

Ekskursioraportti

Biokaasuretki



Visamäki, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2018

Liisa Stark

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	BIOKAASULAITOS, MAATILAMITTAKAAVA.....	1
2.1	Laitoksen kuvaus	1
2.1.1	Kaasun käyttö	2
2.1.2	Mädätysjäännöksen käyttö	2
2.2	Omat kommentit kohteesta.....	2
3	DEMECA OY	3
3.1	Biokaasulaitosratkaisu.....	3
3.1.1	Reaktori	4
3.1.2	Muut toiminnot	4
3.2	Omat kommentit kohteesta.....	4
4	LATVAENERGIA	4
4.1	Höyrylaitos	5
4.2	Omat kommentit kohteesta.....	5
5	BIOKAASULAITOS, MTY SALONEN	6
5.1	Laitoksen kuvaus	6
5.1.1	Biokaasun tuotto	6
5.1.2	Biokaasun hyötykäyttö	6
5.2	Omat kommentit kohteesta.....	7
6	TOPPILAN VOIMALAITOS.....	7
6.1	Energiapuun varastointiterminaali	7
6.2	Voimalaitokset.....	8
6.2.1	Tuhkan hyötykäyttö.....	9
6.3	Omat kommentit kohteesta.....	9
7	VOLTER OY.....	9
7.1	Volter 40 Indoor CHP.....	10
7.2	Alpuan kehitys ry.....	11
7.2.1	Farmivirta	11
7.3	Omat kommentit kohteista.....	11
8	JAHOTEC OY.....	12
8.1	Limingan biokaasulaitos	12
8.2	Omat kommentit kohteesta.....	13
9	YHTEENVETO	13
	LÄHTEET	14

1 JOHDANTO

Tämä ekskursionraportti on tehty osana Hämeen ammattikorkeakoulun Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelman Uusiutuvat energiamuodot – opintokokonaisuutta. Raportissa käsitellään ProAgria Länsi-Suomen ja Metsäkeskuksen toimesta järjestettyä biokaasuretkeä Oulun alueelle. Retki toteutettiin 13.-15.2 ja vierailukohteita retkellä oli kymmenen kappaletta.



2 BIOKAASULAITOS, MAATILAMITTAKAAVA

Nivalassa sijaitseva biokaasulaitos on omatoimisesti rakennettu Junttilan maatilan yhteyteen ja biokaasulaitos käsittelee maatilan 70 lehmän lannat sekä satunnaisesti grilleiltä kerättyä paistorasvaa. Tuotettu biokaasu käytetään pääasiallisesti lämmöksi, mutta siitä on mahdollista tuottaa myös sähköä ja jalostaa liikennekäyttöön.

Junttilan tilalla biokaasureaktorilla halutaan tuottaa lämpöä, mutta merkittävässä roolissa on myös mädätysjäännös, jolla pystytään korvaamaan kokonaan teollinen typpilannoite. Myös se, että biokaasureaktorin avulla on pystytty vähentämään omalta osaltaan ympäristövaikutuksia, kuten hajuhaittoja.

2.1 Laitoksen kuvaus

Biokaasulaitoksen reaktori ja syötteen esivarastointitankki sekä niihin liittyvä tekniikka on Joensuun yliopistolta hankittu. Reaktori on

tilavuudeltaan 50m³, esisäiliöön pystytään varastoimaan reaktorin päivän syöttötarve. Reaktori on uretaanieristeinen CSTR-reaktori, jonka lämmitys tapahtuu ulkovaippaan vedetyllä lämmityskaapelilla.

Tilalla on toisena reaktorina Demeca Oy:n pilottireaktori, jonka tilavuus on myös 50m³.

Reaktorien pääasiallinen syöte on naudun lietelanta, toisena syötteenä toimii grilleiltä kerätty paistorasva, jota syötetään etenkin talvella lämmöntarpeen ollessa korkeampi. Reaktoriin syötetään keskimäärin 10m³ lietelantaa ja viipymä on noin 12-13vrk. Biokaasuntuotto on ollut keskimäärin 70-80m³/vrk ja kaasun CH₄-pitoisuus on ollut 70%. Laitos on aikoinaan käynnistysvaiheessa ympätty Tanskasta tuodulla ympillä.

2.1.1 Kaasun käyttö

Biokaasu hyödynnetään pääosin maatilán navettarakennuksen lämmityksessä polttokattilatekniikalla. Kaasun tuoton ylittäessä lämmöntarpeen, voidaan kaasusta tuottaa myös sähköä. Kaasu on mahdollista jalostaa myös liikennekäyttöön membraanikalvolla. **Tuliko vielä riittävän rikasta. Ymmärsin että ajaa vain kerran läpi ja johtaa sitten paremman moottorille ja jäännöksen polttimelle.**

2.1.2 Määtysjäätännöksen käyttö

Määtysjäätännös levitetään tilán omille pelloille. Biokaasulaitoksen rakentamisen jälkeen Junttilan tilalla ei ole enää ollut tarvetta teollisille lannoitevalmisteille. Tärkeänä on pidetty myös sitä, että hajuhaitoista ei ole kevään aikana valitettu verrattain tiiviisti asutulla kylällä.

Erityisen tärkeäksi määtysjäätännöksen lannoiteteossa on koettu se, että ravinteet ovat huomattavasti aikaisemmin kasvien käytettävissä.

2.2 Omat kommentit kohteesta

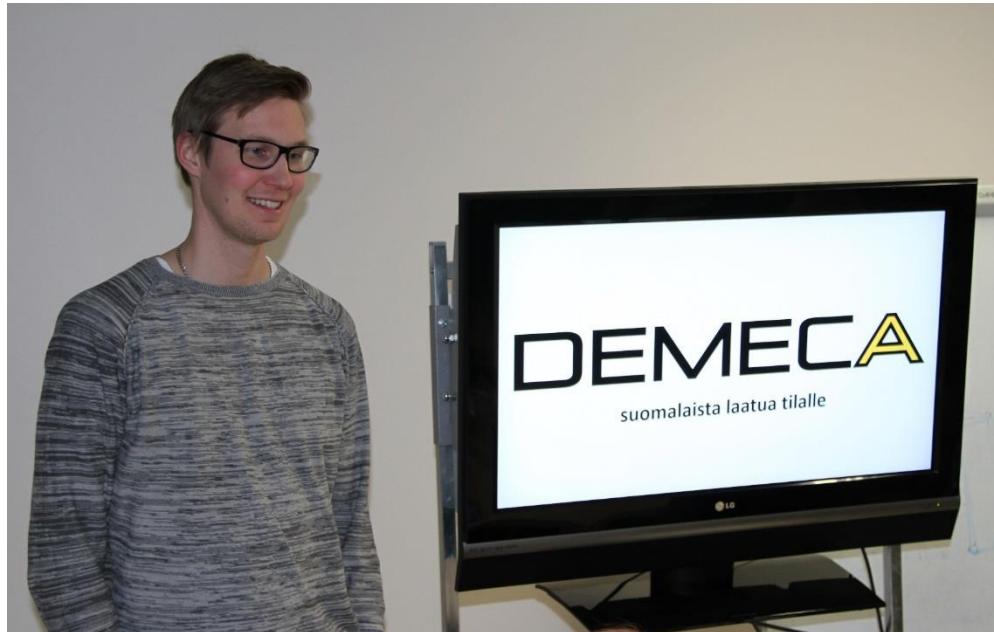
Kohde oli mielestäni sopiva tämän tyyllisen retken ensimmäiseksi kohteeksi, tässä nähtiin se, että biokaasulaitos voi olla hyvin yksinkertainen ja kompakti ratkaisu. Laitos oli hyvin riisuttu tekniikasta ja luonnollisia virtaamia on hyödynnetty mahdollisimman paljon. Mielenkiintoista oli myös se, että biokaasun metaanipitoisuus on verrattain korkea, yli 70%. Junttilan tilán vanha isäntä tietysti antaa oman lisämausteensa tähän vierailukohteeseen.



3 DEMECA OY

Demeca on vuonna 2008 perustettu, erilaisia maatalojen tuotantotilojen puhtaanapidon ja ilmanvaihtoon liittyviä ratkaisuja tarjoava yritys. Demeca tarjoaa myös Metaenergia-nimikkeellä kulkevia biokaasulaitosratkaisuja. (Demeca 2018.)

Vierailun kohteena oli Demecan tuotekehitysyksikkö ja pääkonttori Haapa-vedellä.



Demeca Oy myy Metaenergia-tuotenimellä maatalojen tarpeisiin räätälöityä biokaasulaitosratkaisua. Laitos perustuu Demecan kehittämiin osaprosessiratkaisuihin ja sen kehitystyössä on kiinnitetty erityistä huomiota laitoksen käyttäjystävällisyyteen.

Demecan biokaasulaitosratkaisu on rakennettu lähtökohtaisesti naudan liete- ja kuivalannalle sekä ylijäämärehulle. Laitos perustuu Kiintomädätys®-teknologiaan, eli syötteen TS on perinteistä märkämädätystä korkeampi, noin 20%. Syöte käsitellään erillisessä yksikössä niin, että se on homogeenistä ja partikkelikoko on noin 10mm, esikäsitteilyn jälkeen syöte on pumpattavissa ja se lämmitetään lämmönvaihtimessa poisteen lämpöä hyväksikäyttäen.

3.1 Biokaasulaitosratkaisun kuvaus

Biokaasulaitosratkaisu on suunniteltu kaupalliseksi kokonaisuudeksi, jossa perusratkaisut ova

4.1 Höyrylaitos

Retken kohteena oli Latvaenergian operoima höyrylaitos. Höyrylaitoksella tuotetaan kolmelle eri elintarvikealan yritykselle prosessihöyryä haketta polttoaineena käyttävässä Schmid merkkisessä arinakattilassa.

Laitoksen höyryteho on 3,5MW. Laitoskokonaisuuteen kuuluu hakevarasto, josta hakkeen syöttö pesäruuveille (2 kpl) tapahtuu erittäin jyrkkään asennetulla kolakuljettimella. Järjestelmässä on erillinen höyryn kehitin kattilan päällä.

Höyrylaitoksen teho on mitoitettu höyryn maksimitarpeen mukaan, laitosta kuitenkin joudutaan ajamaan myös silloin, kun yritysten prosessi-höyryn tarve on alhainen.

Laitoksen hakkeenkulutus on noin 12 000 i-m³, laitoksella pystytään polttamaan myös hakkuutähteistä tehtyä haketta. Optimikosteus hakkeella on 45%.

Laitosinvestointi on ollut kokonaisuudessaan 2milj. euroa ja laitoksen toiminta on käynnistynyt koeajoilla 2014 ja laitos on virallisesti otettu käyttöön 2015.

4.2 Omat kommentit kohteesta

Laitos on tehokkaasti automatisoitu ja sen operointiin vaadittiin yllättävän



vähän henkilötyötunteja. Joitain ongelmia laitoksen ylösajovaiheessa oli ilmennyt, mutta vierailun yhteydessä laitos toimi moitteetta. Tässä kohteessa korostettiin polttoaineena käytettävän hakkeen kosteuspitoisuuden merkitystä etenkin kuljettimien toiminnan kannalta, sillä jäänyt hake on aiheuttanut suurimmat ongelmat laitoksen toiminnassa.

5 BIOKAASULAITOS, MTY SALONEN

Utajärvellä sijaitseva, maatilamittakaavan biokaasulaitos on otettu käyttöön vuonna 2017 ja sen käsittelykapasiteetti on 6 900 t/a. Laitoksen pääasiallinen syöte on naudan lietelanta (6 000 t/a), muina syöteinä käytetään nurmirehua (650 t/a) ja naudan kuivalantaa (250 t/a). Syötteen TS on noin 20%. Laitos on ensimmäinen Demecan valmistama kaupallisen konseptin laitos.

5.1 Laitoksen kuvaus

Biokaasulaitos sijaitsee navettarakennusten lähes välittömässä yhteydessä, joka mahdollistaa lietelannan pumppauksen suoraan laitoksen esikäsittelyyn. Naudan kuivalanta ja nurmirehu syötetään erillisestä kontista syötteen esikäsittely-yksikköön. Esikäsittelyssä syöte seostetaan ja homogenisoidaan mahdollisimman tasalaatuiseksi, syötteen partikkelikoko on alle 10mm. Esikäsittely-yksikkö on tilavuudeltaan 150l.

Biokaasureaktorin kokonaistilavuus on 6000m³ ja sen lietetilavuus on 550m³. Reaktorin viipymä on 30vrk.

5.1.1 Biokaasun tuotto

Reaktori on ajettu ylös vasta noin neljä kuukautta sitten, mutta tavoiteltu kaasuntuotto on jo lähes saavutettu. Demecan laskennallinen kaasuntuotto tällä syötesekoituksella on 640m³ biokaasua/vrk (27 m³ biokaasua/h) ja vierailuajankohtana kaasuntuotto on ollut noin 26m³ biokaasua/h. On otettava kuitenkin huomioon, että reaktoriin on syötetty tilan lantatilanteesta johtuen naudan kuivalantaa lähes kokonaan nurmirehun asemesta. Voidaan myös olettaa, että reaktori on tuottanut kaasua joinain päivinä jopa enemmän kuin laitostoimittaja on laskennallisesti olettanut, sillä reaktorin kokonaiskaasuntuotosta laskettuna biokaasun määrä olisi on ollut keskimäärin 23m³ biokaasua/h. Reaktori on ollut toiminnassa 156 vrk, tämä ajanjakso sisältää myös reaktorin ylösajon.

5.1.2 Biokaasun hyötykäyttö

Tuotettu biokaasu hyödynnetään CHP-yksikössä, sähkö ja lämpö käytetään maatilalan omiin tarpeisiin, lämmöntarpeen ollessa korkea, poltetaan kaasua polttokattilassa. Maatila on jo lähes energiaomavarainen.

5.2 Omat kommentit kohteesta

Demecan laitos on osoittautunut tässä kohteessa erittäin toimivaksi ratkaisuksi ja itse olin yllättynyt siitä, miten nopeasti laitos on saatu ajettua ylös. Laitoskokonaisuus toki on vielä uusi, mutta mielestäni kokonaisuus on rakennettu mahdollisimman pitkäikäiseksi ja erittäin käyttäjäystävälliseksi.



6 TOPPILAN VOIMALAITOS

Toppilan voimalaitos on Oulun Energia Oy:n hallinnoima voimalaitos, jossa tuotetaan vuosittain 30% Oulun Energian hankkimasta sähköstä ja 70% tuotetusta kaukolämmöstä. Voimalaitos koostuu kahdesta voimalaitosyksiköstä ja 827 paneelisesta aurinkovoimalaitoksesta. Toppilan voimalaitoksella polttoaineena on käytössä puu ja turve. Puun osuus on tällä hetkellä 40%, mutta puun osuutta pyritään nostamaan. (Oulun Energia Oy 2018.)

Oulun energia pyrkii polttoainehankinnoissaan täyteen kotimaisuusasteeseen ja paikallisuuteen, esimerkiksi hakkeen pisin kuljetusmatka on pyritty pitämään alle 100km. Energiapuuta tuodaan voimalaitokselle hakettuna, jokainen kuorma punnitaan ja otetaan näytteet, joista määritetään erän kosteus ja energiasisältö.

6.1 Energiapuun varastointiterminaali

Laitoksen polttoaineen tarve on massiivinen, näin ollen puupolttoaineen riittävyyden takaamiseksi energiapuuta varastoidaan terminaalissa lähellä voimalaitosta.

Energiapuu varastoidaan karsittuna runkokuuna kasoilla, joita haketetaan tarpeen mukaan ja hake kuljetetaan terminaalista voimalaitokselle. Terminaalissa pidetään myös pientä hakepuskurivarastoa esimerkiksi viikonloppun tai erityisen kylmän ajan tarpeisiin.



6.2 Voimalaitokset

Voimalaitokset ovat puuta ja turvetta polttoaineenaan käyttävät Toppila 1 ja Toppila kaksi. Toppila 1 on vuonna 1977 valmistunut, 1996 saneerattu vastapainevoimalaitos, jossa polttotekniikkana on leijukerros poltto. Toppila 2 on vuonna 1995 käyttöön otettu väliottolauhdutusvoimalaitos.

Taulukko 1. Toppilan voimalaitosten tehot (Oulun Energia 2018)

Voimalaitos	Polttoaineteho	Sähköteho	Lämpöteho
Toppila 1	267MW	65MW	150MW
Toppila 2	315MW	120MW	170MW

Oulun Energian tavoitteena on korvata Toppila 1 uudella biovoimalaitoksella vuonna 2020. Uusi biovoimalaitos on suunniteltu rakennettavaksi Ouluun Laanilan teollisuusalueelle ja sen suunniteltu polttoaineteho on 215MW. Voimalan on suunniteltu olevan monipolttoainelaitos, jonka pääasiallinen polttoaine on energiapuu. (Oulun Energia Oy 2018a.)

6.2.1 Tuhkan hyötykäyttö

Voimalaitoksen polttoprosessien sivuvirtana syntyy tuhkaa, joka voidaan käyttää tiestön rakentamisessa pohjamateriaalina tai rakeistettuna metsän lannoitukseen. Rakeistaminen mahdollistaa myös tuhkalannoitteen virittämisen tarvittavilla lisäravinteilla. Ainoastaan laitoksen sytytysvaiheen aikana syntynyttä polttoöljytuhkaa ei pystytä hyötykäyttämään.

6.3 Omat kommentit kohteesta

Oli mielenkiintoista nähdä ison mittaluokan voimalaitos ja siihen liittyviä logistisia ratkaisuja. Mielenkiintoista oli myös kuulla Oulun energian toimintaperiaatteista ja niihin liittyvistä kotimaisuutta tukevista arvoista.

Tässä kohteessa tuli hyvin myös se esille, että polttoaineen tasalaatuisuutta ei voida koskaan aliarvioida prosesseissa. Etenkin puupolttoaineen kosteuspitoisuuden vaihtelut tuo omat haasteensa näinkin suurissa volyymeissä.

7 VOLTER OY

Volter Oy tarjoaa moduuliratkaisuna toteutettavaa puukaasuteknologiaan perustuvaa pien CHP-yksikköä. Yritys on vuonna 1997 perustettu ja työllistää tällä hetkellä 20 työntekijää.

Vierailulla tutustuttiin Volterin uusiin toimitiloihin ja tuotantoyksikköön. Tuotantoyksikön toiminta käynnistyi virallisesti vasta 1.3, mutta tiloissa oli nähtävillä eri kokoamisvaiheissa olevia voimaloita.

Volterin voimala on käytössä muun muassa Kempeleen ekokorttelissa, jossa sillä tuotetaan sähköä ja lämpöä kymmenen kiinteistön tarpeisiin. Volterin voimaloita on joitain Suomessa, mutta yritys on selkeästi panostanut vientiin.

7.1 Volter 40 Indoor CHP

Volter 40 Indoor CHP on suunniteltu kompaktiksi ratkaisuksi ja se soveltuu asennettavaksi sisätiloihin. Sen sähköteho on 40kW ja lämpöteho 100kW lämpimänä vetenä ja 20kW lämpimänä ilmaa. Laitoksia voidaan kytkeä useampi rinnan, näin saadaan katettua isommankin kohteen energiantarve.

Itse voimalaitos koostuu kaasuttimesta, jossa puuhaketta kaasutetaan pyrolyysireaktion avulla. Muodostunut kaasu jäähdytetään ja soudatetaan pussisuodattimella, jonka jälkeen se johdetaan polttomoottorille.

Voimalan polttoaineena käytetään puuhaketta, jonka kosteus on oltava alle 20%. Hakkeen kulutus on noin 4,5 irtokuutiometriä vuorokaudessa. Hakkeelle vaaditaan erillinen varastointitila voimalan yhteyteen. Hakkeen syöttö voimalaan tapahtuu ketju- tai ruuvikuljettimella.

Voimalan automaatio on rakennettu etäohjattavaksi.



7.2 Alpuan kehitys ry.

Alpuan kehitys ry. on vuonna 2012 perustettu yleishyödyllinen yhdistys, joka hallinnoi kahta Alpuan vanhaa koulukiinteistöä. Koulukiinteistöjen tiloissa toimii tällä hetkellä yksityinen päiväkotitoiminta, kuntosali ja kirpputori sekä vuokra-asuntoja.



Koulukiinteistöjen sähkö- ja lämpöenergia tuotetaan Volter Oy:n valmistamalla CHP yksiköllä, jonka ansiosta kiinteistöt ovat energiaomavaraisia. Voimalan käyttämä hake ostetaan Alpuan kylän alueelta. Hake hankitaan kesän aikana, jolloin se myös kuivataan. Kuivaamiseen käytetään kesän aikana tuotettua ylimääräistä lämpöenergiaa.

Alpuan kehitys ry:n voimala on Volterin vanhempaa mallia ja tätä kautta laitoksen käytöstä vastaavat ovat olleet aktiivisesti mukana Volterin tuotekehityksessä.

Alpualle on muodostunut hyvin tiivis ja aktiivinen kyläyhteisö koulukiinteistöissä tapahtuvan toiminnan myötä. Aiemmin muuttotappiosta kärsinyt kylä on onnistuttu herättämään henkiin. Alpuan kylä on valittu vuoden 2014 Pohjois-Pohjanmaalaiseksi kyläksi.

7.2.1 Farmivirta

Alpuan kehitys ry. oli ensimmäinen Oulun energian lanseeraamaa farmivirtaa myyvä toimija. Tällä hetkellä Alpuan hakesähköä on myynnissä noin 50 000kWh vuodessa ja se maksaa 7snt/kWh.

Farmivirta mahdollistaa pien- ja mikrovoimalaitoksissa tuotetun sähkön myymisen tuottajan itse määrittelemällä hinnalla, se myös mahdollistaa kuluttajalle uusiutuvan energian tuotannon tukemisen. Farmivirran tuottajat ovat sitoutuneet tuottamaan energiaa uusiutuvilla energianlähteillä, tällä hetkellä Farmivirran energianlähteinä ovat biokaasu, puuhake, vesivoima ja aurinko. (Oulun Energia Oy. 2018b.)

7.3 Omat kommentit kohteista

Volter on selvästi panostanut tuotekehitykseen ja itseäni yllätti voimalan erittäin kompakti koko. Myös voimalan ulkoasuun on panostettu ja teollisen muotoilijan kädenjälki näkyi selvästi. Voimalan kohdalla itseäni mietitytti etenkin hakkeen laatuvaatimukset, sillä hakkeen on oltava ilmeisen tasalaatuista ja kuivaa, jotta voimala toimii häiriöttä. Hakkeen kulutus tuntui myös korkeahkolta.

Vierailuajankohtana valitettavasti Volterin tuotanto ja muut toiminnot olivat juuri muuttamassa uusiin toimitiloihin, joten valitettavasti emme päässeet näkemään varsinaista tuotantoa.

Mielestäni oli hyvä, että vierailuun oli liitetty myös jo jonkin aikaa toiminnassa ollut voimala. Alpuan kylä on mielestäni hyvä esimerkki siitä, miten kyläyhteisöä voidaan lähteä kehittämään ja siitä, miten joskus vaaditaan ennakkoluulottomia ratkaisuja.

8 JAHOTEC OY

Jahotec Oy on vuonna 1998 perustettu automaatiotekniikkaan ja tuotantolaitteisiin keskittyvä yritys. (Jahotec Oy n.d.)

Vierailulla Jahotec Oy:n toimitusjohtaja Jarkko Ahola kertoi yrityksestä ja rakennetun biokaasulaitoksen taustoista. Yrityksellä on myös kuivamädätystekniikkaan perustuva laitosratkaisu kehitteillä.

Yrityksen biokaasulaitoksen rakentamisen lähtökohtana oli yrityksen oman energiantarpeen kattaminen ja toisaalta myös Aholan maatilan käyttämien teollisten lannoitteiden korvaaminen.

8.1 Limingan biokaasulaitos

Limmingan biokaasulaitos on 10 000 tonnia vuodessa käsittelevä laitos. Syötteet koostuvat yhdyskuntalietteistä, teurasjätteestä ja peltobiomassoista. Tuotetusta biokaasusta valmistetaan sähkö ja lämpöä Jahotec Oy:n tarpeisiin.

Biokaasulaitos on ollut toiminnassa vuodesta 2014. Biokaasulaitoksen kapasiteetin nostamiseksi on ympäristölupahakemus vireillä, vierailuajankohtana lupaa ei kuitenkaan ollut vielä myönnetty. Laitoksen rakennusvaiheessa on kuitenkin jo varauduttu siihen, että kapasiteettiä nostetaan jopa puolella.

Limmingan biokaasulaitos Biok koostuu syötteen vastaanotosta ja varastointiyksiköstä sekä biokaasureaktorista. Biokaasureaktorin poiste johdetaan vielä jälkimädätysaltaaseen. Jälkimädätysaltaasta mädätysjäännös pumpataan lietesäiliöön ennen levitystä. Laitoksella on tehty paljon erilaisia toimenpiteitä hajuhaittojen poistamiseksi.

Laitoksen rakennuskustannuksiksi arvoitiin noin 3 miljoonaa euroa, biokaasulaitos työllistää kolme henkilöä.

8.2 Omat kommentit kohteesta

Jahotec on tehnyt paljon työtä laitosratkaisun kehittämisessä ja Jahotecin omaa automaatiotekniikan osaamista on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon. Biokaasulaitoksesta ja sen ympäristöstä tuli hyvin selväksi, että laitoksen kapasiteetin tuplaamiseen oli varauduttu jo rakennusvaiheessa.



9 YHTEENVETO

Bioenergiaretki oli kokonaisuudessaan hyvin onnistunut ja mielenkiintoinen. Kohteet oli valittu huolella ja niitä oli retken keston suhteutettuna sopivasti. Aikatauluun oli varattu riittävästi aikaa jokaisessa kohteessa.

Itselle tämä retki oli hyvä muistutus siitä, että bioenergia on laaja käsite ja siihen sisältyy paljon toisistaan eroavia teknisiä ratkaisuja, bioenergian raaka-aineet ovat todella monimuotoiset ja jokaiseen niistä liittyy omat mahdollisuutensa sekä haasteet. Mielestäni juuri tämä tekee bioenergiasta niin mielenkiintoisen.

Itse pidin retkessä myös siitä, että retken kohteet olivat toisistaan hyvinkin erilaiset. Oli mielenkiintoista nähdä pieniä, maatilan tarpeisiin energiaa tuottavia laitoksia ja suuria, Oulun kaupungin tarpeisiin energiaa tuottava laitos.

LÄHTEET

Demeca Oy. (2018). Biokaasu. Haettu 13.2.2018 osoitteesta <http://www.demeca.fi/biokaasu>

Jahotec Oy. (n.d) Lisää tehoa tuotantoon. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <http://www.jahotec.fi/etusivu>

Latvaenergia Oy. (n.d) Latvaenergia Oy – Lämpimästi energiapuusta. Haettu 13.2.2018 osoitteesta <http://www.latvaenergia.fi/fin/index.php>

Oulun Energia Oy. (2018b) Farmivirran tuottajat. Haettu 1.3.2018 osoitteesta <https://www.ouluenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiayrittajyys/farmivirran-tuottajat>

Oulun Energia Oy. (2018a). Laanilan biovoimalaitoshanke. Haettu 15.2.2018 osoitteesta <https://www.ouluenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset/laanilan-biovoimalaitoshanke>

Oulun Energia Oy. (2018) Toppilan Voimalaitos. Haettu 15.2.2018 osoitteesta <https://www.ouluenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset/toppilan-voimalaitos>