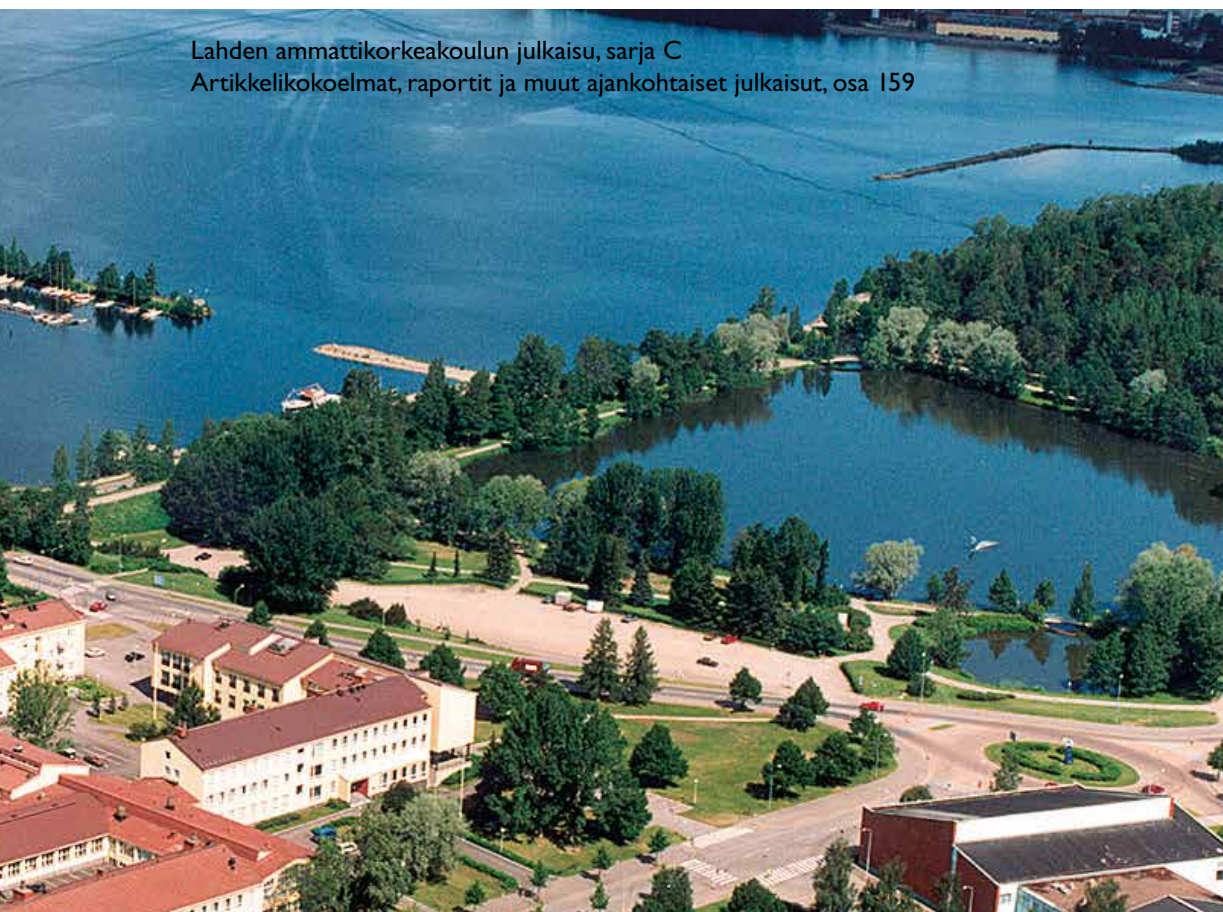


## Biotyöpajat

– tuloksia ja kokemuksia biohajoavien jätteen liiketoimintamahdollisuuksien parantamisesta työpajatyöskentelyillä

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu, sarja C  
Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut, osa 159



Irma Mäkelä (toim.)

Irma Mäkelä (toim.)

## Biotyöpajat

– tuloksia ja kokemuksia biohajoavien jätteiden liiketoimintamahdollisuuksien parantamisesta työpajatyöskentelyillä

Biotyöpajat – tuloksia ja kokemuksia biohajoavien jätteen liiketoimintamahdollisuuksien parantamisesta työpajatyöskentelyillä

Irma Mäkelä

**Biotyöpajat – tuloksia ja kokemuksia biohajoavien jätteen liiketoimintamahdollisuuksien parantamisesta työpajatyöskentelyillä**

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarjat

A Tutkimuksia

B Oppimateriaalia

C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu

Sarja C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut, osa 159

Vastaava toimittaja: Ilkka Väänänen

Taitto: Kirsi Kaarna

ISSN 1457-8328

ISBN 978-951-827-208-6

Paino: Suomen Yliopistopaino Oy, 2014



## SISÄLLYS

Esipuhe .....	4
Kirjoittajat .....	5
Tiivistelmä.....	6
Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke .....	8
Biotyöpajojen työpajatyöskentely .....	11
Palautetta ja kehittämisehdotuksia työpajoista ja opintojaksojen toteutuksista .....	23
Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen energiana -työpaja....	31
Biohajoavan jätteen hyödyntäminen maatalouden näkökulmasta.....	40
Jätevesilietteen liiketoimintamahdollisuudet .....	45
E-farm® biokaasukoulutus ja workshop .....	51
Biokaasulaitoksen mädätysjäänöksestä on moneen käyttöön? ...	56
Liitteet .....	64

## ESIPUHE

Korkeakouluissa opiskelee tulevaisuuden tekijöitä. Ongelmalähtöinen projektioppiminen tarjoaa mahdollisuuden paitsi tehokkaaseen oppimiseen myös uusien ideoiden kehittelyyn aina tuote- ja palveluinnovaatioiksi asti yhdessä muiden opiskelijoiden, opettajien ja työelämän asiantuntijoiden kanssa. Työskentely yritysten toimeksiantojen parissa on motivoivaa sekä opiskelijoille että opettajille. Jokainen projekti opettaa jotain uutta, ja pieniltä tuntuvat paikalliset toimeksiannot nivoutuvat globaaleihin kysymyksiin resurssitehokkuudesta ja energian, puhtaan veden ja ruuan riittävydestä.

Biojäte ja bioliete saattavat sanoina kuulostaa ympäristöinsinöörien ”päänsäryltä” – jätteeltä, josta pitäisi päästä eroon mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tämä tarkoittaa yhä enenevässä määrin jätteen hyödyntämistä joko jalostamalla se myytäväksi lopputuotteeksi tai hyödyntämällä sitä jossakin muussa tuotantoprosessissa. Biojätteen ja -lietteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen tarvitaan uusia konsepteja, jotka perustuvat mahdollisimman suljettuihin, materiaali- ja energiatehokkaisiin kiertoihin. Konseptien kehittämiseen ei paineita aseta pelkästään biojätteiden kaatopaikkakielto jo muutaman vuoden kuluttua vaan myös luonnonvarojen ehtymisen aiheuttama paine saada ravinteet ja energia kiertoon ja hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkiksi fosforista tulee olemaan pulaa tulevaisuudessa – vain se, kuinka pian, vaihtelee lähteestä riippuen.

Biotalous perustuu kestävään ja resurssiviisaaseen tapaan ajatella ja toimia. VTT:n keväällä 2014 ilmestyneessä raportissa ”People in the Bioeconomy 2044” hahmotellaan elämää vuonna 2044, jolloin mikrobit tuottavat lentokoneiden polttoaineen, hyönteiset ja madot ovat ihmisten proteiininlähteenä arkipäivää ja tarvittavat tavarat voi jokainen tulostaa omalla 3D-tulostimella. Teollisuus perustuu suljettuihin kiertoihin, teollisiin symbiooseihin ja solutehtaisiin, jotka muuntavat jätevirtoja uusiksi korkean jalostusasteen tuotteiksi.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen toteuttivat yhdessä Hämeen ammattikorkeakoulun, Lahden ammattikorkeakoulun ja Laurea-ammattikorkeakoulun opettajat, opiskelijat ja asiantuntijat. Nämä kolme ammattikorkeakoulua muodostavat FUAS-liittouman, jonka ”ympäristö ja energiatehokkuus” painoalan asiantuntijoiden hyvin toimivasta yhteistyöstä tämä hanke on yksi esimerkki. Tähän julkaisuun on koottu Lahden ja Laurea ammattikorkeakoulujen opiskelijoiden ja opettajien kirjoituksia hankkeen tuloksista. Vaikka hankkeessa toteutettiinkin enemmän ”jalat maassa” -tyylisiä opiskelijaprojekteja kuin yllä mainitut tulevaisuuskenaa-riot, toteutustapa työpajoineen valmistaa opiskelijoita tulevaisuuteen. Silloin (ja jos nyt) tarvitaan verkostomaista, yrittäjämäistä ja ongelmanratkaisukykyä vaativaa tapaa toimia ja kehittää uusia tuotteita ja palveluita – ja samalla vaikka ammatti biotalouden yrittäjänä.

Lahdessa 14.9.2014

*Silja Kostia*

LAMK tekniikan alan koulutuspäällikkö

FUAS ympäristö ja energiatehokkuus -ryhmän puheenjohtaja

## KIRJOITTAJAT

**Carroll Paul**, opettaja, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, energia- ja ympäristötekniikka

**Halmemies Sakari**, yliopettaja, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, energia- ja ympäristötekniikka

**Karell Jasmin**, opiskelija, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, energia- ja ympäristötekniikka

**Kivelä Susanna**, yliopettaja, Laurea-ammattikorkeakoulu, liiketalous, Lohjan kampus

**Kortelainen Mika**, aluejohtaja, Länsi-Uusimaa, Laurea-ammattikorkeakoulu, Lohjan kampus

**Kostia Silja**, koulutuspäällikkö, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala ja FUAS ympäristö ja energiatehokkuus -ryhmän puheenjohtaja

**Mäkelä Irma**, projektipäällikkö, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala

**Pulkkinen Mervi**, lehtori, Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, energia- ja ympäristötekniikka

**Uusitalo Tero**, lehtori, Laurea-ammattikorkeakoulu, liiketalous, Hyvinkään kampus

Irma Mäkelä

## TIIVISTELMÄ

Artikkelikokoelmassa kerrotaan Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöteknologian koulutuksen toimenpiteistä, joilla alueen ympäristöliiketoiminnan kilpailukykyä ja insinöörikoulutuksen osaamista ja työelämävastaavuutta on lisätty työpajatyöskentelyillä Biotyöpajat-osahankkeessa. Lisäksi julkaisussa on Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen toisen osahanketoteuttajan Laurea-ammattikorkeakoulun Biokaasulaitoksen mädätysjäännöksestä on moneen käyttöön? -artikkeli. Siinä kuvataan Laurea-ammattikorkeakoulun hankkeessa tekemiä mädätysjäännökseen liittyviä liiketoimintaselvityksiä.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke artikkelissa kerrotaan lyhyesti koko hankkeen ja Biotyöpajat-osahankkeen lähtökohdista ja tavoitteista. Biotyöpajojen työpajatyöskentely -kappaleessa Irma Mäkelä kertoo työpajoissa käytetyistä menetelmistä, koulutusten ja työpajojen teemoista ja ratkaistavina olleista kysymyksistä sekä työpajojen tukitoimista. Artikkelisiin Palautetta ja kehittämisehdotuksia työpajoista ja opintojaksojen toteutuksissa on koottu opiskelijoiden työpaja- ja opintojaksoraporteissaan antamaa palautetta sekä kehittämisehdotuksia työpajojen ja opintojaksojen toteutuksiin.

Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen energiana työpaja -artikkelissa kerrotaan keväällä 2014 toteutetusta Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen Suomessa ja muualla sekä niiden liiketoimintamahdollisuuksien tarkastelu -työpajasta: työpajan aihepiiriin liittyvästä teoriasta, käytännön toteutuksesta ja tuloksista. Lisäksi siinä käsitellään työpajan tueksi kutsuttujen asiantuntijoiden panosta ja opintojaksoon liittyviä opintomatkoja sekä kehittämisehdotuksia työpajatyöskentelyn parantamiseksi. Työpajan kysymyksiä asiantuntijoiden ohella ratkoivat Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöinsinöörikoulutuksen toisen vuosikurssin opiskelijat (YMP12) opettajiensa ohjauksessa.

Sakari Halmemiehen Biohajoavan jätteen hyödyntäminen maatalouden näkökulmasta -artikkeli käsittelee lyhyesti keskitettyä ja hajautettua biojätteen käsittelyä, biojätteen hyödyntämisen mahdollisuuksia sen alkulähteillä, biojätteen kaupallistamisen vaatimuksia sekä sitä, miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjauskeinoja pitäisi kehittää, jotta biojätteet saataisiin paremmin hyödynnettyä. Edellä mainittuja kysymyksiä ratkottiin Biotyöpajat-osahankkeen ensimmäisessä: Biojätteen hyödyntäminen liiketoiminnassa -työpajassa lokakuussa 2013, jonka järjestelyistä vastasivat Lahden ammattikorkeakoulun kolmannen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP11). Marraskuussa 2013 kolmannen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat järjestivät Biotyöpajat-osahankkeessa toisen työpajan: Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa. Jätevesilietteen liiketoimintamahdollisuudet -artikkelissa käsitellään työpajassa tarkasteltuja jätevesilietteen hyödyntämisvaihtoehtoja ja niihin liittyviä haasteita.

Paul Carroll luo artikkelissa E-farm® biokaasukoulutus ja workshop katsauksen osahankkeen keväällä 2014 järjestämään työpajaan teemalla E-farm® Biokaasukoulutus osana tulevaisuuden energiaratkaisuja. Koulutuksessa tutustuttiin E-farm® Pro

-ohjelmaan ja erilaisten biomassojen hyödyntämiseen hajautetussa energiatuotannossa. Workshop-osuudessa käsiteltiin maatilakokoluokan laitoksia ja suurempia yksiköitä, syötteitä, kuten maatalouden jakeita, biojätettä, yhdyskuntalietettä ja biomassaa sekä syötteiden vaikutusta prosessiin, kannattavuuteen ja jäännöksen hyödyntämiseen ottaen huomioon muun muassa lainsäädännön asettamat rajoitteet. Artikkelin koostuu Tulevaisuuden energiat -opintojakson opettajan havainnoista, ulkopuolisten asiantuntijoiden havainnoista sekä järjestetyn koulutuksen ja workshopin palautteista.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke koostui kolmesta osahankkeesta. Sitä toteuttivat vuosina 2013–2014 Hämeen ammattikorkeakoulu (kokonaishankkeen hallinnoija), Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea-ammattikorkeakoulu. Hanke sai rahoitusta Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta. Lisäksi sitä rahoittivat toteutukseen osallistuneet osahanketoteuttajat ja yritykset.

**Avainsanat:** biohajoava jäte, biojäte, biokaasu, biokaasulaitos, biomassa, Biotyöpajat, jätevesiliete, liete, mädätysjäännös, työpaja



Irma Mäkelä

## BIOJÄTTEISTÄ JA LIETTEISTÄ KESTÄVÄÄ TOIMINTAA (BIOLIIKE) -HANKE

### Tiivistelmä

Artikkelissa luodaan katsaus Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeeseen ja sen yhtenä osana toteutettuun Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeen lähtökohtiin, tavoitteisiin ja tulosten hyödyntämiseen.

### Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen lähtökohta ja tavoitteet

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanketta toteuttivat vuosina 2013–2014 Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK, kokonaishankkeen hallinnoija), Lahden ammattikorkeakoulu (LAMK) ja Laurea-ammattikorkeakoulu (Laurea).

Biohajoavien jätteiden ja lietteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen tarvitaan älykkäitä kokonaiskonsepteja. Konseptien kehittämiseen asettavat paineita muun muassa vuonna 2016 voimaantuleva biojätteiden kaatopaikkakielto sekä luonnonvarojen ehtymisen aiheuttama paine saada ravinteet ja energia kiertoon sekä hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti ja kokonaisvaltaisesti. Biohajoavat jäte- ja sivuvirrat ovat lisäksi kestävä ja kotimainen vaihtoehto biohajoaville jätteille asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Biohajoavien jätteiden ja lietteiden hyödyntäminen on uusi ja monia mahdollisuuksia tarjoava liiketoiminta-alue. Käytäntöön tarvitaan sekä yleisesti sovellettavia että paikalliset olot huomioon ottavia tehokkaita ratkaisuja. (Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke 2013.)

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeella haettiin ratkaisua biohajoavien jätteiden ja lietteiden liiketoimintaedellytysten parantamiseen Etelä-Suomen alueella. Toimenpiteet kohdentuivat biojätteiden ja lietteiden nykykäsittelyprosesseissa, etenkin biokaasulaitosprosesseissa, ja toiminnassa tiedostettuihin ongelmiin ja haasteisiin. Ratkaisuja etsittiin myös täysin uusien toimintatapojen ideointiin ja suunnitteluun. Tavoitteena oli näiden kokonaisprosessikonseptien tehokkuuden parantaminen (materiaali- ja energiatehokkuus sekä kustannustehokkuus), uusien teknologioiden käyttöön liittyvien riskien pienentäminen, ravinteiden kierrätyksen edistäminen ja näihin liittyvien alueellisten ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien selvittäminen. Teknologisten ja liiketoiminnallisten päätavoitteiden lisäksi tavoite oli kehittää alueen toimintaympäristöä ja osaamista lisäämällä yhteistyötä alan keskeisten toimijoiden – yritysten, korkeakoulujen ja maatalousyrittäjien – välillä soveltamalla korkeakoulututkimusta käytäntöön laitostasolla sekä tuottamalla tutkimusta ja käytännön laitostointia osaksi koulutusta ja lähemmäs laitosten lopputuotteiden asiakaskuntaa, kuten maatalousyrittäjiä. Tavoitteena oli myös lisätä alueen asukkaiden tietoisuutta ja ymmärrystä oman asuinseutunsa biojäte- ja vesihuoltokentän fiksuista, kestävästä ja ympäristöystävällisestä asukkaiden vastuullista suhtautumisesta ympäristöasioihin, muun muassa biojätteiden lajitteluun. Tällä taas on positiivinen vaikutus käsittelylaitosten toimintaan. (Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke 2013.)

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke koostui kolmesta osahankkeesta. Hämeen ammattikorkeakoulun Tehoa prosesseihin ja ravinteet kierto -osahankkeessa ratkottiin nykykäsittelyprosesseissa tiedostettuja ongelma-kohtia ja haasteita, jotka liittyivät jätteiden biokaasu- ja lietemädättämölaitoksiin ja niiden kokonaistoimintaketjuihin. Tavoitteena oli näiden kokonaisprosessikonseptien tehokkuuden parantaminen ja ravinteiden kierrätyksen edistäminen. Prosessitutkimusta ja -kehitystyötä tehtiin laboratorio- ja pilot-tasolla HAMK:n koareaktoreilla sekä myös laitosmittakaavassa. Ravinnekierätystä lannoitteena sekä puutarha- ja maatalouskäyttöön tutkittiin viljelykokein. Myös muita hyötykäyttötapoja, liiketoimintaja toiminnan integrointimahdollisuuksia selvitettiin. (Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -projektipäätös 2013.)

Lahden ammattikorkeakoulun (LAMK) Biotyöpajat-osahankkeessa kartoitettiin työpajatyöskentelyillä biojätteiden ja lietteiden nykyhyödyntämiskonseptien ja liiketoimintamahdollisuuksien kehitystarpeita. Tarkastelujen kohteina olivat muun muassa nykyhyödyntämiskonseptien energia- ja materiaalitehokkuuden parantaminen sekä uusien konseptien kehitysideat. Osahankkeessa järjestettiin ideointityöpajoja yhdessä muiden osahanketoteuttajien, asiantuntijoiden ja muun alan toimijaverkoston kanssa. Ideointityöpajoista opiskelijat laativat työpajaraportteja, joiden pohjalta tuotettiin artikkelimuotoiset koosteraportit sekä toteutettiin ja toteutetaan uusia ideointityöpajoja. Lisäksi biohajoaviin jätteisiin ja lietteisiin liittyviä opinnäytetöitä oli työn alla hankeaikana.

Laurea-ammattikorkeakoulun (Laurea) Tulevaisuustyöpajat ja liiketoimintamahdollisuuksien selvitys -osahankkeessa selvitettiin biojätteiden ja lietteiden käsittelystä syntyville valituille lopputuotteille hyötykäyttöä ja niihin liittyviä uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Tarkastelujen kohteina olivat esimerkiksi biokaasulaitosten lopputuotteista jalostetut lannoitevalmisteet. ”Biokaasulaitosten mädätysjäännöksestä liiketoimintaa – Tuotteistamistyöpajojen” tavoitteena oli mädätysjäännöksen tuoteideointi, tuotteistaminen ja liiketoimintamahdollisuudet. Työpajojen tuloksina syntyi uusia tuoteideoita, joita voidaan edelleen kehittää. (Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke 2014.)

### **Biotyöpajat-osahankkeen lähtökohta, tavoitteet ja tulosten hyödyntäminen**

Lahden alueelle on keskittynyt merkittävä määrä ympäristöalan yrityksiä, ympäristöliiketoimintaa ja tutkimusinfrastruktuuria. Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöteknologian koulutus on vetovoimainen ja joka vuosi opintonsa aloittaa noin 50 tulevaa ympäristöinsinööriä. Insinööriopiskelijat ovat tärkeä voimavara alueen yritysten TKI-työssä projektitöiden, harjoittelujaksojen ja opinnäytetöiden kautta. Valmistuneet insinöörit työllistyvät hyvin sekä Lahden alueelle että muualle Suomeen ympäristöalan yrityksiin. (Biotyöpajat-osaprojektin kuvaus 2014.)

Lahden ammattikorkeakoulun (LAMK) Biotyöpajat-osahankkeen tavoitteena oli työstää opiskelijatyönä, esimerkiksi opintojaksoihin liittyvinä opiskelijaprojekteina, harjoitteluna tai opinnäytteinä, yhdessä yritysten kanssa 2–5 kehittämisasihiota olemassa olevien biojätteen ja lietteen hyödyntämiskonseptien materiaali- ja energiäte-

hokkuuden parantamiseksi sekä uusien konseptien kehittämiseksi. (Biotyöpajat-osa-projektin kuvaus 2014.)

LAMK:n koulutustarjonnassa olevia opintojaksoja, joihin biojätteen ja lietteiden tutkimustuloksia sekä hyödyntämis- ja kaupallistamisaihiota voitiin soveltaa yhdessä muiden osatoteuttajien (HAMK, Laurea) kanssa oli lukuisia, muun muassa: elinkaariajattelu ja materiaalitehokkuus sekä siihen liittyvät projektit, ilmansuojelu ja päästömittaukset, bioenergia ja uusiutuvat energialähteet, ympäristövaikutusten arviointi, vesistönäytteenotto, kenttämittaukset ja analyysit, jäte-, energia- ja vesihuolto, jäteveden käsittely ja hyödyntäminen, yrityksen julkisorganisaation jätehuolto, materiaalien kierrätystoiminta, biohajoavan jätteen hyödyntäminen, biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana sekä tulevaisuuden energiat.

Osahankkeessa saatuja tuloksia ja kokemuksia tullaan hyödyntämään jatkossa LAMK:n, ja mahdollisesti myös muiden osatoteuttajien (HAMK, Laurea) koulutuksissa ja projekteissa. Lisäksi hankkeessa luotiin uutta oppimateriaalia, jota myös muut osatoteuttajat voivat hyödyntää omilla koulutuksissaan. Osahankkeen työpaajoista laadittua artikkelikokoelmaa: Biotyöpajat – tuloksia ja kokemuksia biohajoavien jätteiden liiketoimintamahdollisuuksien parantamisesta työpajatyöskentelyillä (<http://www.lamk.fi/tki-toiminta/julkaisut/c-artikkelikokoelmia-raportteja-muita-ajankoh- taisia/Sivut/default.aspx>) voidaan käyttää oppimateriaalina tulevissa koulutuksissa.

## Lähteet

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke. 2013. Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen EAKR-projektihakemus 1.3.2013.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke. 2014. Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen väliraportti 23.1.2014.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -projektipäätös. 2013. Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen rahoituspäätös 7.3.2013.

Biotyöpajat-osa-projektin kuvaus. 2014. Biotyöpajat-osa-projektin kuvaus EAKR-projektihakemuksessa 24.1.2014.

Irma Mäkelä

## BIOTYÖPAJOJEN TYÖPAJATYÖSKENTELY

### Tiivistelmä

Artikkelissa käsitellään Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeen käytännön toteutusta, johon Lahden ammattikorkeakoulun toisen (YMP12) ja kolmannen (YMP11) vuosikursin ympäristöinsinööriopiskelijat osallistuivat. Artikkelissa luodaan katsaus työpajoissa käytettyihin menetelmiin, työpajojen ja koulutusten teemoihin ja ratkaistaviin olleisiin kysymyksiin, työpajojen tukitoimiin sekä työpaja- ja opintojaksoraportteihin.

### Biotyöpajojen työpajatyöskentely

#### Työpajatyöskentelyissä käytetyt menetelmät

Työpajatyöskentelyssä käytettiin soveltaen kahta pedagogista menetelmää: Learning Café ja PBL (Problem Based Learning). Näistä Learning Café-menetelmä oli käytössä itse työpajatilaisuudessa, kun taas PBL:ää käytettiin tiedonhakuprosessissa. (Kiuru, Korsulainen, Alenius, Luomanen, Mallat, Savioja & Innanen 2014, 3.)

Problem Based Learning (PBL) eli ongelmalähtöinen oppiminen tai ongelmaperustainen oppiminen on aktiivisen oppimisen menetelmä. Ongelmaperustaista oppimista käytettäessä opiskelijat työskentelevät pienissä ryhmissä, ja itse opiskelu tapahtuu avoimia kysymyksiä asettamalla. Opettajan rooli on pienryhmätyöskentelyn ajan toimia opiskelun ohjaajana eikä tarjota valmiita vastauksia. Menetelmässä hyödynnetään muun muassa yksilön olemassa olevan tiedon palauttamista, tiedon prosessointia ja järjestämistä semanttiseksi verkoksi. Ongelmalähtöinen opiskelu kehittää opiskelijan itseohjautuvuutta ja yleisiä työelämävalmiuksia. Koko prosessin ajan opiskelija joutuu myös arvioimaan omaa ja vertaisopiskelijoidensa työtä.

Ongelmaperustainen oppiminen voidaan nähdä syklisenä mallina, jossa on useita vaiheita ja ennalta sovittu työnjako. Ryhmäistunnossa on 6–12 jäsentä. Ryhmän työskentelyä ohjaa tutoropettaja. Istuntoa varten valitaan puheenjohtaja ja kirjuri. Kirjuri toimii samoin kuin kokouksessa sihteeri. Ensin luodaan skenaario tutkittavasta ongelmasta eli yritetään tulkita ja ymmärtää lähtötilanne. Ensimmäisessä tutoristunnossa tuotetaan aivoriivessä mahdollisimman paljon ideoita ongelma-alueesta. Samansukuiset ideat jäsennellään ja ryhmitellään. Seuraavaksi valitaan ja muotoillaan ne ongelma-alueet, joita lähdetään tarkemmin tutkimaan. Sitten laaditaan oppimistavoitteet ja -tavat itsenäisen opiskelun vaiheeseen. Itsenäisen opiskelun aikana hankitaan taustatietoa sovitun työnjaon mukaisesti. Toisessa tutoristunnossa hankittu tieto mallinnetaan ja käsitteellistetään. Näin syntyy uutta käyttöteoriaa, jota selvennetään ja verrataan alkutilanteeseen. Koko syklin aikana arvioidaan oppimisprosessia, ryhmäprosessia ja ongelmanratkaisua. Kuvassa 1 on esitetty PBL-menetelmän idea. (Ongelmalähtöinen oppiminen - Wikipedia 2014.) (Pajusalo, Rahikkala, Ahokas, Pitkäsalo, Linhola, Ruuth & Kilponen 2014, 3.)

**Problem Based Learning (PBL)**

- Ongelmaperustainen oppiminen
- Opetusmenetelmä tai -strategia

ONGELMA =  
TYÖELÄMÄSTÄ KUMPUAVA  
LÄHTÖKOHTA, JONKA  
POHJALTA RAKENNETAAN  
OPPIMISTEHTÄVÄ

◆ **Opitaan**

- Ryhmätyöskentelyä
- Itseohjautuvaa opiskelua
- Itsenäistä opiskelua
- Kriittistä ajattelua
- Itsearviointia
- Vuorovaikutustaitoja

1 lokakuu 17, 2014

EUROOPAN UNIONIN  
EUROOPAN ALUEKEHITYSRAHASTO

Vipuvoimas  
EU:lta

KUVA 1. Problem Based Learning -menetelmän idea (Irma Mäkelä 2014)

Varsinainen workshop-työskentely työpajassa suoritettiin Learning Cafe -menetelmällä. Learning Cafe tai toiselta nimeltään oppimiskahvila on tapa ideoida ja oppia. Se on keskusteluun, tiedon luomiseen ja siirtämiseen tarkoitettu yhteistoimintamenetelmä. Menetelmässä tärkeää on keskustelu, omien näkemysten selittäminen ja yhteisen ymmärryksen löytäminen. Menetelmä opettaa yhteisten ratkaisujen tekemistä. Toisten näkemyksiä voi kommentoida ja kyseenalaistaa, mutta tärkeätä on myös ryhmän yhteisen mielipiteen löytäminen.

Learning Cafe -menetelmä on prosessina yksinkertainen ja siinä keskitytään joidenkin teemojen tai kysymysten ratkaisuun ryhmässä. Lähtökohtana on jakaantua pienryhmiin pöytäkunnittain. Jokaisella pöydällä on oma teemansa. Prosessin edetessä pöytäryhmien jäsenet vaihtavat pöydästä toiseen, jolloin uusi pöydän ympärille muotoutunut ryhmä pohtii aiempia tuotoksia ja ideoi niitä eteenpäin. Kussakin pöydässä on isäntä/emäntä ja kirjuri, jotka pysyvät paikallaan. Kirjurin tehtävänä on kirjata käytyä keskustelua ja isäntä/emäntä alustaa pöydän teemaa ja johtaa keskustelua. Keskustelun tulokset kirjataan kannettavalle koneelle. Tilaisuuden on tarkoitus olla rento ja keskusteluun rohkaiseva, joten kahvilamainen ilmapiiri on suositeltava.

Menetelmän ohjaaja on määrännyt aikarajan, jonka umpeutuessa keskustelijat siirtyvät ryhmittäin toisiin pöytiin. Kunkin pöydän isäntä/emäntä tiivistää nopeasti siihen mennessä käydyn keskustelun, jonka kertoo uusille keskustelijoille ja siitä jatketaan eteenpäin. Vaihtoja tehdään niin monta, että jokainen ryhmä on kiertänyt kaikki pöydät. Menetelmän lopussa kunkin pöydän tulokset puretaan yhteisesti. Kuvasa 2 on työpajatyöskentelyä työpajassa 15.11.2013 soveltaen Learning Cafe -menetelmää. (Oppimiskahvila – Wikipedia 2014.) (Pajusalo ym. 2014, 4.)



KUVA 2. Työpajatyöskentelyä työpajassa 15.11.2013 (Jani Vehviläinen 2013)

### **Työpajojen ja koulutusten teemat sekä ratkaistavina olleet kysymykset**

Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeessa järjestettiin vuosina 2013–2014 kolme työpajaa (9.10.2013, 15.11.2013 ja 4.4.2014) ja kaksi koulutustapahtumaa (15.5.2014 ja 8.10.2014), joissa ratkottiin biohajoavien jätteiden ja lietteiden hyödyntämiseen liittyviä liiketoimintaedellytyksiä ja niihin parannusvaihtoehtoja.

### **Työpajat syksyllä 2013**

Syksyllä 2013 kolmannen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP11) suunnittelivat ja organisoivat kaksi työpajaa: Biojätteiden hyödyntäminen liiketoiminnassa (9.10.2013) sekä Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa (15.11.2013). Käytännön toteutuksessa käytettiin soveltaen edellä mainittuja PBL- ja Learning Cafe -menetelmiä. Työpajat kytkettiin Biohajoavan jätteen hyödyntäminen - ja Jäteveden käsittelyn hyödyntäminen -opintojaksoihin. Asiantuntijoina ensimmäisessä työpajassa toimivat Anna Aalto Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:stä ja Osmo Niiranen Ramboll Finland Oy:stä. Toisen työpajan asiantuntijoina olivat Janne Nipuli HSY, Metsäpirtin Mullasta (Kuva 6) ja Martin Romantschuk Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitokselta (Kuva 3). Osallistujia ensimmäisessä työpajassa (9.10.2013) oli 28 ja toisessa (15.11.2013) 43.



KUVA 3. Martin Romantschukin alustus työpajassa 15.11.2013 (Jani Vehviläinen 2013)

Opiskelijat jaettiin neljään ryhmään kumpaakin työpajapäivää varten. Työpajojen järjestelyä varten opiskelijaryhmät kartoittivat työpajaan kutsuttavia potentiaalisia asiantuntijoita, kohderyhmiä ja päivän teemaan liittyviä kysymyksiä. Lisäksi he tutustuivat Laurea-ammattikorkeakoulun opiskelijoiden luomuviljelijöille tehtyyn kyselyyn sekä biolaitosten lopputuotteiden kartoitukseen. Kohderyhmiksi valikoituivat biohajoavien jätteiden ja lietteiden tuottajat, jakelijat, käyttäjät ja mahdolliset muut hyödyntäjät. Opiskelijat kartoittivat työpajoihin kutsuttavia Etelä-Suomen, erityisesti Päijät-Hämeen, alueen lomu- ja maanviljelijöitä, karjantuottajia liha- ja nautakarjantuotannossa, sikaloita, broilerikasvattamoja, biokaasulaitoksia, viranomaisia sekä muita bioalan yrityksiä ja toimijoita. Lisäksi opiskelijaryhmät etsivät tietoja ja valmisittelivät ratkottavia kysymyksiä työpajoihin. Ensimmäisen työpajan (9.10.2013) kysymyksiksi muotoutuivat seuraavat:

- Keskitetty vai hajautettu biojätteen käsittely?
- Mitä edellytyksiä biojätteiden kaupallistamiselta vaaditaan?
- Miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjauskeinoja pitäisi kehittää, jotta biojätteet saataisiin paremmin hyödynnettyä?
- Miten maatilat voisivat olla omavaraisia energian suhteen? Miten maatiilojen biojätteet hyödynnetään nykyisin?

Toisessa työpajassa (15.11.2013) ratkottiin seuraavia kysymyksiä:

- Yhteisömuotoinen jätelietteen hyödyntäminen?
- Miten lisätään jätelietteen materiaalikiertoa? Varastointi, lämmitys?
- Lainsäädännön muutos?
- Miten jätevesilietteestä saisi kannattavaa liiketoimintaa, markkinointi?

Varsinaista työpajatyöskentelyä varten ryhmät olivat valinneet keskuudestaan niin sanotun ”päivän seremoniamestarin” (vastasi tapahtuman yleisestä kulusta), työpöytien puheenjohtajat (alustivat aihetta ja vastasivat keskustelun etenemisestä pöydissä) sekä kirjurin, joka kirjasi pöydissä käydyt keskustelut muistiin.

Työpajojen toteutus käynnistyi asiantuntijoiden alustuksilla, jonka jälkeen jakauduttiin neljään pöytään keskustelemaan ja ideoimaan kyseisen ryhmän (pöydän) valmistelemaa kysymystä. Yhdessä pöydässä ideoitiin noin 15 minuuttia, jonka jälkeen muut paitsi pöytien puheenjohtaja ja kirjuri (sihteeri), siirtyivät seuraavaan pöytään. Lopuksi pöytien puheenjohtaja tai kirjuri esitti lyhyesti yhteenvedon pöydässä keskustelluista ideoista. Työpajatyöskentelyn lopuksi jokainen ryhmä laati raportin työpajasta ja itse opintojakson toteutuksesta työpajatyöskentelyä hyödyntäen. Kuvassa 4 on työpajan 15.11.2013 osallistujia. Ensimmäisen työpajan (9.10.2013) kysymyksiä ja kehittämisehdotuksia on käsitelty artikkelissa Biohajoavan jätteen hyödyntäminen maatalouden näkökulmasta ja toisen työpajan (15.11.2013) artikkelissa Jätevesilietteen liiketoimintamahdollisuudet. Palautteita ja kehittämisehdotuksia on käsitelty tarkemmin artikkelissa Palautetta ja kehittämisehdotuksia työpajoista ja opintojaksojen toteutuksista.



KUVA 4. Työpajan 15.11.2013 osallistujia (Jani Vehviläinen 2013)

### **Työpaja keväällä 2014 ja jatkotoimenpiteitä syksyllä 2014**

Kolmas Biotyöpajat-osahankkeen työpaja järjestettiin 4.4.2014 ympäristötekniikan toisen vuosikurssin opiskelijoille (YMP12). Työpajan aiheena oli: Biomassojen ja biojätteen hyödyntäminen Suomessa ja muualla sekä niiden liiketoimintamahdollisuuksien tarkastelu. Työpajassa ratkottiin päivän aiheeseen liittyviä kysymyksiä, joita opiskelijat olivat etukäteen valmistelleet seuraavissa raaka-aineryhmissä: metsäraaka-aineet, maatalouden viljellyt raaka-aineet, lanta- ja lietejäte sekä yhdyskuntajäte. Asiantuntijoina työpajassa ja alustusta aiheeseen toivat Erja Hazley St 1 Biofuels Oy:stä, joka kertoi biojätteistä etanolin raaka-aineena sekä Tarja Asikainen Lahden ammattikorkeakoulusta, joka kertoi Biovakan laitoshankkeesta ja Nastolan biokaasulaitoksen ympäristölupaprosessista sekä YVA:sta. Työpajasta kerrotaan tarkemmin artikkelissa Biomassojen ja biojätteen hyödyntäminen energiana työpaja. Osallistujia 4.4.2014 työpajassa oli 36, joista kaksi AC-verkkoyhteyden (Adobe Connect -verkkoyhteyden) kautta. Kuvassa 5 on työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014.





KUVA 5. Työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 (Tarja Palvi 2014)

Syksyllä 2014 saman vuosikurssin opiskelijat (YMP12) jatkoivat työskentelyä Biohajoavan jätteen hyödyntäminen - ja Jäteveden käsittely ja hyödyntäminen -opintojaksoilla. Syksyllä opiskelijaryhmien raaka-aineluokkia (kuten metsäraaka-aineet, maatalouden viljellyt raaka-aineet jne.) vaihdettiin ryhmien kesken, jolloin opiskelijaryhmät pääsivät tutustumaan myös toisten ryhmien keväällä 2014 aikaan saamiin tuloksiin ja raportteihin, joita he työstivät edelleen omien ideoittensa mukaisesti. Opiskelijaryhmien kehittämistehtävä sisälsi seuraavia asioita, joita tuli pohtia ja joihin tuli hakea perusteltua tietoa aiemmin järjestettyjen työpajojen (9.10.2013, 15.11.2013 ja 15.5.2014) raporteista ja tuloksista sekä muualta:

- määrittele, millaisia jätteitä kyseisestä raaka-aineesta syntyy ja missä yhteydessä
- paljonko kyseisestä raaka-aineesta syntyy jätettä Suomessa ja maailmalla sekä millaiset ovat tulevaisuuden näkymät (voidaanko kyseistä jätettä käyttää raaka-aineena muualla, kierrättää tai hyödyntää muulla tavalla kuin nykyään?)
- kyseessä olevasta raaka-aineesta syntyvän jätteen hyödyntämismahdollisuudet (olemassa olevat; mitä tuotteita kyseisestä raaka-aineesta ja sen tuotannosta syntyvästä jätteestä voidaan tuottaa; onko tiedossa uusia hyödyntämis-/ liiketoimintamahdollisuuksia, mitä?; onko mahdollinen uusi liiketoiminta kannattavaa?)
- mitä positiivista / negatiivista sanottavaa on kestävän kehityksen kannalta kyseisestä raaka-aineesta syntyvistä jätteistä tai niiden hyödyntämisvaihtoehdoista
- mikä / mitkä olisivat kestävän kehityksen kannalta kyseisestä raaka-aineesta syntyvälle jätteelle parhaita hyödyntämisvaihtoehtoja / -ratkaisuja ja miksi?
- kyseisestä raaka-aineesta syntyvän jätteen lainsäädännön muutokset ja esteet (onko tiedossa / tulossa muutoksia, millaisia?; onko esteitä, mitä ja miksi?)

- miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjauskeinoja pitäisi kehittää, jotta kyseisestä raaka-aineesta syntyviä jätteitä voitaisiin parhaiten hyödyntää liiketoiminnallisesti kannattavasti
- onko kyseisestä raaka-aineesta syntyville jätteille keskitetty vai hajautettu hyödyntäminen / käsittelyratkaisu parempi vaihtoehto (perusteleva vaihtoehto)
- onko kyseisestä raaka-aineesta syntyville jätteille Suomessa tai muualla maailmassa uudentyyppisiä (esim. pilotit, kokeilut, tutkimukset, selvitykset jne.) hyödyntämis- tai muita ratkaisuja (millaisia?)
- yhteenvedon ajatuksia, pohdintoja ja kehittämisehdotuksia kyseisestä raaka-aineesta syntyvien jätteiden hyödyntämistä vaihtoehtoihin ja niiden liiketoimintamahdollisuuksiin

Kehittämistehtävästä jokainen ryhmä laati lopuksi raportin, jonka tuli sisältää muun muassa teoriaa / taustaa kyseistä raaka-ainetta koskevista asioista (jätejakeista, -määristä, hyödyntämistä vaihtoehtoista, lainsäädännöstä jne.) sekä perusteltuja pohdintoja ja vastauksista yllä oleviin kysymyksiin. Lisäksi raportissa tuli olla lyhyt kuvaus pienryhmän käytännön työn toteutuksesta, työnjaosta ja kokemuksista (hyvää / kehitettävää), yhteenvedon tuloksista ja ehdotuksista, miten esille tulevia kehittämissideoita tulisi viedä eteenpäin, esimerkiksi opiskelijaprojektina, opinnäytetyönä, selvityksenä, tutkimuksena tai muuna sellaisena sekä lähdeviitteet ja lähdeluettelo, mistä kyseinen tieto on peräisin.

## **E-farm® biokaasukoulutukset ja workshopit**

Paul Carroll luo artikkelissaan E-farm® biokaasukoulutus ja workshop katsauksen osahankkeen keväällä 2014 (15.5.2014) järjestämään työpajaan teemalla E-farm® Biokaasukoulutus osana tulevaisuuden energiaratkaisuja. Koulutuksessa tutustuttiin E-farm® Pro -ohjelmaan ja erilaisten biomassojen hyödyntämiseen hajautetussa energiatuotannossa. Workshop-osuudessa käsiteltiin maatilakokoluokan laitoksia ja suurempia yksiköitä, syötteitä, kuten maatalouden jakeita, biojätettä, yhdyskuntalietettä ja biomassaa sekä syötteiden vaikutusta prosessiin, kannattavuuteen ja jäännöksen hyödyntämiseen ottaen huomioon muun muassa lainsäädännön asettamat rajoitteet. Koulutukseen ja workshopiin osallistui 17 henkilöä, joista 11 ympäristötekniikan toisen vuosikurssin opiskelijoita (YMP12), ulkopuolisena osallistujana ja asiantuntijana ProAgria Keskusten liiton edustaja sekä Envitecpolis Oy:n asiantuntijat Matti Arffman ja Toni Taavitsainen.

Syksyllä 2014 (8.10.2014) järjestettiin samalle opiskelijaryhmälle (YMP12) toinen E-farm® Pro -ohjelmaan liittyvä käyttökoulutus ja workshop, jossa käytiin läpi ohjelmaan tulleita uusia ominaisuuksia sekä jatkettiin ja syvennettiin asiaa kevään 2014 workshopista. Osallistujia oli 27. Biokaasukoulutuksessa käytiin läpi erikokoisia ja eri syöteopohjilla toimivia sekä rakenteilla olevia suomalaisia biokaasulaitosesimerkkejä, syötteitä, kuten maatalouden lanta- ja lietejakeet, peltobiomassat, yhdyskuntaliete ja biojäte, syöteopohjan ja laitoksen valintaan liittyviä keskeisiä asioita, märkä- ja kuivamädätystä sekä esimerkkilaskelmien tekoa erilaisilla syöteopohjilla, kuten maatilakokoluokan laitos (ulkopuolelta tulevien jakeiden huomiointi) ja suuremmat sovellukset. Lisäksi käytiin läpi ravinnehyötyä ja rajoitteita, vertailu muihin uusiutuviin

energiamuotoihin, maatalouden viljellyt raaka-aineet energian tuotannossa sekä esimerkkilaskelmien tekoa, kuten nurmi biokaasutuksessa, oljen polttaminen ja vertailu muihin uusiutuviin energiamuotoihin. Koulutuksessa käytiin läpi myös peltopohjaisten biopolttoaineiden tulevaisuutta sekä tehtiin omatoiminen harjoitustehtävä.

Pääpaino päivässä oli laskennassa eli tehtiin esimerkkilaskelmia ja vertailua eri energiamuotojen välillä. Lisäksi hyödynnettiin ohjelman ominaisuuksia, joita ei aiemmin vielä ollut käytetty, kuten esimerkiksi ravinnetarkasteluja. Laskelmissa havainnollistettiin, minkälaisia energiavirtoja eri jakeista saadaan ja mitä asioita on huomioitava, kun investointeja eri kokoluokkiin mietitään. Etukäteen valmistellun harjoitustehtävän avulla koottiin päivän anti kasaan.

### **Työpajojen tukitoimia: asiantuntijat, vierailukohteet ja opinnäytetyöt**

Jokaiseen työpajaan oli kutsuttu vähintään kaksi asiantuntijaa, joiden tiedot löytyvät liitteistä 1 ja 2. Kuvassa 6 Janne Nipuli HSY, Metsäpirtin Mullasta on pitämässä alustusta työpajassa 15.11.2013.



KUVA 6. HSY, Metsäpirtin Mullan Janne Nipulin alustus työpajassa 15.11.2013 (Jani Vehviläinen 2013)

Saatujen palautteiden perusteella, joita on käsitelty artikkelissa Palautetta ja kehittämisehdotuksia työpajoista ja opintojaksojen toteutuksista, voidaan yleisesti sanoa, että työpajoihin osallistuneita asiantuntijoita pidettiin hyvinä ja tarpeellisina sekä vierailukohteita mielenkiintoisina ja hyödyllisinä. Työpajoihin ja vierailukohteisiin kutsuttiin lisäksi muut osahanketoteuttajat ja heidän opiskelijoitaan. Syksyn 2013 toiseen työpajaan (15.11.2013) ja Kujalan jätekeskus sekä Kujalan Komposti Oy / Labio Oy:n esittelytilaisuuteen osallistui myös Hämeen ammattikorkeakoulun henkilöstöä ja opiskelijoita. Kuvassa 7 on työpajan 15.11.2013 osallistujia muun muassa Hämeen ja Lahden ammattikorkeakoulujen opiskelijoita ja henkilöstöä. Lisäksi työpajoja ja koulutuksia oli mahdollisuus seurata reaaliajassa verkossa ja myös tallenteina tilaisuuksien jälkeen. Hämeen ja Laurean ammattikorkeakoulujen henkilöstöä ja opiskelijoita osallistui myös muihin työpajoihin (9.10.2013 ja 4.4.2014) verkossa. Liitteessä 2 on esitetty osahankkeessa toteutetut työpajat ja koulutukset sekä niiden osallistujamäärät.



KUVA 7. Työpajan 15.11.2013 osallistujia (Jani Vehviläinen 2013)

Osahankkeessa tehtiin vierailuja erilaisiin kohteisiin jokaiseen työpajaan liittyen. Syksyn 2013 vierailu- ja tutustumiskohteina, joihin kolmannen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP11) osallistuivat, olivat Kymijärven voimalaitos, Kujalan jätekeskus, Kujalan Komposti Oy / Labio Oy ja Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) bio- ja elintarviketekniikan koulutus, laboratorio-, projekti- ja tutkimustoiminta. Keväällä 2014 vierailuja tehtiin Kymen Bioenergia Oy:lle, tutustuminen Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) biohajoavuus- ja kaasuntuototestauksiin, Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle ja bioenergianäyttelyyn Heurekaassa. Kevään 2014 vierailu- ja tutustumiskohteisiin osallistuivat toisen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP12).

Syksyn 2013 vierailuista opiskelijoiden (YMP11) mielestä vierailu Kymijärven voimalaitoksella oli kiinnostava ja kohteena oiva valinta vierailulle. Vierailun alustuksessa käsiteltiin sekä Kymijärvi I että Kymijärvi II toimintaa, energiantuotantoa sekä ympäristönäkökohtia. Insinööriopiskelijat pääsivät tutustumaan laitoksen toimintaan ja näkemään konkreettisesti voimalaitoksen prosesseja. Biomassojen hyödyntämistä energiantuotannossa käsiteltiin ja opiskelijoille selvitettiin massojen logistiikka tuotantolaitokselle. Vierailulla Hämeen ammattikorkeakoululle tutustuttiin HAMK:n toimintaan yleisesti sekä erityisesti bio- ja elintarviketekniikan alaan ja erityisosaamiseen. Vierailun yhteydessä käytiin läpi myös erilaisia hankkeita, joissa korkeakoulu oli mukana. Oppilaitoskierroksella tutustuttiin laitoksen laboratorioihin ja niiden laitteisiin. HAMK:n kolmannen vuosikurssin opiskelijat esittelivät biojätteisiin liittyviä projektitöitään ja niiden tuloksia. LAMK:n opiskelijat puolestaan esittelivät ensimmäisen työpajan (9.10.2013) sisältöä, tavoitteita ja toteutusta. Vierailulla Kujalan jätekeskuksessa tutustuttiin Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n ja Kujalan Komposti Oy / Labio Oy:n toimintaan, nykytilaan, tunnuslukuihin sekä tuleviin kehityskohteisiin. Erityisen kiinnostavaa oli uuden biolietemädättämön tekniikkaan tutustuminen. Lisäksi käytiin mädättämön rakennustyömaalla, jossa sai konkreettisen kuvan mädättämön mittasuhteista. Vierailu oli mielenkiintoinen, mutta toistuvat käynnit samaan kohteeseen eivät välttämättä ole järkevin vaihtoehto. Olisi jatkossa mielekkäämpää pohtia vaihtoehtoisia kohteita, jotta vierailujen kirjo olisi monipuolisempi.” (Kettunen, Hyttinen & Lehmusvaara 2013, 3)

Kevään 2014 työpajaan liittyen opiskelijat (YMP12) tekivät kolme opintomatkaa, joiden tarkoituksena oli antaa opiskelijoille käytännönläheinen kuva erilaisista yrityksistä ja heidän tavoistaan käyttää ja hyödyntää biomassaa energianlähteenä. Opintomatkojen kohteet olivat Kymen Bioenergia Oy, HAMK:n biotekniikan kampus ja Viikinmäen jätevedenpuhdistamo.

Vierailulla Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitokselle (Kuva 8) opiskelijoille pidettiin esittelykierros laitosalueella. Kierroksen aikana esiteltiin biojätteen eri käsittelyvaiheet. Tutustumiskäynnillä HAMK:n biotekniikan kampuksella opiskelijat tutustuivat korkeakoulun tekemään tutkimus- ja kehitystyöhön. Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla opiskelijoille esiteltiin aluksi laitosta. Tämän jälkeen oli laitoskierros, missä tutustuttiin eri puhdistusprosesseihin. Opiskelijat pitivät opintomatkoja mielenkiintoisina ja erityisesti Viikinmäen jätevedenpuhdistamon opintomatka pidettiin. Opiskelijoiden mielestä oli hienoa, että eri puhdistusmenetelmät käytiin hyvin kattavasti läpi laitoskierroksella. Myös Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitosvierailua pidettiin mielenkiintoisena. Opiskelijat olivat yllättyneitä siitä, miten yksinkertainen prosessi laitoksella oli käytössä. HAMK:iin järjestetty opintomatka ei ollut aivan opiskelijoiden mieleen. Opiskelijat kokivat, että vierailulla läpi käyty asia oli heille jo entuudestaan tuttua, mutta koulun tutkimus- ja kehitystyö herätti mielenkiintoa. (Kiuru, Korsulainen, Alenius, Luomanen, Mallat, Savioja & Innanen 2014, 6.)



KUVA 8. Kymen Bioenergia Oy (Paul Carroll 2014)

Osahankkeen toteutusta ja työpajatyöskentelyä tukivat lisäksi biohajoaviin jätteisiin ja lietteisiin liittyvät opinnäytetyöt, joita Lahden ammattikorkeakoulussa vuosina 2006–2014 valmistui 18. Projektiaikana, vuonna 2013 ja syksyyn 2014 mennessä, opinnäytetöitä valmistui yhdeksän. Yhteenveto opinnäytetöistä on esitetty liitteessä 3.

### **Työpaja- ja opintojaksoraportit**

Syksyn työpajoista (9.10.2013 ja 15.11.2013) kolmannen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP11) laativat ryhmissä (4 ryhmää/työpaja) sekä työpajaraportin että opintojaksoraportin. Tuloksena saatiin kahdeksan työpajaraporttia ja kahdeksan opintojaksoraporttia. Artikkelissa Biohajoavan jätteen hyödyntäminen maatalouden näkökulmasta on yhteenveto työpajan 9.10.2013 tuloksista. Työpajan 15.11.2013 tulosten yhteenveto on esitetty artikkelissa Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa. Kevään 2014 (4.4.2014) työpajasta toisen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP12) laativat ryhmissä työpajaraportin. Tuloksena saatiin neljä työpajaraporttia. Työpajaraporttien pohjalta on laadittu koosteraportti, josta on kerrottu Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen energiana työpaja -artikkelissa. Lista työpaja- ja opintojaksoraporteista on liitteenä 4.

## Lähteet

- Kettunen, P., Hyttinen, L. & Lehmusvaara, E. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen -kurssi. Raportti.
- Kiuru, J., Korsulainen, K., Alenius, M., Luomanen, J., Mallat, M., Savioja, P. & Innanen, V. 2014. Maatalouden viljellyt raaka-aineet - Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana. Raportti.
- Pajusalo, Rahikkala, Ahokas, Pitkänsalo, Linhola, Ruuth & Kilponen Workshop-raportti lanta- ja lietejäte. 2014.
- Ongelmalähtöinen oppiminen - Wikipedia. 2014. Problem Based Learning [viitattu 13.5.2014]. Saatavissa: [http://fi.wikipedia.org/wiki/Ongelmal%C3%A4ht%C3%B6inen\\_oppiminen](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ongelmal%C3%A4ht%C3%B6inen_oppiminen)
- Oppimiskahvila – Wikipedia. 2014. Learning Cafe [viitattu 13.5.2014]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Oppimiskahvila>

Irma Mäkelä

## PALAUTETTA JA KEHITTÄMISEHDOTUKSIA TYÖPAJOISTA JA OPINTOJAKSOJEN TOTEUTUKSISTA

### Tiivistelmä

Artikkelissa käsitellään Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeen käytännön toteutuksesta saatuja palautteita ja kehittämisehdotuksia. Vuosina 2013–2014 Biotyöpajat-osahankkeen työpajatyöskentelyyn osallistuivat Lahden ammattikorkeakoulun toisen (YMP12) ja kolmannen (YMP11) vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat. Artikkelissa luodaan katsaus työpajojen ja opintojaksojen toteutuksista saatuihin palautteisiin ja kehittämisehdotuksiin työpaja- ja opintojaksoraporttien pohjalta.

### Yleistä

Syksyn 2013 työpajoista (9.10.2013 ja 15.11.2013) sekä Biohajoavan jätteen hyödyntäminen - ja Jäteveden käsittelyn hyödyntäminen -opintojaksojen toteutuksesta työpajatyöskentelyn avulla opiskelijaryhmät (YMP11) antoivat palautetta ja kehittämisehdotuksia omissa raporteissaan. Lähes kaikissa raporteissa toivottiin enemmän ohjausta käytännön toteutukseen sekä tiedottamista. Osa koki myös saaneensa ristiriitaisia ohjeita ohjaajilta. Nämä seikat pyrittiin ottamaan huomioon kevään 2014 työpajan (4.4.2014) toteutuksessa. Palaute kevään 2014 työpajatoteutuksesta olikin positiivinen edellä mainittujen seikkojen osalta. Kuvassa 1 on työpajan 4.4.2014 osallistujia (YMP12) yhdessä ohjaajansa kanssa. Syksyn 2013 työpajojen haasteita ja kehittämisehdotuksia sekä onnistumisia ja oppimistuloksia on tarkemmin käsitelty jäljempänä tässä artikkelissa. Kevään 2014 työpajaa sekä kehittämisehdotuksia työpajatyöskentelyn käytännön toteutukseen ja yhteenveto työpajaosuudesta kyseisellä opintojaksolla on esitetty artikkelissa Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen energiana -työpaja.



KUVA 1. Työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 (Tarja Palvi 2014)



## Syksyn 2013 työpajojen ja opintojaksojen kehittämiskohteita, onnistumisia ja oppimistuloksia

Syksyllä 2013 osahankkeeseen sisältyviä työpajatyöskentelyjä opintojaksojen toteutuksissa kokeiltiin Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöinsinöörien koulutuksessa ensimmäisen kerran. Tästä syystä työpajatyöskentelymuotoisessa opetuksessa havaittiin myös runsaasti haasteita ja kehitettävää. Lisäksi kyseisten opintojaksojen toteutukset alkoivat heti lukuvuoden alussa, joten ensimmäisen työpajan (9.10.2013) toteutusaikataulu oli todella tiukka. Toiseen työpajaan (15.11.2013) aikaa oli runsaammin ja oppia työpajatyöskentelyn organisointiin saatiin jo syksyllä järjestetystä ensimmäisestä työpajatyöskentelystä.

### Haasteita ja kehittämiskohteita

Palautteiden mukaan erityisesti huomiota tulisi kiinnittää lähtötietojen saantiin (osa esimerkiksi kaipasi luentomaista opetusta), selkeiden ohjeiden antoon (mieluummin suullisesti kuin kirjallisesti esimerkiksi säännöllisten tapaamisten yhteydessä), selvään vastuun- ja työnjakoon henkilöstön välillä niin, ettei anneta ristiriitaisia ohjeita, riittävään ja oikea-aikaiseen tiedottamiseen ja erityisesti opiskelijoiden tutorointiin ja ohjaukseen tulisi olla aikaa. Vähäisen ohjauksen takia osa opiskelijoista koki oppimisen sirpaleiseksi. Osa koki myös, että heillä ei ollut riittävästi mahdollisuuksia keskustella tutorin kanssa annetusta ongelmasta ja aihealueesta yleensä.

Erään ryhmän mielestä työpajatyöskentelyssä olisi pitänyt olla koko opintojaksojen ajan mukana joku asiantunteva opettaja, joka olisi ohjeistanut ja antanut pohjatietoa aiheesta. Myös ”kontaktikerroista” osa opiskelijoista olisi kaivannut enemmän informaatiota, sillä osa opiskelijoista tuli koululle muilta paikkakunnilla vain muutaman ”itsenäisesti työskenneltävän” tunnin takia. Kyseistä työskentelyä, kun olisi voinut suorittaa myös kotoa käsin.

Osa koki haastavaksi myös sen, että eri osa-alueista ja tekniikoista lähtömateriaalia oli toisista selvästi enemmän kuin toisista. Muiden ryhmien tekemät tiivistelmät auttoivat kuitenkin jäsentämään kokonaisuuksia. Erityisesti HAMK:n yliopettaja Marita Kymäläisen luentotalenteita pidettiin erittäin hyvinä niiden oikealle tasolle suunnatun tiedon ansiosta. Valitettavasti muiden opiskelukiireiden keskellä ne saattoivat jäädä monelta kuuntelematta. Opiskelua pidettiin nopeatempoisena, jolloin lähtemateriaalin kriittiseen tarkasteluun ei tuntunut kaikilla olevan kuitenkaan riittävästi aikaa. Myös opintojakson ”Reppuun” kerättyihin muiden ryhmien materiaaleihin ei kaikilla tuntunut olevan riittävästi aikaa perehtyä. Opiskelijat olisivat lisäksi kaivanneet prosessin aikana tietoa siitä, mitä muut ryhmät olivat saaneet aikaan (muutenkin kuin vain Reppu-sivujen kautta). Tämä olisi heidän mielestään voitu toteuttaa niin, että ryhmät olisivat kokoontuneet muutaman kerran prosessin aikana keskustelemaan yhdessä tutorin kanssa esiin tulleista asioista ja ongelmista. Tällaiset keskustelut olisivat nopeuttaneet tiedonhakua ja tiedon työstämistä Reppu-sivustolle, jolloin se myös olisi ollut kaikkien käytössä nopeammin. Erään ryhmän mielestä taas työ määrä ei jakautunut tasapuolisesti opiskelijoiden kesken. Toiset pääsivät vähemmällä työmäärällä kuin toiset. Learning Cafe -menetelmä oli osalle opiskelijoista myös uusi ja sen sisäistäminen otti oman aikansa.

Ensimmäisen työpaja (9.10.2013) piti toteuttaa melko nopealla aikataululla, jolloin opiskelijoiden mielestä omaehtoiseen ryhmäytymiseen ja työnjakoon jäi ihan liian vähän aikaa.

Haastavaksi ja harmilliseksi koettiin yleisesti myös asiantuntijoiden ja muiden kutsutujen tahojen saaminen mukaan itse työpajoihin. Asiantuntijat olisivat opiskelijoiden mielestä tuoneet käytännön näkökulmia käsitelyihin asioihin ja tätä kautta ongelmiin olisi saatu konkreettisempia ratkaisuehdotuksia. Eräs ryhmä koki jopa paineensietokykynsäkin olleen koetuksella työpajamuotoisessa toteutuksessa. Työstä kaikki kuitenkin selvisivät mallikkaasti eikä suuria ristiriitatilanteitakaan syntynyt. Osa opiskelijoista mietitytti myös toteutuksen arviointi. Voiko tällaista opintokokonaisuutta arvioida numeroilla, varsinkaan silloin, jos arvioiva opettaja on osallistunut työskentelyn ohjaukseen vain osittain.

## **Onnistumisia ja oppimistuloksia**

Toki onnistumisia ja oppimistuloksiakin työpajatyöskentelyistä saatiin. Osa piti hyvänä esimerkiksi itsenäistä tiedonhakua ja jäsentelyä, johon toinen taas saattoi kaivata luentomaista opetusta.

Opintojaksoa pidettiin antoisana siltä osin, että opiskelijat saivat uutta tietoa aiheesta tutkimalla itse aineistoja sekä keskustelemalla työpajoissa eri ihmisten kanssa. Yleisesti keuhuttiin työpajoissa keskustelujen vilkkautta, vaikka pohdinnassa olleet kysymykset saattoivat olla varsin visaisia ja hankalia. Asiantuntijoiden alustuksia työpajojen alussa pidettiin mielenkiintoisina, hyödyllisinä ja osaa jopa erinomaisina. Asiantuntijoiden mukanaoloa ja aktiivisuutta itse työpajatyöskentelyissä pidettiin myös kiitettävän innokkaana ja tarpeellisena. Learning Cafe -oppimismenetelmää pidettiin myös potentiaalisena oppimistapana ja sen nähtiin tuovan mukavaa vaihtelua normaaliin opiskeluun. Lisäksi oli mielenkiintoista tehdä yhteistyötä työelämässä olevien asiantuntijoiden kanssa ja kuulla heidän mielipiteitään. Menetelmä mahdollisti myös verkostoitumisen. Lisäksi vierailukohteista saatiin yleisesti mielenkiintoista ja hyödyllistä tietoa työpajatyöskentelyn valmisteluihin. Useimmat kokivat myös ryhmätyöskentelyn sujuneen onnistuneesti, muun muassa aikataulut pitivät, työnjako toimi ja jokainen pystyi työskentelemään myös itsenäisesti. Hyvänä pidettiin lisäksi sitä, että jokainen ryhmän jäsen kantoi vastuuta tiedon hankkimisesta ja osallistui myös sen käsitelyyn. Työpajojen käytännön toteutusta pidettiin yleisesti onnistuneena. Tilat, samoin koneet, saatiin hyvin käyttöön ja aikataulut pitivät hyvin. Itse keskusteluaikoja pöydissä toivottiin joissakin pöydissä (ryhmissä) pidemmiksi. Nämä pöydät (ryhmät) kokivat, että juuri, kun aika oli kulumassa umpeen, hyviä ajatuksia ja keskusteluja tuntui vieriävän runsaasti. Kuvassa 2 on työpajatyöskentelyä työpajassa 15.11.2013.



KUVA 2. Työpajatyöskentelyä työpajassa 15.11.2013 (Jani Vehviläinen 2013)

Oppimistuloksina voidaan esiintuoda esimerkiksi työpajatapahtuman järjestämiseen liittyvien seikkojen huomioon ottaminen ja niistä oppiminen. Työpajojen organisointia ja pienryhmien yhteisorganisointia pidettiin täysin uutena ja mielenkiintoisena tehtävänä. Biohajoavan jätteen hyödyntämisestä kunkin pienryhmän nähtiin oppivan lähinnä oman aihealueensa asioita. Problem Based Learning -menetelmän ei tässä muodossa koettu tuottavan vakuuttavia oppimistuloksia, mutta sitä kannattaa kuitenkin kehittää. (Helppi, Heinonen & Vuorijärvi 2013, 5). Lisäksi opittiin omatoimista työskentelyä, mutta myös ryhmätyötaitojen koettiin kehittyneen (Sojamo, Vehviläinen, Lehtinen, Ojanen & Ulmala 2013, 6). Opiskelijat oppivat tiivistä ryhmätyöskentelyä sekä kuinka käytännössä järjestetään työpaja. Tietety henkilöt oppivat ”esimiestaitoja”, kuinka pienen ja suuremman ryhmän töitä organisoidaan. Myös tavallisia tiedonhankintataitoja harjoitettiin kurssin alkuvaiheessa. Kaiken kaikkiaan työpaja oli opettava kokemus.” (Haukkala, Honkola, Karell & Sääksjärvi 2013a, 4) Opiskelijat oppivat uudenlaisen menetelmän työpajatoimintaan, sekä ottamaan vastuuta omasta oppimisestaan. Osa koki, että he olisivat mahdollisesti oppineet enemmän, jos opintojakson tavoite olisi ollut selkeästi tiedossa alusta lähtien. Nyt heidän tavoitteekseen muodostui työpajan järjestäminen, mutta heidän mielestään olisi ollut hyvä tietää myös tavoitteet, joihin työpajatyöskentelyllä pyrittiin. (Haarala, Huotari, Metsärinne, Nieminen & Salminen 2013, 4) Työpajoissa opiskelijat oppivat myös esittämään omia mielipiteitä ja perustelevaan niitä uskottavasti (Penttilä, Himanka, Pulkkanen, Mallat & Kaartti 2013, 1).

Erään ryhmän mielestä tällaiset opintokokonaisuudet ovat aivan loistava tapa oppia työelämäpainotteisia asioita, kunhan riittävästä perehdyttämisestä aiheeseen ja menetelmätapoihin huolehditaan. (Sojamo ym. 2013, 6) Eräälle toiselle ryhmälle opintojakson toteutus taas opetti, miten toimia ryhmässä ja kuinka tärkeää kommunikointi ihmisten välillä on. Ryhmähenki heillä opintojakson aikana oli loistava ja kaikki osallistuivat parhaansa mukaan opintojakson tehtäviin ja tekemiseen. Kurssin jälkeen he voivat sanoa, että hankalan alun jälkeen he saivat hoidettua homman kunnialla läpi ja kaikki pääsivät kokemaan, kuinka hankalaa ison projektin tekeminen on ja kuinka paljon töitä siihen vaaditaan. Kurssin pohjana ollut PBL -menetelmä (Problem Based Learning) varmasti onnistui tuomaan myös uuden tavan opiskella ja ajatella asioita. (Haukkala, Honkola, Karell & Sääksjärvi 2013a, 5)

## **Yhteenveto syksyn 2013 työpajoista ja oppimistuloksista**

Syksyn 2013 työpajojen ja opintojaksojen toteutuksista sekä oppimistuloksista voidaan nostaa esiin kahden ryhmän erilaiset kiteytykset asiasta. Asenteita, oppijoita ja oppimisia on monenlaisia sekä tavoitteiden saavuttamista ja oppimista voi tapahtua niin monin eri tavoin ja eri paikoissa. Ehkä käytännön toteutus ja opiskelijoiden oppimistulokset työpajatoteutusten kokeiluissamme asettuu näiden kahden ryhmän kiteytyksen välimaastoon.

”Mitä tästä opimme? Opimme etsimään omin neuvoin materiaalia, mutta tämän materiaalin jalostaminen tiedoksi jäi pahasti puolitiehen. Vierailu Hamkiin vahvisti näkemystä siitä, että tietotasomme bioteknisistä jätteenkäsittelymenetelmistä on erittäin hataralla pohjalla. Toteutetut luennot olivat asiantuntevia, mutta mielestämme niitä ei ollut riittävästi. Oppilaitos sai kätevästi hoidettua kaksi ikävää kärpästä yhdellä iskulla: puuttuvat opettajaresurssit ja paineet järjestää jotain liittyen Bioliike -hankkeeseen. Opiskelijoiden oppiminen jäi melko toisarvoiseksi.” (Penttilä, Himanka, Pulkkanen, Mallat & Kaarti 2013, 2.)

”Kokonaisuutena kurssi oli erilainen ja mielenkiintoinen verrattuna normaalin toteutuksen kursseihin. Oppilaat itse aktivoitiin etsimään tietoa, alan yrityksiä, asiantuntijoita ja sidosryhmiä. Kontaktin ottaminen yrityksiin on hyvää harjoitusta työnhakua ja harjoittelupaikan etsimistä varten. Mielestäni koulun tarkoitus on auttaa opiskelijaa oppimaan hakemaan oman alansa tietoa, tuntemaan alaa ja sen toimijoita sekä verkostoitumaan näihin toimijoihin. Näihin oppimistarpeisiin kurssi vastasi mielestäni hyvin.

Engelmallista tosin on, ettei omaehtoista oppimista, oma-aloitteista tekemistä ja tiedon etsimistä (muutakin kuin googlettamista) ole tuettu ja vaadittu tarpeeksi muilla kurseilla. Osalla tämä tuntui olevan ylitsepääsemättömän hankalaa. Ryhmän sisäisten resurssien kartoitus ja henkilökohtaisten tehtävien määrääminen olisivat helpottaneet työpajan järjestämistä ja aikataulussa pysymistä. Ensimmäisen työpajan ajankohta oli joka tapauksessa liian aikainen kurssin aloitusajankohtaan nähden.” (Kettunen, Hyttinen & Lehmusvaara 2013, 4)

## **Otteita kevään 2014 työpajatyöskentelyn kehittämisehdotuksista**

Toisen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijat (YMP12) esittivät erääksi työpajatyöskentelyn kehittämiskohteeksi sen, että mukaan tulisi ottaa useampi asiantuntija niin, että jokaisessa keskusteluryhmässä (pöydässä) olisi mukana aiheen parissa työskentelevä ammattilainen. Toisen vuosikurssin opiskelijoilla ei heidän mielestään kuitenkaan ole vielä syvempää tietämystä aiheesta, joten keskustelun tuloksena syntyi lähinnä uusia kysymyksiä. Tämäkin toki oli arvokasta työpajaraporttia ajatellen; nyt he uskovat tietävänsä, mitkä seikat tulee ottaa huomioon tiedonhaussa. Kuvassa 3 on työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014. (Myllärinen, Mälkönen, Kuivasto, Vuorijärvi, Harju, Mattila & Vallittu 2014,7.)



KUVA 3. Työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 (Tarja Palvi 2014)

Myös toisen ryhmän mielestä asiantuntijoita olisi voinut olla enemmän, niin että jokaiseen pöytään olisi saatu yksi asiantuntija mukaan keskusteluun. Heidän mielestään myös ryhmäjako ja aiheenanto olisi voinut olla heti kurssin alussa, jotta luennoilta olisi voinut saada enemmän irti työpajatyöskentelyä varten. PBL- ja Learning Cafe -menetelmiä he pitivät hyvinä, mutta niiden yhdistäminen ei heidän mielestään käytännössä toiminut, sillä työpajassa heräsi vain uusia kysymyksiä eikä tullut uusia ideoita. Heidän mielestään PBL:ää voisi hyödyntää koko opintojaksolla niin, että työpajatilaisuus olisi heti kurssin alussa, kun opiskelijoilla on vain vähän tietoa käsiteltävistä aiheista. Työpajatyöskentelyn aikaansaamat kysymykset olisivat näin mielessä koko loppuopintojakson ajan ja niihin pyrittäisiin hakemaan tietoa luennoilla sekä omatoimisella työskentelyllä. Opintojakson lopussa kukin ryhmä tekisi esseen tai presentaation, joka vastaa työpajassa ilmenneisiin kysymyksiin. Nykyisessä systeemissä itse työpaja ei heidän mielestään opettanut juuri mitään, vaan jätti enemmänkin kysymyksiä ilmoille. (Kiuru, Korsulainen, Alenius, Luomanen, Malat, Savioja & Innanen 2014, 7.)

### **Yhteenveto kevään 2014 työpajasta**

Kevään 2014 työpajan yhteenvetona voidaan todeta, että opiskelijoiden (YMP12) mielestä työpajatyöskentely mahdollisti useamman ihmisen mielipiteen ja tietojen keräämisen samalla kerralla. Työpajareportin kirjoittamista omasta aiheesta pidettiin helppona. Työskentelymenetelmän ansioista työmäärä ei ollut liian suuri kenenkään kohdalla ja työjako oli selkeä tehdä. Opiskelijat kokivat työpajatyöskentelyn opinnoissa auttavan heitä tulevaisuudessa, koska menetelmä on laajalti käytössä. (Mylärinen ym. 2014, 7.) Lisäksi työpajatyöskentelyä pidettiin mielenkiintoisena tapana tutustua aiheeseen. Työpajojen keskusteluissa syntyi erilaisia näkökulmia ja lähestymistapoja käsiteltäviin aiheisiin. Opiskelijat kokivat myös, että työskentelyyn voisi lisätä yksilöllisellä tasolla hieman enemmän vastuuta, jotta aktiiviset ja passiiviset henkilöt olisi helpompi huomata. (Ahl ym. 2014, 8.) Opintojakson aiheita pidettiin

mielenkiintoisina ja käytettyjä opiskelumenetelmiä tulevaisuudessa toimivina ja hyvinä opiskelumenetelminä, kunhan ne sovitetaan oikein opintojaksoille. Vierailut eri kohteisiin ja asiantuntijat työpajassa auttoivat opiskelijoita laajentamaan omia tietojaan ja herättämään mielenkiintoa sekä keskusteluja kulloinkin keskustelujen kohteina olevista aiheista.

## **Yhteenveto ja kehittämisehdotuksia jatkotyöskentelyyn**

Lahden ammattikorkeakoulu haluaa osaltaan sekä kehittää insinöörikoulutusta vastaamaan alueen ympäristöliiketoiminnan osaamistarpeita että osallistua alueen yritysten tuotteiden, palvelujen ja prosessien kehittämiseen. Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeen tavoitteena oli yhdessä muiden osatoteuttajien kanssa etsiä liiketaloudellisesti kannattavia teknologisia ratkaisuja sekä kehittää alan toimintaympäristöä ja osaamista lisäämällä yhteistyötä alan keskeisten toimijoiden – yritysten, korkeakoulujen ja maatalousyrittäjien - välillä biohajoavien jätteiden ja lietteiden hyödyntämiseksi kokonaisvaltaisesti, tehokkaasti ja kannattavasti Etelä-Suomen alueella. Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeessa järjestettiin yhdessä yritysten sekä muiden toimijoiden ja osahanketoteuttajien kanssa ideointityöpajoja, joissa opiskelijat yhdessä asiantuntijoiden kanssa työstivät biohajoavien jätteiden ja lietteiden hyödyntämisen liiketoimintaan liittyviä kehittämisideoita.

Työpajoja toteutettiin yhteistyössä osahanketoteuttajien kanssa. Muita yhteistyökumppaneita olivat alueen jäte- ja vesihuollon toimijat sekä biopolttoaineiden tuottajat. Ammattikorkeakoulujen opetus ja opiskelijat kytkettiin kiinteästi hankkeen toteutukseen opiskelijaprojektien, käytännön harjoittelun tai opinnäytetöiden kautta.

Artikkelissa kerrotaan Lahden ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutuksen toimenpiteistä, joilla alueen ympäristöliiketoiminnan kilpailukykyä ja insinöörikoulutuksen osaamista ja työelämävastaavuutta on lisätty työpajatyöskentelyillä biohajoavien jätteiden ja lietteiden hyödyntämisen liiketoimintaedellytysten parantamiseksi. Opiskelijoiden antamaa palautetta ja kehittämisehdotuksia otetaan soveltuvin osin mukaan työpajatoteutuksiin tulevissa opintojaksojen ja työpajatyöskentelyjen toteutuksissa.

## Lähteet

- Ahl, E., Haarala, J., Jääskeläinen, V.-P., Kaipainen, I., Kanervo, M., Korpijaakko, E. & Salo, E. 2014. Työpaja-raportti - Yhdyskuntajäte. Raportti.
- Haarala, J., Huotari, A., Metsärinne, A., Nieminen, V. & Salminen, S. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen -kurssi. Raportti.
- Haikola, H., Jäntti, A. & Vallittu, L. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Opintojaksoraportti.
- Haukkala, M., Honkola, L., Karell, J. & Sääksjärvi, M. 2013a. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.
- Haukkala, M., Honkola, L., Karell, J. & Sääksjärvi, M. 2013b. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Työpajaraportti.
- Helppi, V., Heinonen, N. & Vuorijärvi, M. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.
- Hyttinen, L. & Lehmusvaara, E. 2013. Biojäte maataloilla. Biojätteen hyödyntämisen mahdollisuudet sen alkulähteillä. Raportti.
- Jäävuori, A., Kainulainen, I. & Vallius, J. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Opintojaksoraportti.
- Kettunen, P., Hyttinen, L. & Lehmusvaara, E. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen -kurssi. Raportti.
- Kiuru, J., Korsulainen, K., Alenius, M., Luomanen, J., Mallat, M., Savioja, P. & Innanen, V. 2014. Maatalouden viljellyt raaka-aineet - Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana. Raportti.
- Lehtinen, J., Ulmanen, J., Ojanen, J., Vehviläinen, J. & Sojamo A. 2013. Biotyöpajaraportti. Jätevesilietteestä liiketoimintaa.
- Myllärinen, I., Mälkönen, E., Kuivasto, S., Vuorijärvi, M., Harju, S., Mattila, H. & Vallittu, L. 2014. Biotyöpajaraportti - Metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen. Raportti.
- Mälkönen, E. & Järvinen, J. 2013. Työpajaraportti. Jätevesilietteestä liiketoimintaa.
- Pajusalo, Rahikkala, Ahokas, Pitkäsalo, Linhola, Ruuth & Kilponen Workshop-raportti lanta- ja lietejäte. 2014.
- Penttilä, J., Himanka, S., Pulkkanen, Z., Mallat, M. & Kaartti, S. 2013. Raportti Biohajoavan jätteen käsittely -opintojaksosta.
- Sojamo, A., Vehviläinen, J., Lehtinen, J., Ojanen, J. & Ulmala, J. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.

Jasmin Karell, Mervi Pulkkinen

## BIOMASSOJEN JA BIOJÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN ENERGIANA -TYÖPAJA

### Johdanto

Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen -opintojakso pidettiin maaliskuussa 2014. Opintojakso kuului ympäristötekniikan energia-asioiden opiskelijoiden opetussuunnitelmaan, mutta kurssilla oli myös sivuaineopiskelijoita ympäristösuojelutekniikan puolelta.

Opintojakson sisältö kattoi biokaasun, -etanolin ja -dieselin tuotannon eri lähtö-materiaaleista ja niiden käyttöön liittyvät asiat sekä metsäteollisuuden prosessit ja bioenergiavirrat. Opintojakson tavoitteena oli, että opiskelija ymmärtää, millaisista materiaaleista bioenergiaa voidaan tuottaa, ja mitkä ovat uusiutuvan energian mahdollisuudet ja haasteet. (Lahden ammattikorkeakoulu 2010, 29)

Opintojakso oli osana Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeen Biotyöpajat-osahanketta, mikä on Bioliike-hankkeen Lahden ammattikorkeakoulun (LAMK) osahanke. Hankkeen toteutusajanjakso oli 1.2.2013 – 31.10.2014. Biotyöpajat-osahankkeen tavoitteena oli edistää biojätteiden ja lietteiden kestävää käsittelyä, niiden hyödyntämistä ja ravinteiden kierrätystä. Bioliike-hanketta koordinoi Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK). Hankkeessa oli mukana myös Laurea-ammattikorkeakoulu sekä lukuisia alan yrityksiä. Bioliike-hanke sai rahoitusta Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta. (Halmemies 2013.)

Biotyöpajat-osahankkeen tavoitteena oli paneutua biojätteiden ja lietteiden nykyisiin käsittelyprosesseihin, toiminnassa huomattuihin ongelmakohtiin ja haasteisiin sekä uusien toimintatapojen ideointiin ja suunnitteluun. Hankkeen aikana järjestettiin työpajoja, toteutettiin opiskelijaprojekteja ja opinnäytetöitä yhdessä yritysten kanssa sekä luotiin uutta oppimateriaalia. (Halmemies 2013.) Kuvassa 1 on työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 opettajan valvonnassa.



KUVA 1. Työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 opettajan valvonnassa (Tarja Palvi 2014)



## **Työpajan 4.4.2014 käytännön toteutus**

Ennen yritysten ja muiden toimijoiden kanssa toteutettua työpajaa Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana -opintojakson opettajat pitivät luentoja opintojakson aiheista. Luennot toimivat pohjana työpajatyöskentelylle. Työtyöpajatyöskentelyä varten opiskelijat jaettiin neljään ryhmään, joissa oli 6 – 7 jäsentä. Opiskelijat valitsivat omille ryhmilleen puheenjohtajan ja kirjurin työpajaa varten. Ryhmille jaettiin työpajaan liittyvät aihealueet, jotka olivat metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen, lanta- ja lietejäte, maatalouden viljellyt raaka-aineet sekä yhdyskuntajäte. Opintojaksolla käytettiin soveltaen opiskelumenetelminä PBL eli Problem Based Learning - ja Learning Cafe -menetelmiä. Opiskelijat hyödynsivät Problem Based Learning -menetelmää valmistautuessaan työpajaan ja itse työpajassa hyödynnettiin Learning Cafe -menetelmää.

Problem Based Learning eli suomeksi ongelmalähtöinen oppiminen on aktiivisen oppimisen menetelmä, missä opiskelijat työskentelevät pienissä ryhmissä ja opiskelu tapahtuu asettamalla avoimia kysymyksiä aiheeseen liittyen. Opettaja toimii ainoastaan ohjaavana hahmona oppimisessa. Opiskelijoiden on tarkoitus itse keksiä aiheeseen liittyvä kysymys lähtömaterialin perusteella ja kysymyksen kautta etsiä jokin ratkaisu tai vastaus kysymykseen. (Jänis 2014.)

Learning Cafe eli oppimiskahvila on menetelmä, joka perustuu keskusteluun, tiedon luomiseen ja siirtämiseen. Menetelmän tärkein ydin on keskustelu, jossa annetaan ideoita ja keskustellaan niistä avoimesti, jotta yhteinen ratkaisu löydetäisiin. Learning Cafe -menetelmässä osallistujat jaetaan pieniin ryhmiin, missä he keskustelevat tietystä aiheesta puheenjohtajan ja kirjurin johdattamana. Kirjuri kirjaa kaikki ideat ylös ja puheenjohtaja tarvittaessa ohjaa ryhmän keskustelua ja alustaa aiheen, jotta keskustelua saataisiin aikaiseksi. (Lahtinen & Virtainlahti 2013, 1.)

## **Biomassojen ja biojätteiden hyödyntämiseen liittyvää teoriaa työpajatyöskentelyä varten**

Jokainen ryhmä keräsi omaa aihettansa varten pienen teoriapaketin, jota he hyödynsivät itse työpajassa keskustelun alustuksena. Tässä luvussa on koottuna opiskelijoiden palauttamien työpajaraporttien teoriaosuuksia.

### **Metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen**

Metsäraaka-aineisiin kuuluvat erilaiset puuraaka-aineet ja kaikenlainen hakkuujäte. Lähempään tarkasteluun valittiin hakkuu- ja metsätähteen, sahatteellisuuden jätteet sekä selluteollisuuden jätevedet. Energiatuotannossa metsäraaka-aineita voidaan hyödyntää polttamalla, kuivatislaamalla eli pyrolysoimalla, kaasuttamalla tai siitä voidaan tuottaa alkoholia käyttämällä. Metsäraaka-aineilla tuotetaan lämpöä, sähköä ja polttoainetta. (Myllärinen, Mälkönen, Kuivasto, Vuorijärvi, Harju, Mattila & Valittu 2014, 1.)

Suomessa metsäraaka-aineita on paljon saatavilla puu- ja metsäteollisuuden takia, joten potentiaalia energiantuotantoon on paljon. Metsäraaka-aineen riittävyttä tule-

vaisuudessa ei pystytä takaamaan ja saatu energiamäärä ei välttämättä ole tarpeeksi kattamaan kysyntää. Muita ongelmia metsäraaka-aineen hyödyntämisessä energiana ovat pitkät kuljetusmatkat, poltosta aiheutuvat päästöt ja luonnon monimuotoisuuden kärsiminen. (Myllärinen ym. 2014, 1.)

### **Lanta- ja lietejäte**

On arvioitu, että Suomessa syntyy vuodessa noin 20 – 25 miljoonaa tonnia lantaa ja olkia, joista pystyttäisiin tuottamaan biokaasua. Suurimmat lantajättemäärät tuottavat hevosen-, nautakarjan- ja sianlanta. Biokaasua pystytään tuottamaan mädättämällä, kompostoimalla tai polttamalla lanta- ja lietejätettä. Termisellä kuivauksella lopputuote pystytään hyödyntämään polttoaineena tai lannoitevalmisteena. Vuodessa 75 000 hevosta tuottaa lantaa, joka vastaa energiamäärältään noin 1,1 TWh ja 900 000 nautaa tuottaa vastaavasti 4 TWh:n edestä energiaa. (Pajusalo, Rahikkala, Ahokas, Pitkäsalo, Linhola, Ruuth & Kilponen 2014, 1.)

Merkittävimmät ympäristövaikutukset kompostoinnissa ovat hajuhaitat, jätevedet sekä melu- ja pölyhaitat. Kaasutusprosessissa hajuhaitat vähenevät noin 80 – 90 % ja käsitelty materiaali on helpompi käsitellä kuin käsittelemätön jäte. Kasvi- ja eläinainekseen verrattuna lannalla on heikompi metaanintuotantopotentiaali, mutta lanta- ja lietejäte on laadultaan tasalaatuisempaan ja saatavuus on parempi ympäri vuoden. (Pajusalo ym. 2014, 1 - 2.)

### **Maatalouden viljellyt raaka-aineet**

Maatalouden raaka-aineita voidaan käyttää energiana joko suoraan tai tuottamalla bioetanolia, -dieseliä tai kasviöljyä. Tarkempaan tarkasteluun valittiin neljä viljeltyä raaka-ainetta, jotka olivat rypsi, palmuöljy, hamppuöljy ja sokeriruoko. (Kiuru, Korsulainen, Alenius, Luomanen, Mallat, Savioja & Innanen 2014, 2.)

Suomessa viljellyin öljykasvi on rypsi, jonka öljypitoisuus on 40 %. Rypsin taimet kestävät kylmää ja soveltuvat useille eri maalajeille. Öljyn lisäksi rypsiä saadaan öljyn erottamisen jälkeen niin sanottu puristekakku, joka voidaan käyttää rehuna. Rypsiöljyn jähmeän olomuodon vuoksi sitä ei voida käyttää pelkästään polttoaineena, vaan joukkoon pitää lisätä dieseliä. Eettisesti rypsi on melko hyvä vaihtoehto energianlähteeksi, koska viljan ylituotannon vuoksi rypsin viljely ei vie peltoalaa ruoan viljelyltä. (Kiuru ym. 2014, 2.)

Palmuöljyn tuotantoa ei pystytä lisäämään, koska kasvatusalueita ei enää ole. Ongelmana on myös sademetsien raivaus kasvatusalueiden saamiseksi. Rypsiin verrattuna palmuöljyn sato on tuottavampaa, mutta palmuöljyä pidetään pahempana vaihtoehtona kuin fossiilisia polttoaineita. Hamppu on yksi nopeimmin kasvava kasvi maailmassa. Hamppua käytetään kuitukasvina, mutta siitä voidaan valmistaa myös hamppuöljyä, jonka öljypitoisuus on 30 %. Hamppu kestää hyvin kylmää ja sopii kaikille maalajeille kuten rypsi. Kustannuksellisesti hamppu tulee kalliiksi, koska hamppu on yksivuotinen kasvi. (Kiuru ym. 2014, 2.)

Sokeriruoko on suurikokoinen heinäkasvi, joka kasvaa nopeasti. Ruokojen osista, jotka eivät ole syötäviä, tehdään selluloosaetanolia. Sokeriruokoa viljellään Brasiliassa, Kuubassa, Intiassa, Afrikassa, Australiassa ja Vietnämässä. Brasiliassa sokeriruokoa kasvatetaan alueilla, jotka eivät kelpaa laiduntamiseen. Sokeriruoko'osta saadaan tuloja ympäri vuoden, koska siitä saadaan energiaa ja ruokaa. Lisäksi sokeriruoko'osta voi tehdä pellettejä, joiden käyttö on polttopuuhun verrattuna 40 % edullisempaa. (Kiu-ru ym. 2014, 3.)

### **Yhdyskuntajäte**

Yhdyskuntajätteisiin kuuluvat esimerkiksi kotitalouksien, pienyritysten ja kauppojen jätteet (Rättö, Vikman & Siika-aho 2009, 10). Biojätteitä voidaan käsitellä kompostoimalla. Kotitalouksien biojätteiden käsittelyssä kompostointi on toimiva ratkaisu. Muita hyödyntämistapoja ovat kaasutus, mädätys ja biopolttoaineen valmistus. Kotitalouksien biojätettä myös poltetaan jonkin verran sekajätteen kanssa. (Viander 2013, 3.)

Kompostointi on melko edullinen käsittelytapa ja lopputuotteena saadaan multaa. Yksittäiset kotitaloudet eivät nykyään vielä käytä mädätystä jätevirtojen hallitsemisessa. Mädätystä käytetään useimmiten isommassa mittakaavassa, kun raaka-ainetta on saatavilla riittävästi ympäri vuoden. (Ahl, Haarala, Jääskeläinen, Kaipainen, Kaino, Korpajaakko & Salo 2014, 1.)

Mädätysprosessi vaatii stabiilit olosuhteet ja prosessi on herkkä olosuhteiden vaihteluille, kuten lämpötilalle, kosteudelle ja hapen määrälle. Hapen määrä vaikuttaa eniten prosessiin, koska mädätys tapahtuu hapettomissa olosuhteissa. Mädätyksessä biojäte muuttuu humukseksi ja samalla syntyy kaasua, josta kaksi kolmasosaa on metaania. Loput syntyneestä kaasusta on lähinnä hiilidioksidia ja pieniä määriä ei-toivottuja rikin yhdisteitä. Mädätyksessä syntynyt humus sopii hyvin lannoitteeksi suuren ravinnemäärän vuoksi. (Ahl ym. 2014, 1.)

### **Työpaja 4.4.2014**

Työpaja pidettiin perjantaina 4.4.2014 Lahden ammattikorkeakoulun Niemen kampuksella. Työpajaan osallistui noin 40 henkeä, joihin kuului opintojakson opiskelijoiden ja opettajien lisäksi kaksi asiantuntijaa. Työpaja aloitettiin kahden asiantuntijan alustuksella. Alustusten jälkeen osallistujat jaettiin neljään pöytään (ryhmään). Pöytien aihealueina olivat jo etukäteen sovitut ja valmistellut aiheet: metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen, lanta- ja lietejäte, maatalouden viljellyt raaka-aineet sekä yhdyskuntajäte. Ryhmillä oli noin 15 – 20 minuuttia aikaa keskustella kyseisestä aiheesta, kunnes oli aika vaihtaa pöytää. Työpajan päätteeksi ryhmien puheenjohtajat ja kirjurit tekivät yhteenvedot keskusteluista ja esittivät ne työpajaan osallistuneille. Kuvassa 2 on työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014.



KUVA 2. Työpajatyöskentelyä työpajassa 4.4.2014 (Tarja Palvi 2014)

## Työpajan 4.4.2014 tulokset

### Metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen

Ryhmässä keskusteltiin muun muassa tyhjien sellutuotantolaitosten tulevaisuudesta ja tilojen hyödyntämisestä. Keskustelua herätti myös mustalipeän ja metsätähteen hyödyntäminen sekä niiden energiasisällöt. Keskustelijat miettivät myös, miten paperiteollisuuden vähentämisen aiheuttama energia-aukko paikataan. Luonnon monipuolisuus ja käyttö herätti ajatuksia, samoin millainen Suomen metsien tulevaisuus on paperituotannon vähentyessä. (Myllärinen ym. 2014, 5.)

Eniten keskustelua synnyttivät metsäraaka-aineiden käsittelylaitokset sekä hajautetun ja keskitetyn tuotannon hyvät ja huonot puolet. Metsätähdettä pidettiin huonona vaihtoehtona energiantuotannossa, koska kivihiiheen verrattuna tähdettä vaaditaan kahdeksankertainen määrä, jotta energiaa saataisiin tuotettua sama määrä. Valtion myöntämä tuki koettiin riittämättömäksi ja sen koettiin olevan ongelma uusilla yrityksillä perustettaessa ja vanhojen toiminnan ylläpitämisessä. (Myllärinen ym. 2014, 5 - 6.)

### Lanta- ja lietejäte

Eniten keskustelua herättivät lanta- ja lietejätteeseen liittyvät lupa-asiat. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira säätelee lannan käyttöä ja levitystä sekä vastaa määräyksistä, rajoitteista ja valvonnasta. Keskustelun aiheeksi muodostui myös lannan koostumus ja metallipitoisuus, joita Evira valvoo. Lisäksi keskustelua syntyi muiden eläinperäisten jätteiden lupa-asioista ja lannan polttoa koskevista lainsäädännöistä. Ryhmässä keskusteltiin myös lannan hyötysuhteen kasvattamisesta yhdistämällä eri lanttoja ja esimerkiksi olkia. Hyötysuhteeseen liittyen keskusteltiin kuivalannan ja liete-lannan eroista, josta ilmeni, että kuivalannalla on parempi hyötysuhde kuin lietelannalla. Fosforin talteenotto synnytti paljon keskustelua. Fosforin tiedetään olevan eh-

tyvä luonnonvara, joten sen talteenotto olisi tärkeää. Ryhmä koki, että biokaasuntuotantolaitoksessa tehtävässä käsittelyssä fosforia pitäisi ottaa talteen paremmin. (Pajusalonen ym. 2014, 6.)

### **Maatalouden viljellyt raaka-aineet**

Keskusteluissa tuli esiin paljon kysymyksiä, mutta jokainen kiertävä ryhmä oli miettinyt viljeltävien raaka-aineiden eettisyyttä energiantuotannossa. Keskustelua syntyi myös ympäristöhaitoista, viljelyn kannattavuudesta ja kustannuksista. Keskusteluissa ilmeni, että kukaan ei pidä kannattavana energiaraaka-aineen kuljettamista maapallon toiselle puolelle. Lopputuloksena oli, että viljellyt kasvit sopivat energiaksi silloin, kun niistä saadaan muuta hyötyä ja niin, että energiaraaka-aine on sivutuote. (Kiuru ym. 2014, 5.)

### **Yhdyskuntajäte**

Ryhmän (pöydän) lisäkysymys ”kompostointi vai mädättäminen” herätti keskustelua kaikissa kiertävissä ryhmissä. Mädätystä pidettiin yleisesti parempana vaihtoehtona. Mädätyksestä koettiin olevan enemmän hyötyä energian tuotannossa ja maaparrannusaineena. Kompostointia pidettiin toimivana vaihtoehtona alueilla, joissa biokaasun hyödyntäminen ei ole energiatehokasta tai muuten mielekäästä. Mädättämistä pidettiin myös järkevänä vaihtoehtona isossa mittakaavassa. Kompostoinnin koettiin soveltuvan kotitalouksille ja kesämökeille, joissa biojätettä kerätään pieniin astioihin. (Ahl ym. 2014, 6.)

### **Opintojaksoa ja työpajaa tukevat ulkopuoliset asiantuntijat ja opintomatkat**

Työpajaan 4.4.2014 osallistui kaksi ulkopuolista asiantuntijaa: Erja Hazley ST1:ltä ja Tarja Asikainen Lahden ammattikorkeakoulusta. Lisäksi Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana -opintojakson aikana yhdellä luentokerralla opintunutta oli pitämässä itävaltalainen vieras. Hänen esityksensä aiheena oli uusiutuva energia ja biomassat. Luentoja ja työpajan lisäksi opintojakson aikana käytiin kolmella opintomatalla. Opiskelijat pitivät opintomatkoja positiivisina vaihteluina opintojaksolla ja heistä oli mielenkiintoista päästä tutustumaan erilaisiin kohteisiin (Ahl ym. 2014, 7).

### **Asiantuntijat**

Biotyöpajassa 4.4.2014 ensimmäisen alustuksen piti Erja Hazley ST1 Biofuels Oy:ltä. Hazleyn esitys kertoi tulevaisuuden menetelmistä, ja kuinka menetelmien tullessa tehokkaammiksi metsäraaka-aineesta voidaan valmistaa biopolttoaineita. Toisena asiantuntijana oli Tarja Asikainen Lahden ammattikorkeakoulusta. Asikaisen alustus käsitteli Biovakka Suomi Oy:n laitos Hankkeita ja Nastolan biokaasulaitoksen ympäristövaikutusten arviointia ja ympäristölupaprosessia. (Myllyläinen ym. 2014, 4.)

Kokonaisuudessaan opiskelijat pitivät asiantuntijoiden esityksistä ja heidän annistaan työpajan ryhmäkeskusteluissa. Erityisesti Erja Hazleyn esitys keräsi kiitosta, aihe koettiin mielenkiintoiseksi ja se käsitteli ryhmien aiheita laajalti. Tarja Asikaisen esitys olisi joidenkin mielestä sopinut paremmin Ympäristövaikutusten arviointi -opintojaksolle kuin tähän työpajaan. (Kiuru ym. 2014, 5.)

## **Opintomatkat**

Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana -opintojaksolla tehtiin kolme opintomatkaa, joiden tarkoituksena oli antaa opiskelijoille käytännönläheinen kuva erilaisista yrityksistä ja heidän tavoistaan käyttää ja hyödyntää biomassaa energi-  
anlähteenä. Opintomatkojen kohteet olivat Kymen Bioenergia Oy, Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) biotekniikan kampus ja Viikinmäen jätevedenpuhdistamo.

Ensimmäinen vierailu 3.4.2014 tehtiin Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitokselle, missä opiskelijoille pidettiin esittelykierros laitosalueella. Kierroksen aikana esiteltiin biojätteen eri käsittelyvaiheet. Tutustumiskäynnillä (11.4.2014) HAMK:n biotekniikan kampuksella opiskelijat pääsivät tutustumaan korkeakoulun tekemään tutkimus- ja kehitystyöhön. Viikinmäen jätevesipuhdistamolla (25.4.2014) opiskelijoille pidettiin alkuesittely laitoksesta, minkä jälkeen menttiin laitoskierrokselle. Laitoskierroksella tutustuttiin eri puhdistusprosesseihin.

Opintomatkoja pidettiin mielenkiintoisina ja erityisesti Viikinmäen jätevedenpuhdistamon opintomatka pidettiin. Opiskelijat pitivät siitä, että eri puhdistusmenetelmät käytiin niin kattavasti läpi laitoskierroksella. Myös Kymen Bioenergia Oy:n biokaasulaitos herätti kiinnostusta. Opiskelijat olivat yllättyneet siitä, kuinka yksinkertainen prosessi laitoksella oli käytössä. Hämeen ammattikorkeakoululle järjestetty opintomatka ei ollut aivan opiskelijoiden mieleen. Opiskelijat kokivat, että vierailulla läpi käyty asia oli entuudestaan tuttua, mutta korkeakoulun tutkimus- ja kehitystyö herätti mielenkiintoa. (Kiuru ym. 2014, 6.)

## **Työpajatyöskentelyn kehittämideoita**

Opiskelijoilta tuli hyviä kehittämideoita itse työpajan käytännön toteuttamiseen. Opiskelijat ehdottivat, että paikalle voisi kutsua useamman asiantuntijan, jotta työpajan keskusteluryhmissä olisi mukana ammattilainen, joka työskentelisi kyseisen aiheen parissa (Myllärinen ym. 2014, 7; Kiuru ym. 2014, 7).

Opintojakson pituutta pidettiin liian lyhyenä ja käytössä oleva aika ei tuntunut riittävän lähtömateriaalin kunnolliseen läpikäyntiin, vaan kaikki jäi pinnalliseksi. Yhtenä ehdotuksena oli, että työpajatyöskentely voitaisiin aloittaa opintojakson alussa ja lopettaa opintojakson lopussa, jotta aiheesta saataisiin enemmän irti. (Pajusalo ym. 2014, 9.)

Eräs ryhmä koki, että ryhmäjako ja aiheen antaminen olisi pitänyt tehdä heti opintojakson alussa, jotta luennoista olisi saanut enemmän irti. Käytetyt opiskelumenetelmät, Problem Based Learning ja Learning Cafe, koettiin hyviksi, mutta käytännössä menetelmien yhdistäminen ei opiskelijoiden näkökulmasta onnistunut. PBL:ää olisi

opiskelijoiden mielestä voinut hyödyntää enemmän koko opintojaksolla niin, että työpajatilaisuus olisi ollut opintojakson alussa, jolloin opiskelijoilla ei ollut paljoa tietoa aiheesta. Opiskelijat näkivät, että loppuopintojakson olisi voinut käyttää kysymyksiin vastaamiseen ja opintojakson lopulla ryhmät olisivat tehneet esseen tai presentaation kysymyksistään ja niiden vastauksista. (Kiuru ym. 2014, 7.)

Osalle opiskelijoista oppimismenetelmät olivat uusia, mutta kokonaisuutena työpajatoteutus oli onnistunut. Keskustelua oli melko vähän ja ryhmä koki, että vilkkaalla keskustelulla teoriaa olisi pystytty syventämään entisestään. (Ahl ym. 2014, 8.)

## **Yhteenveto**

Opiskelijoiden mielestä työpajatyöskentely mahdollisti useamman ihmisen mielipiteen ja tietojen keräämisen samalla kertaa. Mielipiteiden ja tietojen pohjalta oli helppo kirjoittaa työpajaraportti omasta aiheesta. Työskentelymenetelmän ansioista työmäärä ei ollut liian suuri kenenkään kohdalla ja työjako oli selkeä tehdä. Opiskelijat kokivat, että työpajatyöskentely opinnoissa auttaa heitä tulevaisuudessa, koska menetelmä on laajalti käytössä. (Myllärinen ym. 2014, 7.)

Työpajatyöskentelyä pidettiin mielenkiintoisena tapana tutustua aiheeseen, koska käytetty Learning Cafe -menetelmä herätti keskustelua, josta syntyi erilaisia näkökulmia ja lähestymistapoja aiheisiin. Opiskelijat kokivat, että työskentelyyn voisi lisätä yksilöllisellä tasolla hieman enemmän vastuuta, jotta aktiiviset ja passiiviset henkilöt olisi helpompi huomata. (Ahl ym. 2014, 8.)

Yhteenvetona voidaan siis sanoa, että opintojakson aiheet olivat mielenkiintoisia ja käytetyt opiskelumenetelmät saattaisivat tulevaisuudessa toimia hyvinä opiskelumenetelminä, kun ne sovitetaan oikein opintojaksoille. Vierailut ja asiantuntijat työpajassa auttoivat opiskelijoita laajentamaan omia tietojaan ja herättivät mielenkiintoa sekä keskustelua aiheista.

## Lähteet

- Ahl, E., Haarala, J., Jääskeläinen, V.-P., Kaipainen, I., Kanervo, M., Korpijaakko, E. & Salo, E. 2014. Työpajaraportti - Yhdyskuntajäte. Raportti.
- Halmemies, S. 2013. Biotyöpajat - Bioliike-hankkeen LAMK:n osahanke. PowerPointesitys.
- Jänis, R. 2014. Problem Based Learning -menetelmä osana opetusta. Luento Lahden ammattikorkeakoulussa 1.2.2014.
- Kiuru, J., Korsulainen, K., Alenius, M., Luomanen, J., Mallat, M., Savioja, P. & Innanen, V. 2014. Maatalouden viljelyt raaka-aineet - Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana. Raportti.
- Lahden ammattikorkeakoulu. 2010. Opinto-opas 2010 - 2011 – Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala, Ympäristötekniikan ko 240 op [viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: <http://lamk.fi/koulutus/opinto-opas/Documents/ops1112-tl-ymp.pdf>
- Lahtinen, P. & Virtainlahti, S. 2013. Ohjeet Learning Cafe -menetelmän käytöstä.
- Myllärinen, I., Mälkönen, E., Kuivasto, S., Vuorijärvi, M., Harju, S., Mattila, H. & Vallittu, L. 2014. Biotyöpajaraportti - Metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen. Raportti.
- Pajusalo, E., Rahikkala, M., Ahokas, P., Pitkäsalo, P., Linhola, E., Ruuth, S. & Kilponen, J. 2014. Workshop-raportti - Lanta- ja lietejäte. Raportti.
- Rättö, M., Vikman, M. & Siika-aho, M. 2009. Yhdyskuntajätteen hyödyntäminen biojalostamossa [viitattu 8.5.2014]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2494.pdf>
- Viander, M. 2013. Neuvonnan keinojen vaikuttavuuden selvittäminen biojätteen lajitelussa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Kestävän kehityksen koulutusohjelman opinnäytetyö [viitattu 19.4.2014]. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62601/Viander\\_Mari.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62601/Viander_Mari.pdf?sequence=1)



Sakari Halmemies

## BIOHAJOAVAN JÄTTEEN HYÖDYNTÄMINEN MAATALOUDEN NÄKÖKULMASTA

### Johdanto

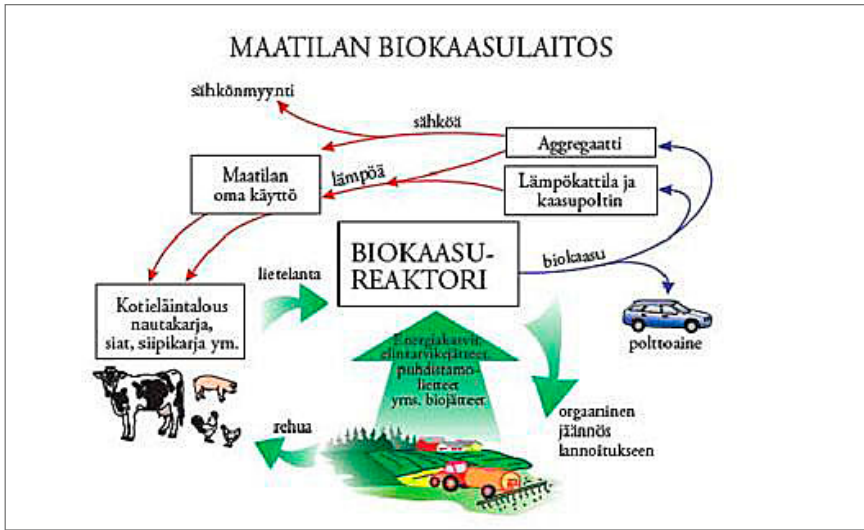
Biojätteen hyödyntäminen nykyistä tehokkaammin on tulevaisuuden suuri haaste. Bioenergian käyttö voisi mahdollistaa puhtaamman sähkön ja lämmön tuotannon ja biokaasun hallittu käsittely puolestaan ehkäistä merkittävästi ilmaston lämpenemistä. Biojätettä hyödyntävien tuotantolaitosten toiminnassa on kuitenkin vielä paljon kehitettävää ja maatalouden pienempiin biokaasuyksikköihinkään ei ole vielä riittävästi panostettu. Biojätteen hyödyntäminen tarjoaa myös oivallisen tilaisuuden lisätä työllisyyttä kestävään kehitykseen pohjautuvan liiketoiminnan pohjalta.

On arvioitu, että biokaasun energianpotentiaalin hyödyntäminen maataloudesta syntyvien biojätteiden avulla olisi merkittävä. Lannoista, nurmista, oljista ja muista maataloudesta syntyvistä biojätteistä olisi saatavissa sähköä yli 2150 GWh/a tai lämpöä noin 3100 GWh/a. (Tähti & Rintala 2010.)

Tässä artikkelissa tarkastellaan biohajoavan jätteen hyödyntämisenäkökulmia osana Hämeen ammattikorkeakoulun hallinnoimaa Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanketta, jonka tavoitteena oli edistää biojätteiden hyötykäyttöä. Tarkastelunäkökulmina työpajassa 9.10.2013 olivat seuraavat kysymykset:

- Keskitetty vai hajautettu biojätteen käsittely?
- Biojätteen hyödyntämisen mahdollisuudet sen alkulähteillä
- Mitä edellytyksiä biojätteiden kaupallistamiselta vaaditaan?
- Miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjauskeinoja pitäisi kehittää, jotta biojätteet saataisiin paremmin hyödynnettyä?

Kuvassa 1 on esitetty maatalon biokaasulaitokseen liittyviä osa-alueita. (Huttunen & Kuittinen 2013)



KUVA 1. Maatilan biokaasulaitos (Kuittinen 2013)

### Keskitetty vai hajautettu biojätteen käsittely?

Sekä keskitettyyn että hajautettuun biojätteen hyödyntämiseen liittyy omat hyvät ja huonot puolensa. Hajautetussa biojätteen hyödyntämisessä hyvänä puolena on se, että kuljetusmatkat ovat lyhyitä ja siten säästytään suurilta kustannuksilta. Toisaalta hajautetun käsittelyn ongelmana ovat laitteistojen suuret investoinnit, joita voitaisiin alentaa esimerkiksi osuuskuntamallia hyödyntämällä tai mukailemalla niin sanottua Mankala-periaatetta, jossa usea pienempi toimija yhdessä perustaa voittoa tuottamattoman osakeyhtiön.

Keskitetty biojätteen käsittely on tehokkaampaa kuin hajautetussa mallissa, sillä laitteistojen teho ja hyötysuhde ovat parempia, kun kerralla voidaan käsitellä suuria määsöjä. Keskitetty biojätteen käsittely on siten taloudellisesti kannattavampaa.

Kierrätyksessä on aluekohtaisia eroja ja olisi hyvä, jos saataisiin yhtenevä lajittelumalli kaikkialle. Hajautetussa biojätteen käsittelyssä voitaisiin miettiä tarkemmin jakeet. Kierrättäminen koettaisiin ehkä helpommaksi, jos kierrätyspisteet olisivat lähempänä. Jonkinlaiset lisäkannustimet voisivat motivoida ihmisiä kierrättämään enemmän. Ennen kaikkea ihmiset tarvitsisivat lisää valistusta ja koulutusta kierrätykseen.

Yhtenä ratkaisuna voisi olla toimiva putkikeräysjärjestelmä, jollaista on kokeiltu muun muassa Vantaan Kivistössä. Järjestelmä kerää putkilla kotitalouksissa syntyvää seka-, bio-, paperi- ja pienkartonkijätettä. Tehokkuutta kaasuntuotantoon voitaisiin saada naapurustojen yhteisellä biojätteiden keruujärjestelmällä. Näin saataisiin omavaraisuutta energian suhteen sekä korvattaisiin fossiilisia polttoaineita.

Ihanne olisi, että saataisiin integroidut laitokset, joissa voitaisiin hyödyntää sivuvirtoja. Biokaasun tuotantolaitoksen tulisi olla riittävän suuri, jotta se saadaan kannat-

tavaksi. Siksi biokaasun tuotanto hajautetuissa järjestelmissä ei voi johtaa merkittävään liiketoimintaan.

Tarvetta olisi myös palvelupaketeille, jossa kuljetus ja levitys kuuluisivat mukaan palveluun.

## **Biojätteen hyödyntämisen mahdollisuudet sen alkulähteillä**

Maatiloilla syntyy suuret määrät biomassoja, joiden oikeanlainen hyödyntäminen voisi lisätä merkittävästi omavaraisuutta muun muassa lannoitteiden ja energian suhteen.

Potentiaalisena hyödykkeenä voisi toimia esimerkiksi hevostilojen lanta, jota voitaisiin käyttää lannoitteena tai polttaa energiaksi. Lannan hyödyntäminen ei ole kuitenkaan aivan ongelmaton. Lantaa täytyy varastoida 2-3 vuotta ennen kuin se on maatunut pellolle sopivaksi. Ongelmana on se, mihin lanta saadaan varastoitua kompostoinnin ajaksi. Jos varastointipaikkaa eikä peltoa lannanlevitykseen ole, se vietään kaatopaikalle tai polttolaitoksiin. Lannan ja yleensä biojätteen polttoon liittyy tarkat päästörajoitukset, ja siksi hävittämisen tulee tapahtua erityisissä direktiivitäyttävissä polttolaitoksissa.

Teoriassa biojätteitä voitaisiin kompostoida biotuubeissa. Lain mukainen kompostointiaika on 2 vuotta, jonka jälkeen kompostin voi käyttää hyödyksi. Selvitetäväksi tulevat biotuubin mahdolliset kasvihuonekaasupäästöt ja kompostin jatkokäyttö. Harvittavaksi tulee myös peltobiomassojen kalkkistabilointi ja käyttö sen jälkeen lannoitteena.

Biojätteen hyödyntämistä biodieseliksi on kokeiltu joillakin tiloilla, mutta tuotannon verotuksellisuus vielä askarruttaa monia. Ongelmana on lisäksi investoinnin kalleus, lainsäädäntö ja valmisteverot.

Yksi ongelma on myös biojätteen muodostumismäärät. Jatkuvatoimiset järjestelmät edellyttävät tasaisesti jätevirtaa ympäri vuoden.

## **Mitä edellytyksiä biojätteiden kaupallistamiselta vaaditaan?**

Liiketoimintaa varten tarvitaan tuote, ja keinot sen valmistukseen. Tuotteen lisäksi tarvitaan organisaatio toiminnan järjestämiseen ja tuotteen kaupallistamiseen. Tärkeintä on kuitenkin välittää asiakkaalle tietoa tuotteesta. (Liiketoiminnan perusteita 2013.)

Biojätteitä voidaan hyödyntää monella järkevällä tavalla, mutta kaikki tavat eivät ole liiketoiminnan kannalta kannattavia. Esimerkiksi biokaasulaitosten lannoitteeksi kelpaava mädätysjäännös päättyy nykyään hyvin harvoin myyntiin (Alanne, Karvonen, Lakaniemi & Leino 2013, 10). Tämä voi johtua myös heikosta markkinoinnista.

Biojätteiden kaupallistamisen edellytyksenä on jätteen tuottamisen kannattavuus, jolloin sekä kysynnän että tarjonnan on kohdattava. Biojätteen kaupallistamisessa tulee panostaa markkinointiin ja tiedottamiseen. Viljelijöille tulisi kertoa muun muas-

sa kemiallisten lannoitteiden haitoista sekä luonnollisten lannoitteiden hyödyistä sekä selvittää ravinnearvoja. Riittävä tiedottaminen lisää tietoisuutta ja antaa kuluttajille mahdollisuuden valita ympäristölle parempi vaihtoehto.

Yksi selkeä kannustin lisätä biojätteiden kaupallistamista on tukea uusia yrityksiä esimerkiksi erilaisten tukien muodossa. Biojätteestä tuotettu energia voisi saada myös verokevennyksiä suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin. Jos biojätteellä tuotettu energia olisi halvempaa kuin fossiilisilla polttoaineilla tuotettu energia, myös tavalliset ihmiset voisivat kiinnostua siitä enemmän. Suomeen tarvittaisiin tariffijärjestelmä, jonka mukaan tiloilla tuotettu ylimääräinen sähköenergia on mahdollista syöttää valtakunnan verkkoon tiettyä takuutuloa vastaan.

### **Miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjauskeinoja pitäisi kehittää, jotta biojätteet saataisiin paremmin hyödynnettyä?**

Jätteiden hyödyntämistä sääteleviä lakeja ja asetuksia on todella monia, joista tärkeimpiä seuraavassa:

- Kaatopaikkadirektiivi 1993/31/EY
- Sivutuoteasetus EY 1774/2002
- EU:n jätedirektiivi 2008/98/EY ja Suomen jätelaki 1072/93
- Lannoitevalmistelaki 539/2006
- Valtakunnallinen jätesuunnitelma (Ympäristöministeriö 2008)
- Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä (Ympäristöministeriö 2004) (Jätelaitosyhdistys 2013.)

EY:n kaatopaikkadirektiivin edellyttämällä kansallisella biojätestrategialla pyritään edistämään kaatopaikalle sijoitettavan jätteen hyödyntämistä sekä vähentämään kaatopaikkojen ympäristö- ja terveyshaittoja. Erityisesti strategiassa kiinnitetään huomiota biohajoavaan yhdyskuntajätteeseen. Kaatopaikalle sijoitettavan biohajoavan yhdyskuntajätteen määrää tulee vähentää asteittain vuosina 2006–2016. (Jätelaitosyhdistys 2013.)

EU:n sivutuoteasetus säätelee erityisesti biokaasu- ja kompostointilaitoksista, lannan teknisistä käsittelylaitoksista sekä luokkiin 2 ja 3 jaoteltujen eläimistä saatavien sivutuotteiden käsittelylaitoksista saatuja tuotteita (esimerkiksi mädäte, komposti, käsitelty lanta ja lihaluujauho, joita mahdollisesti käytetään joko sellaisenaan lannoitevalmisteenä tai lannoitevalmisteen raaka-aineena). (Marttinen, Paavola, Ervasti, Salo, Kapuinen, Rintala, Vikman, Kapanen, Torniainen, Maunuksela, Suominen, Sahlström & Herranen 2013.)

Lannoitelainsäädännöstä löytyi muutamia epäjohtonmukaisuuksia, sillä esimerkiksi jätevesilietepohjaisen mädätysjäätännöksen separoidun kuivajakeen käyttö on sallittua, mutta nestejakeen (rejektiveden) käyttö puolestaan ei ole.

Yhtenä haasteena voidaan myös pitää maataloustukijärjestelmää, joka ei riittävässä määrin tunnista erilaisia kierrätyslannoitteita (vrt. lantapohjaisen mädätysjäännöksen käyttöä ja karjan lannan suoraa käyttöä).

Lainsäädäntö ei saisi liikaa rajoittaa biohajoavan jätteen hyödyntämistä esimerkiksi tiukoilla jätteen määrittelyillä. Siksi lainsäädäntöä ja byrokratiaa tulisi keventää etenkin pientilallisia ajatellen, joiden kustannukset saattavat nousta liian korkeiksi mahdollisiin hyötyihin nähden. Moni hyvä hankekin estyy tai ainakin hankaloituu lainsäädäntöön pohjautuvien pitkäkestoisten käsittelyprosessien vuoksi.

## Lähteet

Alanne Ville, Karvinen Tommi, Lakaniemi Sakke, Leino Johannes. 2013. Biokaasulaitosten lopputuotteiden hyödyntäminen luomulannoitteena: Kyselytutkimus Uudellamaalla. Hyvinkää.

Huttunen, M. & Kuittinen, V. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 16. 2013. [viitattu 3.11.2013]. Saatavissa: [http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/energian\\_tuotanto/laitostyyppit/biokaasutuotannon\\_valmistus\\_ja\\_laitostyyppit/](http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/energian_tuotanto/laitostyyppit/biokaasutuotannon_valmistus_ja_laitostyyppit/)

Jätelaitosyhdistys. 2013. Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä [viitattu 3.11.2013]. Saatavissa: [http://www.jly.fi/saadosp.php?saados\\_id=44](http://www.jly.fi/saadosp.php?saados_id=44)

Liiketoiminnan perusteita. 2013. Yritys ja yhteiskunta [viitattu 3.11.2013]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/yrittaminen/yritys\\_ja\\_yhteiskunta/index.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/yrittaminen/yritys_ja_yhteiskunta/index.html)

Marttinen, S., Paavola, T., Ervasti, S., Salo, T., Kapuinen, P., Rintala, J., Vikman, M., Kapanen, A., Torniainen, M., Maunuksela, L., Suominen, K., Sahlström, L. & Herranen, M. 2013. MTT raportti 83. Biokaasulaitosten lopputuotteet lannoitetevalmisteina [viitattu 3.11.2013]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/mtraporatti/pdf/mtraporatti82.pdf>

Tähti, H. ja Rintala, J. 2010. Biometaanin ja -vedyn tuotantopotentiali Suomessa. Jyväskylän yliopiston Bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 90. Jyväskylän yliopisto.

## Kuvalähteet

KUVA 1. Kuittinen, V. 2013. Lähteestä Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 16 [viitattu 17.9.2014]. Saatavissa: [http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/energian\\_tuotanto/laitostyyppit/biokaasutuotannon\\_valmistus\\_ja\\_laitostyyppit/](http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/energian_tuotanto/laitostyyppit/biokaasutuotannon_valmistus_ja_laitostyyppit/)

## JÄTEVESILIETTEEN LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET

### Johdanto

Puhdistamoliete on jätevedenpuhdistamoiden jätevesilietettä. Siinä on usein sekä yhdyskuntien, kotitalouksien että teollisuuden jätevesiä. Puhdistamolietettä syntyy Suomessa noin miljoona kuutioita vuodessa. Teollisuus käsittelee useimmiten omat jätevetensä, mutta osa niistä ohjautuu yhdyskuntien puhdistamoille. Elintarviketeollisuuden lietteet ohjataan kompostointi- tai biokaasulaitoksiin käsiteltäviksi. Metsäteollisuuden lietteistä osa ohjautuu käsiteltynä maatalouskäyttöön maanparannukseen, mutta suurin osa päättyy energian tuotantoon polttolaitoksiin. (ProAgraria Kesusten Liitto 2013.)

Tässä artikkelissa tarkastellaan jätevesilietteen liiketoimintamahdollisuuksia osana Hämeen ammattikorkeakoulun hallinnoimaa Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanketta, jonka tavoitteena oli edistää biojätteiden hyötykäyttöä.

### Jätevesilietteen hyödyntäminen

Jätevesiliettele löytyy monenlaista käyttöä, sillä siitä valmistettuja lopputuotteita voidaan hyödyntää monin eri tavoin. Jätevesilietteen mädättämisessä syntyväle biokaasulle ja mädätysjäänökselle löytyy käyttöä. Mädätysjäänös usein kuivataan, kompostoidaan ja hyödynnetään maanparannusaineena, lannoituksessa tai viherrakentamisessa. Kasvintuotannon tarkastuskeskus valvoo lietteen lannoituskäyttöä (Latvala 2005).

Kun jätevesiliete kompostoidaan, kompostoitua jätevesilietettä voidaan sekoittaa myös turpeeseen. (Ekholm, Mäkelä & Aalto 2013.) (Korvenranta 2013.)

Jätevesilietteen hyödyntäminen metsälannoituksessa voisi olla mahdollista, mutta tällöin hygieniakysymykset tulee ratkaista.

Koska typelle ja fosforille on kysyntää markkinoilla, lietteen hyötykäyttö ravinteina nousee tärkeään osaan. Koska lopputuotteen laatu vaihtelee, tulisi panostaa erityisesti prosessin hallintaan tasalaatuisen tuotteen saamiseksi. Lietettä voitaisiin hyödyntää myös maanrakentamisessa ja rakennusmateriaalina.

Uusimpia menetelmiä ovat kuivaosan rakeistaminen. Rakeistamalla tuhkaa typpipitoisen yhdyskuntajätevesilietteen kanssa sopivassa suhteessa, olisi mahdollista saada aikaan typpiköyhille metsille sopiva tuhkalannoitevalmiste. Biokaasuprosessista syntyy myös jäännöstä (orgaaninen aines, ravinteita), joiden monipuolisempaa hyödyntämistä tulisi pohtia (Lohiniva, Mäkinen & Sipilä 2001.)

## Jätevesilietteen hyödyntämisen haasteita

### Lainsäädäntö

Jätevesilietteen hyödyntämisessä suurimmaksi ongelmaksi nousee laki, joka tällä hetkellä rajoittaa käyttömahdollisuuksia ja näin ollen kannattavan liiketoiminnan suunnittelua. Suuria investointeja jäteveden hyödyntämisen suhteen ei ole kannattavaa tehdä, koska lainsäädäntö ei ole kaikin osin selkeytynyttä.

Laissa on säädetty, että vain tyyppinimet omaavat lannoitevalmisteet ovat markkinoille saattamis- ja maahantuontikelpoisia ja tuoteseloste sekä kirjanpito toiminnasta tarvitaan, kun lannoitevalmiste saatetaan markkinoille. Nämä kriteerit saattavat tuottaa paljon työtä lietteen tuottajille ja viljelijöille, jolloin lietteen kaupallinen hyödyntäminen voidaan kokea hankalaksi ja monimutkaiseksi.

Lisäksi laissa tarkkaan määritetyt lannoitteiden levitysajat rajoittavat kaupallista hyödyntämistä. Keväällä lannoitetta saa levittää aikaisintaan 1.4. ja syksyllä voidaan levittää enintään 15.11. asti. Lietteen markkina-aika olisi siis hyvin rajallinen ja saataisi olla ainoana elinkeinona melko epätasaista.

### Ympäristövaikutukset

Jos kompostoitua lietettä käytetään kaupunkien viherrakentamiseen, voi syntyä riski, että fosfori leviää sinne minne sitä ei kaivattaisi, esimerkiksi vesistöihin ja pääkaupunkiseudulla Itämereen. (Kalmari 2013.)

### Taloudellisuus

Laihaa lietettä ei ole kannattavaa hyödyntää. Lietteen kuiva-ainepitoisuutta tulisi nostaa, mutta tämän mahdollistava tekniikka on melko kallista.

Puhdistamolietteelle on vaikeaa määrittää selkeää hintaa, sillä puhdistamolietteen kustannukset ja saatavuus vaihtelevat tapaus- ja paikkakuntaakohtaisesti. Orgaanisten lannoitteiden käyttö on ollut kasvussa, sillä kemiallisten lannoitevalmisteiden hinnat ovat olleet nousussa. (Tyrväinen 2013.) Ongelmallista puhdistamolietteen kuljettamisessa on polttoaineen hinnan nousu: ei ole kannattavaa kuljettaa lietettä pitkiä matkoja. Taulukossa 1 on kuvattu biokaasun hyötykäytön kustannuksia.

TAULUKKO 1. Biokaasun hyötykäytön kustannukset (Bionova Engineering)

		INVESTOINTIKUSTANNUKSET	KÄYTTÖ- JA HUOLTOKUSTANNUKSET
		€/kW <sub>TH</sub>	€/kWh <sub>TH</sub>
	Soihut poltto	45–60	0,005–0,01
	Lämpökattila	100–200	0,01–0,05
CHP	Kaasumoottori	500–1400	0,03–0,08
	Mikroturbiini	1000–1500	0,02–0,06
	Jalostaminen liikennepolttoaineeksi	400–1200	0,01–0,045
	Tankkaus	80–130	0,00–0,005

Biokaasun puhdistamisen kustannukset ovat noin 11–45 senttiä/m<sup>3</sup> puhdistettua kaasua. Biokaasun myyminen energiayhtiöiden verkkoon on ollut kannattamatonta, sillä siitä on saatu huono hinta. Kannattavinta olisi se, jos saataisiin biokaasu hyödynnettyä laitoksen lähellä. (Latvala 2005.)

### Muita ongelmia

Ongelmia lietteen yhteisölliselle käsittelylle koettiin etenkin kaupungeissa, joissa on jo toimiva infrastruktuuri, uuden järjestelmän rakentaminen koettiin kalliina ratkaisuna. Asenne koettiin haastavaksi, esimerkiksi vesivessoihin on totuttu ja liete tulisi käsittää raaka-aineena, ei jätteenä.

### Sovellusvaihtoehtojen tarkasteluja

#### Jätevedenpuhdistusprosessi

Jätevedenpuhdistamojen yhteyteen voisi rakentaa leväkasvattamoita, jotka asennettaisiin puhdistamon purkuputken päähän hyödyntämään puhdistettuun veteen jäänyttä ravinnepitoista lietettä. Ongelmia tässä ratkaisussa tulisi olemaan Suomen sääolosuhteet ja jäteveden sisältämien lääkejäämien ja muiden kemikaalien aiheuttamat häiriöt prosessille.

Lietteen fosfori voitaisiin myös ottaa tarkemmin talteen tulevaisuudessa esimerkiksi pelkistysbakteerien avulla. Vaihtoehtona voisi olla myös membraani- eli kalvopuhdistamojen hyödyntäminen aineiden talteenotossa. Kalvopuhdistamon peruseriaate on se, että kaikki aineet otetaan talteen kerralla. Tästä johtuen kalvoihin jääneessä lietteessä on myös runsaasti erilaisia kemikaaleja, kuten lääkejäämiä.



## Lietteen poltto

Nykyisin lietettä polttavat lähinnä suuret teollisuuslaitokset. Näin niiden synnyttämää lietettä ei päädy ympäristöön, mutta lietteen sisältämät ravinteet menevät hukkaan ja sen sisältämä vesi vähentää polton energiatehokkuutta merkittävästi. Kysyä sopii, voidaanko lietteen sisältämä fosfori ottaa talteen ennen polttoa ja minkälaisella tekniikalla. Myös muiden tärkeiden aineiden poisuutto syntyneestä tuhkasta olisi tärkeää. Toistaiseksi ongelmaksi muodostuu huono uuttoprosessin hyötysuhde. Poltosta syntyvää tuhkaa käytetään jo nykyisin metsälannoitteena, mutta tuhkan sisältämien haitta-aineiden vaikutusta ympäristölle tulee arvioida.

## Karjatalous

Karjatalouden lietteet hyödynnetään lannoitteena maanviljelyksessä nykyisin melko tehokkaasti. Parannettavaa löytyy lähinnä suojavyöhykkeiden käytöstä ja lietteenlaskutapojen kehittämisestä. Ongelmana on pelloille lasketun lietteen päätyminen osittain vesistöihin, kun lietettä levitetään suoraan pelloille. Pohtia sopii ideaa, että voisiko lietteen laskun kyntöaumaan tehdä pakolliseksi ylivaluman välttämiseksi. Kehitteillä on tekniikka, jolla voidaan hyödyntää lietteen ravinteet separoimalla ne erilleen ja hyödyntämällä ne tarkemmin kasveja tai viljelyksiä lannoitettaessa.

## Yhteisömuotoinen jätelietteen hyödyntäminen

Ihmiset tulisi saada pohtimaan, kuinka jätelietettä voisi hyödyntää siellä, missä sitä syntyy. Esimerkiksi Aasiasta ja Euroopasta löytyy hankkeita, joita kutsutaan nimellä Solar Cities. Niiden tarkoituksena on hyödyntää uusiutuvia energiamuotoja urbaanissa ympäristössä muun muassa niiden raaka-aineiden avulla, jotka yhteisö tuottaa.

Yhteisömuodollisen hyödyntämisen etuja ovat muun muassa kuljetuskustannusten ja -päästöjen minimointi, lietteen statuksen muuttuminen jätteestä raaka-aineeksi ja yhteisöllisyyden sekä ympäristötietoisuuden paraneminen. Yhteisömuodollinen jätelietteen hyödyntäminen voisi myös parantaa haja-asutusalueen lietteenkäsittelyä tarjoamalla paikallisen ratkaisun ja uudet asuinalueet voitaisiin kaavoittaa lietemäärien oletettua potentiaalia silmällä pitäen. Hyvänä asiana on myös toiminnasta mahdollisesti kehittyvä liiketoiminta, kun ylijäämäsiikkoa voitaisiin myydä valtakunnan verkkoon.

Haasteellista on lietteen käsittelylaitosten mitoitus optimaaliseksi. Ongelmia voi muodostaa myös paikalliset asenteet ja investointien kannattavuus etenkin jo olemassa oleville alueille, kun välimatkat ovat pitkiä. Myöskään nykyinen lainsäädäntö ei tue lietteen käsittelyä pienissä yksiköissä. Haasteena on myös löytää henkilö tai taho, joka on vastuussa toiminnasta. Asiantuntijoiden käytölle olisi tarvetta.

Ratkaisut lietalaitoksen perustamisen ja toiminnan rahoitukseen ovat joko valtion tai kunnan taholta tuleva tuki. Toiminnan rahoitusta voisi pohtia myös osuuskunnan tai osakeyhtiön kautta. Poliittinen ohjaus helpottaisi toimintaa tukien ja sanktioiden muodossa.

## Yhteenvetoa

Kannattavan liiketoiminnan perustana on poliittisen ohjauksen tarve ja kannusteet. Pienmädättämöjen kannattavuutta voidaan nostaa laihan lietteen kuiva-ainepitoisuutta nostamalla. Laissa täytyisi olla joustoa, jossa katsottaisiin määräykset tapaus- ja paikkakuntaakohtaisesti huomioiden paikalliset ympäristömääräykset. Ympäristötuet säätelevät maataloutta - tukia saa kun noudattaa säädöksiä. Ympäristötuki rajoittaa esimerkiksi raja-arvoja ja lietteen käyttämistä.

Lääketeollisuuden tulisi ottaa vastuuta kehittää menetelmää lääkejäämien saamiseksi pois lietteestä.

Ravinteiden talteenotto on tärkeää ja lietteen käyttöä metsälannoitteena täytyisi tutkia. Lietteiden hyödyntämistä maanrakennuksessa yhdessä teollisuudesta tulevien ylijäämien kanssa tulisi kehittää ja laskea sille kannattavuus. Markkinoinnissa tiedotuksen määrää tulee lisätä.

Materiaalikierron lisäämisen ja lietteen hyödyntämisen tehostamisen näkökulmasta pohdita sopii, kumpi on lopulta hyödyllisempää: lietteen hävittäminen vai hyödyntäminen? Voisiko jätelietteen määrää vähentää ylipäätään? Tosiasia on kuitenkin se, että fosfori on ehtyvä luonnonvara, joten lietteen käyttöä ravinteena tulisi tehostaa joka saralla.

## Lähteet

- Ekholm, E., Mäkelä, A. & Aalto, A. 2013. Kasvun paikka – Uutta puhtia materiaali-  
virtojen käsittelyyn. Materiaalien käsittelyllä lisää palveluja ja tekniikkaa Päijät-  
Hämeeseen (MABU-hanke) -loppuraportti.
- Kalmari, A. 2013. Kansanedustaja. Mitä voisimme tehdä jätevesiliettele [viitattu  
20.11.2013]. Helsingin sanomat 13.10.2013. Saatavissa: <http://www.hs.fi/mielipide/a1381550537782>
- Korvenranta, M. 2013. Selvitys Päijät-Hämeen seudullisesti merkittävistä materiaali-  
käsittelyterminaaleista [viitattu 20.11.2013]. Saatavissa: [http://www.paijat-hame.fi/easydata/customers/pajathame/files/2.9.\\_tilaisuus/luonnonvaraterminaalit.pdf](http://www.paijat-hame.fi/easydata/customers/pajathame/files/2.9._tilaisuus/luonnonvaraterminaalit.pdf)
- Latvala, M. 2005. Bionova Engineering. Jätevesilietteen anaerobinen käsittely ja biokaasun  
hyötykäyttö [viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: [http://www.bionova.fi/files/jatevesilietteen\\_anaerobinen\\_kasittely\\_ja\\_biokaasun\\_hyotykaytto.pdf](http://www.bionova.fi/files/jatevesilietteen_anaerobinen_kasittely_ja_biokaasun_hyotykaytto.pdf)
- ProAgria Keskusten Liitto (toim.). 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa -opas  
[viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: [http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/6J0lEpdSu/Puhdistamolietteen\\_kaytto\\_maataloudessa.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/6J0lEpdSu/Puhdistamolietteen_kaytto_maataloudessa.pdf)
- Tyrväinen, U. 2013. Puhdistamolietteen käsittely. ProAgria Keskusten Liitto (toim.)  
Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa -opas [viitattu 2.6.2014]. Saatavissa:  
[http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/6J0lEpdSu/Puhdistamolietteen\\_kaytto\\_maataloudessa.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/6J0lEpdSu/Puhdistamolietteen_kaytto_maataloudessa.pdf)
- Lohiniva, E., Mäkinen, T. & Sipilä, K. 2001. Lietteiden käsittely - Uudet ja käytössä  
olevat tekniikat. VTT [viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>

## Kuvalähteet

- TAULUKKO 1. Latvala, M. 2005. Jätevesilietteen anaerobinen käsittely ja biokaasun  
hyötykäyttö [viitattu 17.9.2014]. Saatavissa: [http://www.bionova.fi/files/jatevesilietteen\\_anaerobinen\\_kasittely\\_ja\\_biokaasun\\_hyotykaytto.pdf](http://www.bionova.fi/files/jatevesilietteen_anaerobinen_kasittely_ja_biokaasun_hyotykaytto.pdf)

## E-FARM® BIOKAASUKOULUTUS JA WORKSHOP

### Tiivistelmä

Artikkelissa luodaan katsaus E-farm® Pro -ohjelman käytöstä Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankeessa keväällä 2014 järjestetyssä biokaasukoulutuksessa ja työpajassa. Ohjelmaa käytettiin kahdella eri tavalla työpajapäivän aikana. Päivän alussa käytiin läpi ohjelman tausta-aineistoa ja -materiaaleja sekä esimerkkitapauksia erilaisissa käyttökohteissa. Työpajaosuudessa tarkasteltiin ohjelman sovelluksia erilaisissa käyttökohteissa sekä erilaisilla syötteillä, kuten maatalouden jakeet, biojäte, yhdyskuntaliete ja biomassa. Lisäksi tarkasteltiin syötteiden vaikutusta prosessiin, kannattavuuteen ja jäännöksen hyödyntämiseen ottaen huomioon lainsäädännön vaatimukset. Tilaisuuden vetäjinä toimivat Envitecpolis Oy:n asiantuntijat. Koulutus ja työpaja kuuluivat osana Tulevaisuuden energiat -opintojaksoa. Työpajapäivän painopiste oli erilaisten biomassojen tehokkaammat hyödyntämismahdollisuudet tulevaisuuden hajautetussa energiatuotannossa. Biokaasun tuotanto sai tästä syystä erityistä huomiota muiden biopolttoaineiden joukossa. Artikkelin koostuu Tulevaisuuden energiat -opintojakson opettajan havainnoista, ulkopuolisten asiantuntijoiden kokemuksista sekä koulutuksen ja workshopin palautteista.

### Palveleeko E-farm® Pro -ohjelma uusiutuvan energian koulutusta?

Lahden ammattikorkeakoulun (LAMK) ympäristöinsinöörien koulutuksessa on käytetty E-farm® Pro -ohjelmaa apuvälineenä kevästä 2012 alkaen erityisesti energiapääaineen opetuksessa. Lisäksi ohjelma on ollut rajoitetulla lisenssillä opiskelijoiden käytössä myös itseopiskelussa. Kehittäjä- / promoottoriorganisaatio Envitecpolis Oy kuvaa tuotetta seuraavasti:

”E-farm® Pro on monipuolinen laskentaohjelma uusiutuvan energian investointien tarkasteluun. Ohjelma sisältää kahdeksan eri energiamuotoa, joista jokaisen alla on lukusia eri valintamahdollisuuksia. Lähtökohtainen ajatus ohjelmassa on selvittää, kuinka paljon olemassa olevista raaka-aineista on mahdollista tuottaa energiaa ja onko tuottaminen taloudellisesti järkevää. Ohjelma on puolueeton ja laitetoimittajista riippumaton sovellus. Kaikki ohjelman tausta-aineisto on koottu tunnettujen tutkimusorganisaatioiden ja oppilaitosten julkaisuista. Lisäksi E-farm® Kohteista saatavaa käytännön tietoa hyödynnetään ohjelman taustalla.” (Envitecpolis Oy 2014.)

LAMK on ollut aktiivinen koulutusorganisaatio myös E-farm® Pro -ohjelman kehittämisessä. Opetushenkilökunta on antanut käytännön palautetta ohjelmasta sen kehittäjille. Palautteiden tavoitteena on ollut auttaa ohjelman kehitystyötä.

Energia-aineita opetetaan LAMK:ssa sekä sivuaineena että pääaineena. E-farm® Pro-ohjelmaa voidaan hyödyntää opetuksessa eri tasoilla sekä eri vuosikursseilla opettajan harkinnan mukaan. Vaikka farm-sana ohjelman nimessä antaa ymmärtää, että kyseessä olisi maatilan tarpeet, näin rajoitettu ohjelman soveltuvuusalue ei kuitenkaan

ole. Kyse on lähinnä siitä, että jos halutaan laskea ja vertailla erilaisten uusiutuvien energialähteiden ja raaka-aineiden hyödyntämistä, ainoa realistinen kohde, missä on riittävästi tilaa ja aineistoa saatavilla samassa yhteydessä on juuri maatila. Toki uusiutuvat energiamuodot, kuten aurinkovoima ja maalämpö, soveltuvat hyvin esimerkiksi myös kerrostaloihin tai omakotitaloihin. Sen sijaan biojätettä tai yhdyskuntalietettä ei voida käyttää energialähteenä ainakaan urbaanissa ympäristössä.

## Biopolttoaineet tulevaisuuden energialähteinä

Tässä artikkelissa kuvattu workshop-päivä (15.5.2014) oli osa toisen vuosikurssin ympäristöinsinööriopiskelijoiden (YMP12) Tulevaisuuden Energiat -opintojaksoa. Opintojakso sisältää biokaasun ohella myös muita uusiutuvia energialähteitä, kuten aurinkoenergian eri muodot, jotka ovat olleet jo kauan olemassa, mutta ovat nyt vahvassa kasvussa. Opintojaksolla käsitellään lisäksi jonkin verran vähemmän tunnettuja uusiutuvia energiamuotoja, joilla voisi hyvinkin olla tärkeä rooli tulevaisuudessa, kuten levän kasvatusta, energiatuotteita, kuten vetyä ja metaanikaasua sekä biodieselin tuotantoa. Opetussuunnitelmassa (OPS) opintojakson osaamistavoitteet on määritelty niin, että opiskelijan tulee:

- ymmärtää millaisista tulevaisuuden energiamuodoista maailmalla keskustellaan ja mitä tutkitaan
- ymmärtää miten ja millä reunaehdoilla levien avulla voidaan tuottaa energiaa
- hallitsee tiedonhankintakeinot ja lähteet, joista tulevaisuuden energioista voi hakea tietoa
- osaa yhdistää biologista tietoa teknis-taloudelliseen tarkasteluun (OPS 2013: Ympäristötekniikan koulutusohjelma 2013.)

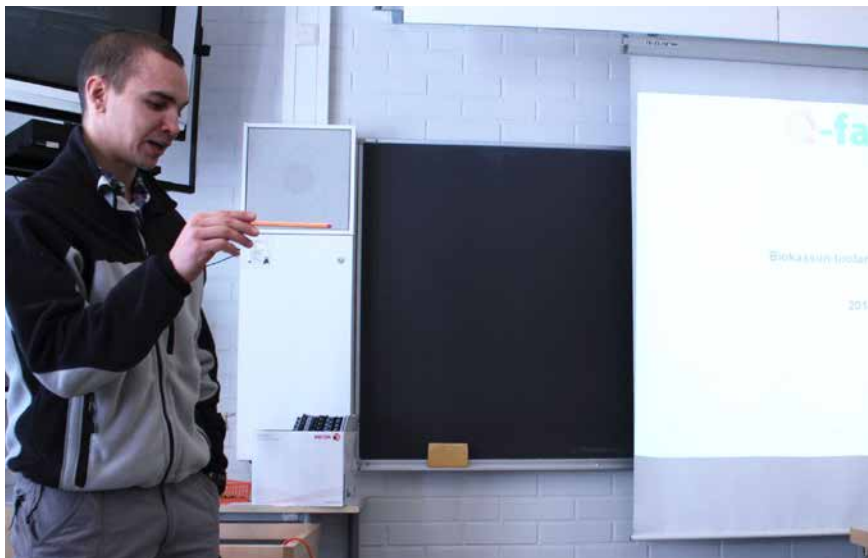
Lyhyen kurssin tarkoituksena ei ole käsitellä yksityiskohtaisesti kaikkia mahdollisia energialähteitä, vaan antaa tilannekatsaus nykyhetken teknologioista. Edellä mainitut osaamistavoitteet kulkevat hyvin käsi kädessä Bioliike-hankkeen Biotyöpajat-osahankkeen workshop-päivän sisällön kanssa.

## Workshop-päivän ohjelma ja eteneminen

Liitteessä 1 on esitetty workshop-päivän kutsu ja ohjelma. Kuten ohjelmasta ilmenee tilaisuus oli erilainen kuin normaalit oppitunnit ja siihen oli kutsuttu myös ulkopuolisia osallistujia sekä muitakin opiskelijoita kuin Tulevaisuuden energiakurssin opiskelijat. Ulkopuolisena osallistujana oli ProAgria Keskusten liiton edustaja. Hän osoittautui hyväksi asiantuntijaksi etenkin metsätalouden sivutuotteiden hyödyntämisen osuudessa.

Päivän ohjelma alkoi E-farm® Pro -ohjelmaan tutustumisella. Matti Arffman Envitecopolis Oy:stä demonstroi, miten ohjelman avulla pystytään tarkastelemaan erilaisen eloperäisten jätteiden energiansisältöjä. Esimerkkeinä hän käytti jäterasvoja, hakkuutähteitä ja peltoenergialähteitä, kuten olki ja järviruoko.

Kuvassa 1 Toni Taavitsainen Envitecpolis Oy:stä on pitämässä biokaasukoulutusta E-farm® Pro -ohjelmalla. Kuvassa 2 on varoitusmerkkejä yhdessä E-farm® -ohjelman käyttökohteessa.



KUVA 1. Toni Taavitsainen pitämässä biokaasukoulutusta E-farm® Pro -ohjelmalla (Envitecpolis Oy 2014)

## Haastattelu

Haastattelu suoritettiin sähköpostitse, johon Matti Arffman ja Toni Taavitsainen Envitecpolis Oy:stä vastasivat yhdessä. Heidän vastauksensa esitettiin kysymykseen ovat kursivoituina.

### **1. Kuinka hyvin 15.5.2014 pidetty Bioliike-hankkeen Biotyöpajat-osahankkeen biokaasukoulutuspäivä ja workshop Lahdessa vastasi teidän (Envitecpolis Oy:n) käsitystänne ohjelman käyttötarkoituksesta?**

*"Päivä vastasi hyvin käsitystämme, ja oli ilo huomata, että valtaosa paikalla olijoista osasi käyttää ohjelmaa hyvin jo entuudestaan. Koulutuspäivä vastasi käsitystämme, kuinka ohjelmaa hyödynnetään oppilaitoksissa ja vahvasti positiivista käsitystämme ohjelman soveltuvuudesta tämän tyyppiseen workshop työskentelyyn."*

### **2. Kuinka hyvin LAMK:n ympäristöinsinööriopiskelijat ottivat vastaan koulutuksessa annettua tietoa ja kuinka aktiivisesti he toimivat ohjatussa harjoitustyössä workshop-osuudessa?**

*"Opiskelijat olivat aktiivisia ja esittivät hyviä tarkentavia kysymyksiä. Aihe selvästi kiinnosti opiskelijoita. Opiskelijat suoriutuivat annetuista tehtävistä hyvin ja päivän aikana käsitellyt energiamuodot olivat monipuolisesti esillä palautetuissa tehtävissä, joten eri energiamuodot kiinnostavat."*

### **3. Kuinka sujuvaa yhteistyö LAMK:n henkilökunnan kanssa on ollut koulutuspäivien suunnitteluissa ja toteuttamisissa?**

*”Päivän suunnittelu ja toteutus sujui erittäin hyvin LAMK:n henkilökunnan kanssa. Oikeastaan ei tule mieleen mitään parannettavaa. Päivän markkinointi, suunnittelu, tarjontat ja toteutus menivät kaikki ennalta sovitusti ja aikataulussa. Suuri kiitos!”*

### **4. Oliko haastavaa rajata aineistoa ja keskittyä erityisesti teemaan biojätteiden hyödyntäminen?**

*”Envitepolisissa hyödynnämme E-farm® -ohjelmaa hyvin monipuolisesti ja teemme jatkuvasti toimeksiantoja erityyppisille asiakkaille ja erilaisiin sovellutuksiin. Biohajoavat jakeet ovat monipuolisesti mukana meidän toimeksiannoissa ja kieltämättä juuri sopivien kohteiden ja teorian valinta ja rajaaminen niin, että saadaan hyvä kokonaisuus tiivistettyä vain yhden päivän workshopiin, tuotti hieman haasteita. Ongelma oli kuitenkin positiivinen eli asiaa olisi ollut useamman päivän koulutukseen, joten karsintaa ja valintaa piti tehdä.”*

### **5. Antoiko koulutuspäivän ja workshop-osuuden yhteistyö LAMK:n kanssa Envitepolis Oy:lle mitään hyödyllistä tietoa E-farm® Pro -ohjelman kehittämistä ajatellen?**

*”Ehdottomasti kyllä. Talven ja kevään 2014 aikana olemme koonneet käytännön kokemuksia ja huomioita ohjelmasta, jotka pyrimme huomioimaan tulevassa päivityksessä. Päivitys tulee käyttäjien käyttöön syksyllä 2014. Tämä workshop-päivä vahvisti useita kehityssajatuksia ja ne päätettiin ottaa päivityspakettiin mukaan.”*

### **6. Lopuksi kysyttiin, oliko muuta lisättävää?**

*”Workshop-päivä oli mielestämme erittäin onnistunut ja hyvä tapa yhdistää teoriaa ja käytännön laskentaa. Päivä toimi ikään kuin tehokoulutuksena ja tällä formaatilla toteutettu koulutuspäivä oli ensimmäinen meidän toteuttamamme. Päivästä saatujen hyvien kokemusten pohjalta olemme sopineet useiden muiden E-farm® Pro -ohjelmaa käyttävien oppilaitosten kanssa vastaaventyyppisten päivien toteutuksesta. Tästä on hyvä jatkaa ja toivomme hedelmällistä yhteistyötä LAMK:n kanssa myös jatkossa.” (Arffman & Taavitsainen 2014.)*



KUVA 2. Varoitusmerkkejä yhdessä E-farm<sup>®</sup> -ohjelman käyttökohteessa (Envitecpolis Oy 2014)

Ensimmäisestä E-farm<sup>®</sup> Pro -biokaasukoulutus ja workshop -päivästä (15.5.2014) saatiin melko niukasti palautteita. Saatu palaute oli kuitenkin hyvin positiivista ja kannustavaa. Päivän aihetta pidettiin erittäin ajankohtaisena ja esitykset vastasivat todella hyvin päivän teemaa. Koulutus- ja workshop -päivän uskottiin antavan paljon ja jopa erittäin paljon hyötyä työhön tai opiskeluun. Asiantuntijoiden puheenvuoroja pidettiin erittäin hyvinä. Teoriaa ja käytäntöä yhdistelevää työpajapäivää pidettiin erinomaisena toimintamallina ja niitä toivottiin lisää. Esimerkkejä tiloilta pidettiin hyvinä. Lisäksi odotettiin jonkin verran enemmän käytännön laskuharjoituksia osallistujille kyseisellä ohjelmalla, eikä niinkään luentotyyppejä esimerkiksi tapausten läpikäyntiä. (Palaute E-farm Biokaasukoulutus ja workshop 2014.)

Ensimmäisen yhteisen workshop-päivän myönteisten tulosten perusteella järjestettiin syksyllä 2014 (8.10.2014) toinen E-farm<sup>®</sup> Pro -käyttökoulutuspäivä. Envitecpolis Oy:n asiantuntija Matti Arffman piti tämän jatkokoulutusworkshopin. Käyttökoulutuksessa käsiteltiin E-farm<sup>®</sup> Pro -ohjelman tulleita uusia ominaisuuksia ja päivityksiä sekä uusia uusiutuviin energiamuotoihin liittyviä teemoja, kuten biokaasutus ja maatalouden viljellyt raaka-aineet energian tuotannossa. Lisäksi käyttökoulutuspäivään sisältyi omatoiminen harjoitustehtävä kyseisellä E-farm<sup>®</sup> Pro -ohjelmalla.

## Lähteet

Arffman, M. & Taavitsainen, T. 2014. Envitecpolis Oy. Sähköpostihaastattelu 5.9.2014.

Envitecpolis Oy. 2014. E-farm laskentaohjelmat. [viitattu 9.9.2014]. Saatavissa: <http://www.efarm.fi/laskentaohjelmat/e-farm/>

OPS 2013: Ympäristötekniikan koulutusohjelma. 2013. [viitattu 9.9.2014]. Saatavissa: <https://wiki.lamk.fi/pages/viewpage.action?pageId=21475722>

Palaute E-farm Biokaasukoulutus ja workshop 15.5.2014. 4.6.2014.



Tero Uusitalo, Susanna Kivelä, Mika Kortelainen

## BIOKAASULAITOKSEN MÄDÄTYSJÄÄNNÖKSESTÄ ON MONEEN KÄYTTÖÖN?

### Johdanto

Biokaasulaitoksen päätuotteesta, biokaasusta, tuotetaan lämpöä ja sähköä. Lisäksi biokaasusta jalostettua biometaanua käytetään liikennekäytössä polttoaineena. Tämän lisäksi biokaasulaitoksella syntyy biokaasuprosessin sivutuotteena mädätysjäännöstä. Mädätysjäännöksen tuotteistaminen ja taloudellinen hyödyntäminen on ollut toistaiseksi vähäistä.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hankkeessa (2013–2014) selvitettiin biokaasulaitoksilla syntyvän mädätysjäännösten hyödyntämismahdollisuuksia. Hankkeen päätoteuttajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulu ja kumppaneina Laurea-ammattikorkeakoulu, Lahden ammattikorkeakoulu ja sekä useita mädätysjäännöksen tuotekehittelystä kiinnostuneita yrityksiä. Tässä artikkelissa kuvataan Laurea-ammattikorkeakoulun hankkeessa tekemiä mädätysjäännökseen liittyviä liiketoimintaselvityksiä. Laurean osahankkeessa selvitettiin:

- uusmaalaisten viljelijöiden kiinnostusta hyödyntää mädätysjäännöstä lannoitteena
- uusmaalaisten puutarha-alan toimijoiden kiinnostusta mädätysjäännöksen hyödyntämiseen
- mädätysjäännöksen vaihtoehtoisia tuotteistamismahdollisuuksia
- mädätysjäännöksen hyödyntämistä viherkatoissa
- mädätysjäännöksen käyttöä kansainvälisesti

Laurean osahankkeen liiketoimintaselvitykset tehtiin kolmessa eri vaiheessa (KUVIO 1).

Tavoite: Uudet liiketoimintamahdollisuudet

Luomuviljelijöiden kiinnostuksen kartoitus

Tuotteistamisideointi  
Tulevaisuustyöpajat

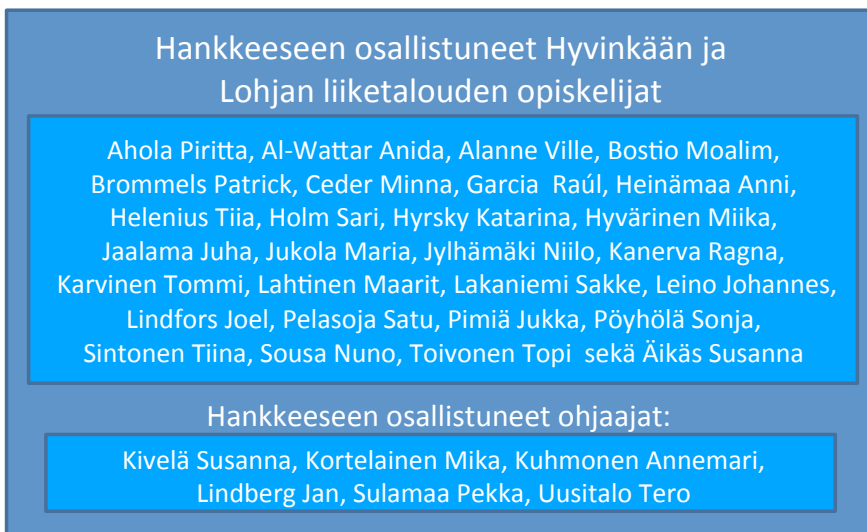
Viherkattoselvitys ja kansainvälisyysvertailu

Tulokset ja johtopäätökset

KUVIO 1. Laurean osahankkeiden toteutus kevään 2013 ja syksyn 2014 välisenä aikana (Tero Uusitalo 2014)

Laurean tekemistä selvityksistä vastasivat liikelouden opiskelijoiden muodostamat projektitiimit. Projektitiimit koostuivat Laurea Hyvinkään ja Lohjan kampusten liikelouden opiskelijoista. Mädätysjäännökseen liittyvät projektityöt olivat osa Hyvinkään kampuksen Peer to Peer -toimintamallin (P2P) ja Lohjan kampuksen Yrityslabran projektimuotoisia opintoja. Lisäksi viherkattoihin liittyvän selvityksen käytännön kokeista vastasi Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön opiskelijat Jussi Front ja Arsi Kujala ohjaajanaan tutkimusyksikön johtaja Mona-Anitta Riihimäki.

Laurean osahankkeen toteutukseen osallistui 28 liikelouden opiskelijaa Hyvinkään ja Lohjan kampuksilta (KUVIO 2).



KUVIO 2. Laurean osahankkeeseen osallistuneet opiskelijat ja ohjaajat (Mika Kortelainen 2014)

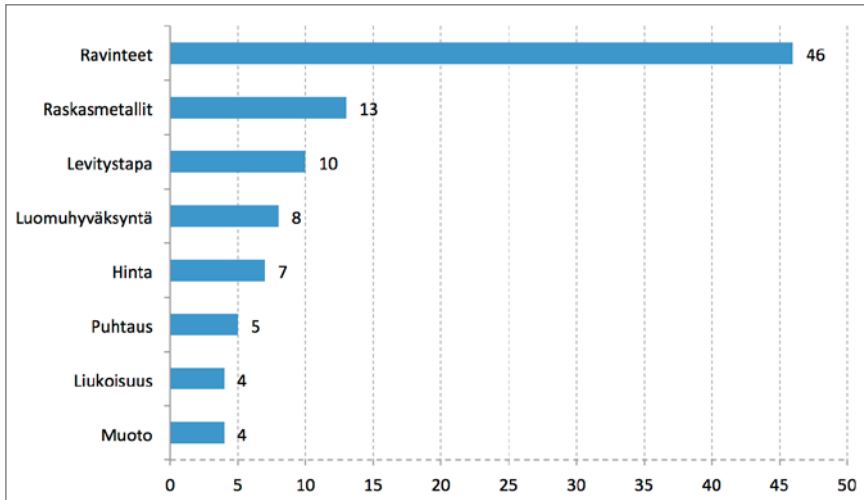
### **Mädätysjäännös uusmaalaisten maanviljelijöiden ja puutarha-alan toimijoiden näkökulmasta**

Tällä hetkellä mädätysjäännöstä hyödynnetään muutamilla tiloilla muun muassa Hämeenlinnassa ja Forssassa sijaitsevien biokaasulaitosten läheisyydessä. Luomutiloilla mädätysjäännöstä ei kuitenkaan voida hyödyntää, koska tuote ei ole luomuhyväksyttyä. Tavallisesti viljelijät hakevat ja levittävät itse mädätysjäännöksen pelloille. Tämän hankkeen alussa selvitettiin luomuviljelijöiden kiinnostusta hyödyntää mädätysjäännöstä lannoitteena, vaikka se ei tällä hetkellä olekaan mahdollista mädätysjäännöksen mahdollisten epäpuhtausjäämien ja lainsäädännön vuoksi. Lähivuosina tilanne saattaa, mahdollisten lainsäädännön muutosten sekä tuotteen käsittelyn kehittämisen ansiosta, olla mahdollista.

Keväällä 2013 uusmaalaisille luomuviljelijöille kohdistettuun kyselytutkimukseen vastasi 75 viljelijää. Tutkimuksen mukaan noin puolet luomuviljelijöistä oli erittäin tai melko kiinnostuneita mädätysjäännöksen hyödyntämisestä luomulannoitteena. Viljelijöistä 69 % ilmoitti olevansa kiinnostunut kiinteässä muodossa olevasta mädätysjäännöslannoitteesta. Kyselyn mukaan 19 % luomuviljelijöistä oli kiinnostunut nestemäisessä muodossa (liete tai rejektivesi) olevasta lannoitetuotteesta ja loput (12 %) vastaajista oli kiinnostunut molemmista.

Kiinteän mädätysjäännöksen logistiikkaan liittyen kysyttiin viljelijöiden mahdollisuutta varastoida ja noutaa itse mädätysjäännöstä. Hieman yli puolet vastanneista luomuviljelijöistä voisi sekä varastoida että noutaa itse mädätysjäännöstä biokaasulaitokselta. Viljelijät voisivat noutaa mädätysjäännöstä keskimäärin 40 km etäisyydeltä.

Tutkimuskyselyn vastaukset osoittivat, että luomuviljelijät ovat kiinnostuneita mädätysjäännöksen käytöstä lannoitteena. Kyselyn mukaan lisää tietoa mädätysjäännöksen ominaisuuksista kuitenkin tarvitaan. Lisätietoa viljelijät kaipaavat erityisesti ravinnesisällöstä, raskasmetallipitoisuuksista sekä levitystavasta pelloille (KUVIO 3).



KUVIO 3. Luomuviljelijöiden tiedontarve mädätysjäännöksen lannoitekäyttöön liittyen (Tero Uusitalo 2014)

Puutarha-alan yrittäjien kiinnostusta mädätysjäännöstä sekä siitä valmistettuja tuotteita kohtaan selvitettiin sähköisellä lomakekyselyllä. Kysely lähetettiin Puutarhaliiton jäsenjärjestöille, joiden sähköpostiosoitteet saatiin Puutarhaliiton kotisivulta. Kyselyyn vastasi 22 puutarha-alan toimijaa. Vaikka vastaajamäärä jäi pieneksi, saatiin vastausten perusteella suuntaa-antavaa tietoa mädätysjäännöksen kaupallistamiseen liittyen.

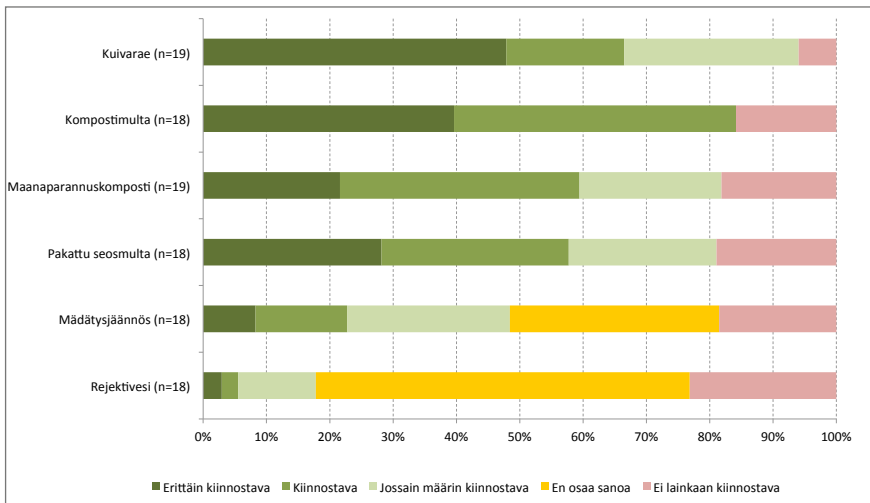
Yleisesti ottaen puutarha-alan yrittäjien lannoitteen ja maanparannusaineen valintaan vaikuttavat ravinteet, levitystapa, hinta sekä se, että lannoite- ja maanparannusaineen valinta tukee ravinteiden tehokasta käyttöä. Mädätysjäännös sekä siitä valmistetut tuotteet kuitenkin tunnetaan huonosti. Kolmasosa kyselyyn vastanneista ei tiennyt, että mädätysjäännöstä voisi käyttää lannoitteena tai maanparannusaineena. Tutkimuksen mukaan puutarha-alan toimijat tiesivät huonosti, mistä mädätysjäännöstä tai siitä valmistettuja tuotteita olisi saatavissa tai mistä he saisivat halutessaan lisätietoa asiasta.

Mädätysjäännökseen sekä siitä valmistettuihin tuotteisiin liittyvät mielikuvat ovat suhteellisen negatiivisia. Kommenteissa esille nousivat hajuhaitat, raskasmetallit, laadun epätasaisuus sekä se, että mädätysjäännös ja siitä valmistetut tuotteet eivät sovelu kaikenlaiseen puutarhaviiljelyyn.

Kriittisistä mielikuvista huolimatta mädätysjäänös kiinnostaa, koska se tukee luonnollista ravinteiden kierrätystä. Lähes kaikki kyselyyn vastanneista kertoivat olevansa joko kiinnostuneita tai erittäin kiinnostuneita saamaan lisätietoa mädätysjäänöksestä. Luontevimpana tietolähteenä vastaajat nostivat esille internetin, jälleenkäsittelylaitokset ja valmistajat, kaupalliset toimijat, messut, viheralan lehdet tai erilaiset esittelytilaisuudet työkohteissa.

Puutarha-alan toimijat olisivat valmiita vaihtamaan nykyisen lannoitteen tai maanparannusaineen biokaasulaitoksen mädätysjäänöksestä valmistettuun lannoitteeseen tai maanparannusaineeseen, jos hinta olisi kilpailukykyinen, kyseessä olisi helppo ja toimiva tuote (rakeinen säkkitavara) tai jos tuote olisi helposti saatavilla. Valintaa tukisivat vastausten mukaan myös mahdollisuus tutustua käytettävyyteen, tutkimustulokset, lisätieto ja ylipäänsä se, että mädätysjäänöksen käyttö tukee kestäväää kehitystä.

Mädätysjäänöksestä valmistettuina tuotteina kiinnostavimpia ovat kompostimulta sekä kuivarae (KUVIO 4).



KUVIO 4. Mädätysjäänöksestä valmistettujen lannoitevaihtoehtojen kiinnostavuus (Tero Uusitalo 2014)

### Mädätysjäänöksen erilaisten käyttömahdollisuuksien ideointityöpajat

Biokaasulaitosten sivutuotteena syntyvälle ravinnerikkaalle mädätysjäänökselle pyrittiin löytämään uusia käyttökohteita ja liiketoimintamahdollisuuksia syksyllä 2013 järjestetyissä alueellisissa ideointityöpajoissa. Työpajat toteutettiin Lohjalla, Hyvinkäällä, Mustialassa ja Forssassa. Työpajojen toteutuksesta vastasi kymmenen Laurean liiketalousopiskelijaa Hyvinkäältä ja Lohjalta. Lisäksi projektitiimi toteutti kaksi asiantuntijahaastattelua. Työpajat olivat avoimia kaikille asiasta kiinnostuneille ja niitä markkinoitiin laajasti.

Työpajoihin osallistui toimijoita useilta eri aloilta sekä opiskelijoita kaikkiaan lähes 50 henkilöä. Kahden tunnin mittaiset työpajat käynnistyivät Bioliike-hankkeen esitelyllä ja tiiviillä alustuksella aiheeseen.

Työpajojen alustukset ja niihin valmistutuminen lisäsivät opiskelijoiden ja työpajoihin osallistuneiden tietämystä mädätysjäännöksen hyödyntämisestä, bioenergiasta, energiatehokkuudesta ja kestävästä kehityksestä. Alustusten jälkeen uusia liiketoimintamahdollisuuksia ideoitiin pareittain. Kaikki ideat koottiin yhteen ja jatkotyöstettäväksi valittiin ideat yhdessä pisteyttämällä. Uusia liiketoimintaimpeleita syntyi runsaasti ja ideoiden yhteinen arviointi tuotti työpajoissa hyvän ja asiantuntevan keskustelun. Jatkotarkasteluun valittujen ideoiden ja liiketoimintamahdollisuuksien osalta pohdittiin lopulta sekä ideoiden vahvuudet että riskit.

Ideointityöpajoja valmisteltaessa selvisi, että biokaasulaitosten mädätysjäännöstä sekä siihen liittyviä mahdollisuuksia ei tunneta kovin hyvin. Toisaalta niille toimijoille, jotka tunsivat mädätysjäännöksen, oli muodostunut suhteellisen vahva ennakoivainen sen mahdollisuuksia kohtaan. Erityisesti hajuongelman ja epäpuhtauksien koettiin rajoittavan käyttömahdollisuuksia. Toisaalta mädätysjäännöksestä valmistettujen tuotteiden ajateltiin korvaavan ja täydentävän kalliiksi käyviä keinolannoitteita ja resurssitehokasta kestävästä kehityksestä.

Työpajoissa mädätysjäännöstä ehdotettiin turpeen korvikkeeksi tai täydennysmateriaaliksi viherharkkojen ja viherkattojen valmistuksessa. Haasteena nähtiin erilaiset valumat ja muut tekniset ongelmat. Mädätysjäännöksen ravinnepitoisuuden ansiosta sillä nähtiin olevan käyttömahdollisuutta myös metsäpuiden pottitaimien kasvatuksessa. Ongelmana nähtiin liian korkea ravinnepitoisuus, jota toisaalta ajateltiin voitavan pienentää yhdistämällä turvetta mädätysjäännökseen. Työpajoissa pohdittiin myös mädätysjäännöksen hyödyntämistä metsien lannoitteena. Mädätysjäännöksestä tuotettavan lannoiterakeen haasteena nähtiin levitystekniikka ja logistiikka.

Koska mädätysjäännöksen ymmärrettiin soveltuvan vain rajallisesti sellaisenaan ravinnoksi käytettävien kasvien viljelymaan parannukseen, työpajoissa pohdittiin voisivatko esimerkiksi kukkaviljelmät ja kasvihuoneet hyödyntää mädätysjäännöstä ja siitä valmistettuja tuotteita. Erityisesti rejektivesi kiinnosti paljon. Rohkeimmissa ideoissa pohdittiin mädätysjäännöksen käyttöä maanparannusaineena aavikoituvilla alueilla ja toisaalta mädätysjäännöksessä olevien raaka-aineiden erottamista esimerkiksi räjähdysaineteollisuuden raaka-aineeksi.

## **Mädätysjäännöksen hyödyntäminen viherkatoilla**

Hyvinkään Laurean liiketalouden projektitiimi selvitti keväällä 2014 mädätysjäännöksen hyödyntämistä viherkatoilla. Ensimmäiseksi selvitettiin viherkattojen rakennusmääriä ja markkinoita kontaktoimalla viherkattotuotteiden valmistajia sekä muutamien kaupunkien kaavoituksesta vastaavia suunnittelukeskuksia. Selvityksen arvio vuosittain rakennettavista viherkatoista on hyvin karkea, sillä eri arvioiden mukaan viherkattoja rakennetaan Suomessa vuosittain 20 000–100 000 m<sup>2</sup>. Tämän lisäksi selvisi, että viherkattojen yleisin rakennuskohde on ulkorakennukset kuten autokatokset. Viherkattojen rakentamisen käyttökokemuksia kartoitettiin haastatellamalla 58 puutarhayrittäjää. Kellään haastatellulla yrittäjällä ei ollut kokemuksia vi-

herkattojen asentamisesta. Sen sijaan useat haastatellut olivat jatkossa kiinnostuneita viherkattorakentamisesta.

Hankkeen yhteydessä Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikkö rakensi koekattoja, joissa yhdestä kokeiltiin viherkaton kasvualustana myös mädätysjäännöstä (5 % seos) sekoitettuna haravointijätteeseen. Kokeissa mädätysjäännöksen ja haravointijätteen yhdistelmä osoittautui viherpeittävyuden kannalta hyväksi. Sen sijaan haasteena ovat rikkakasvipeittävyys ja valuma. Tällä hetkellä viherkattoja rakennetaan kuitenkin niin vähän, että mädätysjäännöksen hyödyntäminen viherkaton kasvualustan komponenttina olisi marginaalinen ratkaisu. Vaikka mädätysjäännöstä käytettäisiin kaikissa markkinoilla olevissa viherkattotuotteissa komponenttina, kuluisi sitä noin puolet yhden keskimääräisen biokaasulaitoksen tuottamasta mädätysjäännöksestä.

### **Mädätysjäännöksen ja biolietteen käytön kansainvälinen tarkastelu**

Osahankkeessa tarkasteltiin myös mädätysjäännöksen ja biolietteen käyttöä kansainvälisesti. Tavoitteena oli löytää laajempaa näkemystä osahankkeeseen. Kansainvälistä selvitystä tehtiin tiimissä, johon osallistui opiskelijoita Suomesta, Meksikosta ja Portugalista. Kansainvälisessä tarkastelussa mädätysjäännöksen ja biolietteen tarkastelu laajennettiin kattamaan myös jäteveden käsittely.

Portugalin osalta tarkasteltiin valtion omistaman Águas de Portugal -yrityksen toimintaa. Käytännössä Águas de Portugal toiminta kattaa 80 % Portugalin väestöstä. Yritys toimii kuntien kanssa yhteistyössä. Heidän toimintansa on jätevesiprosessin osalta hyvinkin julkista. Portugalissa biojätettä käytetään biokaasun tuottamiseen. Mädätysjäännökseen ja biolietteeeseen liittyen ei löydetty juurikaan tietoa.

Ruotsissa on toimintamalli, jossa jätevesistä otetaan talteen suurin osa jäteveden sisältämästä fosfaatista ja pyritään hyödyntämään esimerkiksi maanviljelyn lannoitteena. Ruotsissa mädätysjäännöksen ja biolietteen tyyppillinen käyttömuoto on biolannoite. Suomi ja Ruotsi ovat yhteisessä hankkeessa selvittämässä mädätysjäännöksen ja biolietteen hyödyntämistä metsän lannoituksessa.

Iso-Britania on viime aikoina panostanut fosforin talteenottoon jätevesistä ja siellä jätettä voidaan tietyillä reunaehdoilla hyödyntää maanviljelyssä lannoitteena tai puistoissa ja metsissä kuivattuna lannoitteena. Iso-Britania on selvästi panostanut jätevesissä hyödyllisten aineiden talteenottoon, mutta näyttäisi siltä että heillä on edelleen samoja ongelmia kuin Pohjoismaissa eli mitä tehdään jätevedelle, josta on otettu talteen kaikki hyödyllinen.

Saksassa biolietettä on aikaisemmin käytetty esimerkiksi maisemointiin, mutta maisemointikäyttö on tällä hetkellä kielletty. Itävallassa biojätettä hyödynnetään biokaasun tuotantoon, mutta mitään merkittävää hyödyntämisuotoa tai uutta liiketoimintaa mädätysjäännökselle ja -lietteelle ei löydetty.

Sveitsissä mädätysjäännöstä ja biolietettä on aikaisemmin käytetty lannoitteena pelloilla, mutta sen käyttö on kielletty lähes kymmenen vuotta sitten. Mädätysjäännöksestä puristetaan Sveitsissä poltettavia brikettejä. Kartoituksen pohjalta syntyi vaiku-

telma, että Sveitsissä biojätteen käsittely biokaasusta mädätysjäätännöksen hyödyntämiseen muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden.

Yhteenvedon voidaan todeta, että fosfori on tunnistettu arvokkaaksi raaka-aineeksi. Sveitsissä biojätteen käsittelykonsepti kattaa jätteen koko elinkaaren biojätteestä mädätysjäätännöksen jälkikäyttöön. Vaikka mädätysjäätännöksen loppukäyttöä ei ole vielä kaikkialla ratkaistu, se vaikuttaisi olevan aktiivinen kehittämiskohde kansainvälisestikin.

## **Johtopäätökset**

Mädätysjäätännös sekä siitä valmistetut lopputuotteet tunnetaan huonosti ja tietoa on huonosti saatavilla. Resurssitehokkaan kestäväen kehityksen näkökulmasta käytölle on selvää kiinnostusta. Tämän vuoksi mädätysjäätännöksen tuotekehittelyä kannattaisi jatkaa tiiviissä yhteistyössä potentiaalisten loppukäyttäjien kanssa. Kestäväen kehityksen ja resurssitehokkuuden vaatimus on johtanut siihen, että mädätysjäätännöksen hyödyntäminen on noussut kansainvälisestikin tärkeäksi kehittämiskohteeksi.

## **Lähteet**

Lisätietoja Laurean osanhankkeen tuloksista. [viitattu 12.9.2014]. Saatavissa: <http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/bioliike/Sivut/opinnayte-ja-projektityot.aspx>



## LIITTEET

1. Biotyöpajat-osahankkeen työpajojen ja koulutusten kutsut / ohjelmat
2. Biotyöpajat-osahankkeen koulutusten ja työpajojen osallistujamäärät, asiantuntijat, vierailukohteet ja osahankkeeseen liittyviä opinnäytetöitä vuosina 2013–2014 sekä osallistuneiden yritysten ja muiden organisaatioiden määrät koulutuksissa ja työpajoissa
3. Biotyöpajat-osahanketta (projektikoodi A32358) tukevia biohajoaviin jätteisiin liittyviä opinnäytetöitä Lahden ammattikorkeakoulussa vuosina 2006–2014
4. Lista työpaja- ja opintojaksoraporteista Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeessa



## BIOJÄTTEISTÄ JA LIETTEISTÄ KESTÄVÄÄ TOIMINTAA (BIOLIIKE) -hanke, projektikoodi A32358

### Biotyöpajat-osahankkeen työpajojen ja koulutusten kutsut / ohjelmat

#### 1. Työpaja 9.10.2013 Biojätteen hyödyntäminen liiketoiminnassa

Ensimmäinen workshop:

Aika: ke 9.10.2013 klo 13.00 – 16.00  
Paikka: Niemenkatu 73, B-talo, tila B247, Lahti  
Aihe: Biojätteen hyödyntäminen liiketoiminnassa.

Toinen workshop:

Aika: pe 15.11.2013 klo 13.00 – 16.00  
Paikka: Niemenkatu 73, B-talo, tila B210, Lahti  
Aihe: Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa.

#### Kutsu / ohjelma Workshop 9.10.2013

**KLO 13.00** **KAHVI JA ILMOITTAUTUMINEN** Lahden ammattikorkeakoulu,  
Niemenkatu 73, luokka B247

**KLO 13.15** **ASIAANTUNTIJA-ALUSTUKSET**

- **Anna Aalto**, projektipäällikkö, MABU-hanke, Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy
- **Osmo Niiranen**, johtava konsultti, yksikön varapäällikkö vesihuolto, Ramboll Finland Oy

**KLO 14.00** **WORKSHOP-TYÖSKENTELYÄ** (luokat B233 ja B247)

- **Ryhmä 1:** Keskitetty vai hajautettu biojätteen käsittely?
- **Ryhmä 2:** Mitä edellytyksiä biojätteiden kaupallistamiselta vaaditaan?
- **Ryhmä 3:** Miten lainsäädäntöä tai muita yhteiskunnan ohjaukeinoja pitäisi kehittää, jotta biojätteet saataisiin paremmin hyödynnettyä?
- **Ryhmä 4:** Miten maatilat voisivat olla omavaraisia energian suhteen? Miten maatilojen biojätteet hyödynnetään nykyisin?

**KLO 15.20** **YHTEENVETO**

**KLO 15.45** **KESKUSTELUA**

Työpajojen tuloksista tiedotetaan osallistuville tahoille. Osallistumisellanne voitte olla mukana luomassa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Projektia rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto, Päijät-Hämeen liitto sekä hallinnoijana ja osatoteuttajana Hämeen ammattikorkeakoulu sekä muina osatoteuttajina Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea.

Ystävällisin terveisin  
LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala, Ympäristötekniikan opiskelijat



## 2. Työpaja 15.11.2013 Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa

### Kutsu / ohjelma Workshop 15.11.2013

**KLO 13.00**      **KAHVI JA ILMOITTAUTUMINEN**      Lahden ammattikorkeakoulu,  
Niemenkatu 73, luokka B210

**KLO 13.15**      **ASIAINTUNTIJA-ALUSTUKSET**

- **Janne Nipuli**, yksikön päällikkö, Metsäpirtin multa, HSY
- **Martin Romantschuk**, professori, Helsingin yliopisto

**KLO 14.00**      **WORKSHOP-TYÖSKENTELYÄ** (luokat B209 ja B210)

- **PÖYTÄ 1:** Yhteisömuotoinen jätelietteen hyödyntäminen?
- **PÖYTÄ 2:** Miten lisätään jätelietteen materiaalikiertoa? Varastointi, lämmitys?
- **PÖYTÄ 3:** Lainsäädännön muutos?
- **PÖYTÄ 4:** Miten jätevesilietteestä saisi kannattavaa liiketoimintaa, markkinointi?

**KLO 15.20**      **YHTEENVETO**

**KLO 15.45**      **KESKUSTELUA**

Työpajojen tuloksista tiedotetaan osallistuville tahoille. Osallistumisellanne voitte olla mukana luomassa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Projektia rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto, Päijät-Hämeen liitto sekä hallinnoijana ja osatoteuttajana Hämeen ammattikorkeakoulu sekä muina osatoteuttajina Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea.

Ystävällisin terveisin  
LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala, Ympäristötekniikan opiskelijat

Tilaisuus on maksuton. Ilmoittautumiset ensimmäiseen työpajaan 4.10.2013 mennessä ja toiseen työpajaan 8.11.2013 mennessä sähköpostitse: [taria.palvi@lamk.fi](mailto:taria.palvi@lamk.fi). Lisätietoja Irma Mäkelältä, sähköposti [irma.makela@lamk.fi](mailto:irma.makela@lamk.fi), puhelin 050 502 0616.



### 3. Työpaja 4.4.2014 Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen Suomessa ja muualla sekä niiden liiketoimintamahdollisuuksien tarkastelu

#### KUTSU: BIOLIIKE / BIOTYÖPAJAT-OSAHANKKEEN WORKSHOPIIN

#### Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen Suomessa ja muualla sekä niiden liiketoimintamahdollisuuksien tarkastelu

**Aika:** pe 4.4.2014 klo 8.30 – 12.00

**Paikka:** Niemenkatu 73, B-talo, tila B211, Lahti

#### Workshopin ohjelma:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| klo 8.30 - 9.00   | Ilmoittautuminen ja kahvi   |
| klo 9.00 - 10.00  | Alustukset aiheeseen <ul style="list-style-type: none"><li>• Biojätteet etanolin raaka-aineena, Erja Hazley, St 1 Biofuels Oy</li><li>• Biovakan laitoshankkeet ja Nastolan biokaasulaitoksen ympäristölupaprosessi sekä YVA, Tarja Asikainen, LAMK</li></ul> |
| klo 10.00 - 10.15 | Tauko   |
| klo 10.15 - 11.30 | Työpajatyöskentelyä pienryhmissä  |
| klo 11.30 - 12.00 | Keskustelua ja yhteenveto workshopista  |

Workshop-työskentelyyn osallistuvat Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöinsinööriopiskelijat, jotka ovat etukäteen valmistelleet seuraaviin teemoihin liittyviä kysymyksiä:

- metsäraaka-aineet
- maatalouden viljellyt raaka-aineet
- lanta- ja lietejäte
- yhdyskuntajäte

Workshopin tuloksista tiedotetaan osallistuville tahoille. Osallistumisellanne voitte olla mukana luomassa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Ystävällisin terveisin  
LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala, Biotyöpajat -osahanke

Tilaisuus on maksuton. **Ilmoittautumiset työpajaan 2.4.2014 mennessä sähköpostitse:**  
[tarja.palvi@lamk.fi](mailto:tarja.palvi@lamk.fi). Lisätietoja Irma Mäkelä, sähköposti [irma.makela@lamk.fi](mailto:irma.makela@lamk.fi), puhelin 050 502 0616.

BIOLIIKE-projektia rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto, Päijät-Hämeen liitto, hallinnoijana ja osatoteuttajana Hämeen ammattikorkeakoulu, muina osatoteuttajina Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea ammattikorkeakoulu sekä mukana olevia yrityksiä.



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Lahti University of Applied Sciences



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

#### 4. Koulutus ja työpaja 15.5.2014 E-farm® Biokaasukoulutus osana tulevaisuuden energiaratkaisuja

##### KUTSU BIOLIIKE / BIOTYÖPAJAT-OSAHANKKEEN E-FARM® BIOKAASUKOULUTUKSEEN JA WORKSHOPIIN

##### Teemana E-Farm® Biokaasukoulutus osana tulevaisuuden energiaratkaisuja

**Aika:** to 15.5.2014 klo 9.00 – 16.00

**Paikka:** Niemenkatu 73, B-talo, tila B208, Lahti

##### E-Farm® Biokaasukoulutuksen ja workshopin ohjelma:

- klo 9.00 - 9.30 Ilmoittautuminen ja kahvi
- klo 9.30 - 11.00 Tutustuminen E-Farm® Pro -ohjelmaan ja erilaisten biomassojen hyödyntämiseen hajautetussa energiatuotannossa, Paul Carroll, LAMK / Matti Arffman, Envitecpolis Oy
- Biodieselin tarkastelu jäterasvoista
  - Puuenergiatarkastelu hakkuutähteistä
  - Peltoenergiatarkastelu esim. olki, järviruoko, muu "jätejäte"
- klo 11.00 - 12.00 Tauko (omakustanteinen lounas)
- klo 12.00 - 16.00 Biokaasuinvestointien teoriaa ja työpajatyöskentelyä E-Farm® Pro -ohjelmalla käytännön esimerkkilaskelmien avulla, Toni Taavitsainen, Envitecpolis Oy
- Maatilakokoluokan laitokset ja suuremmat yksiköt
  - Syötteen: maatalouden jakeet, biojäte, yhdyskuntaliete, biomassaa jne.
  - Syötteiden vaikutus prosessiin, kannattavuuteen ja jäännöksen hyödyntämiseen (mm. lainsäädännön asettamat rajoitteet)
- klo 13.45 – 14.15 Kahvitauko työpajatyöskentelyn lomassa
- klo 15.45 - 16.00 Keskustelua ja yhteenveto E-Farm® biokaasukoulutuksesta ja workshopista

Workshop-työskentelyyn osallistuu Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöinsinööriopiskelijoita sekä muita kiinnostuneita tahoja. Osallistumisellanne voitte olla mukana luomassa uusia liiketoimintamahdollisuuksia tulevaisuuden energiaratkaisuihin.

Ystävällisin terveisin  
LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala, Biotyöpajat -osahanke

Tilaisuus on maksuton. Ilmoittautumiset työpajaan 12.5.2014 mennessä sähköpostitse:  
[tara.palvi@lamk.fi](mailto:tara.palvi@lamk.fi). Lisätietoja Irma Mäkelä, sähköposti [irma.makela@lamk.fi](mailto:irma.makela@lamk.fi), puhelin 050 502 0616.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -projektia rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto, Päijät-Hämeen liitto, hallinnoijana ja osatoteuttajana Hämeen ammattikorkeakoulu, muina osatoteuttajina Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea ammattikorkeakoulu sekä mukana olevia yrityksiä.

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2007-2014



## 5. Koulutus ja työpaja 8.10.2014 E-farm® Pro -ohjelman käyttökoulutus osana biohajoavan jätteen hyödyntämistä

### KUTSU BIOLIIKE / BIOTYÖPAJAT-OSAHANKKEEN E-FARM® PRO -OHJELMAN KÄYTTÖKOULUTUKSEEN Teemana E-farm® Pro -ohjelman käyttö osana biohajoavan jätteen hyödyntämistä

**Aika:** ke 8.10.2014 klo 9.00 – 12.00

**Paikka:** Niemenkatu 73, B-talo, tila B206, Lahti

#### Ohjelma:

**klo 9.00 – 9.45** Lyhyt tutustuminen E-farm® Pro -ohjelmaan ja syksyllä 2014 tulleeeseen päivityspakettiin (ohjelmaversio 2.0). Käydään läpi ohjelman uudet ominaisuudet.

#### **klo 9.45 – 11.45** Biokaasutus

- **Erikokoisten ja eri syöteperhjoilla toimivien ja rakenteilla olevien suomalaisten biokaasulaitosesimerkkien läpikäyntiä**
  - Syöteinä mm. maatalouden lanta- ja lietejakeet, peltopiomasat, yhdyskuntaliete ja biojäte
  - Syöteperhjan ja laitokoon valintaan liittyviä keskeisiä asioita
  - Märkä- ja kuivamädätys
- **Esimerkkilaskelmien tekoa erilaisilla syöteperhjoilla**
  - Maatilakokoluokan laitos (ulkopuolelta tulevien jakeiden huomiointi)
  - Suuremmat sovellukset
  - Ravinnehöty ja rajoitteet
  - Vertailu muihin uusiutuviin energiamuotoihin

#### **Maatalouden viljelyt raaka-aineet energian tuotannossa**

- **Esimerkkilaskelmien tekoa**
  - Nurmi biokaasutuksessa
  - Oljen polttaminen
  - Vertailu muihin uusiutuviin energiamuotoihin
- **Peltoperhjaisten biopoltoaineiden tulevaisuus?**

#### **Omatoiminen harjoitustehtävä**



#### **klo 11.45 – 12.00** Yhteenvedo päivästä

E-farm® Pro -ohjelman käyttökoulutukseen osallistuu Lahden ammattikorkeakoulun ympäristöinsinööriopiskelijoita sekä muita kiinnostuneita tahoja.

Ystävällisin terveisin  
LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala, Biotyöpajat -osahanke

Tilaisuus on maksuton. Lisätietoja ja ilmoittautumiset koulutukseen 2.10.2014 mennessä sähköpostitse:  
[irma.makela@lamk.fi](mailto:irma.makela@lamk.fi), puhelin 050 502 0616.

Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -projekti saa rahoitusta Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta. Lisäksi sitä rahoittavat Hämeen ammattikorkeakoulu (hallinnoija), Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea-ammattikorkeakoulu sekä mukana olevia yrityksiä.

 <b>LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Lahti University of Applied Sciences		 Euroopan unioni Euroopan aluekehitysvirasto		
<b>Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIKE) -hanke, projektkoodi A32358</b>				
		<b>LIITE 2</b>	14.10.2014	
<p><b>Biotyöpajat-osahankkeen koulutusten ja työpajojen osallistujamäärät, asiantuntijat, vierailukohteet ja osahankkeeseen liittyviä oppinäytetöitä vuosina 2013–2014 sekä osallistuneiden yritysten ja muiden organisaatioiden määrät koulutuksissa ja työpajoissa</b></p> <p>- organisaatioiden lukumäärissä mukana AC-kuntieluun osallistuneet osahanketoiteuttaja-ammattikorkeakoulu (HAMK ja Laurea) sekä jo alemmin Biotyöpajat-osahankkeen toimintaan osallistuneet organisaatiot tai koulutusta tarjoanneet asiantuntijat sulkuhin merkityinä</p>				
<u>Tilaisuuden nimi</u>		<u>Osallistujia</u>	<u>Yrityksiä</u>	<u>Muita organisaatioita</u>
<b>Biojätteiden hyödyntäminen liiketoiminnassa 9.10.2013 (Lahdessa)</b>		<b>28</b>	<b>3</b>	<b>1 (+2)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• asiantuntijana Anna Aalto, Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy</li> <li>• asiantuntijana Osmo Niiranen, Ramboll Finland Oy</li> <li>• asiantuntija Piirjo Korhonen, Aalto-yliopisto, luento 25.9.2013</li> <li>• Hameen ja Laurea ammattikorkeakoulujen henkilöstöä ja opiskelijoita</li> <li>• vierailukohte KymiJärven voimalaitos 23.9.2013, Lahti Energia Oy</li> </ul>				
<b>Jätevesilietteen hyödyntäminen liiketoiminnassa 15.11.2013 (Lahdessa)</b>		<b>43</b>	<b>1</b>	<b>3 (+1)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• asiantuntijana Jänne Nipuli, HSY, Metsäpirtin Mulla</li> <li>• asiantuntijana Martin Romanitschuk, Helsingin yliopisto</li> <li>• Hameen ammattikorkeakoulun asiantuntijoita ja opiskelijoita</li> <li>• vierailukohte HAMK 8.11.2013 (YMP11)</li> <li>• vierailukohte Kujalan Komposti Oy / Labio Oy 15.11.2013</li> <li>• Merja Roposen oppinäytetyö keväät 2013 Jätealutakunta Kolmenkierto, Hämeenlinna</li> </ul>				
<b>Biomassojen ja biojätteiden hyödyntäminen Suomessa ja muualla sekä niiden liiketoimintamahdollisuuksien tarkastelu -työpaja 4.4.2014 (Lahdessa)</b>		<b>36</b>	<b>3</b>	<b>1 (+1)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• asiantuntijana Eija Hazley, S11 Biofuels Oy</li> <li>• asiantuntijana Tarja Askainen, Lahden ammattikorkeakoulu</li> <li>• Päijät-Hämeen liiton asiantuntija</li> <li>• Hameen ammattikorkeakoulun opiskelija AC-linkin välityksellä</li> <li>• vierailukohte Kymen Bioenergia Oy 3.4.2014</li> <li>• Tommi Tikkanen oppinäytetyö keväät 2014 Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle</li> </ul>				

Liite 2. Biotyöpajat-osahankkeen koulutusten ja työpajojen osallistujamäärät, asiantuntijat, vierailukohteet ja osahankkeeseen liittyviä oppinäytetöitä vuosina 2013–2014 sekä osallistuneiden yritysten ja muiden organisaatioiden määrät koulutuksissa ja työpajoissa



Tilaisuuden nimi	Osallistujia	Yrityksiä	Muita organisaatioita
<b>E-farm® biokaasukoulutus ja workshop 15.5.2014</b> (Lahdessa) <ul style="list-style-type: none"><li>• asiantuntijana / kouluttajana Matti Arffman ja Toni Taavitsainen, Envitecpolis Oy</li><li>• ProAgria Keskusten Liitto ry:n asiantuntija</li><li>• vierailukohde HAMK 11.4.2014 (YMP12)</li><li>• vierailukohde HSY, Viikkinmäen jätevedenpuhdistamo 25.4.2014</li><li>• vierailukohde Novel Biorefinery-biojalostamo Heurekaassa 25.4.2014 (Savonia-amk ABOVE-projekti)</li></ul>	17	(1) (1)	1 (+1) 1 (1) (1) (1)
<b>E-farm® Pro-ohjelman käyttökoulutus ja workshop 8.10.2014</b> (Lahdessa) <ul style="list-style-type: none"><li>• asiantuntijana / kouluttajana Matti Arffman, Envitecpolis Oy</li><li>• asiantuntija ProAgria Etelä-Suomi ry</li><li>• asiantuntija Envitecpolis Oy</li><li>• Kyösti Kauppisen opinnäytetyö kevät 2014 Labio Oy:lle (= Kujala Kompositi Oy)</li><li>• Anne Taljan opinnäytetyö syksy 2014 Ferroplan Oy:lle</li></ul>	27	2 (+2) (1)	1 1 1
<b>Yhteensä</b>	<b>151</b>	<b>9</b>	<b>7</b>

- **asiantuntijoita** 13 kpl (4 yritystä, 6 muuta organisaatio, 2 kouluttajaa, 1 LAMK muu henkilöstö)
- **vierailukohteita** 7 kpl (3 yritystä, 3 muuta organisaatioita; 2 vierailua HAMK, 1 Heureka EU-projekti Savonia-amk)
- **opinnäytteitä** 4 kpl (3 yritystä, 1 muu organisaatio)

Biojätteistä ja lietteistä kestäväää toimintaa (BIOLIKE) -hanke koostui kolmesta osahankkeesta. Sitä toteutivat vuosina 2013–2014 Hämeen ammattikorkeakoulu (kokonaisuushankkeen hallinnoinnilla), Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea-ammattikorkeakoulu. Hanke sai rahoitusta Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta. Lisäksi sitä rahoittivat toteutukseen osallistuneet osahanketoiteuttajat ja yritykset.



LIITE 3  
22.9.14/IM

**Biotyöpajat -osahanketta (projektikoodi A32358) tukevia biohajoaviin jätteisiin liittyviä opinnäytetöitä LAMK:ssa vuosilta 2006 – 2014**

**OPINNÄYTETÖIDEN TIETOKANTA THESEUS (<https://www.theseus.fi>)**

- Opinnäytetöiden tietokanta Theseus / Lahden ammattikorkeakoulu / Ympäristötekniikan koulutusohjelma (<https://www.theseus.fi/handle/10024/336>)

**Vuosi 2014:**

1. **TALJA CASTELLANOS, ANNE:** Sekalaisen yhdyskuntajätteen hyödyntäminen  
Case: Laitoslajittelu, Meksiko  
Syksy 2014  
Ohjaaja: Sakari Autio
2. **KAUPPINEN, KYÖSTI:** European Compost Networkin Quality Manualin hyödyntäminen LABIO Oy:n toiminnassa  
Kevät 2014  
Ohjaaja: Sakari Autio
3. **KUUSIKUNNAS, SARI:** Kestävän kehityksen näkökohtia suomalaisille yrityksille Intian leväpolttoainemarkkinoille  
Kevät 2014  
Ohjaaja: Silja Kostia
4. **TIKKANEN, TOMMI:** Orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutukset jätteiden kaatopaikkasijoitukseen Case: Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy  
Kevät 2014  
Ohjaaja: Sakari Autio

**Vuosi 2013:**

5. **JAVANAINEN, JONI:** Päijät-Hämeen jätevirtojen optimointi  
Kevät 2013  
Ohjaaja: Sakari Autio
6. **KUUSINEN, INKA:** Fazer Way in Production - Lahden leipomon tuotantotilojen jäte-logistiikka  
Kevät 2013  
Ohjaaja: Sakari Autio
7. **RINTALA, HENRI:** Sekajätteen ja laitosrejektin fraktiointi ja laatu tutkimus jatkokäsittelytarpeen arvioimiseksi  
Kevät 2013  
Ohjaaja: Mervi Pulkkinen
8. **ROPONEN, MERJA:** Sako- ja umpikaivolietteiden nykytilanteen ja ongelmien kartoitus Case: Jätelautakunta Kolmenkierto  
Kevät 2013  
Ohjaaja: Sakari Halmemies
9. **VIITANEN, MARKKU:** *Selenastrum*-mikrolevän kasvatus kahdessa eri jättejakeessa  
Syksy 2013  
Ohjaaja: Silja Kostia

**Vuosi 2012:**

Liite 3. Biotyöpajat-osahanketta (projektikoodi A32358) tukevia biohajoaviin jätteisiin liittyviä opinnäytetöitä Lahden ammattikorkeakoulussa vuosina 2006–2014

**Vuosi 2011:**

- 10. JÄRVELIN, KARI, PEKKA: Mikrolevät – Energian tuotto ja jätevesien puhdistus Kolme skenaariota mikroleväkasvatukselle Kujalan jätekeskuksessa**  
Syksy 2011  
Ohjaaja: Silja Kostia
- 11. KAUTTO, ANTTI: Levätuotantoon soveltuvien jätevirtojen kartoitus**  
Kevät 2011  
Ohjaaja: Silja Kostia
- 12. TYNNINEN, JERE PETTERI: Lietteen raskasmetallien vaikutus kompostituotteiden hyötykäyttömahdollisuuksiin Suomessa Case-yrityksenä Kujalan Komposti Oy**  
Kevät 2011  
Ohjaaja: Mervi Pulkkinen

**Vuosi 2010:**

- 13. VANHALA, SUVI: Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatu tutkimus Kujalan jätekeskuksessa**  
Syksy 2010  
Ohjaaja: Sakari Autio

**Vuosi 2009:**

- 14. VITIE, MARJA-LEENA: Biokaasua järvikasveista – Rehevöityneiden järvien niittojätteen metaanintuottopotentiaali**  
Kevät 2009  
Ohjaaja: Silja Kostia

**Vuosi 2008:**

- 15. NIKAMA, JOHANNA: Sian lietalannan biologisen hajunpoistoprosessin mikrobiston identifiointi DNA-sekvenssien perusteella**  
Kevät 2008  
Ohjaaja: Silja Kostia
- 16. SURA, JUHA-PEKKA: Erilliskerätyn biojätteen soveltuvuus biokaasun tuotantoon. Laitossuunnitteluun tarvittavien ominaisuuksien määrittäminen Watrec Oy:n pilot-laitteistolla**  
Kevät 2008  
Ohjaaja: Silja Kostia
- 17. WASSHOLM, NIKO: Kompostin jälkikypsytyksen tehostaminen ja hallinta**  
Kevät 2008  
Ohjaaja: Silja Kostia

**Vuosi 2007:**

**Vuosi 2006:**

- 18. HÄMÄLÄINEN, NOORA: Sianlannasta vapautuvien hajupäästöjen vähentäminen *Lactobacillus plantarum*- ja hiilihydraattilisäyksillä**  
Kevät 2006  
Ohjaaja: Silja Kostia



**Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanke, projektikoodi A32358**

Lista työpaja- ja opintojaksoraporteista Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahankkeessa (osoite <http://reppu.lamk.fi/>) BIOHAJOAVAN JÄTTEEN HYÖDYNTÄMINEN, 3 OP (YMP12) syksy 2014)

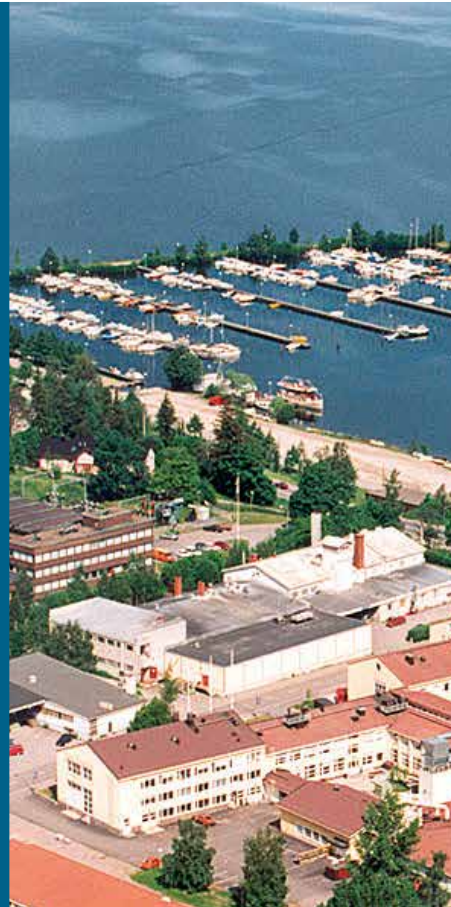
1. Ahl, E., Haarala, J., Jääskeläinen, V.-P., Kaipainen, I., Kanervo, M., Korpijaakko, E. & Salo, E. 2014. Työpaja-raportti - Yhdyskuntajäte. Raportti.
2. Haarala, J., Huotari, A., Metsärinne, A., Nieminen, V. & Salminen, S. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen -kurssi. Raportti.
3. Haikola, H., Jäntti, A. & Vallittu, L. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Opintojaksoraportti.
4. Haukkala, M., Honkola, L., Karell, J. & Sääksjärvi, M. 2013a. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.
5. Haukkala, M., Honkola, L., Karell, J. & Sääksjärvi, M. 2013b. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Työpajaraportti.
6. Helppi, V., Heinonen, N. & Vuorijärvi, M. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.
7. Hyttinen, L. & Lehmusvaara, E. 2013. Biojäte maataloilla. Biojätteen hyödyntämisen mahdollisuudet sen alkulähteillä. Raportti.
8. Jäävuori, A., Kainulainen, I. & Vallius, J. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Opintojaksoraportti.
9. Kettunen, P., Hyttinen, L. & Lehmusvaara, E. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen -kurssi. Raportti.
10. Kiuru, J., Korsulainen, K., Alenius, M., Luomanen, J., Mallat, M., Savioja, P. & Innanen, V. 2014. Maatalouden viljellyt raaka-aineet - Biomassat ja biojätteet ja niiden hyödyntäminen energiana. Raportti.
11. Lehtinen, J., Ulmanen, J., Ojanen, J., Vehviläinen, J. & Sojamo A. 2013. Biotyöpajaraportti. Jätevesilietteestä liiketoimintaa.
12. Myllärinen, I., Mälkönen, E., Kuivasto, S., Vuorijärvi, M., Harju, S., Mattila, H. & Vallittu, L. 2014. Biotyöpajaraportti - Metsäraaka-aineet ja niiden hyödyntäminen. Raportti.
13. Mälkönen, E. & Järvinen, J. 2013. Työpajaraportti. Jätevesilietteestä liiketoimintaa.
14. Pajusalo, Rahikkala, Ahokas, Pitkänsalo, Linhola, Ruuth & Kilponen Workshop-raportti lanta- ja lietejäte. 2014.
15. Penttilä, J., Himanka, S., Pulkkanen, Z., Mallat, M. & Kaarti, S. 2013. Raportti Biohajoavan jätteen käsittely -opintojaksosta.
16. Sojamo, A., Vehviläinen, J., Lehtinen, J., Ojanen, J. & Ulmala, J. 2013. Biohajoavan jätteen hyödyntäminen. Kurssiraportti.

Biohajoavien jätteiden ja lietteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen tarvitaan älykkäitä kokonaiskonsepteja, joiden kehittämiseen asetavat paineita tuleva biojätteiden kaatopaikkakielto sekä luonnonvarojen ehtymisen aiheuttama paine saada ravinteet ja energia kiertoon sekä hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti ja kokonaisvaltaisesti.

Biotyöpajat-osahankkeen tavoitteena oli yhdessä muiden toteuttajien kanssa etsiä liiketaloudellisesti kannattavia teknologisia ratkaisuja sekä kehittää alan toimintaympäristöä ja osaamista lisäämällä yhteistyötä alan keskeisten toimijoiden välillä biohajoavien jätteiden hyödyntämiseksi kokonaisvaltaisesti, tehokkaasti ja kannattavasti Etelä-Suomen alueella.

Artikkelikokoelmassa kerrotaan Lahden ammattikorkeakoulun ympäristökoulutuksen toimenpiteistä, joilla alueen ympäristöliiketoiminnan kilpailukykyä ja insinöörikoulutuksen osaamista ja työelämävastaavuutta on lisätty työpajatyöskentelyillä biohajoavien jätteiden käsittelyn ja hyödyntämisen parantamiseksi. Laurea-ammattikorkeakoulun artikkelissa kuvataan liiketalouden opiskelijoiden hankkeeseen tekemiä mädätysjännöksen liiketoimintaselvityksiä.

Lahden ammattikorkeakoulun Biotyöpajat-osahanke ja Laurea-ammattikorkeakoulun Tulevaisuustyöpajat ja liiketoimintamahdollisuuksien selvitys -osahanke olivat osa Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa (BIOLIIKE) -hanketta, jonka hallinnoijana oli Hämeen ammattikorkeakoulu. Hanke sai rahoitusta Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta.



Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarjat  
A Tutkimuksia  
B Oppimateriaalia  
C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut

ISSN 1457-8328  
ISBN 978-951-827-208-6