Suomessa on tällä hetkellä ainoastaan kuusi maatilaa, joissa on biokaasulaitos. Maatiloja sen sijaan oli vuonna 2006 n. 69 000, joissa keskimääräinen pellon koko oli n. 33,3 hehtaaria ja vuotuinen energiankulutus n. 150 MWh. /2/

Biokaasulaitoksen rakentaminen maataloille olisi erittäin hyvä ja kannattava sijoitus. Eräiden arvioiden mukaan maataloista saataisiin täysin energiaomavaraisia ja biokaasulaitoksen investointien takaisinmaksuaika olisi lyhimmillään n. 5 vuotta. Maatilan koko, eläinten määrä, viljelypellon koko yms. vaikuttavat paljon takaisinmaksuun, mutta keskimäärin jokainen tila kykenisi maksamaan ainakin 90-prosenttisesti itsensä takaisin. /2/

Maatilojen tuottamasta lannasta n. 99,9 % levitetään pelloille ja vain 0,1 % käsitellään laitosmaisesti. Lannan biokaasupotentiaali on 200–900 m³/t lannan mukaan. Yhdellä tilalla keskimääräinen lannan tuotanto on n. 5 000–25 000 kg vuodessa ja siitä saatava biokaasun määrä olisi n. 1 000–22 500 m³. Tämä vastaisi n. 5–110 MWh energiaa ja sillä kattaisi suuren osan tilan energian tarpeesta. On kuitenkin selvää, ettei kaikkea lantaa pystytä keräämään, mutta ainakin perusenergianlähteenä se olisi paras, ja osa syntyvästä lannasta tulisi käyttää biokaasun tuottamiseen. Lisä raaka-aineina voisi käyttää etenkin viljelykasveja, sillä niiden biokaasun tuotantopotentiaali on suurin. /2/

5.3 Biokaasun tuottaminen tulevaisuudessa

Kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoilla tuotetaan suurin osa biokaasustamme ja tulevaisuudessa asia tulee olemaan samoin. Suomessa on 33 kaatopaikkapumppaamoja, mutta uusien kaatopaikkojen rakentamisen myötä niiden määrä saattaa nousta yhteensä n. 50:een tulevaisuudessa. Vaikka kaatopaikkoja rakennettaisiin lisää, biokaasun tuotanto tuskin nousee siellä räjähdysmäisesti, sillä tulevaisuudessa jätteiden määrä saattaa jopa laskea. /4 ; 12/

Jätevedenpuhdistamoita on 15 ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoita 3, mutta biokaasulaitosten määrä puhdistamoilla ei lisäännä paljoa tulevaisuudessa, sillä väestön määrä kasvaa hitaasti ja sitä kautta jäteveden määrä.

Tällä hetkellä selvästi suurin biokaasun tuotantopotentiaali on peltobiomassoilla. Kasvien käyttäminen rehuksi tai kaasun tuottaminen lannasta ei ole läheskään yhtä tehokasta kuin tuotanto suoraan kasvimateriaaleista. Tulevaisuudessa tulisi keskittyä juuri kasvien hyödyntämiseen ja viljelemiseen. Taulukossa 32 on esimerkkejä eri kasvien tuotantopotentiaaleista.

Taulukko 32 Kasvien tuotantopotentiaaleja /2/

| Kasvi | Sato (t _{ka} /ha) | Metaanisaanto (m ³ /ha) | Energiasaanto (MWh/ha) | Henkilöauto ajokilometrien määrä (km/ha) |
|-------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|--|
| Ruokohelpi | 9–10 | 2 970–3 300 | 29–32 | 37 100–41 300 |
| Heinäseos | 7–8 | 2 490–2 840 | 24–28 | 31 100–35 500 |
| Rehukaali | 6–8 | 1 730–2 300 | 17–22 | 21 600–28 800 |
| Puna-apila | 4–5 | 1 070–1 340 | 10–13 | 13 400–16 700 |
| Rypsin olki | 2 | 440 | 4 | 5 500 |

Kesannot ja viljelemättömät pellot olisivat ihanteellisia kasvien viljelylle ja niitä on arvioitu olevan Suomessa jopa 200 000–500 000 ha. Huonolaatuinenkin maa soveltuu uusien energiakasvien viljelylle, eivätkä kasvit tarvitse juurikaan lannoitteita. Lisäksi jos biokaasun tuotantoprosessin läpikäynyt lopputuote palautettaisiin pelloille, saavutettaisiin lähes täydellinen ravinteidenkierto ja lannoituksestakin tulisi lähes tarpeetonta.

Ruokohelpi olisi kaikkein potentiaalisin kasvi biokaasun tuotantoon. Ruokohelpeä viljeltiin kesällä 2005 n. 10 000 hehtaarilla. Ruokohelven viljely on suhteellisen helppoa, eikä se vaadi isoa työpanosta. Heinäseos ja muut yleiset viljelykasvit kuten ohra, vilja, ruis yms. olisivat myös hyviä kasveja biokaasun tuotannossa ja niiden avulla saataisiin tuotettua paljon lisää biokaasua. Näin tyhjät kesannot ja pellot saisivat hyvän käyttötarkoituksen ja kasvien viljely loisi paljon uusia työpaikkoja maaseudulle. Lisäksi uusien maatilojen rakentaminen tulisi ajankohtaiseksi ja biokaasukaasulaitosten määrä saataisiin kasvamaan.

6 PÄÄTELMÄT

Mielestäni biokaasun tulevaisuuden näkymät ovat erinomaiset. Biokaasua syntyy kaikkialla ja sitä voidaan hyödyntää useassa käyttökohteessa. Keräämällä biokaasua talteen pienennämme kasvihuonekaasu päästöjämme hiilidioksidin ja metaanin osalta. En näe mitään esteitä sen hyödyntämiselle tulevaisuudessa. Toivonkin, että yhä useammasta biokaasulaitoksesta tulee energiaomavaraisia ja että maaseudulle saadaan lisää maatiloja, jotka tuottaisivat biokaasua. Joukkoliikenteessä olisi mukava nähdä biokaasubusseja ja uusien biokaasuhenkilöautojen näkeminen tulevaisuudessa olisi mieltuisaa.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Hakola, Paula, Bioenergia-alan innovaatiojärjestelmän kehitys Tampereen seudulla. Tampereen yliopisto. Yhteiskuntatieteiden tutkimuslaitos. Tampereen yliopistopaino. Tampere 2003. 63 s.
- 2 Helin, Jukka – Luoma, Hanna – Peltonen, Sari – Teräväinen, Hanne, Maatilayrityksen bioenergian tuotanto. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja nro 1027. Kirjapaino Otava Oy. Keuruu 2006. 94 s.
- 3 Toivanen, Kristiina – Kamaja, Mari, Biopolttoaineen osuus kymmeneen prosentteihin. Aamulehti, Kotimaa A 8. 30.3.2007.

Sähköiset lähteet

- 4 Suomen biokaasuyhdistys. [www-sivu]. [viitattu 20.1.2007] Saatavissa: <http://www.biokaasuyhdistys.net/docs/Rek9.pdf>
- 5 Biokaasufoorumi . [www-sivu]. [viitattu 21.1.2007] Saatavissa: <http://www.biokaasufoorumi.fi/>
- 6 Valtion ympäristöhallinnon verkkosivu. [www-sivu]. [viitattu 15.1.2007] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/>
- 7 Väisänen, Petri – Salmenoja, Jarkko. Biokaasun muodostuminen ja sen hallittu käsittely kaatopaikoilla. [www-sivu]. [viitattu 17.1.2007] Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/docs/kaatgas.pdf>
- 8 Biokaasuauto.com. [www-sivu]. [viitattu 18.2.2007] Saatavissa: <http://www.biokaasuauto.com/>
- 9 Tilastokeskus. [www-sivu]. [viitattu 3.3.2007] Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/khki/tau.html>
- 10 Uusi-Penttilä, Pauliina, Biokaasun liikennekäyttö Jyväskylän seudulla. [www-sivu]. [viitattu 15.3.2007] Saatavissa: <http://www.jyvaskyla.fi/liikenne/kestava/files/biokaasu052004.pdf>
- 11 Lampinen, Ari, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteidenlaitos, Biokaasun liikennekäyttö Ruotsissa [www-sivu]. [viitattu 18.3.2007] Saatavissa: http://www.biokaasuauto.com/artic/Ruotsin_liikennekaytto.pdf

Painamattomat lähteet

- 12 Biokaasua energiaksi ja euroiksi. VHS-videokasetti. 2003.