

**BIOKAASULAITOS
UUSIUTUVAA ENERGIAA BIOJÄTTEESTÄ**

Eveliina Rousu

Opinnäytetyö

Tekniikka ja Liikenne
Rakennustekniikka
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne
Rakennustekniikka

Tekijä	Eveliina Rousu	Vuosi	2015
Ohjaaja	Petri Kuisma		
Työn nimi	Biokaasulaitos – Uusiutuvaa energiaa biojätteestä		
Sivu- ja liitemäärä	40 + 0		

Insinöörityön tavoitteena oli tarkastella uuden anaerobisen mädätyslaitoksen, toisin sanoen biokaasulaitoksen toimintaperiaatetta, biokaasun syntyä ja siitä saatavaa uusiutuvaa energiaa. Opinnäytetyö toimii tietopakettina, jossa kuvataan laitoksen toimintaprosessi.

Aloitin työt biokaasulaitoksella kevättalvella käyttöönottojakson aloitushetkellä. Laitoksen rakentamisvaihe oli maaliskuun alussa hyvällä mallilla ja koejakso päästiin aloittamaan sovitusti. Mädätys säiliöt pumpattiin täyteen lietettä ja biojätteen syöttö käynnistettiin maltillisesti. Reaaliaikaisen tiedon keruu ja raportointi alkoi. Päivittäin otettiin näytteitä biokaasusta, mädätteestä sekä syötettävästä biojätteestä, mahdollisia ongelmakohtia ratkottiin ja puutteita paranneltiin. Osallistuin käyttöhenkilöstölle järjestettyihin koulutuksiin ja päivittäisiin palaveriin. Haastatteluilla sain tarvittavan tiedon biokaasulaitoksen toimintaperiaatteesta ja prosessin kulusta.

Seurasin vierestä erittäin teknillisesti toteutetun laitoksen toimintaa. Keräsin tarvittavia tietoja niin sanottuina viikkotrendeinä. Opinnäytetyössä huomioin materiaalin neljän kuukauden ajalta. Oleelliset muutokset laitoksen toiminnan kehityksessä tapahtui kesän aikana ja se on havaittavissa kasvavana biojätteen syöttönä ja biokaasun tuotannon määränä. Biojätteen syöttömäärä lähes kymmenkertistui neljän kuukauden aikana 3,4 tonnista 30 tonniin. Kaasun tuotannon kasvu ei yhtä hurjaa ollut, mutta kuitenkin keskimääräisestä 7500 m³:stä tuotanto nousi reiluun 10 000 m³:iin. Prosessinvalvontajärjestelmän kanssa oli aika ajoin ongelmia, joten raportoinnissa on muutamia aukkoja. Tosin nämä eivät vaikuttaneet oleellisesti tuloksiin tai johtopäätöksiin tässä työssä.

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Civil Engi-
neering

Author	Eveliina Rousu	Year	2015
Supervisor	Petri Kuisma		
Subject of thesis	Anaerobic Digestion Plant – Renewable Energy from Bio-Waste		
Number of pages	40 + 0		

The goal of the thesis was to examine the new anaerobic digestion plant principle, biogas emergence and renewable energy. The thesis works as an information kit, which describes the function of the process.

The biogas test period was started in the late winter 2015. The construction work was in good shape in March, and the test period was started as agreed. The digesters were pumped full of sludge and bio-waste feed was activated a moderate. A data collection and the reporting began. Samples from biogas, digestate and bio-waste were taken daily. Potential problems were solved and the shortcomings were improved. During the spring the operating staff training and meetings were held. The necessary information about the operating principle of the anaerobic digestion plant was collected through interviews.

Material from April over to the end of August was used in this thesis. The development of the process took place during the summer and this is detectable as a growing bio-waste input and as the amount of biogas production. The bio-waste feeding amount increased during the four months from 3.4 tons to 30 tons. The gas production growth has not been equally furious, but it rose from 7500 m³ to just over 10 000 m³. There were some problems with the process control system (PCS), so that is the reason for some gaps in the reporting. However, they do not materially affect the results or conclusions of this thesis.

Key words

bio-waste, digestion, biogas, renewable energy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TIETOPERUSTA BIOKAASULAITOKSESTA	9
2.1	Tietoperusta	9
2.2	Biokaasulaitos pähkinänkuoressa.....	9
2.3	Vaatimukset ja luvat.....	10
3	BIOKAASULAITOKSEN TOIMINTAPROSESSI	12
3.1	Toimintaperiaate	12
3.2	Biojätteen kiertokulku.....	13
3.3	Mädätys säiliöt ja syöttö.....	14
3.4	Mädätysprosessi.....	17
3.5	Mädätys silloiden tyhjennys	17
4	BIOKAASU	19
4.1	Biokaasusta yleisesti.....	19
4.2	Biokaasun tuotanto	20
4.2.1	Biokaasun tuotanto Suomessa	20
4.3	Biokaasun laatu	21
4.3.1	Syntyvä rikki ja rikinpoisto.....	22
4.3.2	Siloksaanit	23
4.5	Biokaasun varastointi.....	24
4.6	Tiivistevesi	25
4.7	Soih tupoltin	26
5	HUMUS JA ARVOKKAAT RAVINTEET	27
4.1	Humus	27
4.2	Fosfori.....	28
4.3	Typpi.....	28
6	UUSIUTUVA ENERGIA.....	30
6.1	Tilastotietoa ja tavoitteita	30
7	ÄMMÄSSUON BIOKAASULAITOKSEN KÄYTTÖÖNOTTOJAKSO.....	32
7.1	Kerätty aineisto.....	32
7.2	Tulosten yhteenveto	36
8	POHDINTA	37
	LÄHTEET	38

ALKUSANAT

Haluan kiittää Strabag Umwelttechnik GmbH:ta mielenkiintoisesta työympäristöstä Ämmässuon biokaasulaitoksella sekä arvokkaista tiedoista ja materiaalista opinnäytetyöni perustaksi.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Anaerobinen	Hapeton
CO ₂	Hiilidioksidi
CH ₄	Metaani
DS	Kuivien kiinteiden aineiden osuus
Evira	Suomen elintarvikevirasto
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut
H ₂	Vety
H ₂ O	Vesi
H ₂ S	Divetyysulfidi eli rikkivety
LTO	Lämmön talteenotto
MWh	Megawattitunti
N ₂	Typpi
NH ₃	Ammoniakki
O ₂	Happi
Ravinteiden kierrätys	Kierrossa olevien, ruoantuotannossa tarvittavien ravinteiden (erityisesti typen ja fosforin) talteenotto ja palauttaminen takaisin hyötykäyttöön.
t	Tonni (massan lisäyksikkö)
t/v	Tonna/vuodessa
VS/DS	Märkien/kuivien kiinteiden aineiden osuus

1 JOHDANTO

Suomessa syntyy vuosittain kymmeniä miljoonia tonneja biohajoavaa jätettä, jonka kierrätystä pitää tehostaa. Biokaasuteknologia on ympäristön ja ilmaston-suojelun kannalta erinomainen tapa käsitellä biojätteitä sekä tuottaa uusiutuvaa energiaa ja kierrätysravinteita. Biokaasu mahdollistaa biojätteiden, jätehuollon, energiantuotannon, maatalouden ja ruoantuotannon suljetun kierron. (Biovakka 2015.)

Euroopan suurin biokaasun tuottaja on Saksa. 80 % kaikista maailman biokaasuntuotantolaitoksista sijaitsee Saksassa, jossa on lähes 6000 biokaasuntuotantolaitosta. Biokaasun käytössä Suomi on vielä alkutaipaleella, mutta tuotanto on kuitenkin merkittävästi lisääntynyt 1990-luvun puolivälistä lähtien. (Biovakka 2015.)

Lämpenevä ilmasto ja tietoisuus niukkenevista uusiutumattomista energiavaroista on pakottanut yhteiskunnat ja yritykset etsimään uusiutuvia ja kestäviä energiamuotoja. Suomessa pyritään tulevaisuudessa lisäämään uusiutuvan energian käyttöä Suomen energiastrategian mukaisesti. (Biovakka 2015.)

Biokaasulaitoksella uusiutuvista, biologisesti hajoavista orgaanisista aineista tuotetaan anaerobisesti, eli hapettomissa olosuhteissa metaanipitoista biokaasua. Laitoksen toiminnasta ei muodostu jätteitä, sillä kaikki prosessissa käytetyt tuotteet on mahdollista palauttaa luonnolliseen kiertoon. (Biovakka 2015.)

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskukseen on kuluneen vuoden aikana valmistunut biokaasulaitos, jossa biojätettä mädättämällä tuotetaan uusiutuvaa energiaa biokaasun ja kompostin muodossa. Opinnäytetyön tarkoituksena on kerätä ”tie-topaketti” Helsingin seudun ympäristöpalveluiden uuden biokaasulaitoksen toiminnasta sekä tarkastella biojätteen kiertoprosessia. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös anaerobista mädätysprosessia tulppavirtausmädättämissä.

Kyseinen tuotemerkki, LARAN® Tulppavirtausmädättämö TF 1800 on patentoitu biokaasulaitoksen suunnittelusta ja pääurakoinnista vastanneelle Strabag Umwelttechnik GmbH:lle.

Ämmässuossa sijaitseva biokaasulaitos on Pohjoismaiden suurin pelkästään biojätettä käsittelevä tuotantolaitos. Tehokas biojätteen käsittelyprosessi syntyy vuonna 2007 valmistuneen kompostointilaitoksen sekä 2015 valmistuneen biokaasulaitoksen yhteismuodostelmasta.

Lähes kaikki tarvittavat tiedot prosessin kulusta on kerätty Ämmässuon biokaasulaitoksella. Toimintaperiaatteeseen ja laitteistoon olen tutustunut henkilökohtaisesti työn ohella. Joka päivä koko käyttöönottojakson ajan pidettiin aamu- ja iltopäiväpalaverit, joissa kartoitettiin laitoksen tilanne, syöttö, tuotanto sekä mahdolliset ongelmakohdat. Muuta tietoa ja toiminnan tuloksia on mitattu, kerätty ja tulkittu suoraan laitoksen prosessinvalvontajärjestelmästä. Metaani-, rikki-, hiilidioksidi- ja happipitoisuuksia mitattiin alkuun ilmanlaatumittareilla laitoksen käyttöönottojakson yhteydessä, mutta myöhemmin tieto saatiin suoraan valvontajärjestelmästä. Mädäte- ja biojätenäytteitä otettiin kolmesta viiteen kertaa viikossa ja ne lähetettiin laboratorioihin analysoitavaksi. Opinnäytetyössä esitetyt tutkimustulokset on kerätty käyttöönottojaksolla huhtikuusta elokuun loppuun ennen laitoksen luovutusta HSY:lle.

2 TIETOPERUSTA BIOKAASULAITOKSESTA

2.1 Tietoperusta

Opinnäytetyössä tietoperustana toimivat itse kerätty reaaliaikainen tieto prosessin ohjausohjelmistosta ja mittalaitteilla käyttöönottojakson aikana. Paljon käytännön tietoa prosessin toiminnasta olen saanut kokoon perehtymällä asioihin paikan päällä, keskustelemalla urakoitsijoiden, työntekijöiden ja käyttöhenkilöstön kanssa sekä haastatteluilla.

Haastateltavana henkilönä toimi saksalainen diplomi-insinööri Torsten Baumann Strabag Umwelttechnik GmbH:lta. Hän ohjeisti minua tietosisällön ja kokonaiskuvan hahmottamisen kanssa. Herra Baumann toimi niin ikään tutorina opinnäytetyön aiheen ja sisällön luomisessa.

2.2 Biokaasulaitos pähkinänkuoressa

Ämmässuon biokaasulaitos on valmistunut vuonna 2015, käyttöönotto tapahtui saman vuoden keväällä ja urakka luovutettiin HSY:lle syksyllä testijakson jälkeen. Kaasuntuotannon on laskennallisesti osoitettu olevan jopa 6-8 miljoonaa m³/v ja biojätteen käsittelykapasiteettia 44 000 t/v. (HSY 2015b.)

Tämän hetken käsittelykapasiteetti kokonaisuudessaan on noin 60 000 t biojätettä. Tästä määrästä toteutuu noin 51 000 t, josta noin 35 000 t ohjataan mädätysprosessiin. Kuuden miljoonan kuution määrä biokaasua sisältää noin 30 000 MWh energiaa. (HSY 2015b.)

2.3 Vaatimukset ja luvat

HSY:n jätehuolto huomioi toiminnassaan ympäristövaikutusten hallinnan ja vähentämisen. Toimintaa ohjaavat ympäristöluvut, lait ja määräykset. Suomessa elintarvikevirasto Evira asettaa vaatimukset hyväksyttävälle biokaasu- ja kompostilaitoksille. Evira suorittaa myös valvonnan ja ylläpitää rekisteriä hyväksytyistä laitoksista. (HSY 2015d; Evira 2014.)

Jätteenkäsittely aiheuttaa helposti pöly- ja hajuhaittoja, jotka voivat sääoloista riippuen levitä kaatopaikan lähiympäristöön. Valtioneuvosto on antanut raja- ja ohjeavot ilman epäpuhtauksille. HSY huolehtii jätteenkäsittelykeskuksen alueella haisevien pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS), hengitettävien hiukkasten (PM10) sekä pienhiukkasten (PM2.5) mittauksista.

”Luokan kolme eläimistä saatavat sivutuotteet on biokaasulaitoksessa hygienisoitava 70 °C lämpötilassa vähintään 60 minuutin ajan. Käsiteltävän aineksen palakoko on oltava alle 12 millimetriä. Kompostoinnissa vaatimukset ovat samat. (Evira 2014; EY N:o 1069/2009.)

Ruokajätteen ja lannan käsittelyyn hyväksytään myös termofiilisellä lämpötila-alueella tapahtuva mädätys sekä kompostointi suljetussa laitoksessa, kun lämpötila on vähintään kahden viikon ajan yli 55 °C. Biokaasu- ja kompostointilaitoksissa voi käsitellä myös painesteriloituja luokan 2 sivutuotteita.” (Evira 2014; EY N:o 1069/2009.)

Laitoksen käsitellessä kasvimassaa tai jäteperäistä materiaalia, joka voi sisältää kasvitautinaiheuttajia ja laitoksen lopputuote saatetaan markkinoille, tarvitaan laitoshyväksyntä. Lannoitevalmistelaki 539/2006 asettaa vaatimukset lopputuotteelle. Tavallisimmin esille nousee vaatimusten mukainen riittävän alhainen E. coli-pitoisuus. Lisäksi biokaasulaitos tarvitsee kokoluokasta riippuen ympäristöviranomaisen tai aluehallintoviranomaisen myöntämän ympäristöluvan ammatimaiseen jätteen käsittelyyn. (Motiva 2013, 9.)

Uuden laitoksen rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa, jonka myöntää rakennusviranomainen. Kun kyseessä on biokaasulaitos, on lupa haettava myös kemikaalien varastointiin ja lisäksi tulee noudattaa asetusta (551/2009) maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. (Motiva 2013, 9.)

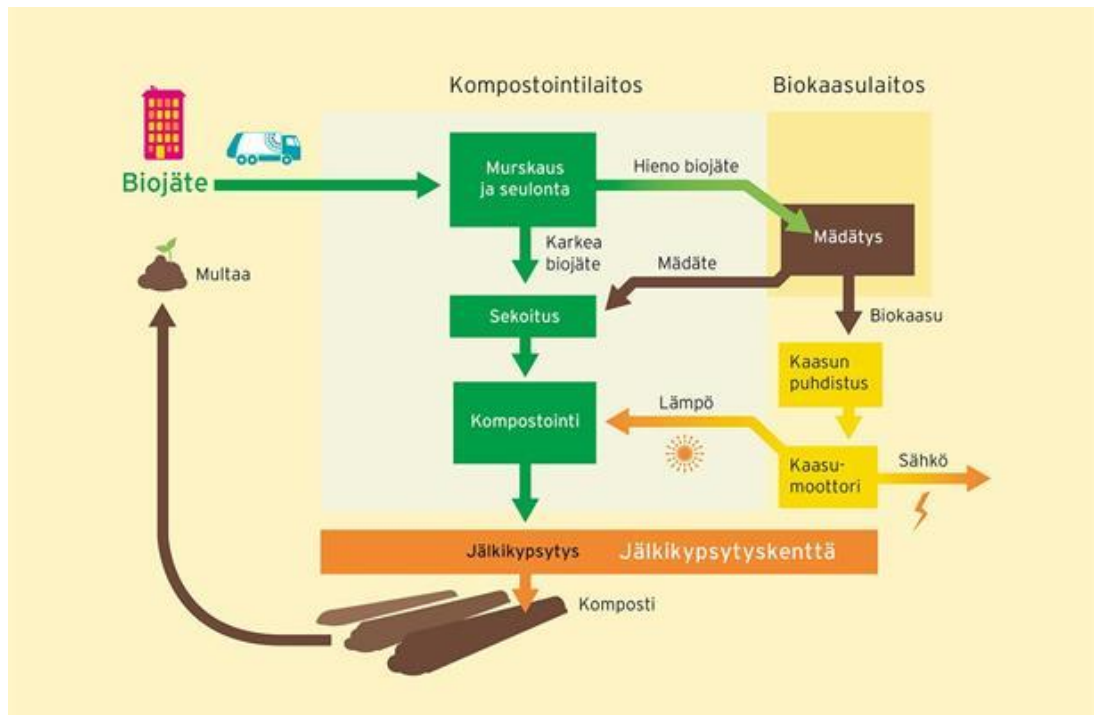
3 BIOKAASULAITOKSEN TOIMINTAPROSESSI

3.1 Toimintaperiaate

Anaerobisen mädätyslaitoksen prosessi on hyvin monimutkainen. Kokonaisprosessin vaiheet käyvät automaattisesti ja niitä valvotaan prosessinvalvontajärjestelmällä. (Ks. kuvio 1.)

Biojätteen käsittelyprosessi muodostuu komposti- ja biokaasulaitoksen yhteistoiminnasta. Toiminta perustuu osavirtamädätykseen, jossa kompostilaitoksella vastaanotettu biojäte jaetaan ominaisuuksiensa perusteella joko mädätykseen tai kompostointiin. Osavirtamädätys on kompostointia ekologisempi menetelmä ja tämän myötä biojätteestä saadaan hyötykäyttöön sen sisältämä energia. Humus sekä arvokkaat ravinteet kuten fosfori ja typpi voidaan palauttaa takaisin kiertoon, myös hajuhaitat ja jätevesipäästöt vähenevät. Molemmissa prosesseissa hyödynnetään aina sopivin osa biojätteestä. (HSY 2015b.)

Biokaasulaitoksen toiminnan perustana toimiva osavirtamädätys, jossa sekä mädätetään että kompostoidaan biojätettä, on osa KOMBI – kehittämisprojektia. Projektissa mallinnetaan yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa prosessin ajotapojen vaikutuksia jätevesien syntymiseen ja typen talteenottoon. Kompostoinnissa tutkitaan biohiilen lisäyksen vaikutuksia kompostointiprosessiin. Sen oletetaan vaikuttavan typen haihtumiseen hillitsevästi ja edistävän ravinteiden päätymistä hyötykäyttöön. Ympäristöministeriön rahoittama projekti kestää vuoden 2015 loppuun. (HSY 2015c.)



Kuvio 1. Biojätteen käsittelyn prosessikaavio (HSY 2015b.)

3.2 Biojätteen kiertokulku

Biojätteen varastointi- ja annostelujärjestelmä voidaan jakaa neljään osaan:

1. Esikäsitellyn biojätteen kuljetus siirtopisteestä hihnakuljettimilla biojättesiilon kippauspisteeseen.
2. Biojätteen varastointi portaalinosturilla kippauspisteestä biojätteen varastointisiiloon.
3. Biojätteen kuljetus portaalinosturilla varastosiiosta biojätteen annosteluyksikköön.
4. Biojätteen kuljetus annosteluyksiköstä mädättämöihin (MD-30C10/MD-30C20) kierukkakuljettimilla.

Kompostilaitoksella asiakkailta kerätty biojäte esikäsitellään eli murskataan ja seulotaan. Esikäsitelyn jälkeen biojätteen oletetaan olevan laajalti vapaa saastuttavista materiaaleista. Suunnittelussa häiritsevän materiaalin osuutta ei ole määritelty ja sen oletetaan olevan vähäistä. Hieno, raekooltaan kaksikulotteinen 40/60 mm biojäte ohjataan hihnakuljettimia pitkin mädätyslaitoksen biojätebunkkeriin, jossa kahmarinosturi annostelee biojätteen syöttöruuveille ja sitä kautta mädätyssäiliöihin (MD-30C10/MD-30C20). Annosteluyksikön kapasiteetti on noin 12m³. Normaaliajossa nosturin tulisi pitää annosteluyksikön täyttötaso < 60 %. (Baumann 2015; HSY 2015b.)

Kompostilaitoksella murskauksen ja seulonnan jälkeinen karkea biojäte päätyy sekoitukseen yhdessä mädätyskiertoprosessin tyhjennyksessä poistuvan mädätteen kanssa. Karkea biojäte ja mädäte sekoitetaan ja kompostoidaan. Biojättestä noin 70 % ohjataan mädätysprosessiin ja 30 % suoraan kompostointiin. (HSY 2015b)

3.3 Mädätyssäiliöt ja syöttö

Biokaasun tuotannon aikana syntyy hyvin vähän lämpöä. On esitetty, että eloperäisen aineen energiasisällöstä vain 3–5 % muuttuu elintoimintojen kautta lämmöksi. Pohjoisen ilmasto-oloissa mädätyssäiliöiden tulee olla hyvin eristettyjä sekä lämmitettyjä. Bakteerikannalle on olennaisen tärkeää, ettei suurta lämmönvaihtelua tapahdu, etenkään nopeasti. Hitaat lämpö-tilamuutokset antavat eliöille aikaa sopeutua muuttuviin elinolosuhteisiin, eivätkä siksi aiheuta niin suuria ongelmia. (Motiva 2013, 5.)

Normaalissa mädätysprosessissa tyypillinen pH-arvo on välillä 7,6–8,2. Jos pH-arvo laskee arvoon 7,1 tai sen alle, on se merkki prosessin massiivisesta happamoitumisesta. Alhainen pH haittaa metaania muodostavien bakteerien aineenvaihduntaa. Tilanteen palauttamiseksi normaaliin, syöttö on lopetettava kokonaan ja metaania muodostaville bakteereille on annettava aikaa muuttaa happo metaaniksi. (Baumann 2015.)

HSY:n biokaasulaitoksella on kaksi tyyppin TF1800 mädätys säiliötä eli mädättämöä MD-30C10 ja MD-30C20. Säiliöt näkyvät osittain kuviossa 2, mikä havainnollistaa niiden suuren kokoluokan. Molemmat mädättämöt ovat vaakasuoria tulppavirtausmädättämöjä, jotka on valmistettu betonista. Eristys on täydellinen ja niissä on lämmitysjärjestelmä materiaalin lämpötilan nostamista ja ylläpitoa varten. Mädättämöjä käytetään termofiilisessä ympäristössä eli sisätilan lämpötilan on oltava 51–57 °C, jossa optimilämpötila 52 °C. TF1800 tyyppin mädättämöillä materiaalin keskimääräinen viipymä on noin 24 päivää ja nettotilavuus molemmissa säiliöissä noin 1800 m³. (Baumann 2015.)



Kuvio 2. Mädättämöt 1 (vasen) ja 2 (oikea), mädättämöiden välinen käytävä ja sekoittimet. Kuvassa vasemmalla etuosassa näkyy myös näytteenotto piste 1/8. (Rousu 2015.)

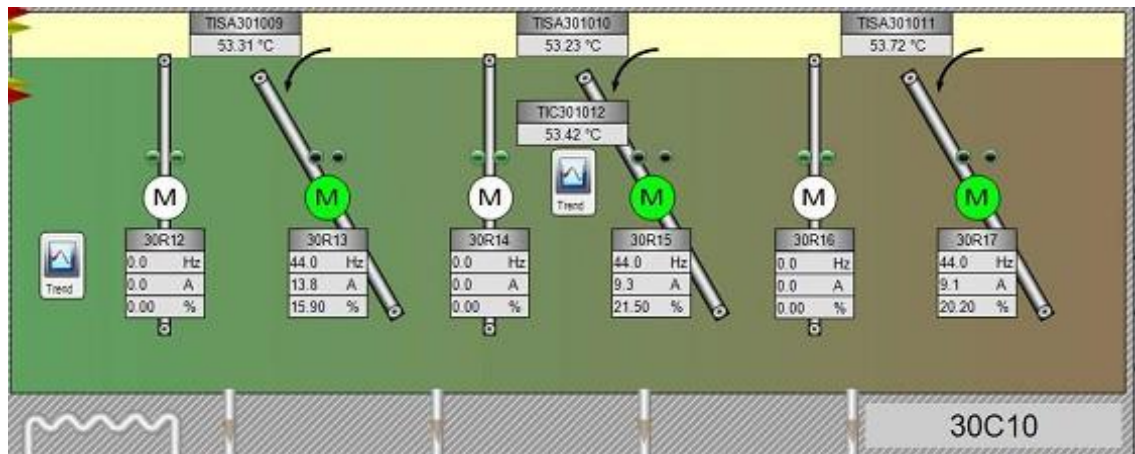
Normaalisti materiaalia syötetään mädättämöihin kerran tunnissa. Yhden syötöjakson pituus on noin 10–15 minuuttia. Molemmat mädättämöt voidaan syöttää peräkkäin, kun ensimmäinen on valmis, jatketaan suoraan toisen mädättämön syötöllä. Kaikkien komponenttien annostelu pysähtyy, mikäli tasoanturi havaitsee pinnan olevan korkealla. Täten ylitäyttöä ei tapahdu.

Syöttömateriaalina käytetään ”kiinteän” biojätteen lisäksi myös nestemäistä biojätettä taulukon 1 mukaisesti, reseptistä riippuen. (Baumann 2015.)

Taulukko 1. Suunnittelusyöttömäärät

Syöttömateriaali	Syöttö [t/a]	Syöttö [t/päivä]	VS/DS [%]	DS [%]	C/N
Biojäte (märkä talous- + kaupallinen biojäte)	< 1,000	10	80 - 95	2 - 8	
Biojäte (talous- + kaupallinen biojäte)	< 43,000	180	80 - 95	20 - 40	
Suunnittelusyöttö	44 000	190	88	33	noin 17

Kumpikin mädättämö on varustettu kuudella siipisekoittimella (ks. kuvio 2). Kaksi vierekkäistä sekoitinta ei koskaan pyöri samanaikaisesti limittäisten sekoitus-
säteiden vuoksi, eivätkä ne muutoinkaan toimi jatkuvasti, vaan erityisessä jak-
sossa energian säästämiseksi (ks. kuvio 3). Sekoittimet tukevat biokaasun erot-
telua nestevaiheesta bakteerien ohella. Mikäli mädätettä ei sekoiteta, tilavuus
kasvaa erottelemattoman biokaasun vuoksi. Tilavuuden kasvaessa biokaasu-
putki voi tukkeutua ja luoda ylipaineen. (Baumann 2015.)



KUVIO 3. Mädättämön 30C10 sekoittimet, valvontaohjelmisto. (Rousu 2015.)

3.4 Mädätysprosessi

Mädätys on orgaanisen aineksen hajoamista anaerobisessa eli hapettomassa tilassa. Se on biokaasun tuotantoprosessin ydin. Anaerobiset bakteerit muodostavat biokaasua biojätteiden hajoavasta osasta. Yksikään bakteeri ei hajota materiaalia kokonaan biokaasuksi, vaan erilaiset bakteerikannat tekevät yhteistyötä niin, että orgaaninen materiaali hajoaa useassa vaiheessa. Lopulta hajoamisen tuloksena syntyy biokaasua, joka kerätään mädättämön huipulta putkea pitkin kaasusäiliöön. (Baumann 2015.)

3.5 Mädätyskäiliöiden tyhjennys

Mädäte poistetaan mädättämöistä poistosäiliöihin. Poistojärjestelmän toiminnan tavoitteena on tehdä mädättämösäiliöön vapaata tilaa syöttöä varten. Päivittäinen poistoykli määrä riippuu mädättämöjen ja mädätteen puskurisäiliön nestetasosta. Periaatteessa poiston määrä on verrannollinen syötetyn jätteen määrään. (Baumann 2015.)

Mädätysprosessista jäljelle jäävä mädäte eli mädätejäännös on erittäin ravinte-pitoista. Poistosäiliössä oleva mädätejäännös tyhjenetään mädätteen välivara-stoon.

Tästä puskurisäiliöstä materiaali siirretään kierukkakuljettimella kompostointilaitokseen, jossa se sitten sekoitetaan karkeaan biojätteeseen ja kompostoidaan. Mädätysprosessissa syntyvä vesi johdetaan mädätteen mukana kompostiprosessiin, joten jätevettä ei muodostu. Lämmön vaikutuksesta vesi haihtuu ja arvokkaat ravinteet sitoutuvat kompostimassaan. (HSY 2015b.)

4 BIOKAASU

4.1 Biokaasusta yleisesti

Biokaasu on kaasuseos, jota syntyy eloperäisen aineksen hajotessa anaerobisessa eli hapettomassa tilassa. Hajoaminen tapahtuu bakteerien vaikutuksesta mädättämällä. Biokaasu sisältää lähinnä hiilidioksidia ja metaania. Prosentuaalisesti metaanin osuus on 52–65 % ja vastaavasti hiilidioksidin 35–48 % riippuen mädätettävästä biomassasta sekä mädätysprosessista. Energian käytön kannalta metaani on biokaasun olennaisin aine. Metaania muodostavat eliöt kuuluvat arkkelioiden ryhmään. Ne ovat peräisin ajalta, jolloin maapallon ilmakehä oli täysin erilainen ja ovat yksi vanhimpia elämänmuotoja maailmassa. Muita biokaasussa esiintyviä aineita ovat typpi (N_2), happi (O_2), vety (H_2), rikkivety (H_2S), ammoniakki (NH_3) ja vesi (H_2O). Kuviossa 4 on havainnollistettu biokaasun keskimääräinen koostumus, mikä kuitenkin vaihtelee syötettävän materiaalin mukaan. (Motiva 2013; Motiva 2015a.)

Aine	%
Metaani, CH_4	55-75
Hiilidioksidi, CO_2	25-45
Hiilimonoksidi, CO	0-0,3
Typpi, N_2	1-5
Vety, H_2	0-3
Rikkivety, H_2S	0,1-0,5

Kuvio 4. Biokaasun keskimääräinen koostumus (Motiva 2013, 3).

Biokaasu on kotimaista, uusiutuvaa ja ympäristöystävällistä energiaa, jolla vahvistetaan Suomen energiaomavaraisuutta ja lisätään työllisyyttä. Biokaasu valmistetaan muun muassa omista jätteistämme, se pienentää hiilijalanjälkeä ja tuottaa vähiten lähipäästöjä. Biokaasua voidaan käyttää lämmön ja sähkön tuottamiseen, liikennepolttoaineena ja kotitalouksissa kaasuna.

Biokaasun sisältämä metaani sopii erinomaisesti polttoaineeksi, sillä jalostettuna se ei sisällä raskasmetalleja tai rikkiä, joten palamisen lopputuotteena ei synny myrkyllisiä pakokaasuja, ainoastaan hiilidioksidia ja vettä. (Motiva 2015a.)

4.2 Biokaasun tuotanto

Biokaasun tuotanto riippuu syötettävän materiaalin koostumuksesta. Koska erilaisten mädätettävien materiaalien kosteuspitoisuus vaihtelee, lasketaan biokaasupotentiaali usein kuiva-ainepitoisuuden mukaan. (Motiva 2013, 10.)

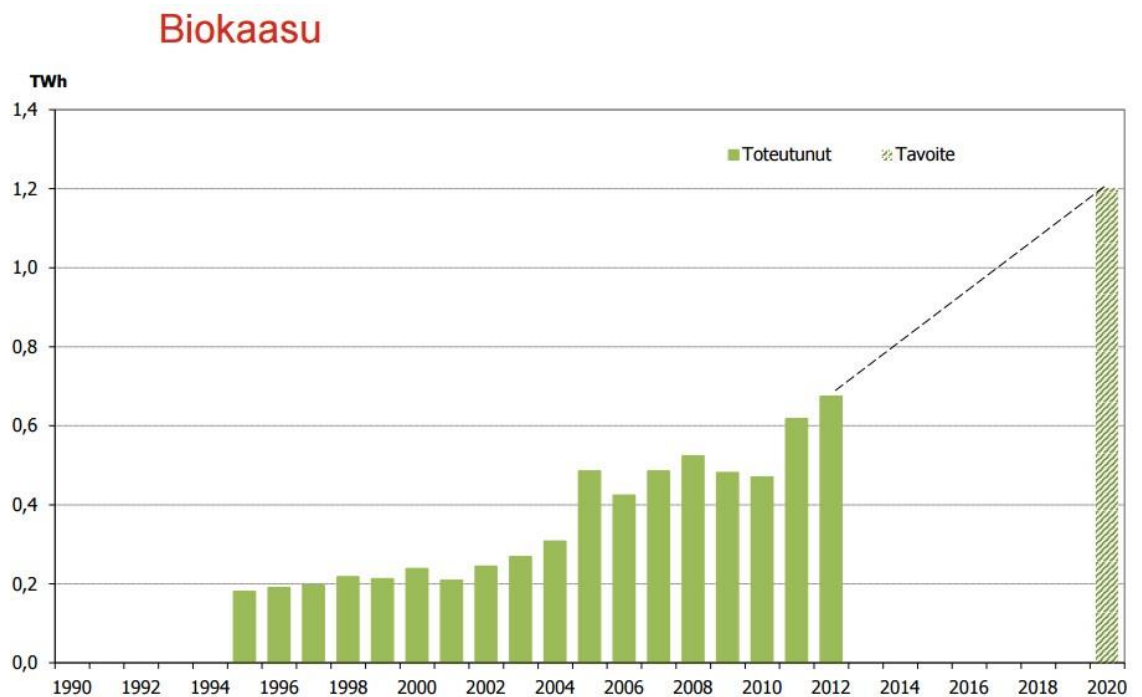
Prosessin toimivuuden kannalta, materiaalin on oltava pumpattavaa. Kuiva, sakea massa on vaikeasti käsiteltävää sekä pieneliöiden elintoiminnot vaikeutuvat kuivassa ympäristössä. Rasvainen aines tuottaa korkeamman metaanipitoisuuden ja korkeamman lämpöarvon kaasulle kuin hiilihydraattipitoinen materiaali. Tuotetun kaasun määrä riippuu käytetystä raaka-aineesta. Aines, joka sisältää paljon helposti pilkkoutuvaa orgaanista materiaalia, mutta vain vähän vettä, tuottaa paljon kaasua. (Motiva 2013, 10.)

4.2.1 Biokaasun tuotanto Suomessa

Biokaasun käyttö on vähitellen lisääntynyt Suomessa (ks. taulukko 2). Liikennepolttoainetta on tuotettu vuodesta 2002 alkaen maatilakokoluokan biokaasulaitoksessa Kalmarin tilalla Laukaassa, Keski-Suomessa. Uusiutuvan energian velvoitepaketin tavoitteena on lisätä biokaasun käyttöä 1,2 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. Reaktorilaitosten biokaasulla tuotetun sähkön ja lämmön yhteistuotannon edistämiseksi on käyttöön otettu syöttötariffijärjestelmä. Järjestelmä takaa biokaasulla tuotetulle sähkölle takuuhinnan 83,50 euroa megawattitunnilta. Sähkön lisäksi tuotetusta lämmöstä, maksetaan lämpöpreemiota 50 euroa megawattitunnilta. (Motiva 2015b.)

HSY:n biokaasulaitosta lukuun ottamatta, Suomessa tavataan yleisesti mesofiilistä prosessia, jossa lämpötila on matalampi (38–42 °C) kuin termofiilissä prosessissa. Lämpötilan ollessa matalampi, mesofiilinen prosessi ei vaadi yhtä paljon energiaa lämmittämiseen. Termofiilinen prosessi on kuitenkin tehokkaampi sekä materiaalin viipymäaika on puolet tai jopa kaksi kolmasosaa lyhyempi kuin mesofiilissä prosessissa. (Motiva 2015b.)

Taulukko 2. Energiatilastot 1996 – 2013 sekä uusiutuvan energian tavoitepaketti. (Motiva 2015a.)



4.3 Biokaasun laatu

Biokaasun koostumus ja sitä myöten laatu vaihtelevat prosessista ja käytetyistä materiaaleista riippuen. Kuten aiemmin on todettu, biokaasu koostuu monista eri ainesosista. Biokaasun sisältämä metaani on ilmakehään päästessään noin 20 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu, joten sen käsittely ja varastointi on järjestettävä siten, ettei purkautumista tapahdu.

Orgaaniset yhdisteet (siloksaanit) ja partikkelit ovat ongelmakohta lämmön ja sähkön yhteistuotannosta, aiheuttaen mahdollista korroosiota sekä likaantumista hyödyntämlaitteistoon. Samoja ongelmia aiheuttaa myös rikkivety, joka edellä mainittujen lisäksi luo myös hajuhaittoja. (Anttonen 2010, 12.)

Ämmäsuon biokaasulaitoksella biokaasun laatu analysoidaan biokaasuanalyysaattorilla käyttämällä fotometristä periaatetta metaanin (CH_4) ja hiilidioksidin (CO_2) tunnistamiseen sekä elektrokemiallista periaatetta hapen (O_2) ja rikkivedyn (H_2S) tunnistamiseen. (Baumann 2015.)

4.3.1 Biokaasun rikki ja rikinpoisto

Mädättämöissä tuotettu biokaasu saattaa sisältää pieniä määriä divetyysulfidia eli rikkivetyä (H_2S), joka on biokaasun teknisesti ongelmallisin ainesosa. Rikkivety on erittäin syövyttävä ja pahanhajuinen kaasu, jota yleisesti kuvataan mädän kananmunan hajukseksi. H_2S -pitoisuus riippuu jätesyötön kemiallisesta koostumuksesta. Tämä tilanne vaatii ylimääräisen biokaasun käsittelyvaiheen, rikinpoiston, H_2S -pitoisuuden vähentämiseksi. (Motiva 2013; Baumann 2015.)

Biologinen biokaasun rikinpoisto tapahtuu pystysuorassa runkoastiassa. Prosessi vaatii 30–35 °C lämpötilaa. H_2S -hapettavat mikro-organismit kiinnittyvät astian runkoon ja vaativat hieman happea sekä ravinteita H_2S :n hapettamiseksi rikkihapoksi. Tuotettu rikkihapo laskee pH-arvoa matalimpaan bakteerien sallimaan arvoon pH1. (Baumann 2015.)

Säiliö ja kiinnitysrunko on valmistettu muovimateriaalista. Säiliön kapseloidun rungon sisälle on integroitu oheislaitteita, kuten pesuvesipumput ja ilmansyöttö hapettavan ympäristön luomiseksi. (Ks. kuvio 5.)



Kuvio 5. Rikinpoistosarake, biokaasun rikinpoisto. (Rousu 2015.)

4.3.2 Siloksaanit

Ämmässuon biokaasulaitoksella en erityisesti perehtynyt siloksaanien käsittelyyn prosessin yhteydessä. Se ei missään vaiheessa noussut merkittävään rooliin, mikä ilmeisemmin kertoo siitä, ettei tarvetta puhdistukselle ollut. Mikäli tarvetta poistoprosessille on, suoritetaan se yleensä viimeiseksi rikinpoiston jälkeen. (Anttonen 2010, 12.)

Siloksaanit puhdistetaan biokaasusta, mikäli niiden pitoisuus kasvaa merkittävän suureksi. Niiden poistoon voidaan käyttää absorptiota, millä tarkoitetaan orgaanisten yhdisteiden imeyttämistä kiinteään aineeseen esimerkiksi aktiivihieleen tai aktivoituun alumiinioksidiin. Vaihtoehtoinen poistomenetelmä on jäähdytys, joka tosin ei ole yhtä tehokas kuin absorptio. (Anttonen 2010, 12–13.)

4.4 Biokaasun varastointi

Mädättämöissä tuotettu biokaasu virtaa kaasulinjaa pitkin rikinpoistosarakkeen kautta kaasusäiliöön, jonne se varastoidaan (ks. kuvio 6). Kaasupallo puhalletaan täyteen, puhaltimesta tulevalla ilmalla. Muodon säilyttämiseksi tuki-ilmapuhallin käy jatkuvasti ja toimittaa tarvittavan järjestelmäpaineen. (Baumann 2015.)

Kaasusäiliö on kalvotyypinen pallonmuotoinen säiliö, joka koostuu kahdesta kalvosta. Sisäkalvo varastoi biokaasun ja ulompi toimii suojana. Kaasusäiliö on ylipainesuojattu painevaroventtiilillä, joka säätelee jatkuvaa ilmanpainetta kahden kalvon väliseen tilaan. Sisäkalvon tilavuutta tarkkaillaan tasomittauksella. (Baumann 2015.)



Kuvio 6. Biokaasulaitoksen rikinpoistosarake, takana biokaasun varastosäiliö. Rikinpoistosarakkeen edessä näkyy maan alta tulevat putket, joita pitkin biokaasu virtaa mädättämörakennuksesta. (Rousu 2015.)

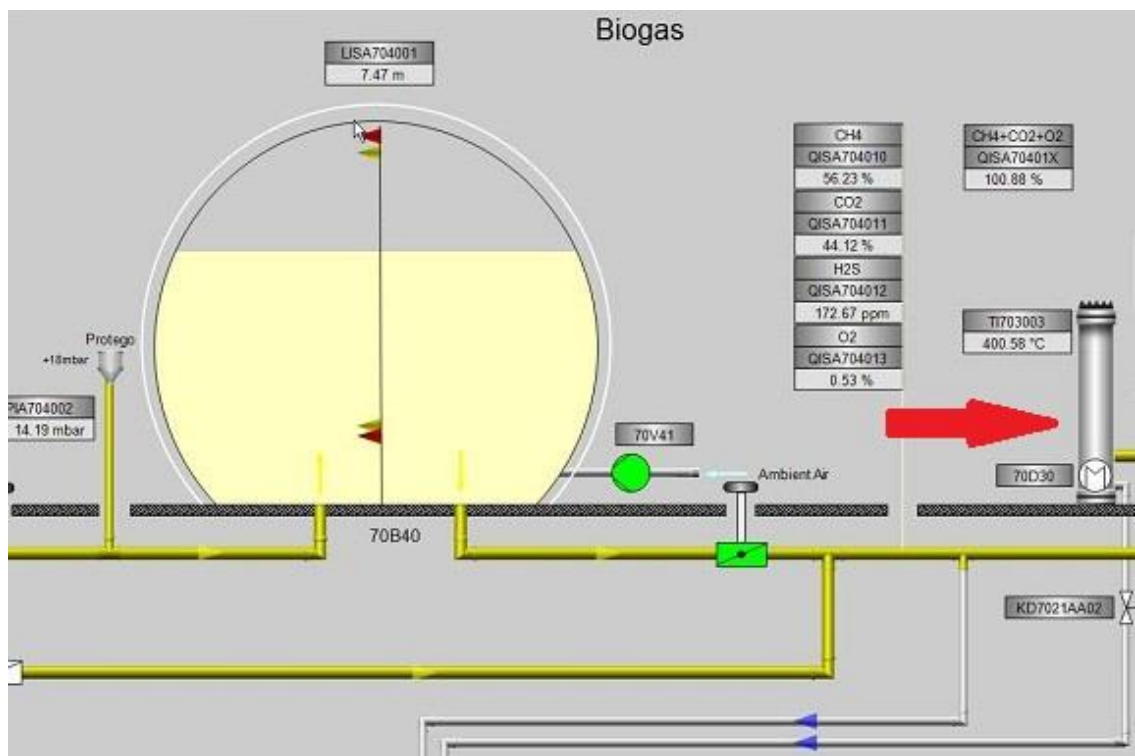
4.5 Tiivistevesi

Biokaasun jäähdyttäminen rikinpoistoyksikön edessä sekä biokaasun varastointi tuottaa erityisesti talvella tiivisteveettä. Tämä tiivistevesi kerätään tiivistevesikui-luun, josta se pumpataan ulos tiivistevesipumpulla tasovalvotusti. Putket on upotettu veteen, jotta vältettäisiin kaasun ulospuhallus. Syvyyden on vastattava järjestelmän kaasun maksimipainetta. Tasaisen vedentason säilyttämiseksi se on jaettu kahteen padottuun altaaseen. Tiivistevesiputket päätyvät niistä toiseen ja toiseen on asennettu uppopumppu, joka huolehtii veden pumppauksesta viemäriin tasomittauksen mukaan.

4.6 Soihutupoltin (hätäsoihtu)

Normaalitilassa biokaasu ohjataan kaasuvaramon kautta hyötykäyttöön HSY:n omaan sähköä ja lämpöä tuottavaan kaasumoottorivoimalaan. Mahdollisten toimintahäiriöiden sattuessa tai huoltotilojen yhteydessä, kun biokaasua ei voi käyttää, se ohjataan soihutupolttimeen.

Biokaasu toimii hätäsoihdun polttoaineena. Soihtu käynnistyy, jos biokaasusäiliön tasonmittaus ilmoittaa tason tai paineen varastosäiliössä olevan liian korkea. Nimestäkin päätellen hätäsoihdun käytetään hätätilanteissa, kun hyötykäyttö estyy ja varastotila loppuu. (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Prosessinvalvontajärjestelmä, kaasusäiliö sekä soihutupoltin. (Rousu 2015)

5 HUMUS JA ARVOKKAAT RAVINTEET

Ravinteiden tasapainoinen saatavuus on metsien elinvoimaisuuden ja hyvän kasvun perusedellytyksiä. Ravinteet ovat kemiallisia aineita, joita eliöt tarvitsevat elääkseen, kasvaakseen tai aineenvaihdunnan toimimiseen. Arvokkaat ravinneaineen korjaavat kudoksia, säätävät elintoimintoja sekä toimivat energianlähteenä. Täten kaiken kasvun elinehtona on, ettei arvokkaita ravinteita hukata, vaan ne saatetaan takaisin luonnolliseen kiertoon. (Yara 2015.)

”Tasan viisi vuotta sitten Suomi sitoutui ravinnekierrätyksen mallimaaksi. Ruoantuotannossa käytetyistä välttämättömistä ravinteista, typestä ja fosforista, vain vajaa 20 % päätyy lautaselle.” (Tekes 2015.)

Kallisarvoisia ravinteita hukataan koko ruokaketjun matkalta alkutuotannosta yhdyskuntavesijätteisiin. Ravinnevuodot ovat painavassa vastuussa Itämeren rehevöitymisessä ja ilmastonmuutoksessa.

5.1 Humus

Humus on osa luonnonvesien eloperäistä eli orgaanista ainetta. Humusaineet koostuvat useista erilaisista suurista ja monimutkaisista hiiliyhdisteistä, jotka ovat pääasiassa peräisin hajoavasta eläin- ja kasviaineksesta. (Vapo 2012.)

Humuksen merkitys maan tuottokyvyn kannalta on hyvin merkittävä. Humus lisää maan huokoisuutta, mikä taas parantaa maan ravinnetaloutta, veden virtausta ja veden sitoutumista maahan. (Vapo 2012.)

5.2 Fosfori

(P) on yksi alkuaine. Se on moniarvoinen epämetalli, jota löytyy epäorgaanisena fosfaattina ja kaikista elävistä soluista, mutta luonnossa ei vapaana alkuaineena. Fosforille ei ole korvaavaa ainetta ja kaivannaisten fosforien varannot alkavat loppua maailmasta. (Lehtinen & Turpeenoja, 2012.)

Rehevöitymisen estämiseksi ravintoketjun vuotokohdat on saatava tukittua ja arvokkaat ravinteet takaisin alkutuotantoon. Ravinteiden kierrätys on ratkaisu sekä vesien rehevöitymisen että maatalouden ruokaturvan järjestämiseen. (Pelasta järvi 2013a.)

5.3 Typpi

Typpi (N) on alkuaine, epämetalli, joka esiintyy luonnossa kaksiatomisena typpikaasuna. Se on väritön, mauton, hajuton, myrkytön ja palamaton kaasu. Ilmakehässä typpeä on jopa 78 %. Maaperässä ja vesistöissä se esiintyy erilaisina yhdisteinä sekä maapallon kaikissa eliöissä. Tärkeitä typpipitoisia orgaanisia yhdisteitä ovat välttämättömät aminohapot ja niistä muodostuneet proteiinit, jotka toimivat kaikkien solujen rakennusaineina. (Lehtinen & Turpeenoja, 2012.)

Ihmiset toiminta vaikuttaa typen kiertoon muun muassa vapauttamalla typen oksideja ilmastoon liikenteen ja teollisuuden kautta. Lisäksi jätevesien mukana vesistöihin kulkeutuu erilaisia typpiyhdisteitä. Pelloille lisätään typpilannoitteita, jotka sisältävät nitraatteja ja ammoniumioneja. (Pelasta järvi 2013b.)

Ongelmakohtana on satojen mukana maasta otetut ravinteet, jotka eivät palau-
du takaisin. Kuten aiemmissa kappaleissa on mainittu, muun muassa fosfori ja
typpi ovat elämälle välttämättömiä, joten täydellinen ravinnekierto on kasvun
kannalta erittäin tärkeää. HSY:n uusi biokaasulaitos tuottaa uusiutuvan energi-
an lisäksi ravinnerikasta kompostia, jota käytetään mullan raaka-aineena viher-
rakentamisessa ja edellä mainittu humus sekä arvokkaat ravinteet saadaan pa-
lautettua takaisin kiertoonsa.

6 UUSIUTUVA ENERGIA

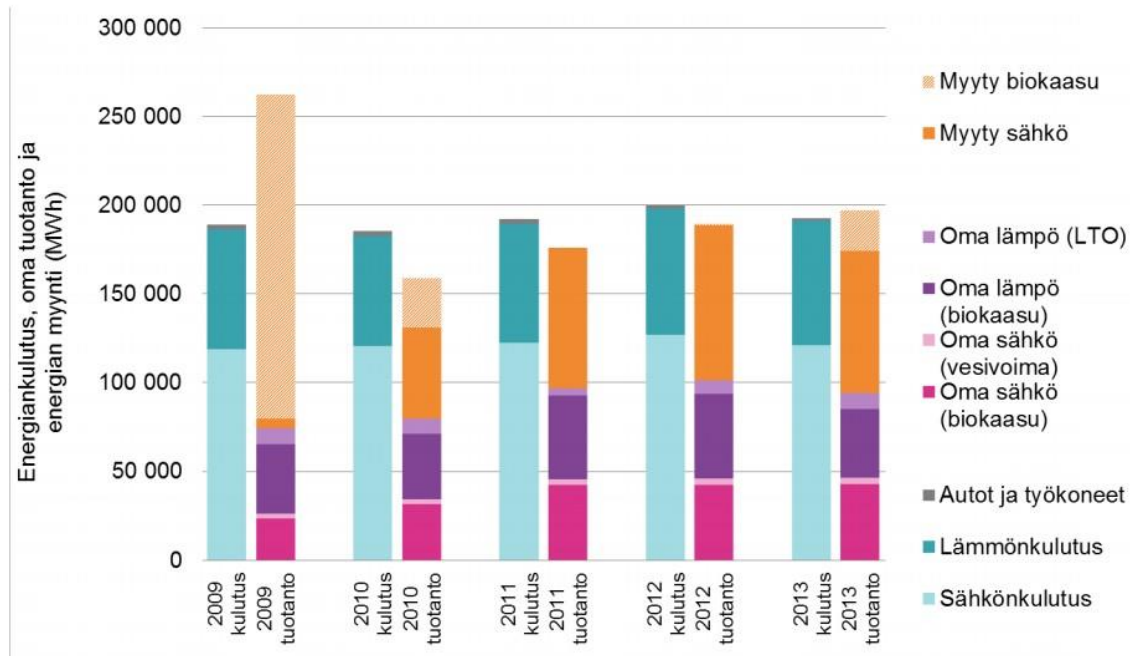
Energiatuotannon ollessa avainasemassa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, fossiilisten polttoaineiden käyttöä pyritään korvaamaan uusiutuvilla energiamuodoilla kuten bioenergialla. Uusiutuvan energian tuotannon myötä riippuvuusuhde ulkomailta tuotuun energiamäärään vähenee, jolloin myös vaihtotase pienenee. Fossiilisten polttoaineiden määrä maapallolla on rajallinen, joten vaihtoehtoisia ratkaisuja on hyödynnettävä.

6.1 Tilastotietoa ja tavoitteita

Biokaasun tuotanto yhdistää jätteenkäsittelyn, ravinteiden kierrätyksen sekä bioenergian tuotannon. HSY on merkittävin uusiutuvan energian tuottaja Uudellamaalla yhdessä Helsingin Energian Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen kanssa. Tilastotietona vuonna 2013 energiaa tuotettiin yhteensä 174 600 MWh ja biokaasua myytiin 22 800 MWh, HSY oli laskennallisesti 102 – prosenttisesti energiaomavarainen. Tavoitteena on edelleen lisätä uusiutuvan energian tuotantoa sekä samalla vähentää energiankulutusta yhdeksän prosenttia vuoden 2010 tasosta vuoteen 2016 mennessä. Määrällisesti tämä tarkoittaa noin 17 000 MWh. (Lounasheimo 2014, 3.)

HSY kulutti energiaa 192 000 MWh vuonna 2013, mikä on vajaa prosentti pääkaupunkiseudun energiankulutuksesta. Verrannollisesti se vastaa noin 10 000 tavallisen omakotitalon vuosikulutusta. Energian käyttö ja tuotantoluvut vaihtelevat vuosittain. Vuonna 2013 ne vähenivät huomattavasti. Syynä oli jätevedenpuhdistamon vuonna 2013 käsittelemä vesimäärä, joka oli huomattavasti pienempi edellisvuoteen verrattuna. (Lounasheimo 2014, 7.) (Taulukko 3.)

Taulukko 3. HSY:n vuosien 2009 – 2013 kokonaisenergiankulutus energialajeittain sekä uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto (oma käyttö ja myynti) (Lounasheimo 2014, 7.)



HSY on tehnyt mittavia investointeja uusiutuvan energian tuotantoon. Ämmäs-suon kaasuvoimala on yksi Euroopan suurimmista kaatopaikkakaasun hyötykäyttölaitoksista. Toinen mittava investoinnin kohde oli biokaasua tuottava biokaasulaitos. (Lounasheimo 2014, 5.)

Biokaasulaitoksen tuottaman biokaasun hyödyntämistapoja puntaroitiin jo vuosia ennen rakennusprojektin aloittamista. Hyödyntämistapoja ohjasivat muun muassa Euroopan unionin ilmasto- ja energiapaketissa asetetut tavoitteet, Suomen hallituksen hyväksymä kansallinen energia- ja ilmastostrategia sekä HSY:n hallituksen liittyminen energiatehokkuussopimukseen ja jatkosopimukseen. Biokaasulaitoksella tuotettu uusiutuva energia hyödynnetään sekä biokaasusta saatavana sähköinä ja lämpönä kaasumoottorin avulla että kompostin muodossa ravinnerikkaana multana. (Inkinen 2013, 1 – 2.)

7 ÄMMÄSSUON BIOKAASULAITOKSEN KÄYTTÖÖNOTTOJAKSO

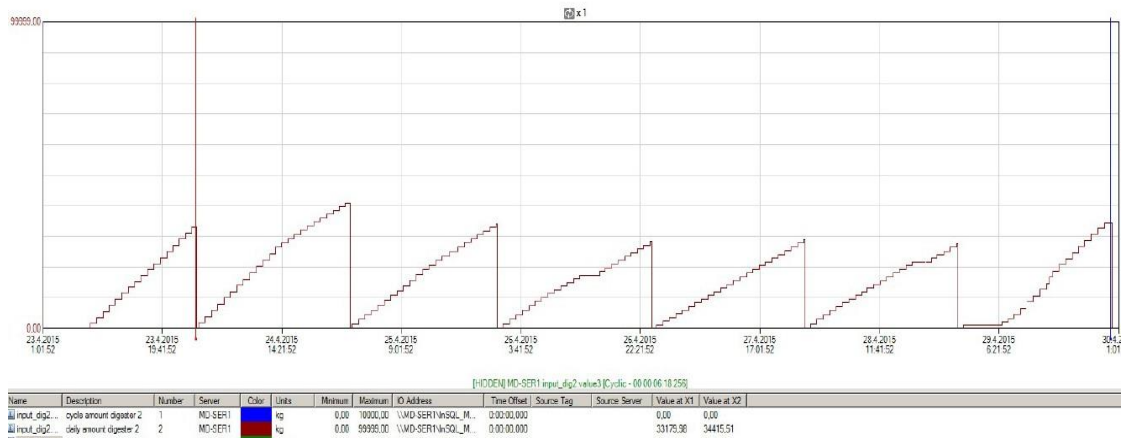
7.1 Kerätty aineisto

Ämmässuon biokaasulaitoksen käyttöönottojakson 2.3.2015 – 31.8.2015 aikana keräämäni materiaalin avulla voin havainnollistaa biokaasulaitoksen toimivuutta sekä tuloksia. On huomioitava kuitenkin, että kyseisen jakson aikana laitos ei toimi täydellä teholla. Huolto- tai vikatilanteiden vuoksi käytössä oli silloin tällöin katkoksia. Tämä ei välttämättä suoranaisesti näy juuri valittujen viikkojen tuloksissa. Käyttöönottojakson aikana oli erityisen tärkeää huomioida mahdolliset puutteet tai ongelmat ja korjata tai parantaa niitä mahdollisimman hyvin. Aineisto on kerätty testikäytössä tarkkailun kohteena olevasta mädättämö 2:sta MD-30C20. Esitän keräämäni materiaalin taulukoiden avulla.

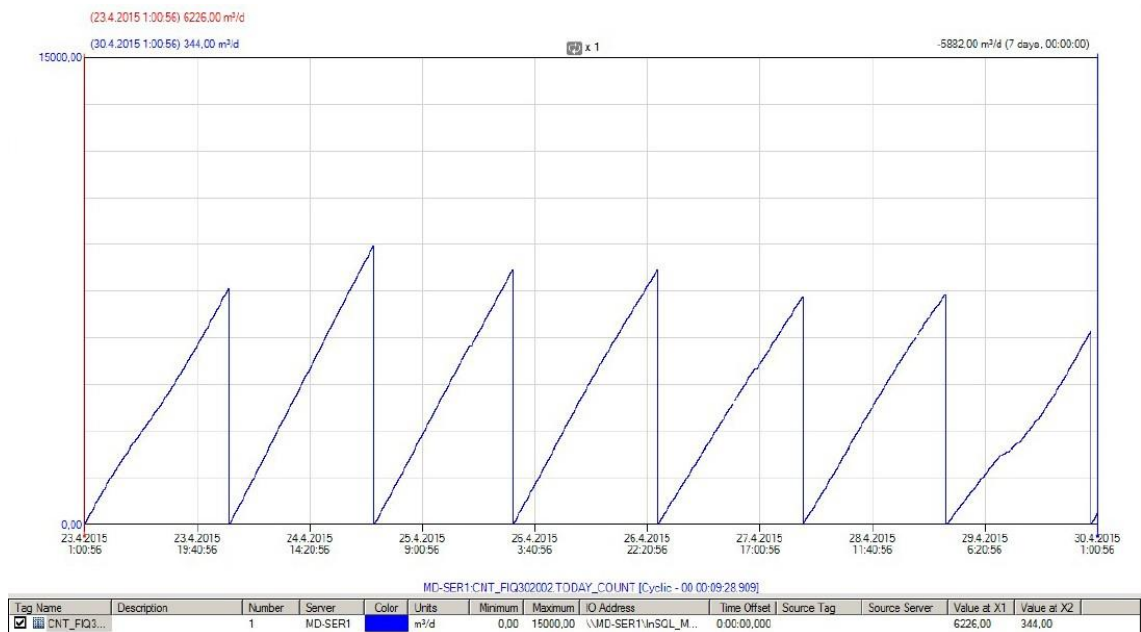
Opinnäytetyön alussa esitin taulukossa 1 tavoitemäärät biojätteen (märkä + kuiva biojäte) syöttöä koskien. Tavoitesyöttömäärät olivat 44 000 t/a ja 190 t/d. Alla olevissa taulukoissa on kuvattuna materiaalin syöttö käyttöönottojakson alussa viikoilla 17 – 18 (23.4. – 30.4.2015), keskivaiheilla viikoilla 26 – 27 (24.6. – 1.7.2015) ja lopussa viikoilla 33 – 34 (12.8 – 19.8.2015).

Alkuvaiheen toteutunutta biojätteen syöttömäärää voidaan tarkastella taulukosta 4. Syötetty biojätteen määrä vaihtelee päivittäin 2800 – 4000 kg välillä. Samalta ajalta voimme tarkastella tuotetun biokaasun määrää taulukosta 5. Alkuvaiheen tuotettu biokaasun määrä vaihteli päivittäin 6000 – 9000 m³ välillä.

Taulukko 4. Alkuvaiheen toteutuneet biojätteen syöttömäärät. Yksi rivi kuvaa 1000 kg (1 t).

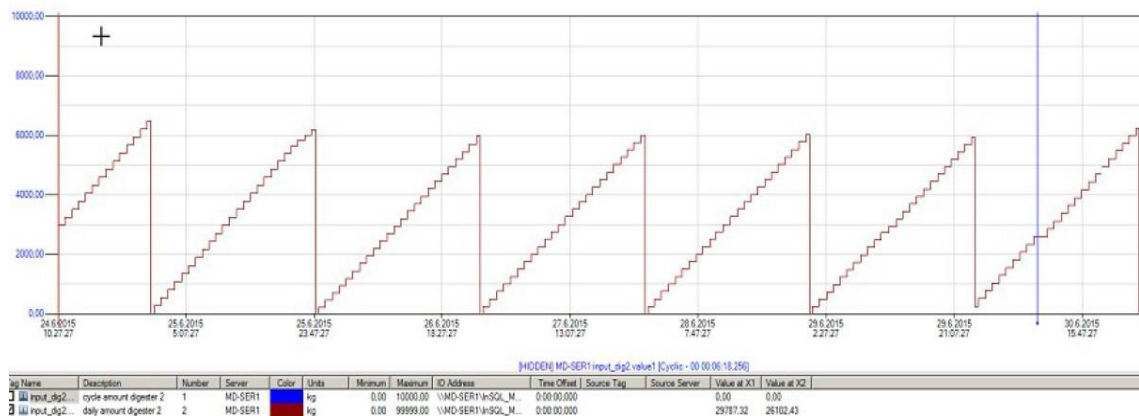


Taulukko 5. Mädättämöstä 2, tuotetun biokaasun määrä päivässä. Rivi vastaa 1500m³.

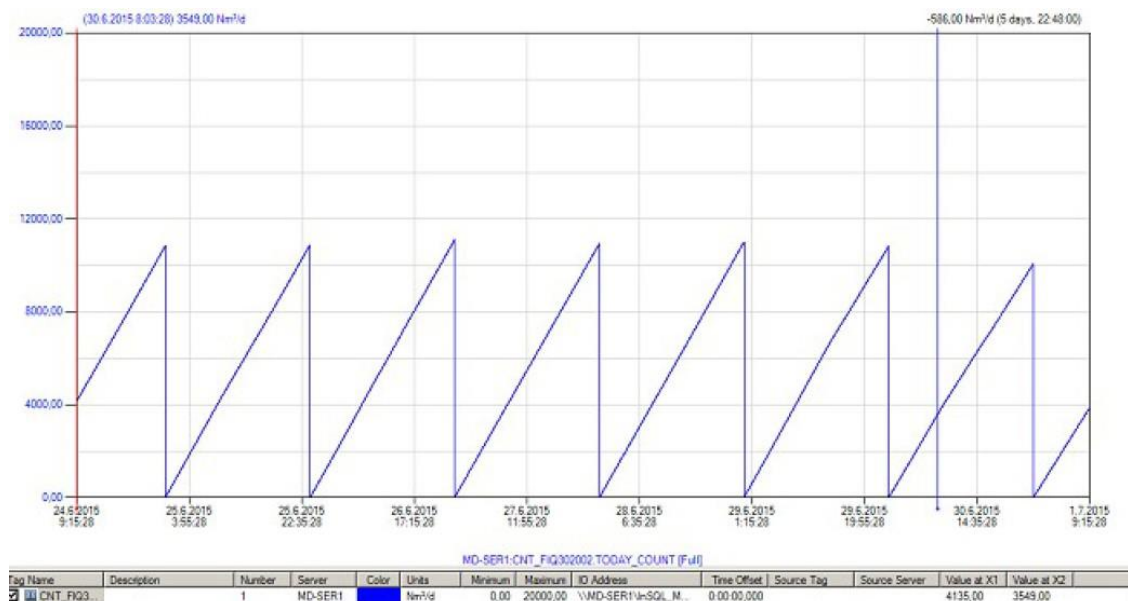


Taulukosta 6 näemme toteutuneen biojätteen syöttömäärän, joka vaihtelee välillä 6000 – 6500 kg/d. Kaasun tuotannon kasvu näkyy taulukosta 7. Määrä kohoisi keskimääräisesti jopa 10 000 – 11 000 m³/d.

Taulukko 6. Toteutuneet biojätteen syöttömäärät käyttöönottajakson keskivaiheessa.

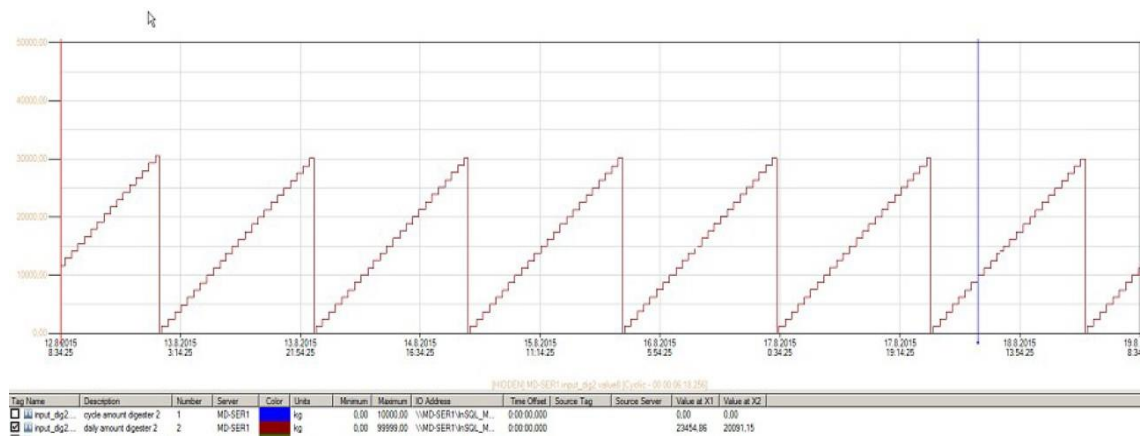


Taulukko 7. Mädättämöstä 2, tuotetun biokaasun määrä päivässä. Rivi vastaa 2000m³ määrää.

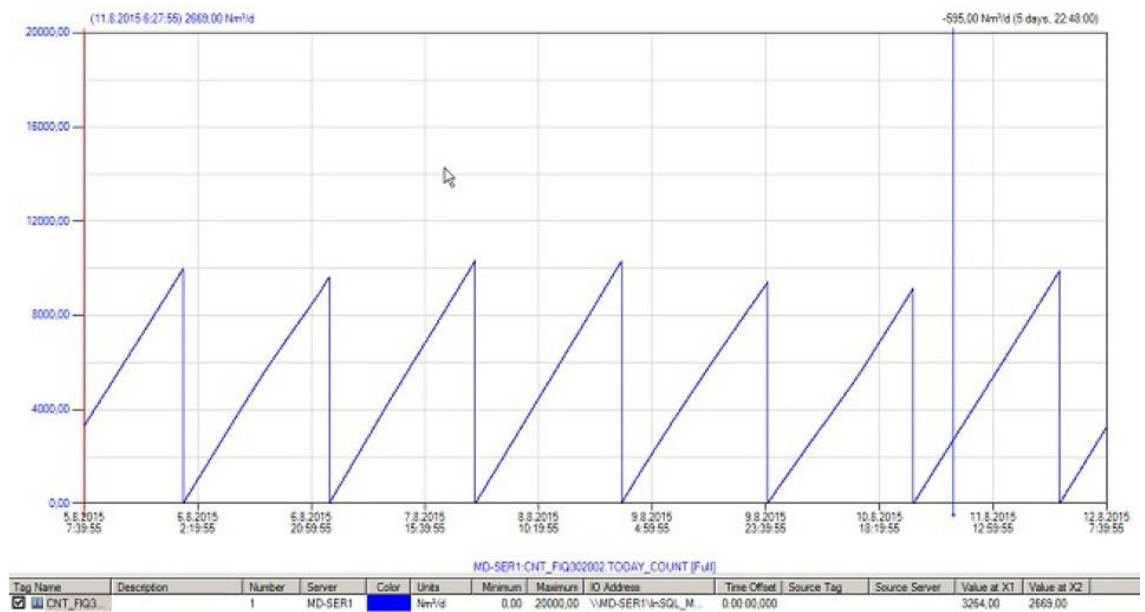


Loppuvaiheen toteutunut biojätteen syöttömäärä oli erittäin tasaista (ks. taulukko 8). Syötetty biojätteen määrä oli 30 000kg viikon jokaisena päivänä. Kasvusta poiketen kaasun tuotannon määrä pysyi hyvin tasaisena edelliseen vertailuun nähden. Keskimääräinen tuotanto pysyi noin 10 000 m³/d.

Taulukko 8. Loppuvaiheen toteutuneet biojätteen syöttömäärät. Yksi rivi kuvaa 5000 kg.



Taulukko 9. Mädättämöstä 2, tuotetun biokaasun määrä päivässä. Rivi vastaa 2000m³.



7.2 Tulosten yhteenveto

Esittämäni aineiston perusteella laitoksen toiminta biojätteen syöttömäärissä sekä tuotetun biokaasun määrässä näkyi käyttöönottojakson aikana. Kiertoon syötetyn biojätteen määrä nousi keskimääräisestä 3,4 t huimaan 30 t päivässä. Keskipäivällä testijakson puolenvälin vaiheilla syöttö-määrä oli 6,0 – 6,5 t. Ero saatujen arvojen välillä on huomattava ja tuloksellinen. Muutos 3,4 t päivittäisestä syöttömäärästä 30 t määrään tapahtui neljän kuukauden aikana. Kuten aiemmin on tullut esille, biojätteen syöttö aloitettiin maltillisesti. Suunnittelutaulukossa esitettyyn 190 t päiväsyötön tavoitteessa on kuitenkin vielä saavutettavaa.

Biokaasun tuotannon osalta käyttöönottojakson alun biokaasuntuotanto oli päivässä keskimäärin 7500 m³, päiväinen vaihteluväli vertailuun valitulla viikolla oli 6000 – 9000 m³/d. Kuten prosessinvalvontaohjelmasta saadut tiedot näyttävät biokaasun tuotanto ei juuri muuttunut keski- ja loppuvaiheen aikana. Keskipäivän tuotanto oli 10 000 – 11 000 m³/d ja loppujaksolla 10 000 m³/d. Tarkistin tulokset myös testijakson kesäajalta toukokuusta elokuun loppuun. Biokaasun tuotannon määrä pysyi kyseisenä aikana keskimäärin samana. 11 000 m³ päivätuotannolla saavutetaan 4 miljoonan kuution vuositulo. Biokaasun tuotannon odotetaan kuitenkin suunnitelmien mukaan kapuavan jopa 6 – 8 miljoonaan m³ vuodessa, joten päivittäisen tuotantomäärän on vielä noustava.

8 POHDINTA

Helsingin seudun ympäristöpalvelut on vastuullinen julkisen sektorin toimija, joka tuottaa uusiutuvaa energiaa sekä pyrkii edistämään ympäristöystävällisten toimintatapojen käyttöönottoa. HSY:n keskeiset strategiset päämäärät tulevaisuudelle ovat ympäristön tilan sekä materiaali- ja energiatehokkuuden parantaminen.

Biokaasun tuotannossa on jätteiden hyödyntämisen kannalta selviä etuja, koska mädätysprosessi säilyttää käsitellyn biomassan arvokkaat ravinteet paremmin kuin kompostointi. Biokaasuun vaihtaminen vähentää kasvihuonepäästöjä, eikä palamisessa synny pienhiukkasia. Biokaasu on 100 prosenttisesti uusiutuvaa energiaa ja sitä myöten erittäin arvokas energiantuotantolähde fossiilisten polttoaineiden käytön korvaamiseen.

Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella laitoksen toiminta on tarkoituksenmukaista ja tehokasta. Kokonaisuutena kompostointi- ja biokaasulaitoksen yhteistoiminnan hyödyntäminen uusiutuvan energian tuotannossa on toimiva. Osavirtämädätys on erittäin älykäs ratkaisu, jossa saadaan hyödynnettyä biojätteen osat mahdollisimman tehokkaasti.

Puolen vuoden työjakso biokaasulaitoksella oli mielenkiintoinen. Sain paljon sekä teknillistä että käytännönläheistä tietoa laitoksen toimintaperiaatteesta, jätteistä, biokaasun tuotannosta, kaasun hyödyntämisestä, mahdollisista ongelmista ja niiden ratkaisemisesta.



Kuvio 6. HSY:n komposti- ja biokaasulaitos. (HSY)

LÄHTEET

Anttonen, K. 2010. Biokaasu pienen kokoluokan sähkön ja lämmön tuotannossa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Energiatekniikka. Kandidaatin työ.

Baumann, T. 2015. Strabag Umwelttechnik GmbH. Biokaasulaitoksen prosessin kuvaus ja toimintaperiaate. Diplomi insinöörin haastattelu. 7.8.2015.

Biovakka, 2015. Biokaasun hyödyntäminen. Viitattu 20.10.2015
<http://www.biovakka.fi/biokaasun-hyodyntaminen>

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2014. Biokaasu- ja kompostilaitokset. Viitattu 24.10.2015
<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/elaimista+saatavat+sivutuotteet/biokaasutus+ja+kompostointi/>

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2015. EU-lainsäädäntö. Viitattu 24.10.2015
<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/rehut/lainsaadanto/eu-lainsaadanto>

HSY. 2015a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Banaaninkuoresta biokaasuksi – HSY:n uusi biokaasulaitos lisää uusiutuvan energian tuotantoa pääkaupunkiseudulla. Viitattu 18.10.2015
<https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/uutishuone/2015/Sivut/HSYn-uusi-biokaasulaitos-lis%C3%A4%C3%A4-uusiutuvan-energian-tuotantoa-p%C3%A4%C3%A4kaupunkiseudulla.aspx>

–2015b. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Biojätteen käsittely. Viitattu 20.10.2015
<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/biojate/Sivut/default.aspx>.

–2015c. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. KOMBI - Osavirtamädätyksen kehittämiprojekti. Viitattu 24.10.2015
<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/tutkimusjakehitys/Sivut/kombi.aspx>

–2015d. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Ympäristö. Viitattu 7.11.2015
<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/ymparisto/Sivut/default.aspx>

Inkinen, R. 2013. Ämmäsuon mädätyslaitoksen biokaasun hyödyntämistapa. Viitattu 22.10.2015
<http://dsjulkaisu.tjhosting.com/~hsy01/kokous/2013353-3-3.PDF>

Lehtinen, K. & Turpeenoja, L. 2012. Mooli 1 – Ihmisen ja elinympäristön kemia. Oppikirja. Otavan kirjapaino Oy.

Lounasheimo, J. 2014. HSY:n energiatase ja kasvihuonekaasujen päästöt 2013 Viitattu 24.10.2015
https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/HSY_Energiatase_ja_kasvihuonekaasupaastot_2013.pdf

Motiva Oy. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Viitattu 23.10.2015
http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf

Motiva Oy. 2015a. Biokaasu. Viitattu 24.10.2015
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu

–2015B. Uusiutuva energia Suomessa. Viitattu 24.10.2015
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa

Pelasta järvi. 2013a. Fosforin kierto. Viitattu 4.11.2015
http://www.pelastajarvi.fi/fosforin_kierto

Pelasta järvi. 2013b. Typen kierto. Viitattu 4.11.2015
http://www.pelastajarvi.fi/typen_kierto

Rousu, E. 2015. Valokuvat.

Tekes. 2015. Arvokkaat ravinteet katoavat ruokaketjusta. Viitattu 22.10.2015
<https://www.tekes.fi/nyt/uutiset-2015/arvokkaat-ravinteet-vuotavat-ruokaketjusta/>

Vapo. 2012. Tietoa humuksesta. Viitattu 23.10.2015
<http://www.vapo.fi/turvetuotantoavastuullisesti/ymparistokoulutus-ja-tiedotus/tietoa-humuksesta>

Yara. 2015. Ravinteet. Viitattu 7.11.2015

Ravinteiden tasapainoinen saatavuus on metsien elinvoimaisuuden ja hyvän kasvun perusedellytyksiä.