

MARI ERONEN JA KAISA TUOMINEN (TOIM.)



Informaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille



Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 44



Mari Eronen ja Kaisa Tuominen (toim.)

**Informaatiomuotoilulla maaseudun
uusiutuvan energian mahdollisuudet esille**

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 44

Vastaava toimittaja: Miia Willman

Taitto: Oona Rouhiainen

ISSN 2342-7507 (PDF)

ISSN 2342-7493 (painettu)

ISBN 978-951-827- 298-7 (PDF)

ISBN 978-951-827- 299-4 (painettu)

Painopaikka: Grano, 2018

MARI ERONEN JA KAISA TUOMINEN (TOIM.)



Informaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille

Sisältö

13

Tulevaisuuden uusiutuvan liikenne-energian tuotanto Suomessa

Ville Uusitalo

19

Hämeen maatalouden sivuvirroista tuotetun biokaasun potentiaali tieliikenteessä

Ilona Hintukainen

27

Perunankuorista potkua lietalannan biokaasun tuotantoon

Maritta Kymäläinen, Laura Kannisto ja Antti Rusanen

33

Aurinkosähköä omaan tarpeeseen

Jussi Kuusela

39

Uudet mahdollisuudet hevosenlannan poltossa

Mari Eronen

49

Informaatiomuotoilu uusiutuvan energian viestinnässä

Antti Heinonen, Tommi Mustaniemi ja Mari Eronen

57

Uusi sovellus energia-arviointiin

Maarit Kari, Henri Koukka, Matti Welin ja Mari Eronen

69

Retket ja tapahtumat oivallusten mahdollistajana

Kaisa Halme

77

Uusiutuva energia - mistä tietoa oikein saa?

Ulla-Maija Knuutti, Sanna Hakkarainen ja Minna Palos

83

Millaista on uusiutuvan energian tuotanto Suomessa vuonna 2030?

Kaisa Tuominen ja Mira Saastamoinen

Kirjoittajien esittely

Mari Eronen, Ympäristöinsinööri AMK, toimii TKI-asiantuntijana Lahden ammattikorkeakoulussa tekniikan alalla

Sanna Hakkarainen, bioprosessitekniikan insinööri AMK ja filosofian maisteri (FM), ympäristötieteet, toimii kestävän kehityksen lehtorina Hämeen ammattikorkeakoulussa

Kaisa Halme, metsänhoitaja (MMM), metsätalousinsinööri AMK, toimii uusiutuvan energian asiantuntijana ProAgria Etelä-Suomi ry:ssä

Antti Heinonen, Medianomi YAMK, toimii visuaalisen viestinnän lehtorina Lahden ammattikorkeakoulussa muotoilun alalla

Ilona Hintukainen, ympäristötekniikan DI, työskentelee kestävyystutkimuksen nuorempana tutkijana LUT-yliopistossa

Laura Kannisto, insinööri AMK, toimii teknisenä asiantuntijana Hämeen ammattikorkeakoulun bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelmassa

Maarit Kari, MMM, toimii johtavana asiantuntijana ProAgria Keskusten Liitossa; energiatehokkuus, energiavarat, uusiutuva energia

Ulla-Maija Knuutti, Agrologi YAMK, toimii kestävän kehityksen lehtorina Hämeen ammattikorkeakoulussa

Henri Koukka, DI, toimii Tieto- ja viestintätekniikan koulutusvastuun mediatekniikan suuntautumisen vastuopettajana Lahden ammattikorkeakoulussa

Jussi Kuusela, FM Biologia, Ympäristöinsinööri AMK, toimii lehtorina Lahden ammattikorkeakoulussa tekniikan alalla

Maritta Kymäläinen, TkT, yliopettaja, Hämeen ammattikorkeakoulu, toimii Biomassan jalostus ja bioprosessit -tutkimusryhmän vetäjänä HAMKin biotalouden tutkimusyksikössä

Tommi Mustaniemi, Medianomi AMK, toimii TKI-asiantuntijana Lahden ammattikorkeakoulussa viestinnän alalla

Minna Palos, KTM varanotaari, toimii koulutussuunnittelijana Hämeen ammattikorkeakoulun biotalouden tutkimusyksikössä

Antti Rusanen, FM ympäristötiede, -teknologia ja -johtaminen, toimii uusiutuvan energian asiantuntijana ProAgria Etelä-Suomi ry:ssä

Mira Saastamoinen, Ympäristö -ja energiatekniikan insinööriopiskelija, toiminut harjoittelijana Lahden ammattikorkeakoulussa InforME-hankkeessa

Kaisa Tuominen, Kiertotalouden tradenomi AMK, toimii projektisuunnittelijana Lahden ammattikorkeakoulussa tekniikan alalla

Ville Uusitalo, Tekniikan tohtori, työskentelee apulaisprofessorina LUT-yliopistossa

Matti Welin, TKL, toimii Tieto- ja Viestintätekniikan koulutusvastuun yliopettajana Lahden ammattikorkeakoulussa tekniikan alalla

Tiivistelmä

Tähän julkaisuun on koottu InforME – Informaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille –hankkeen tuloksia. Hankkeessa tarkasteltiin mahdollisuuksia tuottaa uusiutuvaa energiaa, liikenteen biopolttoaineita ja parantaa energiatehokkuutta maaseudun yrityksissä. Tavoitteena oli viestiä näistä mahdollisuuksista maaseudun toimijoille selkeällä ja helposti ymmärrettävällä tavalla, sekä edistää siten uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä Hämeen maaseudulla.

Taustatietoa tuotettiin erilaisten selvitysten avulla liittyen muun muassa uusiutuvan liikenne-energian tuotantopotentiaaliin Hämeen maaseudulla, aurinkoenergian hyödyntämiseen, hevosenlannan energiahyötykäyttöön ja käytännön ratkaisuihin maatilojen energiatehokkuuden parantamisessa. Hankkeen toteutuksen aikana kävi ilmi, että biokaasuun ja aurinkoenergiaan liittyvät ratkaisut kiinnostavat maaseudun toimijoita erityisen paljon, joten nämä ajankohtaiset aiheet olivat keskeisessä asemassa hankkeen viestinnässä ja selvitystöissä.

Tiedonvälityksessä hyödynnettiin informaatiomuotoilua tuottamalla kerätyn taustatiedon pohjalta esimerkiksi infokuvia, julisteita ja animaatioita. Hankkeen tuloksena syntyi myös opas aurinkoenergiajärjestelmän hankintaan ja verkkopohjainen sovellus erilaisten energian tuotanto- ja kulutusyksiköiden yhteensopivuuden vertailuun. Tiedonvälityksessä olennaisessa roolissa olivat myös erilaiset infotilaisuudet, retket ja tapahtumat, jotka osoittautuivat erityisen suosituiksi. Lisäksi uusiutuvan energian ratkaisuja ja toimintoja demonstroitiin kohderyhmälle käytännön tasolla.

InforME-hanke toteutettiin vuosina 2016-2018. EU:n maaseuturahaston rahoittaman hankkeen päätoteuttajana toimi Lahden ammattikorkeakoulu kumppaneinaan LUT-yliopisto, Hämeen ammattikorkeakoulu, ProAgria Keskusten liitto ja ProAgria Etelä-Suomi.

Asiasanat: uusiutuva energia, energiatehokkuus, maaseutu

Abstract

This publication presents results of the InforME project – Promoting the potential of renewable energy through information design. The project observed the possibilities of producing renewable energy, biofuels for transport and improving energy efficiency in rural businesses. The objective was to produce simple and comparable information for the actors in rural areas to promote the production and utilization of renewable energy in Häme countryside.

The background information was produced through various studies, which were related to the potential of producing renewable energy for transport in Häme countryside, utilization of solar power, energy production from horse manure and practical solutions of improving energy efficiency in farms. The solutions related to biogas production and solar power proved to be the most interesting from the target group's point of view. Therefore, the communication and the studies of the project were directed to these topics.

Information design was used in communication by producing infographics, posters and animations based on the collected background information. As results of the project there were an acquisition guide for solar energy systems and internet based application for comparing the compatibility of energy consumption and production. Information sessions, excursions and events were important parts of the communication and proved to be very popular. The solutions and operations of renewable energy were also demonstrated to the target group.

InforME project was financed by the European Agricultural Fund for Rural Development and it was carried out in years 2016-2018. Lahti University of Applied Sciences was the lead partner and the other partners were LUT University, Häme University of Applied Sciences, Association of ProAgria Centers and ProAgria Southern Finland.

Keywords: renewable energy, energy efficiency, countryside



Ville Uusitalo

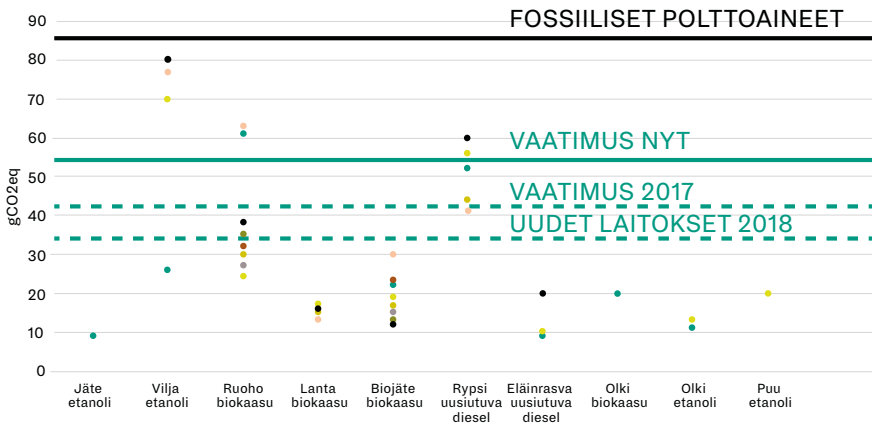
Tulevaisuuden uusiutuvan liikenne-energian tuotanto Suomessa

Liikennesektorille on asetettu kunnianhimoisia tavoitteita voimakkailla päästöleikkauksille ja uusiutuvan energian osuuden kasvulle. Esimerkiksi Suomi tavoittelee 40 % uusiutuvan energian osuutta liikennesektorilla 2030 mennessä ja pyrkii lähelle päästöttömyyttä 2050 mennessä (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017). Erilaisista toimenpiteistä huolimatta liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat yhä kasvussa, vaikka monilla muilla sektoreilla päästöjen kehitys on saatu tasaantumaan. EU:n alueella liikenne vastaa noin neljäsosaa kaikista ihmistoiminnan kasvihuonekaasupäästöistä. Suomessa henkilöautojen määrän kehitys vaihtelee alueittain mutta on yleisesti hienoisessa kasvussa. Autojen energiatehokkuus on parantanut jatkuvasti mutta toisaalta niillä ajetaan aiempaa enemmän. Tämän lisäksi logistiikka ja erilaisten tuotteiden kuljetukset vastaavat nykyisin merkittävää osuutta liikennesektorin energian kokonaiskulutuksesta. Koko liikennesektoria tarkasteltaessa onkin tärkeää, että henkilöautojen ohella otetaan myös muut liikkumisvälineet huomioon.

Aikaisemmin pääpaino liikenteen uusiutuvan energian tuotannossa on ollut erilaisilla biopolttoaineilla, joita voidaan valmistaa erilaisista biomassoista ja orgaanisista raaka-aineista. Tuotanto keskittyi erityisesti bio- ja uusiutuvan dieselin sekä etanolin valmistukseen, joita voidaan sekoittaa fossiilisesta öljystä valmistettujen bensiinin ja dieselin sekaan tiettyyn rajaan asti. Tämän lisäksi Suomessa biokaasun valmistus kaasukäyttöisten ajoneuvojen energialähteeksi on ollut kasvussa. Biomassojen tuotannon on havaittu johtaneen erilaisiin kestävyyshaasteisiin globaalisti kuten kilpailuun ruoan tuotannon kanssa, luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen, kun maa-aloja on valjastettu biomassan tuotantoon ja ravinnepäästöihin mm. kasvua edistävien lannoitteiden lisäämisestä. Tämän lisäksi elinkaaritarkastelut ovat osoittaneet, että joillakin uusiutuvilla biopolttoaineilla voi olla hankaluuksia päästä merkittäviin kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiin verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. Tämä onkin asettanut haasteita sille, miten tulevaisuudessa liikennesektorin vaatima energia voidaan tuottaa mahdollisimman kestävästi.

Viljelyyn perustuvien biomassojen käyttö liikenne-energian tuotannossa haasteellista

EU on asettanut kiristyviä rajoituksia biopolttoaineiden elinkaaren aikaisille kasvihuonekaasupäästöille verrattuna fossiilisten polttoaineiden vastaaviin. Kuvassa 1 on esitetty EU:n asettamia vaatimuksia suhteessa kirjallisuudessa esitettyihin biopolttoaineiden päästöarvoihin. Jokainen pallo kuvaa jossakin tutkimuksessa tai lähteessä esitettyä kasvihuonekaasujen päästöarvoa tietylle liikenteen biopolttoaineelle.



Kuva 1. EU:n asettamat vaatimukset biopolttoaineiden elinkaaren aikaisille hiilidioksidipäästöille verrattuna kirjallisuudessa esitettyihin arvoihin. (Californian low carbon fuel standard 2009; Energywise, 2013; Directive 2009/28/EC; Nikander 2008; Uusitalo & Havukainen et al. 2014; Uusitalo & Väisänen et al. 2014, Uusitalo 2014.)

Kuten kuvasta nähdään, osa biopolttoaineista aiheuttaa elinkaarensa aikana lähes yhtä korkeat kasvihuonekaasupäästöt kuin fossiilinen bensini ja diesel. Tällaisia polttoaineita voivat olla erityisesti viljasta valmistettu etanoli. Korkeat päästöt viljaetanolilla johtuvat erityisesti viljelyprosessin lannoitteiden käytöstä ja valmistusprosessin korkeasta energiantarpeesta. Kuten kuvasta nähdään, myös muilla viljelyyn perustuvilla biomassapohjaisilla polttoaineilla on vaikeuksia päästä uusiin tavoitteisiin erityisesti Suomen olosuhteissa, jossa hehtaarisadot ovat melko matalia kansainvälisesti verrattuna. Viljelyyn perustuvien biomassojen korkeat elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt johtuvat erityisesti siitä, että usein viljelyprosesseissa käytetään erilaisia lannoitteita joista varsinkin typpilannoitteen valmistuksen ja käytön päästöt ovat korkeat. Typpilannoite valmistetaan ilman typpikaasusta ja prosessi kuluttaa runsaasti fossiilista maakaasua. Pellolla typpilannoite taas tuottaa jonkin verran typpioksiduulia, joka on hyvin voimakas kasvihuonekaasu.

Näyttäisikin siltä, että uudet tavoitteet kannustavat biopolttoaineiden tuotantoon erityisesti jäte- ja tähdepohjaisista raaka-aineista, joiden valmistus ei ole vaatinut varsinaista viljelyprosessia. Monilla jäte- ja tähdeperäisillä biopolttoaineilla voidaan saavuttaa hyvin matalat elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt. Tämän lisäksi EU on säätänyt peltoviljelyiden polttoaineiden maksimiosuudeksi 7 % eli suurin osa polttoaineista täytyy tuottaa ilman viljelyprosessia (Directive (EU) 2015/1513).

Vähentämällä suoraa maankäyttöä biopolttoaineiden raaka-aineiden tuotannossa edesautetaan myös muiden kestävyysasteiden taklaamista. Rehevöitymiseen liittyvät ongelmat johtuvat pitkälti lannoitteiden käytöstä viljelyprosesseissa ja lannoitteiden valmistusprosesseista. Makean veden käytölle keskeistä on kastelu viljelyprosesseissa, mutta tämä ei ole Suomessa yhtä iso ongelma kuin monissa muissa maissa. Luonnon monimuotoisuuden väheneemisvaikutukset johtuvat niin ikään maankäytöstä eli siitä muutetaanko luonnollisia elinympäristöjä viljelymaaksi. Happamoitumiseen liittyvät vaikutukset taas kulkevat usein käsikädessä ilmastonmuutosvaikutusten kanssa eli käytännössä sen kuinka paljon prosesseissa käytetään fossiilisia polttoaineita. Jos hiilijalanjälki on matala niin silloin myös todennäköisesti happamoittavat vaikutukset ovat matalia.

Uusiutuvan sähkön tuotanto avain tehokkaaseen maankäyttöön

Erilaisten kotimaisten liikenteen biopolttoaineiden maankäytön tehokkuutta on esitetty kuvassa 2. Kuten kuvasta nähdään kotimaiset biopolttoaineet eivät ole kovin tehokkaita maankäytön näkökulmasta. Hehtaarin vuosituotolla pystytään tuottamaan vain noin yhden tai kahden henkilöauton vuosittain tarvitsema energiamäärä. Nämä luvut ovat huomattavan paljon matalampia kuin monilla ulkomailla tuotetuilla biopolttoaineilla tai uusiutuvalla sähköllä (Uusitalo et al. 2018.) Hehtaarin käyttäminen aurinkosähkön tuotantoon tuottaisi Suomenkin oloissa energiaa noin 450 henkilöautolle eli olisi maankäytön tehokkuudeltaan aivan eri luokkaa kuin viljellyillä biomassoilla. (Uusitalo & Leino et al. 2017.) Vaikka sähkö muutettaisiin tulevaisuudessa elektrolyysi prosessilla vedyksi vetykäyttöisiä autoja varten, pystyttäisiin tälläkin prosessilla tuottamaan energiaa yli sataan henkilöautoon.

Keskeinen ongelma liikennesektorilla on se, että jäte- ja sivuainepohjaisia raaka-aineita on vain rajoitetusti saatavilla ja niille on myös muuta käyttöä mm. sähkön ja lämmön tuotannossa. Maankäytöltään tehokkaimmat prosessit taas vaativat autokannan muutosta. Sähköä tai vetyä ei voida hyödyntää olemassa olevissa bensiini- ja dieselautoissa. Tulevaisuudessa ns. Power-to-X teknologiat mahdollistanevat kuitenkin myös synteettisen bensiinin ja dieselin valmistamisen uusiutuvan sähkön avulla. Tämä tarjoaisi maankäytöllisesti tehokkaan energialähteen todennäköisesti melko matalalla hiilijalanjäljellä liikennesektorin käyttöön, mutta nämä prosessit ovat toistaiseksi vasta kehitysasteella. (Uusitalo & Väisänen et al. 2017.)

MAANKÄYTÖN TEHOKKUUS BIOPOLTTOAINEIDEN TUOTANNOSSA



GRAAFINEN SUUNNITTELU MATIAS DENICOLAI JA SAMI LEPPÄÄHO

Kuva 2. Kotimaisten biopolttoaineiden maankäytön tehokkuuksia viljelyprosessissa. (Uusitalo & Väisänen et al. 2017.)

Suomen maaseudun rooli liikenteen energian tuotannossa tulevaisuudessa

Suomen maataloudessa syntyviä sivuvirtoja ja jätejakeita on varmasti tulevaisuudessakin järkevää käyttää liikenteen energian tuotantoon esimerkiksi biokaasuprosessin kautta. Biokaasuprosessin avulla voidaan myös tuottaa kierrätysravinteita mikä parantaa näiden prosessien kestävyyttä. Sellaiseen viljelyyn perustuvien raaka-aineiden osalta, jotka vaativat lannoitusta, tulisi sen sijaan olla varovainen ja tarkastella elinkaarenaikaiset vaikutukset tarkkaan. Maaseutu tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia kestävään uusiutuvan sähkön tuotantoon mm. erilaisilla kattopinnoilla. Tulevaisuudessa sähkön ohella myös uusiutuvaan sähkөөn perustuvilla synteettisillä polttoaineilla on varmasti kysyntää. Raskasliikenne vaatii energiatiheitä ratkaisuita ja esimerkiksi tällä hetkellä sähkön avulla on hankalaa vastata kaikkiin vaatimuksiin. Nämä mahdollisuudet saattavat avata tulevaisuudessa uusia mahdollisuuksia maaseudun liiketoimintamahdollisuuksien näkökulmasta.

Lähteet

Californian low carbon fuel standard. 2009. Californian code of regulations. Subchapter 10. Article 4. Regulations to Achieve Greenhouse Gas Emissions Reductions. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <http://www.arb.ca.gov/regact/2009/lcfs09/lcfscombofinal.pdf>

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources. EUR-Lex. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>

Directive (EU) 2015/1513 of the European Parliament and of the Council. EUR-Lex. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32015L1513>

Energywise. 2013. Carbon footprint of the Palm oil Palm Diesel Dilemma. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <http://rank.com.my/energywise/?p=284#sthash.p85GrdEr.dpbs>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2017. Alternative transport fuels infrastructure. Finland's National plan. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-512-5>

Nikander, S. 2008. Greenhouse gas and energy intensity of product chain: case transport biofuel. Master's Thesis. Helsinki University of Technology. Helsinki.

Uusitalo, V., Havukainen, J., Kapustina, V., Soukka, R. & Horttanainen, M. 2014. Greenhouse Gas Emissions of Biomethane for Transport: Calculation Methods and Uncertainties. Energy & Fuels. Vol. 28(3), 1901-1910

Uusitalo, V., Väisänen, S., Havukainen, J., Havukainen, M. & Soukka, R. 2014. Carbon Footprint of Renewable Diesel from Palm Oil, Jatropha Oil and Rapeseed Oil. Renewable Energy. Vol. 69, 103-113.

Uusitalo, V. 2014. Potential for Greenhouse Gas Emission Reductions by Using Biomethane as a Road Transportation Fuel. Doctoral Dissertation. Lappeenranta University of Technology. Lappeenranta. [Viitattu 16.8.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-265-663-6>

Uusitalo, V., Leino, M., Kasurinen, H. & Linnanen, L. 2017. Transportation biofuel efficiencies from cultivated feedstock in the boreal climate zone: Case Finland. Biomass and Bioenergy. Vol. 99, 79-89.

Uusitalo, V., Väisänen, S., Inkeri, E. & Soukka, R. 2017. Potential for greenhouse gas emission reductions by using surplus electricity in hydrogen, methane and methanol production via electrolysis. Energy Conversion and Management. Vol. 134, 125-134.

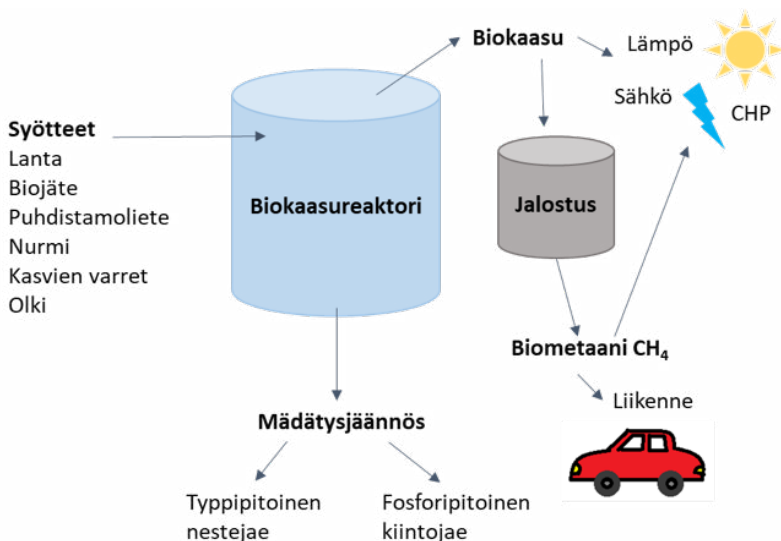
Uusitalo, V., Leino, M., Claudelin, A. & Silman, J. 2018. Comparison of land use efficiencies of different transportation energy systems. The 24th International Sustainable Development Research Society Conference: Actions for Sustainable World: From Theory to Practice 13-15 June 2018, Messina (Italy).



Ilona Hintukainen

Hämeen maatalouden sivuvirroista tuotetun biokaasun potentiaali tieliikenteessä

Liikennesektorin osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin 20 %, josta suurin osa aiheutuu tieliikenteessä käytettävistä fossiilisista polttoaineista, bensiinistä ja dieselistä. Suomen hallitus on asettanut tavoitteeksi lähes nollapäästöisen tieliikenteen vuoteen 2050 mennessä. (Aho ym. 2017, 10.) Bensiinin ja dieselin korvaaminen uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä käyttövoimilla on esitetty yhtenä merkittävimpänä keinona tavoitteen saavuttamisessa. Erityisesti kotimaisten biopolttoaineiden osuutta halutaan lisätä energiaomavaraisuuden nimissä. Yksi vaihtoehto kotimaiselle biopolttoaineelle on biokaasu (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 27, 41, 51, 54). Periaatekuva biokaasun tuotantoprosessista nähdään kuvassa 1.



Kuva 1. Biokaasun tuotantoprosessi (Motiva Oy 2013, 3-4, 13).

Biokaasureaktorissa orgaaninen aine hajoaa anaerobisissa oloissa mikrobitoiminnan seurauksena. Lopputuotteena saadaan suurimmaksi osaksi metaanista, CH_4 , koostuvaa biokaasua. Kuten kuvasta 1 nähdään, biokaasusta jalostettu biometaani voidaan hyödyntää kaasuautojen polttoaineena tai lämmön- ja/tai sähköntuotannossa, mikä vähentäisi tarvetta fossiilisille polttoaineille. Biokaasuprosessin sivutuote, mädätysjäännös eli mädäte, voidaan edelleen käyttää kasvinviljelyssä epäorgaanisten lannoitevalmisteiden tilalla. (Motiva Oy 2013, 3-4, 13.) Tässä artikkelissa lasketaan biokaasun tuotantopotentiaali Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Tarkastelussa keskitytään maatalouden sivuainevirtoihin - eläinten lantaan, juurikasvien naatteihin, olkeen ja nurmeen - sekä niistä tuotetun biokaasun käyttöön henkilöautoissa. Lisäksi tuodaan esille biokaasulaitoksen kannattavuuteen liittyviä seikkoja.

Maatalouden sivuainevirrat ja niiden käyttö

Suomessa lantaa muodostui noin 18 milj. m³ vuonna 2014. Maatilat käyttävät tuotannossa muodostuvaa lantaa usein sellaisenaan lannoitukseen. Eri eläinten lantajakeiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat ruokintatavasta riippuen. (Luostarinen 2016.) Lietelanta sisältää kuivalantaosuuden lisäksi pesuvettä, kun taas kuivikelannassa eläinten kuivikkeisiin on imeytetty virtsa (Luonnonvarakeskus 2018a). Lietelanta voidaan erotella eli separoida typpipitoiseen nestejakeeseen ja fosforipitoiseen kiintojakeeseen (Luostarinen 2016). Lannan sisältämä orgaaninen aines auttaa maaperän kunnon ylläpitämisessä, mutta separoimattomana lannassa on kuitenkin kasville liikaa fosforia suhteessa tyypeen, ja se voi sisältää rikkakasvien siemeniä (Kari & Häkkinen 2016, 3). Riittävän typensaannin varmistamiseksi pelloille on usein levitettävä lannan lisäksi epäorgaanisia lannoitevalmisteita. Lannoitevalmisteiden ja lannan ylikuormitus lisää riskiä ravinteiden huuhtoutumiseen ja edelleen vesistöjen rehevöitymiseen. (Paavola ym. 2016, 35.) Epävarmuutta viljelijän tilanteeseen taas tuo epäorgaanisten lannoitteiden hintojen vaihtelu öljyn ja fosforin markkinoiden mukaan (Kari & Häkkinen 2016, 7).

Pelloilta ja kesannoilta saatavia biomassoja ovat nurmi, juurikasvien naatit sekä viljan ja rypsin olki (Laurila & Saarinen 2014, 3). Nurmia viljellään Suomessa pääasiassa karjan rehuksi. Viime vuosina nautojen lukumäärä suhteessa peltoalaan on laskenut erityisesti Hämeen, Uudenmaan ja Kaakois-Suomen alueilla, minkä takia ylimääränurmen energiakäyttö voisi olla perusteltua. Luomutiloilla nurmikesantoja käytetään maan ylläpitämiseen osana viljelykiertoa, mutta sadolle on harvoin muuta käyttöä. (Seppälä ym. 2014, 8-10.) Esimerkiksi apilakesantoja korjaamalla edistetään maaperän typensidontaa (Kari & Häkkinen 2016, 2). Ympäristönäkökulmasta kestävin vaihtoehto on käyttää biokaasuprosessissa nurmibiomassoja, joita viljellään osana viljelykiertoa tai jotka ovat vailla käyttötarkoitusta, koska siten vältetään ylimääräisiltä maankäytön muutoksilta (Seppälä ym. 2014, 8-10). Nurmea hyödyntäessä on myös huomioitava lannoitteiden käyttö, joka voi kasvattaa huomattavasti nurmen hiilijalanjälkeä (Pulkkinen 2018, 9). Olki ja kasvien varret muodostuvat viljojen ja öljykasvien viljelyn sivutuotteena. Olki voidaan silputa peltoon puimisen yhteydessä, ja osa siitä käytetään kuivikkeena, rehuna tai puutarhakatteena. Juurikasvien naatit taas käytetään rehuna tai peltojen maanparannuksessa. (Luonnonvarakeskus 2018b.)

Sivuainevirtojen ohjaaminen biokaasun tuotantoon tuo monenlaisia etuja. Tarkastellessa elinkaaren aikaisia päästöjä, jätepohjaisilla biomassoilla tuotetun biokaasun kasvihuonekaasupäästöt ovat jopa noin 80 % vähemmän kuin fossiilisilla polttoaineilla (Seppälä ym. 2014, 10). Maanviljelyssä lantajakeiden ja peltobiomassojen mädätys parantaa alkuperäisen aineksen ravinnesuhdetta ja ravinteiden käyttökelpoisuutta kasville sekä vähentää tarvetta lannan varastoinnille ja muulle käsittelylle. Mädäte on myös tuotteena hygieenisempi ja homogeenisempi kuin esimerkiksi lanta itsessään. (Kari & Häkkinen 2016, 3.) Mädätteen separointi mahdollistaa sopivamman ravinnesuhteen kasville runsaammin tyypeä sisältävän nestejakeen ja fosforipitoisemman kiinteän jakeen avulla (Kuva 1). Koska korjatulle peltobiomassalle olisi käyttöä biokaasuprosessissa, maaperää voitaisiin edelleen ylläpitää nurmea viljelemällä - huolimatta vähenevästä rehun tarpeesta tilalla (Seppälä ym. 2014, 8-10).

Biokaasulaitoksen kannattavuus

Biokaasulaitoksen kustannuksiin vaikuttavat erilaiset syötteen ja niiden vaatimat käsittelyt sekä energiantuotantomuoto eli mitä biokaasusta lopulta tuotetaan, sähköä, lämpöä ja/tai liikennepolttoainetta. Pääpiirteissään investointiin kuuluvat syötteen esikäsittely- ja varastointilaitteistot, tuotantoyksikkö eli biokaasureaktori, lämmön- ja/tai sähköntuotantoyksiköt, jalostuslaitos, kaasun siirtoratkaisut sekä mädätteen varastointi- ja jatkokäsittelyratkaisut. (Riihimäki ym. 2014, 22-25.) Huomioitavaa on, että mädätteen separointi kasvattaa sekä laitosinvestointia että muuttuvia kustannuksia mutta keskitetysti toteutettuna se on kuitenkin taloudellisempaa (Kari & Häkkinen 2016, 4).

Laitos voi saada tuottoja energian myynnistä tai omakäytöstä, vastaanotetun materiaalin porttimaksuista ja mädätteen myynnistä. Kaasun jalostus vaatii sähköä ja lämpöä, jotka voidaan usein tuottaa omalla biokaasulla. Mädätteestä saatavat tuotot ovat harvinaisia, vaikka ravinteita pidetään arvokkaina. Polttoaineeksi jalostettu biometaani on arvokkaampaa kuin biokaasusähkö, mutta kaasuautojen määrä toisaalta rajoittaa jalostusta. (Riihimäki ym. 2014, 16, 18, 30.) Kaasuautojen määrään vaikuttaa edelleen kaasunjakeluverkoston laajuus. Jakeluverkosto on selvästi painottunut Etelä-Suomeen, mutta uusia tankkausasemia ollaan lisäämässä jo vuoden 2018 aikana. Hämeen alueella tilanne on jo melko suotuisa - kaasuntankkausasemat löytyvät Hämeenlinnasta, Forssasta, Riihimäeltä, Hyvinkäältä, Lahdesta ja Mäntsälästä. Haasteita voivat tuottaa Itä- ja Pohjois-Suomessa matkustaminen. (Gasum 2017.)

Toisinaan tilan ulkopuolella toimiva laitos maksaa raaka-aineesta tuottajalle. Erityisesti peltobiomassojen hinta saattaa nousta tällöin korkeaksi. Viljelijää päinvastoin houkuttelee korvaus tuotetusta raaka-aineesta, koska korjuu- ja kuljetuskustannukset voivat vähentää innokkuutta. Esimerkiksi lietelannan kuljetus on kallista verrattuna nurmen kuljetukseen. Toisaalta kohtuullisella kuljetusmatkalla maatila hyötyisi oman raaka-aineen toimittamisesta ilmaiseksikin, jos ylimäärälantaa varten täytyisi investoida lisävarastoon. (Kari & Häkkinen 2016, 10, 13.)



Kuva 2. Maatilakokoluokan biokaasulaitokset ovat harvinaisia, mutta yleistymässä. Kuva: Kaisa Tuominen

Biometaanin tuotantopotentiaali Hämeessä

Biokaasun tuotantoon valittiin eläinten liete- ja kuivalantajakeita eläinsuojista ja varastoista, olki- ja nurmibiomassat sekä vihannesten ja öljykasvien naatit. Biomassojen tunnusluvut ovat alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Maaseudun sivuvirtojen kuiva-ainepitoisuus (TS), orgaanisen aineen pitoisuus suhteessa kuiva-aineeseen (VS/TS), ja metaanintuottopotentiaali suhteessa orgaaniseen aineeseen (CH₄ m³/tVS).

Biomassan tyyppi	TS (%)	VS/TS (%)	CH ₄ (m ³ /tvs)	Käytetty lähde
Olki, nurmen siemenen olki	85	91	230	Viljakasvien olki ^a
Valkuaiskasvien ja perunan varret, sokerijuurikkaan naatti	11	85	300	Naatit ^a
Viherlannoitusnurmiens alkusato, kesanto- ja suojavyöhykenurmi	28	90	300	Ruokohelpi ^a
Öljykasvien korsi	90	92	250	Rapsin olki ^a
Lietelanta: Lypsy- ja lihakarja	6	80	200	a
Kuivalanta: Lypsy- ja lihakarja	19	60	200	a
Lietelanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	4	85	300	a
Kuivalanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	24	80	300	a
Kuivalanta: Munituskanat, broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja	38	71	300	a
Kuivalanta: Lampaas ja vuohet	35	77	101	CH ₄ -potentiaali keskiarvona ^b
Kuivalanta: Hevoset ja ponit	32	60	250	a
Kuivikelanta: Turkiseläimet	39	78	200	b

^a Rasi ym. 2012, 13, ^b Riihimäki ym. 2014, 8

Taulukossa 1 eläinsuojasta ja varastosta otettujen lantajakeiden ominaisuuksien on oletettu olevan samat. On kuitenkin tärkeää huomata, että lannan varastointi vaikuttaa todellisuudessa sen fysikaalisiin ominaisuuksiin, kuten nostamalla sen kosteuspitoisuutta, mikä edelleen voi vaikuttaa CH₄:n tuotantoon (Paavola 2016, 30).

Vuosittainen henkilöautokohtainen ajosuorite Suomessa on noin 17 100 km (Lukkari 2018). Kaasuauton kulutukseksi oletetaan 4.0 kgCH₄/100 km (VTT 2017a). Biometaanilla oletetaan olevan samanlaiset fysikaaliset ominaisuudet kuin maakaasua sisältävällä polttoaineella, jolloin kaasun lämpöarvo on 49.2 MJ/kg ja tiheys 0.68 kg/m³ (VTT 2017b). Hämeen ELY-keskuksen alueelta vuonna 2016 kertyneet biomassat saatiin Luonnonvarakeskuksen ylläpitämästä Biomassa-atlas-karttapalvelusta. Taulukkoon 2 on koottu eri jakeiden massat ja laskettu CH₄:n tuotantomäärät taulukon 1 arvojen ja edellä mainittujen oletusten perusteella. Eläinsuojista ja varastoista otetut lantajakeet ovat yhteenlaskettuna arvona taulukossa 2. Siinä kuivat lannat sisältävät nautojen ja sikojen kuivalannan, kuivikelannan sekä kuivikepohjalannan.

Taulukko 2. Hämeen ELY-keskuksen alueelta saatavat biomassat (Luonnonvarakeskus 2016), ja niistä tuotettavan biometaanin määrä eri parametreina.

Biomassan tyyppi	Määrä (t/a)	CH ₄ (kg/a)	CH ₄ (MJ/a)	Henkilöautojen suorite (km/a)	Kaasuautojen lkm
Olki, nurmen siemenen olki	355 834	4,30E+07	2,12E+09	1,08E+09	62 934
Valkuaiskasvien ja perunan varret, sokerijuurikkaan naatti	11 506	2,19E+05	1,08E+07	5,49E+07	321
Viherlannoitusnurmien alkusato, kesanto- ja suojavyöhykenurmi	53 070	2,73E+06	1,34E+08	6,82E+08	3 989
Öljykasvien korsi	25 014	3,52E+06	1,73E+08	8,80E+07	5 148
Lietelanta: Lypsy- ja lihakarja	622 882	4,07E+06	2,00E+08	1,02E+08	5 945
Kuivalanta: Lypsy- ja lihakarja	393 700	6,10E+06	3,00E+08	1,53E+08	8 924
Lietelanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	261 789	1,82E+06	8,93E+07	4,54E+07	2 655
Kuivalanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	4 263	1,67E+05	8,22E+06	4,17E+06	244
Kuivalanta: Munituskanat, broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja	9 307	5,12E+05	2,52E+07	1,28E+07	749
Kuivalanta: Lampaas ja vuohet	13 235	2,45E+05	1,21E+07	6,12E+06	358
Kuivalanta: Hevoset ja ponit	138 840	4,53E+06	2,23E+08	1,13E+08	6 625
Kuivikelanta: Turkiseläimet	734	3,04E+04	1,49E+06	7,59E+05	44
Yhteensä:	1 890 174	6,70E+07	3,30E+09	1,67E+09	97 936

Taulukon 2 mukaan Hämeen maaseudun sivuvirroista on mahdollista tuottaa 3,3 PJ biometaanina vuodessa, joka vastaa 1 670 miljoonaa kilometriä ja edelleen noin 97 936 kaasuautoa. Vertailun vuoksi mainittakoon, että 31.3.2018 Kanta- ja Päijät-Hämeen alueilla oli liikennekäytössä yhteensä 193 132 henkilöautoa (Trafi 2018), jolloin saatu kaasuautomäärä vastaa 50,7 % nykyisestä henkilöautokannasta. Selkeästi suurin potentiaali on nähtävissä olkijakeilla, 64,3 % kaasuautojen lukumäärästä, ja seuraavaksi suurin naudan kuivalannalla, 9,1 %. Mainittava on myös hevosenlannan potentiaali, joka vastaa 6,8 % kaasuautoista. Jos lannasta puolet haluttaisiin käyttää lannoituksessa sellaisenaan ja loput laitettaisiin mädätykseen, osuus henkilöautokannasta olisi tällöin 44,1 %. Oljen korkean kuiva-ainepitoisuuden vuoksi sitä ei ole kuitenkaan suotavaa mädättää suurina määrinä tai ainoana syötteenä, vaan sen kanssa olisi hyvä käyttää kosteampia raaka-aineita, kuten lietelantaa (Uusitalo ym. 2015).

Seuraavaksi tarkastellaan mahdollista liikenteen kasvihuonekaasupäästövähennystä. Oletetaan, että alkutilanteessa henkilöautot kulkisivat bensiinillä, jonka päästökerroin on 159 gCO₂-ekv/km (VTT 2017c). Uusiutuvan energian direktiivin liitteestä V (2009/28/EY) saadaan biokaasun tuotannon oletuspäästöille keskiarvo 15.5 gCO₂-ekv/MJ, joka on määritetty liete- ja kuivalannan mädätykselle poissulkien pakokaasupäästöt. Vuotuiset bensiiniautojen aiheuttamat päästöt olisivat biokaasupotentiaalilla saavutettavan 1 670 milj. km:n matkalla 265 530 tCO₂-ekv, kun taas vastaava 3,3 PJ biometaanin henkilöautokäytössä aiheuttaisi päästöjä 51 150 tCO₂-ekv. Bensiinin korvaaminen biometaanilla aiheuttaisi siis tällöin 81 % päästövähennykset.

Johtopäätökset

Hämeen maaseudun sivuvirroilla on merkittävä potentiaali biokaasun tuotannossa. Alueen lantajakeista, juurikasvien naateista, sekä olki- ja nurmi-biomassoista saatava biometaanin määrä kattaisi 50,7 % alueen nykyisestä henkilöautokannasta. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biometaanilla henkilöautoissa mahdollistaisi huomattavat päästövähennykset: biometaanin käytön hiilidioksidipäästöt ovat noin 81 % pienemmät kuin bensiinillä. Eniten potentiaalia on oljella ja naudalla, joita tulisi yhteismädättää oljen korkean kuiva-ainepitoisuuden takia. Lantajakeiden mädätys vähentäisi lannan varastointi- ja käsittelytarvetta sekä niistä aiheutuvia kustannuksia. Nurmenviljely biokaasun tuotantoa varten mahdollistaisi entistä laajemmin maaperän kuntoa parantavan viljelykierron hyödyntämisen, mutta viljelyssä tulisi minimoida epäorgaanisten lannoitteiden käyttö, jotta ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman vähäiset. Toisaalta mädätteen lannoituskäytöllä voitaisiin korvata epäorgaanisia valmisteita ja samalla mahdollistaa kasveille optimaalisempi typpi-fosfori-ravannesuhde kuin mikä raakalantaa käyttämällä saavutetaan. Mädätteen taloudellisen arvon huomiointi helpottaisi laitosinvestointiin ryhtymistä, sillä esteenä usein on investoinnin suuruus suhteessa saataviin tuottoihin. Biokaasun laajempaa tuotantoa ja käyttöä hidastavat myös vähäinen kaasuautojen määrä, pohjoiseen matkustettaessa suppea kaasunjakeluverkosto ja raaka-aineiden logistiset haasteet.

Lähteet

2009/28/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY, annettu 23 päivänä huhtikuuta 2009, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä sekä direktiivien 2001/77/EY ja 2003/30/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. 5.6.2009. [Viitattu: 11.6.2018]. Saatavissa: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9902b3a7-eb90-4d31-949e-2d647f54364b/language-fi>

Aho, E., Lyly, L. & Mero, I. 2017. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri 2030 ja 2050. Selvityshenkilöiden loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriö. Raportit ja selvitykset 7/2017. [Viitattu: 5.6.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-514-9>

Gasum. 2017. Kaasutankkausasemien sijainnit. [Viitattu 15.6.2018]. Saatavissa: <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>

Kari, M. & Häkkinen, P. 2016. Maatalouden biomassat biokaasulaitoksessa. Opas biomassojen ominaisuuksista syötteenä ja lannoitteena. ProAgria hankejulkaisut 6. [Viitattu: 23.8.2018] Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maatalouden_biomassat_biokaasulaitoksessa_opas_s.pdf

Lukkari, J. 2018. Näillä autoilla ajetaan Suomessa eniten – kärkeimerkki saattaa yllättää. Tekniikka & Talous 28.3.2018. [Viitattu 13.6.2018]. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/nailla-autoilla-ajetaan-suomessa-eniten-karkimerkki-saattaa-yllattaa-6711967>

Luonnonvarakeskus. 2016. Biomassa-atlas. [Viitattu 8.6.2018]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>

Luonnonvarakeskus. 2018a. Biomassat. Lanta. [Viitattu 23.8.2018]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/biomassojen-kuvaukset/lanta/>

Luonnonvarakeskus. 2018b. Biomassat. Pelto. [Viitattu 8.6.2018]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/biomassojen-kuvaukset/pelto/>

Luostarinen, S. 2016. Lannan käsittelyn tekniikat ja kannattavuuden edellytyksiä. [Esityskalvot]. Vesiviisas kiertotalous –seminaari 11.3.2016. Luonnonvarakeskus.

Motiva Oy. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. [Viitattu 7.6.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/maatalous/biokaasun_tuotanto_maatilalla.10755.shtml

Paavola, T., Winqvist, E., Pyykkönen, V., Luostarinen, S., Grönroos, J., Manninen, K. & Rankinen, K. 2016. Lantaravinteiden kestävä hyödyntäminen tiloilla ja keskitetyssä biokaasulaitoksessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2016. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 23.8.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-258-4>

Pulkkinen, H. 2018. Kotimaisen karjatalouden ilmastovaikutukset. [Esityskalvot]. Luonnonvarakeskus. Kestävyystutkimus ja indikaattorit. Biotalous ja ympäristö.

Rasi, S., Lehtonen, E., Aro-Heinilä, E., Höhn, J., Ojanen, H., Havukainen, J., Uusitalo, V., Manninen, K., Heino, E., Teerioja, N., Anderson, R., Pyykkönen, V., Ahonen, S., Marttinen, S., Pitkänen, S., Hellstedt, M. & Rintala, J. 2012. From Waste to Traffic Fuel –projects. Final report. Finnish case regions. MTT report 50. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen. [Viitattu: 5.6.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-376-5>

Riihimäki, M., Mahal, K., Suoniemi, J., Nurmio, J., Sirkiä, S., Marttinen, S., Pyykkönen, V. & Winqvist, E. 2014. Biokaasulaskuri.fi. Biokaasulaskurin käyttöohje. Käytännön ohjeita biokaasulaitosinvestointia harkitsevalle. Ukipolis Oy ja MTT. [Viitattu: 5.6.2018]. Saatavissa: https://portal.mtt.fi/images/sovellukset/biokaasu/biokaasulaskuri_ohjekirja.pdf

Seppälä, A., Kässi, P., Lehtonen, H., Aro-Heinilä, E., Niemeläinen, O., Lehtonen, E., Höhn, J., Salo, T., Keskitalo, M., Nysand, M., Winqvist, E., Luostarinen, S. & Paavola, T. 2014. Nurmesta biokaasua liikennepolttoaineeksi. Bionurmi-hankkeen loppuraportti. MTT raportti 151. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen. [Viitattu: 23.8.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-546-2>

Trafi. 2018. Ajoneuvokanta. Liikennekäytössä olevat ajoneuvot maakunnittain 31.3.2018. [Excel-tiedosto]. Päivitetty 19.1.2018. [Viitattu 5.6.2018]. Saatavissa: https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokantatilastot_ajoneuvolajeittain/liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot_2018

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia 4/2017. [Viitattu: 5.6.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-190-6>

Uusitalo, V., Havukainen, J., Soukka, R., Väisänen, S., Havukainen, J. & Luoranen, M. 2015. Systematic approach for recognizing limiting factors for growth of biomethane use in transportation sector – A case study in Finland. Renewable Energy. Vol 80. Ss. 479-488.

VTT. 2017a. Kaasukäyttöinen (CNG) henkilöauto. LIPASTO yksikköpäästöt –tietokanta. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Päivitetty 6.7.2017. [Viitattu 4.6.2018]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/hakaasu.htm>

VTT. 2017b. Yksikköpäästötaulukoissa esitettyjen polttoaineiden tunnusluvut. LIPASTO yksikköpäästöt –tietokanta. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Päivitetty 2.10.2017. [Viitattu 4.6.2018]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tunnusluvut/tunnusluvuttie.htm>

VTT. 2017c. Bensiinikäyttöinen henkilöauto. LIPASTO yksikköpäästöt –tietokanta. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Päivitetty 6.7.2017. [Viitattu 11.6.2018]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/habens.htm>



Maritta Kymäläinen, Laura Kannisto ja Antti Rusanen

Perunankuorista potkua lietelannan biokaasutuotantoon

Biokaasu on nousussa. Kiitos Gasumin monien markkinointikampanjoiden, yhä useammat tunnistavat biokaasun ja sen merkityksen ympäristöystävällisenä ja edullisena liikenteen biopolttoaineena. Tunnistetaan myös, että biokaasua voidaan tuottaa meidän biojätteistä, kuten banaaninkuorista. Yhdyskunta- ja teollisuusbiojätteet ja jätevedenpuhdistamojen lietteet ovatkin merkittävimmät syötteet isoilla biokaasulaitoksilla. Hämeen alueella näitä isoja laitoksia löytyy Forssasta (Envor Oy), Hämeenlinnasta (St1 Biofuels Oy), Lahdesta (Labio Oy) ja Riihimäeltä (Gasum Oy). Lisäksi, samojen kaupunkien jätevedenpuhdistamoilla on omat lietemädättämöt, joista myös saadaan biokaasua hyödynnettäväksi. Mutta, Hämeestä puuttuvat maatilatason ja maaseudulla syntyviä biokaasun lähteitä hyödyntävät keskitetyt biokaasulaitokset. Tähän tarpeeseen on InforME-hankkeessa tuotettu tietoa biokaasutuotannon edistämiseksi Hämeen maaseudulla.

Tarjolla perunankuorimoiden sivuvirtoja ja lietelantaa

Lammilla ja Tuuloksessa on runsaasti karjatiloja ja perunankuorimoita. Lannan ja perunankuoren käsittelyyn suunnitellaan biokaasulaitosta. Perunanviljelijöille biokaasulaitos tarjoaisi selkeän käsittelyratkaisun perunankuorelle ja lajittelussa erotettavalle jäteperunalle. Perunankuoren laitospäinen käsittely helpottaisi perunankuorimoiden toimintaa ja turvaisi toiminnan pitkällä tähtäimellä myös mahdollisesti kiristyvien ympäristömääräysten osalta. Nykyisin perunankuorimassaa (kuva 1) kompostoidaan ja käytetään lannoitteena tai levitetään sellaisenaan peltoon. Perunankuoresta separoimalla erotettavaa kuivajaetta käytetään myös rehuna. Jäteperunaa myydään tarkkelysperunaksi tai käytetään rehuna.

Lammin ja Tuuloksen alueelle on keskittynyt runsaasti karjatiloja, minkä vuoksi lannanlevitysalan riittävyys alkaa rajoittaa eläinmäärän kasvattamista. Ongelmana on lannan ravinteiden keskittyminen pienelle alueelle. Biokaasulaitokselta mädätejakeita voitaisiin toimittaa kauemmas esimerkiksi Eteläisten ja Evon suuntaan. Mädätteen separoinnissa erotettavaa kuivajaetta voitaisiin toimittaa suuremman kuiva-aine- ja ravinnepitoisuuden vuoksi kustannustehokkaasti kymmenien kilometrien päähän.

Tarkoituksena on perustaa viljelijäomisteinen osakeyhtiö investoimaan biokaasulaitokseen. Tuotettava biokaasu on tarkoitus myydä Tuuloksessa Panujärven teollisuusalueelle tai liikennekäyttöön. Biokaasulaitoksen mädäte tai pidemmälle jalostettavat lannoitevalmisteet palautettaisiin takaisin osakkaiden käyttöön ja mahdollisesti osin myytäisiin muille viljelijöille.

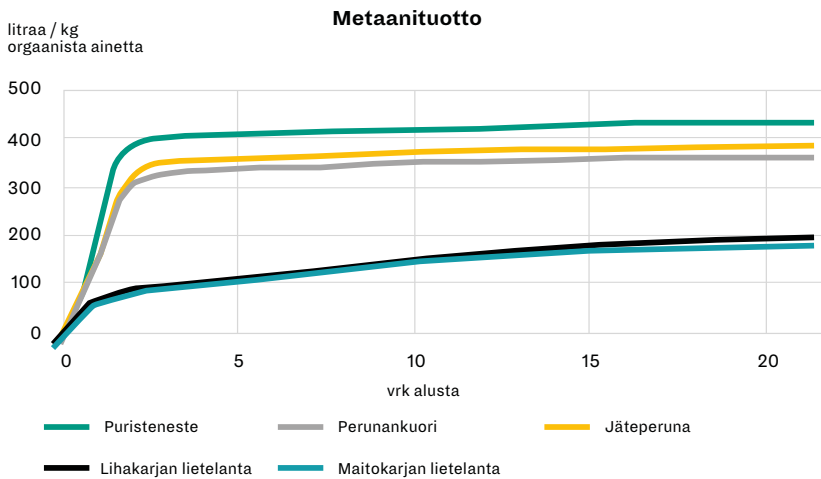


Kuva 1. Perunankuori on ulkomuodoltaan hyvin vetistä, vaikka kuiva-ainepitoisuus onkin 20 %. Kuva: Antti Rusanen.

HAMKin Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelman opiskelija Hanna-Elena Ryyttäri teki InforME-hankkeessa ensin laajan projektityön ja sen jälkeen opinnäytetyön, joissa selvitettiin perunasivuvirtojen ja karjan lietalannan biokaasutuottopotentiaalia ja yhteiskäsittelyä biokaasureaktorissa. Kokeellinen työ suoritettiin HAMKin Visamäen laboratoriossa. Projektityön raportti on julkaistu hankkeen nettisivuilla (Ryyttäri 2017), ja opinnäytetyö löytyy Theseus-verkkokirjastosta (Ryyttäri 2018). Kaikki koejärjestelyt ja työssä saadut tulokset on esitetty em. raporteissa, joista tähän on tiivistetty keskeisimmät tulokset ja johtopäätökset.

Perunasivuvirroissa ylivoimainen biokaasupotentiaali lietalantaan verrattuna

Karjan lietalannoista saadaan tunnetusti heikommin biokaasua kuin esimerkiksi kotitalousbiojätteistä. Karjan rehustahan on jo suurin osa 'märehditty', joten lanta sisältää pötsissä hyödyntämättä jäänyttä ainesta, joka jatkaa hidasta hajoamistaan biokaasureaktorissa. Toisaalta, lanta on erinomainen biokaasutuotannon syöte, koska se tasapainottaa reaktorin toimintaa ns. puskuriominaisuutensa ansiosta. Käytännössä onkin yleistä, että lantareaktorin biokaasutuottoa parannetaan syöttämällä lannan sekaan muuta syötettä. Tässä testatut lietalannat tuottivat n. 190-200 litraa metaania kilosta lannan orgaanista ainesta, kun vastaavat tuotot perunasivuvirroista olivat noin kaksinkertaiset, n. 360-450 litraa kilosta orgaanista ainesta (kuva 2). Materiaalien kuiva-ainepitoisuudet ja siten orgaanisen aineen pitoisuudet poikkeavat, joten tuorepainoa kohti ilmaistuna tuotot olivat n. 15 litraa/kg lantaa ja 60 litraa/kg perunankuorta. Metaani- ja siten biokaasutuottomäärän lisäksi, näillä syötteillä oli myös merkittävää eroa kaasun tuottonopeudessa (kuva 2). Hyvin hiilihydraattipitoiset perunasivuvirrat hajoavat reaktorissa ja tuottavat koko kaasumäärän erittäin nopeasti, kun taas lannat hajoavat selvästi hitaammin ja jatkavat vähäistä kaasutuotantoa pitkään. Myös biokaasun metaanipitoisuudessa on eroa: puhtaat hiilihydraatit tuottavat biokaasua, jossa metaania on 50%, kun lannoilla pitoisuudet tyyppillisesti vaihtelevat välillä 55-65%.

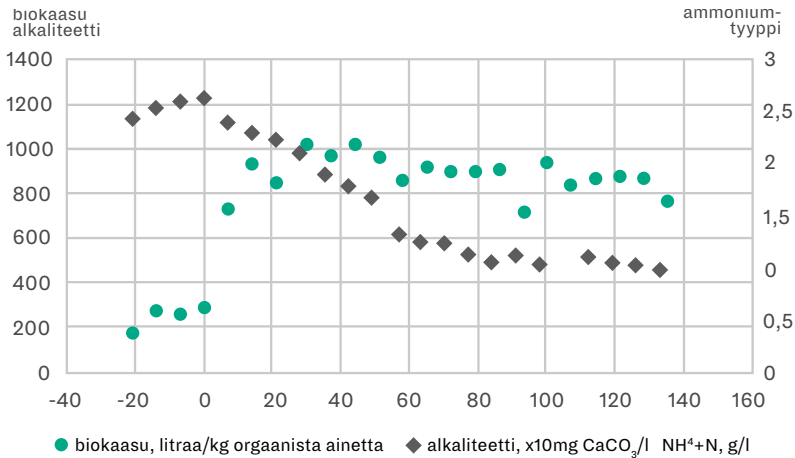


Kuva 2. Tutkittujen lietelantojen ja perunasivuvirtojen metaanituottopotentialit (panosluonteinen laboratoriotesti).

Perunasivuvirrat haastavia biokaasuprosessin hallinnan kannalta

Perunasivuvirtojen nopea ja runsas kaasunmuodostus on tärkeä huomioida biokaasuprosessin hallinnan kannalta. Nopea kaasutuotannon lisääntyminen heti syöttöhetken jälkeen lisää merkittävästi reaktorin vaahtoamisriskiä ja kiintoaineen kerrostumista pinnalle. Tämä todettiin myös tässä tehdyissä reaktorikokeissa. Näin ollen, tasainen ja sopiva syöttömäärä, ja sekoituksen hyvä hallinta ovat tarpeen.

Tässä tehdyissä kokeissa alun perin lannalla syötetty kooreaktori vaihdettiin perunasivulle (2,5 kgVS/m³ vrk), minkä seurauksena reaktorin puskurikykyä kuvaava alkaliteettiarvo, ja myös ammoniumtyppipitoisuus laskivat merkittävästi (kuva 3). Lannan hyvä puskurivaikutus väheni täyssekoitteisessa reaktorissa sen myötä, kun se syrjäytyi perunankuorella. Tämä on merkittävä riski sille, että reaktorin pH laskee hiilihdyraattien runsaan happomuodostuksen takia. Epätasainen prosessiajo, kuten vaihteleva syöttö, mikä johtaa hajoamisen välituotteena syntyvien haihtuvien rasvahappojen (VFA) määrän lisääntymisen, lisää tätä pH-romahduksen riskiä merkittävästi. Reaktorin pH:n laskiessa alle pH 6,7, metaanimuodostuksesta vastaavat metanogeenit lakkaavat toimimasta ja kaasutuotto loppuu. Tällöin reaktori on ”mennyt jo pahasti hapoille”. Reaktorin ammoniumtyppipitoisuuteen vaikuttaa luonnollisesti perunankuoren merkittävästi alhaisempi typpipitoisuus (lanta: 32 gN/kg ka; perunankuori: 8 gN/kg ka). Typpi on välttämätön ravinne, mutta liian korkea typpipitoisuus on riski anaerobisen hajoamisprosessin kannalta (Kymäläinen ja Pakarinen 2015, 26; 67-68). Näissä kokeissa todettiin, että perunankuorta käyttävän biokaasureaktorin kaasutuotto alkoi heiketä, kun perunankuoren osuus vastasi laskennallisesti noin 80% reaktorisäällöstä, eli reaktorikäynnistyksessä käytetyn ympin ja ylösajossa käytetyn lannan yhteismäärä reaktorissa laski alle 20 %:iin. Tässä ongelmat alkoivat n. 110 vrk:n kuluttua perunankuorisyytön aloituksesta.



Kuva 3. Perunankuorisyytteen (2,5 kgVS/m³ vrk) vaikutus lietelannalla käynnistetyn biokaasukooreaktorin alkaliteetti- ja ammoniumtyypiarvoihin sekä biokaasutuotantoon. Biokaasutuotanto on tässä esitetty viikoittaisena tuottona (litraa biokaasua), joka on suhteutettu viikon aikana syötettyyn perunakuoren orgaaniseen ainekseen (VS).

Edellä mainitun pelkän perunankuorisyytteen lisäksi, Ryyttärin (2017; 2018) kokeissa testattiin myös lanta-perunankuorisyyteseoksia. Kaikissa tapauksissa syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus säädettiin 12%:iin eli toimittiin tyypillisellä märkäprosessoinnin alueella. Prosessiseurantojen perusteella voitiin karkeasti päätellä, että perunankuoren määrä, n. 70 %, lanta-perunankuoriseseoksen tuorepainosta oli vielä hallittavissa oleva syöteseos. Tämä oli toimiva seos tällä lyhyellä testijaksolla, kun kooreaktoreita ajettiin hallitusti ja suhteellisen alhaisilla kuormituksilla, n. 2-3 kgVS/m³vrk. Toisaalta, tämän seoksen luonnollinen kuiva-ainepitoisuus on liian korkea märkäprosessille ja kokeissa jouduttiinkin käyttämään vesilaimennosta. Isossa mittakaavassa tämä ei ole järkevä toimintatapa, ja alhaisempi perunankuoren määrä on perusteltua, ja laskettava tapauskohtaisesti. Ryyttärin (2017) raportissa on esitetty biokaasulaitoslaskelmia tässä tarjolla olevien syötteen eri seosvaihtoehdoilla ja kokonaismäärillä. Näissä tarkasteluissa saatavilla olevien perunasivuvirtojen tuorepaino-osuus syöteseoksessa vaihteli välillä 18-37%.

Lopuksi

Perunasivuvirtojen ja lannan yhteiskäsittelyllä saadaan lisättyä pelkkää lantaa käyttävän biokaasureaktorin kaasutuottoa merkittävästi. Reaktorijossa tulee kuitenkin huomioida näiden syötteen hyvin erilainen hajoaminen ja riskit prosessihallinnan kannalta. Hyvä asia on, että perunasivuvirtojen käyttö biokaasutuotannossa mahdollistaa myös niiden sisältämien ravinteiden kiertäytymisen mädätysjäätännöksen hyödyntämisen kautta.

Lähteet

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. HAMKin julkaisu 17/2015. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna. [Viitattu: 21.11.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-784-771-1>

Ryyttäri, H.-E. 2017. Perunan ja lietelannan hyödyntäminen biokaasutuotannossa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Kokeellinen tutkimus ja laskennallinen tarkastelu. Hämeen ammattikorkeakoulu, Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma, Biotalouden mahdollisuudet -moduuli. Hämeenlinna. [Viitattu: 21.11.2018]. Saatavissa: <https://www.lamk.fi/sites/default/files/2018-06/Perunan%20ja%20lietelannan%20hy%C3%B6dynt%C3%A4minen%20biokaasutuotannossa.pdf>

Ryyttäri, H.-E. 2018. Perunasta potkua lietelannan biokaasutuotantoon. AMK-opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Hämeenlinna.



Jussi Kuusela

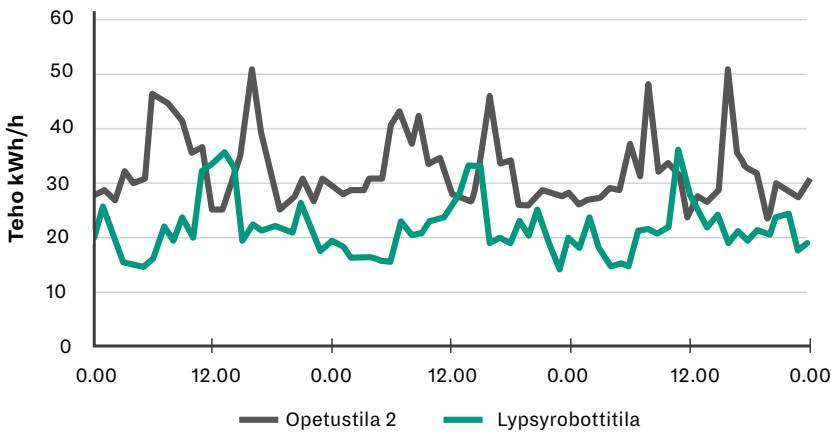
Aurinkosähköä omaan tarpeeseen

Maaseutuympäristö tuotantorakennuksineen tarjoaa aurinkosähköjärjestelmille paljon potentiaalisia asennuskohteita. Rakennuskanta on usein suhteellisen avoimessa ympäristössä ja samalla rakennusten korkeahko harjakorkeus edesauttaa sitä, että paneelikentälle ei synny varjostusta. Laajat kattopinta-alat mahdollistavat suurienkin aurinkosähköjärjestelmien asentamisen kulutuskohteiden välittömään läheisyyteen. Haapaniemi ym. (2016) totesivat laajassa selvityksessään, että Suomessa asumisen ja maatalouden sähköenergian kulutuksesta voitaisiin kattaa jopa yli puolet aurinkosähköllä. Tämä tilanne tosin vaatisi mittavia sähkön varastointijärjestelmiä. Nykyisillä kustannusrakenteilla järkevintä onkin suunnitella aurinkosähköjärjestelmät siten, että kaikki tuotettu sähkö pystytään käyttämään itse tuotantopaikalla (mm. Haapaniemi ym. 2016; Orrberg 2017; Niemi 2018). Tämän vuoksi aurinkosähköjärjestelmän suunnittelun peruslähtökohta on selvittää, minkälainen sähkönkulutus ja sen tuntijakauma kohteessa on.

Energiankulutus maatiloilla vaihtelevaa

Maatiloilla sähkönkulutus vaihtelee huomattavasti vuodenaikojen ja vuorokauden tuntijakauman suhteen. Käytännössä jokaisella tilalla on kuitenkin havaittavissa tiettyjä säännönmukaisuuksia tilan tuotantorakenteen mukaisesti. Sähkönkulutuksen kokonaistuntijakauma on helposti saatavilla sähkön toimittajalta, mutta mikäli kulutus halutaan jakaa eri laitteille ja laitekannoille, tarvitaan tarkentavia mittauksia (Ahokas & Esala 2013).

Ravinne- ja energiatehokas maatala -hankkeessa (2018) on tutkittu eri opetusmaatilojen energiatehokkuuden mittaamista ja tiedon hyödyntämistä (Kataja 2018a). Yksi tietoaaineiston hyödyntämiskohde voisi olla se voidaanko sähkönkulutusta mukauttaa esimerkiksi siten, että aurinkosähkön tuotanto voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti kulutuskohteessa. Aurinkosähkön tuotantohan on suhteellisen helposti ennustettavaa ja kokonaistuotannon maksimoinnin kannalta optimaalisesti asennettu järjestelmä tuottaa parhaiten aina keskipäivällä. Vuodenajat sekä kulloisetkin sääolot vaikuttavat luonnollisesti saatavaan tuotantoon. Kuvassa 1. on kahden eri maatilalla (Koulutila 2 ja kahden lypsyrobotin tila) sähkönkulutus huhtikuussa kolmen vuorokauden aikana. Molemmat tilat sijaitsevat Keski-Suomessa.



Kuva 1. Kahden eri maatilan sähkönkulutus (kWh) huhtikuun kolmena päivänä. Sähkönkulutustiedot: Opetustila 2 (Ravinne ja energiatehokas maatila 2018) ja lypsyrobottitila (Kataja 2018b).

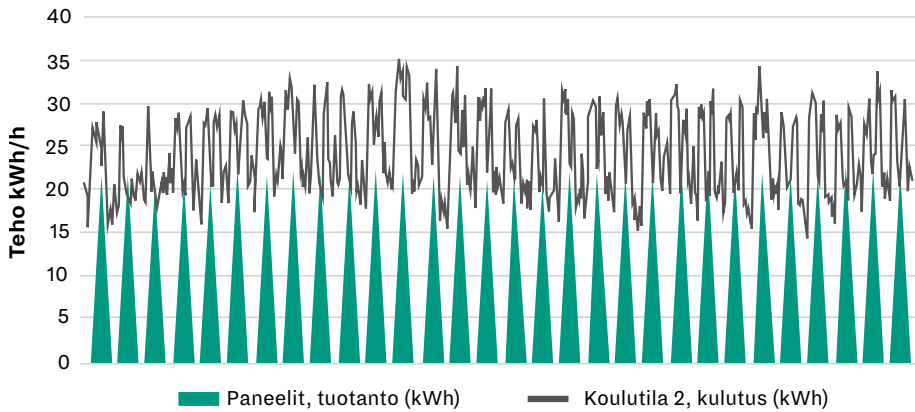
Kulutuskohteen tuotantorakenne määrittää sen minkälainen tuntikulutusprofiili siellä havaitaan. Aurinkosähköjärjestelmän kokoluokan suunnittelun kannalta kiinnostavaa on tietää, paljonko kulutuksesta tapahtuu keskipäivän tuntumassa eli ajankohtana, jolloin aurinkosähkön tuotanto on teoreettisessa maksimissaan. Kuvan 1. perusteella lypsyrobottitilan kulutusjakauma soveltuisi paremmin aurinkosähkön tuotannolle, jos lähtökohdaksi otetaan se, kuinka suuri järjestelmä kohteeseen voidaan suunnitella niin, että ylituotantoa ei missään tilanteessa syntyisi.

Mitoittamisen lähtökohdat omassa kulutuksessa

Verkkoon kytketyn järjestelmän osalta itse sähköverkko toimii ylituotannon vastaanottajana, mikäli siihen ei ole tarkoitus asentaa akustoa tai muuta sähköä vastaanottavaa varastoa. Järjestelmän tehon mitoittamisessa ei täten periaatteessa tarvitse olla tarkkaa tietoa siitä paljonko sähköä kulloinkin tuotetaan ja tuleeko se käytetyksi tuotantokohteessa. Mitoittamisessa on kuitenkin muistettava, että kustannushyöty tulee siitä, paljonko ostosähköä tuotannolla pystytään korvaamaan.

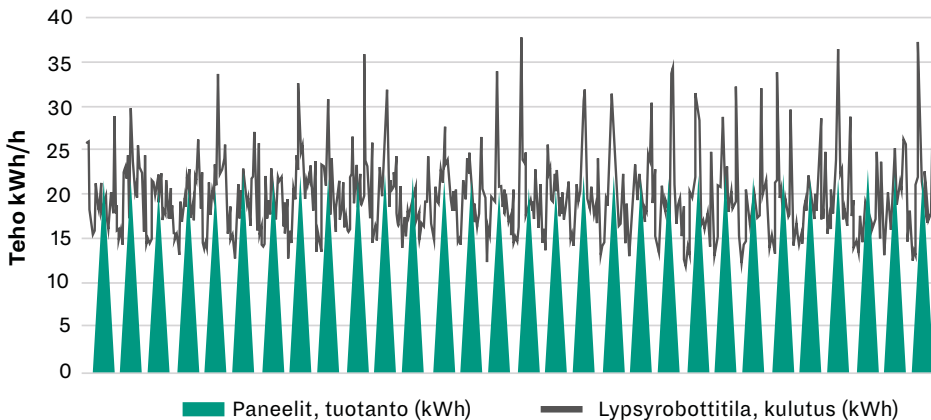
Tuotantokohteessa käyttämättä jäänyt sähkö siirretään verkkoon ja yleisesti käytössä olevan tavan mukaan sähköyhtiö maksaa siitä Pohjoismaisen sähköpörssin (Nord Pool 2018) mukaisen tuntikohtaisen hinnan, josta vähennetään mahdollinen välityspalkkio sekä perusmaksu. Myös jakeluverkkoyhtiö laskuttaa verkkoon syötetystä sähköstä oman siirtomaksunsa. Aurinkosähköjärjestelmän investoinnin takaisinmaksuaika pitenee ja sisäinen korkokanta pienenee aina tilanteissa, joissa osa tuotetusta aurinkosähköstä joudutaan siirtämään yleiseen sähköverkkoon (Niemi 2018).

Aurinkosähköjärjestelmän mitoituksen osalta oleellista on arvioida myös paneelin tuotanto-odotus. Yleisesti ottaen erilaiset laskurit antavat optimistisen kuvan paikkakohtaiselle tuotannolle eikä niissä huomioida tuotanto-odotuksen suurta vaihteluväliä, joka johtuu sääolojen vaikutuksesta globaalisäteilyn määrään. Esimerkiksi vuoden 2018 kesä oli otollinen aurinkosähkön tuotannolle (Böök 2018), jonka jokainen saattaa muistaa hellepäivien suurena määränä. Korkeat lämpötilat aiheuttavat kuitenkin myös paneelien tuotannon alentumista.



Kuva 2. Koulutila 2:n sähkönkulutus (Ravinne ja energiatehokas maatila 2018) ja ja 50 kWp aurinkopaneelijärjestelmän sähköntuotanto (PvGIS 2018) kesäkuussa.

Kuvassa 1 esitettyjen esimerkkitalojen suhteen tarkastellaan tilannetta, jossa aurinkosähköpaneelit mitoitetaan kesäkuun sähkönkulutustietojen perusteella. Lähtökohdaksi voidaan ottaa PvGIS-laskurin antamat tiedot. Koulutilan kokonaiskulutus oli kesäkuussa noin 17 300 kWh, kun taas lypsyrobottilalla kulutus oli noin 14 000 kWh. Valittu 50 kWp:n järjestelmä tuottaisi optimiolosuhteissa noin 6 200 kWh ja tästä ylituotantoa molemmissa kohteissa olisi vain muutamia kymmeniä kilowattitunteja. Lypsyrobottilalla sähkönkulutuksesta katettaisiin noin 44 %, kun taas koulutilan osalta kulutuksesta katettaisiin noin 36 % kesäkuun kokonaiskulutuksesta. Lypsyrobottila vastaisi näin ollen paremmin kulutusprofiililtaan aurinkosähkön maksimaalisiin tuotanto-odotuksiin, kuten kuvan 1 perusteella voitiin päätellä. Tämä on havainnollistettu kuvissa 2 ja 3.



Kuva 3. Keski-Suomalaisen kahden lypsyrobotin tilan sähkönkulutus (Kataja 2018b) ja 50 kWp aurinkopaneelijärjestelmän sähköntuotanto (PvGIS 2018) kesäkuussa.

Esimerkkilaskelmissa on muistettava, että aurinkosähkön tuotantoennuste perustuu optimaalisiin olosuhteisiin. Tässä tapauksessa paneelien suuntaus on etelään ja asennuskulma 42 astetta eikä paneelien osu varjostusta. Tuotanto-odotus 1 kWp-paneelille on molemmille kohteille sama 821 kWh vuodessa eikä se perustu täsmälliseen paikkakohtaiseen tietoon. Tarkastelupisteeksi on valittu satunnainen kohta Keski-Suomessa Jyväskylän korkeudelta. Paneelien asennuskulma ja suuntaus on helppo huomioida suunnittelussa,

mutta tuotanto-odotuksen muuttaminen on haasteellisempaa, jos kohteesta ei ole käytössä tarkempaa tutkittua tietoa. Tällöin on hyvä luottaa esimerkiksi PvGIS-laskurin (2018) antamiin arvoihin.

Aurinkosähkön tuotanto kasvussa

Fingrid Oy (2018) ylläpitää aurinkovoimaennustetta, joka perustuu Suomeen asennettujen verkkoon kytkettyjen aurinkosähköjärjestelmien kokonaistuotantotehosta. Ennusteessa otetaan huomioon tuleva säätila, arvioitu kapasiteetin vuosittainen kasvuennuste sekä karkeasti myös aurinkosähköjärjestelmien sijaintitieto. Täten toteutunut tuotanto ei ole välttämättä ennusteen mukainen, mutta se antaa varsin hyvän käsityksen tuotannon määrästä.

Energiavirasto (2018a, 2018b) kerää verkonhaltijoilta Fingridin käyttämän kapasiteettitiedon kerran vuodessa. Sähköverkkoyhtiöt vastaavat kokonaisteholtaan alle 1 MW järjestelmien kokonaistehon ilmoittamisesta, kun taas yli 1 MW voimaloiden haltijoiden tulee ilmoittaa tiedot Energiaviraston voimalaitosrekisteriin. Tällä hetkellä Suomessa on yksi yli 1 MW tehoinen aurinkosähköjärjestelmä (Energiavirasto 2018c). Täten aurinkosähkökapasiteettia oli vuonna 2017 kaikkiaan yhteensä noin 70 MW (Energiavirasto 2018a).

Aurinkosähköä pörssiin

Vuoden 2018 kesän aurinkosähkön tuotannon suhteen korkein tuotantoennuste oli 17.7., jolloin sen arvioitiin olevan 75 MWh/h. Tuntituotannot ylsivät ennusteen mukaan lähes samaan 20.6., 16.7. ja 18.7., jolloin tuotantoennuste oli 74 MWh/h.

Tuotantohuippujen ajankohtina sähköpörssin tuntihinnat ovat olleet klo 12-13 seuraavat: 20.6. 44,97 EUR/MWh, 16.7. 63,56 EUR/MWh, 17.7. 52,37 EUR/MWh ja 18.7. 52,04 EUR/MWh. Näin ollen aurinkosähköjärjestelmällä tuotetun verkkoon syötetyn ylijäämänsähkön hinta on liikkunut kyseisinä tuotantohuippuina jopa yli 6 sentin luokassa/kWh, mikä on ollut pörssisähkön yleistä hintatrendiä tarkasteltaessa kohtuullisen korkea. Joka tapauksessa aurinkosähkön ylituotannon osalta investoinnin takaisinmaksuaika voi olla monikertainen ja se vähentää järjestelmän eliniän aikana saatavaa nettohyötyä (mm. Niemi 2018).

Lähteet

Ahokas, J. & Esala, J. 2013. Energiankulutuksen seuranta. Teoksessa: Ahokas, J. (toim.). Energian käyttö ja seuranta maataloilla. Helsinki: Helsingin yliopisto, Maatalous- metsätieteellinen tiedekunta, Maataloustieteiden laitos. Julkaisuja 25. 24-33. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavissa: <http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/49/Energian%20k%C3%A4ytt%C3%B6%20ja%20seuranta%20maataloilla.pdf>

Böök, H. 2018. Kulunut kesäkausi suosiollinen aurinkoenergialle. BCDC Energia – tutkimushankkeen www-sivut. [Viitattu 1.10.2018]. Saatavissa: <http://www.bcdcenergia.fi/blogi-ja-uutiset-kulunut-kesäkausi-suosiollinen-aurinkoenergialle/>

Energiavirasto. 2018a. Sähkönpienproduktio kovassa kasvussa - Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti 2,5 -kertaistui vuodessa. [Viitattu 12.10.2018]. Saatavissa: https://www.energiavirasto.fi/media/-/asset_publisher/ooKNxg1qkv7p/content/sahkonpienproduktio-kovassa-kasvussa-aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-2-5-kertaistui-vuodessa

Energiavirasto. 2018b. Sähkönverkkotoiminnan tunnusluvut vuodelta 2017. [Viitattu 12.10.2018]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/sahkonverkkotoiminnan-tunnusluvut-2017>

Energiavirasto. 2018c. Voimalaitosrekisteri. [Viitattu 12.10.2018]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/voimalaitosrekisteri>

Fingrid. 2018. Aurinkovoima. Aurinkovoiman tuotantoennuste. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kulutus-ja-tuotanto/aurinkovoima/>

Haapaniemi, J., Tikka, V., Lassila, J. & Partanen, J. 2016. Aurinkosähkön mahdollisuudet maaseudulla. Maaseudun uusi aika. Vol. 24(2), 5-19. [Viitattu 5.9.2018]. Saatavissa: http://www.mua-lehti.fi/arkisto/2-16/haapaniemi_tikka_haakana_lassila_partanen.pdf

Kataja, J. 2018a. Energiatsehokkuuden mittaaminen. Ravinne ja energiattehokas maatala – hanke. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 35. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavissa: <https://journal.fi/sms/article/view/73134/35019>

Kataja, J. 2018b. Asiantuntija. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Biotalousinstituutti. Haastattelu ja sähköpostiviesti. 19.9.2018.

Niemi, A. 2018. Aurinkosähkönjärjestelmän hankintaopas maataloille. Pikes Oy. [Viitattu 12.9.2018]. Saatavissa: <http://www.pikes.fi/documents/89838/353163/Aurinkos%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4n+hankintaopas.pdf/5e73d392-9f4f-95e0-1fbb-cf800f048610>

Nord Pool. 2018. See what Nord Pool can offer you. [Viitattu: 12.10.2018]. Saatavissa: <https://www.nordpoolgroup.com/>

Orrberg, M. 2017. Aurinkosähkönjärjestelmä kannattaa mitoittaa oikein. [Viitattu 17.9.2018]. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/aurinkoenergia/fi_FI/aurinkosahkojarjestelman_mitoitus/

PvGIS. 2018. Photovoltaic Geographical Information System. Euroopan komission Ympäristön ja kestävän kehityksen tutkimuslaitos (JRC-IES). [Viitattu: 9.10.2018]. Saatavissa: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Ravinne- ja energiattehokas maatala. 2018. RE-maatala – Ravinne- ja energiatehokkaasti toimivien opetusmaatilojen ja oppilaitosten verkosto. Yhteistyö, kokeilut, esimerkkinä toimiminen ja tiedon levittäminen. [Viitattu 13.9.2018]. Saatavissa: <http://ravinnejaenergia.fi/fi/etusivu/>



Mari Eronen

Uudet mahdollisuudet hevosenlannan poltossa

Hevostalous muodostaa yhä merkittävämmän osan suomalaisesta maaseudusta. Hevosten määrän lisääntyessä ja tallien siirtyessä lähemmäs taajama-alueita lannan käsittelystä aiheutuu jatkuvasti suurempia haasteita. Hevosenlanta on kuitenkin myös energianlähde, jonka hyötykäytön edistäminen on yksi Suomen hallituksen kärkihankkeista. Hevosenlannan energiahyötykäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa olennaisesti EU-lainsäädännön muutos, jonka ansiosta lannan poltto helpottuu myös tavanomaisissa polttolaitoksissa.



Kuva 1. Hevostalous on merkittävä osa suomalaista maaseutua. Kuva: Mari Eronen.

Ravinne- vai energiahyötykäyttö?

Suomen hevostalous on monimuotoista ja jatkuvassa kasvussa. Vuonna 2017 Suomessa oli 74 400 hevosta ja 16 000 hevostallia. Hevosalalle työllistyneitä oli 15 000, ratsastuksen harrastajia 160 000 ja raviurheilun harrastajia sekä seuraajia 225 000. Ennusteen mukaan hevosten määrä Suomessa nousee 90 000:een vuoteen 2030 mennessä. (Hippolis 2018, 3)

Yhden hevosen vuodessa tuottama lantamäärä on noin 8 – 17 m³, hevosen koosta riippuen. Suomessa yleisin tapa hevosenlannan hyödyntämiselle on lannoitekäyttö kasvintuotannossa. Hevosenlannasta jopa 60-80 % on kuivi-



Kuva 2. Hevosennannasta suuri osa on kuiviketta. Kuva: Henna Ikäläinen.

ketta (Airaksinen 2006, 16), mikä vaikuttaa olennaisesti lannan hyötykäytömahdollisuuksiin. Yleisimmät Suomessa käytetyt kuivikemateriaalit ovat kutteri-/sahanpuru, turve ja olki. Purukuivitettu lanta kompostoituu hitaasti ja on lannoitteena melko tehoton, koska kompostoitumaton puuaines sitoo tyypeä maaperästä.

Mikäli lantaa ei voida käyttää lannoitteena, sen hävittäminen voi muodostua tallinpitäjälle ongelmaksi. Lanta on kuitenkin mahdollista hyödyntää myös energiantuotannossa esim. polttamalla, pyrolyysiprosessin avulla, raaka-aineena biokaasun tuotannossa tai kompostilämmöntalteenoton kautta. Yhä useammat tallit sijaitsevat lähellä taajama-alueita, mikä saattaa aiheuttaa haasteita lannan varastoinnissa ja sijoituksessa. Toisaalta energiantuotannon kannalta tämä on hyvä asia, koska taajama-alueilla on runsaasti kysyntää lannasta tuotettavalle lämmölle.

Hevosennanta polttoaineena

Hevosennannan ominaisuuksia on selvitetty Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun tutkimuksissa, joiden tuloksia on hyödynnetty taulukossa 1. Lannan käyttöä polttoaineena tukee sen korkea tehollinen lämpöarvo, mutta ongelmaksi voi muodostua korkea kosteuspitoisuus (keskimäärin 65 %), mikä alentaa lämpöarvoa ja lisää poltossa syntyviä päästöjä. Lanta voidaan kuivata ennen polttoa, mutta kuivauksen kannattavuus on aina syytä arvioida (Saastamoinen 2017). Myös korkea tuhkapitoisuus voi aiheuttaa ongelmia. Tutkimuksissa havaittiin, että varastointiaika ja -tapa vaikuttavat lannan ominaisuuksiin. Tuore lanta vaikuttaisi olevan parempi polttoaine, koska sillä on korkeampi lämpöarvo sekä matalampi kosteus- ja tuhkapitoisuus. Myös kuivikkeen laadulla on suuri vaikutus ominaisuuksiin. Yleisimmin käytetyistä kuivikkeista oljella on korkein lämpöarvo, mutta sen haittana on korkea kloridi- ja tuhkapitoisuus. Purukuivitettu lanta soveltuu ominaisuuksiensa puolesta parhaiten poltettavaksi. (Tanskanen et al. 2017)

Taulukko 1. Hevosenlannan ominaisuudet

	Tuore lanta (alle 3kk vanha)	Varastoitu lanta (yli 3kk varastoitu)
Irtotiheys, kg/m ³	300	400
Kosteus %	36	81,4
Tuhka %*	11,3	19,3
Kalorimetrinen lämpöarvo MJ/kg	18	16,2
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, MJ/kg	6,4	4,3

* lannan seassa oleva maa-aines ja kivet nostavat tuhkapitoisuutta

Lainsäädännön muutos avaa uusia mahdollisuuksia

Aikaisemmin hevosenlanta on EU:n jätedirektiivin (2008/98/EY) perusteella luokiteltu jätteeksi, jolloin sen käsittelyä on Suomessa säädellyt jätelaki (646/2011). Lannan polttoa varten on näin ollen tarvittu jätteenpolttoasetuksen (151/2013) mukainen jätteenpolttolaitos ja säännöllinen mittaus päästöille, mihin harvalla yksittäisellä tallinpitäjällä on ollut resursseja. Joissain EU-maissa direktiiviä on tulkittu väljemmin, minkä vuoksi lannan poltto on ollut yleisempää kuin Suomessa.

Energiayhtiö Fortum käyttää hevosenlantaa polttoaineena sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksellaan Järvenpäässä ja on kehittänyt Fortum HorsePower -palvelun, joka yhdistää hevostallit, voimalaitokset ja kuivikehuollon. Fortum toimittaa talleille kuivikkeen ja noutaa lannan talleilta säännöllisin väliajoin. Palvelua tarjotaan tuotantolaitoksen lähellä sijaitseville talleille. Kuivikkeena käytetään sahanpurua, kutterinpurua tai puupellettiä niiden hyvien poltto-ominaisuuksien vuoksi. (Fortum Oyj 2018). Kyseessä on maksullinen palvelu, joka soveltuu lähinnä sellaisille tiloille, joilla ei ole käytössä peltoalaa lannan levittämistä varten, ja lannan hävittämisestä koituisi kustannuksia.

Elokuussa 2017 voimaan astunut EU-asetuksen muutos sallii lannan polton jatkossa ilman jätteenpolttolupaa ja jatkuvatoimisia päästömittauksia. Jatkossa lannan polttoa säätelevät eläimistä saatavia sivutuotteita koskeva asetus (142/2011), Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista (750/2013) eli nk. PIPO-asetus. Suomessa lainsäädännön muutokset astuivat voimaan 15.11.2018. Muutosten avulla pystytään toteuttamaan hallitusohjelman tavoite sallia hevosenlannan käyttö energiantuotannossa. (Ympäristöministeriö 2018.)

EU:n sivutuotelainsäädännön mukaan polttoprosessin lämpötila on nostettava kahdeksi sekunniksi 850 °C:een, polttolaitos on varustettava lisäpolttimella, lämpötilamittaukset tallennettava automaattisesti ja päästömittaukset tehtävä vuosittain. Seuraavan sivun taulukossa 2 on esitetty PIPO-asetuksen (750/2013) mukaiset päästöjen raja-arvot lannan poltolle. Taulukossa mainittuja raja-arvoja ei kuitenkaan käytännössä sovelleta sellaisenaan, koska lantaa tullaan todennäköisesti polttamaan seoksena esim. hakkeen kanssa. Monipolttoaineyksiköille raja-arvot määritetään PIPO-asetuksen laskentakaa- van mukaan. (Ympäristöministeriö 2018)

Taulukko 2. Päästöjen raja-arvot (pelkälle lannalle)

Päästöraja-arvot (6% happipitoisuudessa)	
Rikkidioksidi	75 mg/m ³
Typen oksidi	400 mg/m ³
Hiukkaset	15 mg/m ³ (alle 5M laitoksissa 75 mg/m ³)

Mahdollisuudet ja haasteet

Lainsäädännön muutoksen myötä hevosenlannan poltto on jatkossa sallittua myös tavanomaisissa polttolaitoksissa. Suomessa lanta pyritään kuitenkin ensisijaisesti hyödyntämään lannoitteena ja maanparannusaineena, jolloin sen sisältämät arvokkaat ravinteet saadaan kierrätettyä. Noin 70 % talleista levittääkin lannan peltoon (Luostarinen et al. 2017, 14).

Tuoreen selvityksen (Arffman et al. 2018) perusteella lannan polton odotetaan tulevaisuudessa lisääntyvän jonkin verran lainsäädännön muutoksen myötä. Asiantuntijoiden arvion mukaan poltto tulee todennäköisesti olemaan seos-polttoa, jossa lanta on muiden jakeiden, kuten hakkeen tai pelletin joukossa. Kaksipolttoainejärjestelmä antaisi mahdollisuuden rinnakkaispolttoon, jolloin jakeet voidaan polttaa eri lämpötilassa. Pelletti voisi olla sopiva tukipolttoaine, koska sen poltto tapahtuu riittävän korkeassa lämpötilassa. (Kilkkilä 2017; Leipälä 2017)

Riittävän lämpötilan saavuttamisen vuoksi polttoon tarvittava kattilan teho on yli 100 kW. Lisäksi tarvitaan riittävän suuri varaaja, mikä taas vaikuttaa investoinnin suuruuteen. Tuhka täytyy voida siirtää pois, koska esim. turpeen tuhalla on matala sulamispiste. (Kilkkilä 2017). Liikkuvapohjainen arinakattila soveltuisi periaatteessa lannan polttoon, ottaen huomioon vaatimukset viipymälle. Fortumin laitoksella käytetään leijupetikattilaa, jossa puuhakkeen seassa poltettavan hevosenlannan osuus on 5 %.

Suurimpia lannan polttoon liittyviä haasteita ovat polttoaineen laatu vaihtelu ja kosteus sekä laitteiston tehonsäätö. Lanta voidaan myös kuivata ja/tai puristaa pelleteiksi/briketeiksi, kuten esim. Saksassa on ollut käytäntönä. Tällaisen käsittelyn kannattavuus täytyy kuitenkin aina arvioida tapauskohtaisesti. Lannan korkea klooripitoisuus saattaa aiheuttaa korroosiota laitteistossa, ja korkea tuhkapitoisuus taas johtaa paakkuuntumiseen ja sintraantumiseen (Saastamoinen 2017). Arinapoltoissa ei välttämättä löydy lannalle sopivaa teknistä ratkaisua. On myös syytä huomioida, että lainsäädännön muutos koskee vain alle 50 MW:n kattiloita. (Arffman et al. 2018.)

Yhteenveto

Hevoselannan poltto voi tulevaisuudessa olla vaihtoehto energiaomavaraisuuden parantamiseen ja hajautetun lämmöntuotannon lisäämiseen maaseudulla. Tämä tukee myös uusiutuvan energian käytön lisäämiseen liittyviä tavoitteita. Yksittäisille, pienille hevosiloille lannan poltto ei välttämättä ole jatkossakaan kannattava ratkaisu, mutta hevoskeskittymillä on hyvät mahdollisuudet. Toisaalta tekniikka kehittyy jatkuvasti ja aiheeseen liittyvää tutkimusta tehdään aktiivisesti. Ravinteiden kierrätyksen kannalta hevoselanta olisi ensisijaisesti hyödynnettävä lannoitteena, mutta tämä ei ole aina toteutettavissa. Varsinkin purukuivitetulle lannalle poltto voi olla hyvä vaihtoehto, koska se soveltuu menetelmään parhaiten, mutta lannoitekäyttöön sillä on vähiten kysyntää.

Lähteet

Airaksinen, S. 2006. Bedding and Manure Management in Horse Stables. Its Effect on Stable Air Quality, Paddock Hygiene and the Compostability and Utilization of Manure. Väitöskirja. Kuopion yliopisto, Luonnontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta. Kuopio. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:951-27-0443-9>

Arffman, M., Lehtinen, J., Arffman, S. 2018. Hevosenlannanpolton lainsäädännön muutoksen vaikutusarviointi. Envitecpolis. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <https://envitecpolis.fi/wp2017/wp-content/uploads/2018/04/2018-04-04-RAPORTTI-Polton-vaikutusarviointi.pdf>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. EUR-lex. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Fortum Oyj. 2018. Fortum HorsePower – Kuivike- ja lantahuoltopalvelu hevostalleille. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavissa: <https://www.fortumhorsepower.com/>

Hippolis. 2018. Hevostalous lukuina 2017. Hippolis, Suomen Hippos ry, Suomen ratsastajainliitto ry, Luke Hevostalous. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/Hevostalous%20lukuina%202017_lopullinen.pdf

Jätelaki 646/2011. Finlex. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Kilkkilä, V. 2017. Myyntijohtaja. Ariterm Oy. Haastattelu 6.3.2017.

Komission asetus (EU) N:o 142/2011. EU Publications. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bdfc25af-c4cf-4583-8c7c-99ffabbdee3e/language-fi>

Leipälä, J. 2017. Toimitusjohtaja. Finnmammut Oy. Haastattelu 27.2.2017.

Luostarinen S., Grönroos J., Saastamoinen M. 2017. Hevosenlannan käsittely Suomessa. Tulokset lannankäsittelykyselystä talleille.

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 8/2017, Luonnonvarakeskus. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-360-4>

Saastamoinen, M. 2017. Hevosenlannan mahdollisuudet poltossa ja pyrolyysissa. Luke Vihreä teknologia, hevostutkimus Ypääjä. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: http://envitecpolis.fi/wp2017/wp-content/uploads/2017/01/02_Hevosenlannan_mahdollisuudet_ja_haasteet_poltossa_ja_pyrolyysissa_Markku_Saastamoinen.pdf

Tanskanen, R., Nora, J., Seppäläinen, S. 2017. Hevosenlannan alkukoostumuksen analysointi XAMKin ympäristölaboratoriossa. Teoksessa: Tanskanen, R. (toim.) Esiselvitys Etelä-Savon hevostalouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-005-0>

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013. Finlex. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>

Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista 750/2013. Finlex. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130750>

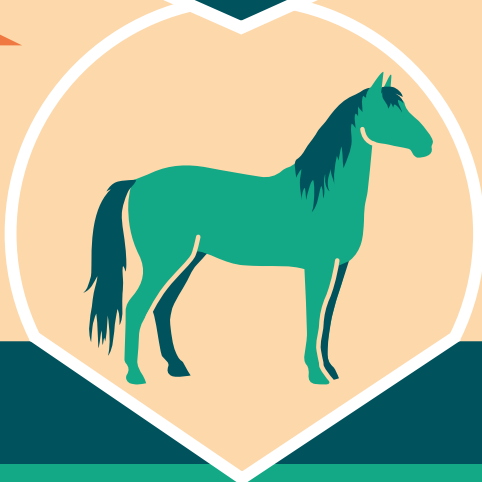
Ympäristöministeriö. 2018. Lannan poltto helpottuu huomenna. Tiedote 14.11.2018. [Viitattu 19.11.2018]. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Lannan_poltto_helpottuu_huomenna_ohjeet_\(48459\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Lannan_poltto_helpottuu_huomenna_ohjeet_(48459))

LÄMMITÄ LANNALLA

UUSIUTUVAA ENERGIAA
HEVOSTILOILLA

HYÖDYT

- ✓ Lannan tuottama lämpö saadaan talteen
- ✓ Ravinteet saadaan hyödynnettyä
- ✓ Soveltuu kaikille hevostiloille
- ✓ Ei välttämättä vaadi suuria investointeja



TÄYSIKASVUISEN HEVOSEN
LANNANTUOTANTO / VUOSI

8-17 m³

KUIVIKE-
LANTAA

60-80%

KUIVIKKEEN
OSUUS

Lannoitekäytön ja kompostoitumisen kannalta **kasvipäriset kuivikkeet** ovat parhaita vaihtoehtoja.

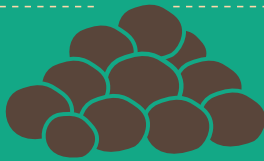
PASSIIVINEN KOMPOSTOINTI

Varastoinnin aikana lantalassa tai karsinan kuivikepatjassa.



AKTIIVINEN KOMPOSTOINTI

Rumpukompostorissa ilmaston ja lämpövaikutuksen avulla.



Lämmitä tehokkaasti tallirakennuksen oleskelutilat, varustehuone ja käyttövesi.



Yksinkertaisin ja halvin tapa lämmöntalteenotolle on asentaa lantalalan yhteyteen (esim. betonilaatan alle) putkisto, jossa kiertää lämmön siirtämiseen soveltuva neste.

Kun rumpukompostori varustetaan lämmöntalteenottojärjestelmällä, prosessissa vapautuva lämpö saadaan hyödynnettyä lämpöpumpputekniikan avulla.

Antti Heinonen, Tommi Mustaniemi ja Mari Eronen

Informaatiomuotoilu uusiutuvan energian viestinnässä

Maaseudulla on lukuisia mahdollisuuksia ja valtava potentiaali uusiutuvan energian tuotantoon. Näiden mahdollisuuksien esiin tuomiseksi tarvitaan havainnollistavaa viestintää. Uusiutuvan energian tuotannon ja energiatehokkuuden parantamisen taloudelliset ja ympäristölliset hyödyt on tärkeää esittää maaseudun toimijoille helposti ymmärrettävässä muodossa. Informaatiomuotoilu on tässä keskeisessä roolissa.

Selkeyttä tiedon visualisoinnilla

Informaatiomuotoilulla tarkoitetaan tiedon esitystavan suunnittelemista mahdollisimman selkeäksi (Hildén et al. 2016). Usein sen lopputuote on visualisointi, jonka tuottamisessa noudatetaan visuaalisen suunnitteluun liittyviä toimintatapoja ja -ohjeistuksia.

Visualisointi tekee jonkin asian havainnolliseksi näköaisteille. Usein tuloksena on kuva, jota voidaan tulkita. Se pyrkii paljastamaan välitetystä tiedosta uusia piirteitä. Infografiikka on taas selittävää ja viestintää tukevaa grafiikkaa. Sen ensisijainen tehtävä on välittää tietoa. (Hildén et al. 2016) Näiden molempien tuottamisessa voidaan hyödyntää informaatiomuotoilun periaatteita ja niiden lopputuloksena syntyy tiedon visualisointia. Näissä voidaan hyödyntää myös narratiivisia elementtejä viestinnän parantamiseksi. Informaatiomuotoilun tyypillisiä lajityyppejä ja käyttökohteita ovat esimerkiksi tietokuvitukset, kartat, tilastografiikat, käsitegrafiikat, verkostomallit, tieteelliset visualisoinnit ja reitinosoittaminen.

Informaatiomuotoilun toimintatavat ja ohjeistukset

Informaatiomuotoiluun liittyviä toimintatapoja ja periaatteita voidaan soveltaa tiedon jalostamiseen eri käyttötarkoituksiin. Tietoa voidaan yksinkertaistaa, vertailla, järjestää ja luokitella. Näin jalostetusta tiedosta saadaan käyttötietoa esimerkiksi visualisointien tai käsikirjoituksen suunnittelutyön pohjaksi. Mitä monimutkaisempaa tietoa käsitellään, sitä tärkeämpää on sen tarkoituksenmukainen järjestäminen ja luokittelu. Visualisoinnin ja viestin tuottaminen luo tarpeita tunnistaa ja tarvittaessa muuttaa tiedon rakennetta. (Tuft 1983, 28). Yleensä samalla määritellään tiedon esittämisessä käytettävät muuttujat ja asteikot.

Visualisoinnin sanoma syntyy vertailusta. Vertailulla voidaan kertoa ja havainnollistaa asioita ymmärrettävämmiin. Vertaaminen luo myös usein tarinallisuutta ja sillä pystytään myös tukemaan tarinaa. Yksittäinen numero ei kerro mitään, ei luo tarinaa, ennen kuin sitä vertaa muihin numeroihin. Vertailtavana asiana voidaan käyttää esimerkiksi lukumäärää, suuruutta, järjestystä, kategorioita, aika-jatkumoa tai sijaintia.

Käyttäjälähtöistä ja ymmärrettävää

Tehokas informaatiomuotoilu ei keskity siihen, mitä me haluamme sanoa informaation tuottajina ja visualisoijina. Se keskittyy siihen, mitä käyttäjä haluaa ja tarvitsee, ja miten käyttäjä viestin haluaa ja tarvitsee. (Lipton 2007). Monimutkaisen tiedon visualisointi vaatii aina myös ymmärrystä sen loppukäyttäjistä. Usein haluttua viestiä pyritään yksinkertaistamaan mahdollisimman paljon, loukkaamatta käyttäjää.

Ymmärrettävyyttä ja käytettävyyttä voidaan parantaa kirjoittamalla viesti selkeäksi. Käytetyn kielen, visuaalisen sommittelun, typografia pitää suunnitella yhdenmukaiseksi ja selkeäksi. (Lipton 2007). Visualisointia katsoessa lukemisjärjestyksen, aihepiirin ja kontekstin pitäisi olla selkeitä ja avautua käyttäjälle vaivattomasti ja loogisesti. Tyylimäärittelyn lisäksi luodaan usein sisällöllinen vaatimusmäärittely, jossa määritellään visualisoinnin tietopohja. Sen avulla voidaan sopia eri osapuolten kanssa yhteisistä tavoitteista, jalostaa raakatietoa ja suunnitella tarkemmin viestin sisältöä käyttäjälle. Lopullisessa visualisoinnissa kaikki näkyvät elementit merkitsevät. Analysoidessa tietoa määritellään viestin tärkeimmät asiat ja niille annetaan suurin visuaalinen ja viestinnällinen painoarvo visualisoinneissa.

Data wrangling

Data Wrangling (vapaa suomennos ”tiedon kiistauttaminen”) on tietojenkäsittelytieteeseen pohjautuva iteratiivinen tiedon tarkastelu- ja muutosprosessi, joka mahdollistaa analysoinnin. Tiedosta pyritään tekemään käytettävää (usable) eli se muotoillaan sopivammaksi esimerkiksi visualisointien suunnitteluun tai analysointityökalujen käyttöön. Prosessin ei ole tarkoitus tuottaa pelkästään yksinkertaistettua tietoa vaan tehdä siitä muokattavampaa, virheistä puhtaampaa ja selkeästi esitettyä tietoa analysoitavaksi. (Kandel et al. 2011). Kiistauttamisen aikana tieto arvioidaan, puhdistetaan, yhdistetään ja sovitetaan haluttuun muutokseen ja tämän jälkeen arvioidaan tiedon käytettävyys.



Kuva 1. Visualisoinnilla voidaan korvata kirjoitettu tarina. (Kuvakaappaus animaatiosta Holopainen et al. 2016.)

Narraatio informaatiomuotoilun välineenä

Tarinankerronta ja kuvallinen viestiminen ovat osa ihmisen historiaa. Visualisoinneilla voidaan korvata kirjoitettu tarina kokonaan ja luoda narraatio pelkästään kuvien tulkinnan kautta. Tietotarina (data stories) on tiedon pohjalta kirjoitettava tarina. Hyvän tietotarinan tuottaminen vaatii tekijöiltään laaja-alaista tietämystä niin tiedon visualisoinnista kuin tarinankerronnasta. Animaatioissa tietotarinan rakenne on lähtökohtaisesti lineaarinen, jolloin tietosisältö käydään läpi aina samassa määritellyssä järjestyksessä.

Tarinankerronta on yksi parhaista keinoista saada yhteys katsojaan myös informaatiomuotoilun yhteydessä. (Clarke 2013). Mutta koska informaatiomuotoilulla on usein myös muita tavoitteita, tarina ei ole aina suunnittelun keskiössä.

Lähtökohdat ja tavoitteet

Informaatiomuotoiluprojekteissa prosessi voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri vaiheeseen: tutkimukseen, suunnitteluun ja toteutukseen. Informaatiomuotoiluprojektiin osallistuvien henkilöiden lukumäärän ja heidän roolien mukaan prosessit voidaan jakaa yksi-, kaksi- tai kolmikantaisiin malleihin. (Hilden et al. 2016)

Yksikantamallissa informaatiomuotoilijana toimii aina sisältövastaava, joka tuottaa koko prosessin aina tutkimusmateriaalista lopulliseen toteutukseen. Sen onnistunut toteutus vaatii usein tekijältä erittäin laaja-alaista osaamista eri aloilta. Kaksikantamallissa sisältövastaava vastaa tutkimuksesta ja tiedon jalostamisesta, mutta toteuttajan roolissa toimii eri henkilö, joka toimii informaatiomuotoilijana ja suunnittelee sekä tuottaa lopullisen visualisoinnin. Toteuttaja on visuaalisen viestinnän osaaja. Kolmikantamallissa kaikki prosessin vaiheet tuotetaan kolmella eri roolilla ja henkilöllä. Mallissa informaatiomuotoilija työskentelee sisältövastaavan ja toteuttajan kanssa vastaten suunnitteluosuudesta. Tätä mallia käytetään usein monimutkaisissa tiedon visualisoinneissa.

Visualisointiprojektin toteutuksen voi jakaa seitseenportaiseen malliin (Fry 2008, 1):

1. Hanki visualisoitava tietoaineisto
2. Jäsennä ja järjestä aineisto
3. Suodata visualisoinnin kannalta tarpeeton tieto pois
4. Rikasta aineistoa analysoimalla
5. Valitse esitystapa ja esitä
6. Jalosta esitystapaa paremmaksi
7. Lisää vuorovaikutus

Animaatiolla tehokkuutta viestintään

InforME-hankkeessa tuotiin esiin maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuuksia tuottamalla julisteita, infokuvia, videoita ja animaatioita. Aiheina olivat mm. aurinkoenergiajärjestelmän kannattavuus maataloilla, maatalojen energiatehokkuuden parantaminen, hevosenlannan hyödyntäminen energiantuotannossa, liikenteen vaihtoehtoiset energiat ja lämpöyrittäjäyys. Erityisesti animaatiot koettiin tehokkaana ja havainnollistavana viestinnän välineenä.

Ensimmäinen animaatio Lämpö talteen hevosenlannasta syntyi hankkeessa tehdyn selvityksen pohjalta ja siinä esiteltiin lämmöntalteenottoratkaisuna rumpukompostori. Taustatietona työryhmälle toimi selvitysraportin lisäksi videomateriaali hevostilalta, jolla oli vastaava järjestelmä käytössä. Laitevalmistajien nettisivuilta haettiin myös referenssikuvia ja numeraalisia faktoja. Animaation tekeminen alkoi laatimalla käsikirjoitus ja kuvakäsikirjoitus, jotka hyväksyttiin asiantuntijoilla.



Kuva 2. Hevostilalta saatu videomateriaali toimi taustatietona animaation teossa. Kuva: Tuula Pihkala.

Toimeksiantajan, eli tässä tapauksessa hankkeen edustajien, ja tuottajan välinen viestintä informaatiomuotoilun osalta oli projektissa erittäin tärkeää, koska animaatiossa esitettävien viestinnällisten tavoitteiden paikkansa pitävyys oli elintärkeää lopputuotteen uskottavuuden kannalta. Animaattoreiden suunnitelmat ja ehdotukset lopputuotteen graafisen ilmeen puolesta kävivät jatkuvasti tarkastettavana sekä asiantuntijoilla että toimeksiantajilla. Siten varmistettiin onnistunut eteneminen ja pystyttiin rakentamaan visuaalista puolta osissa. Lämpö talteen hevosenlannasta -animaatiossa esiintyvät maatalolliset olivat valikoitu ulkonäön ja erikoisalansa puolesta toimeksiantajien ja asiantuntijoiden kanssa käytyjen vuoropuhelujen perusteella. Oli tärkeää löytää myös monimuotoisuutta visuaaliseen ilmeeseen ja tuoda erilaisia ikäluokkia sekä sukupuolia mukaan hahmoja suunniteltaessa.



Kuva 3. Rumpukompostori esiteltiin animaation keinoin. (Kuvakaappaus animaatiosta Holopainen et al. 2016)



Kuva 4. Lämpö talteen hevosenlannasta –animaation hahmoja. (Kuvakaappaus animaatiosta Holopainen et al. 2016)

Narraattorin käyttö oli animaation rakenteen ja informatiivisuuden takia olennaista. Se antoi mahdollisuuden käyttää visuaalisia ratkaisuja, joita olisi muuten ollut vaikea esittää. Sekä visuaalisen ilmeen että äänisuunnittelun osalta animaatioissa pyrittiin välttämään liikaa realismia, mutta samalla säilyttämään uskottavuus kohderyhmän kannalta. Lopputuloksena oli erittäin onnistunut animaatio, joka sai laajasti näkyvyyttä ja päättyi jopa esitettäväksi Kazakstanissa järjestettyyn Astana World Expoon, jossa teemana olivat uusiutuvan energian ratkaisut.

Yhteenveto

Asiantuntijoiden ymmärrys toistensa aihealueista kasvoi työpajojen aikana, mikä on jo hyödyntänyt molempia osapuolia uusien integrointien suunnitelmissa. On hyödyksi, että kaikilla eri vaiheissa tietoa työstävillä tahoilla - tiedonkeräyksestä visualisointiin - on ymmärrystä yleisistä informaatiomuotoilun toimintatavoista. Yhteisestä päämäärästä sopiminen oli helpompaa, kun suunnittelun eri vaiheiden merkitys lopullisen visualisoinnin kannalta oli kaikille selkeää. Energia-asiantuntijoiden ja informaatiomuotoilijan yhteisesti suunnittelema tehtävänanto ja siinä käytetyn tiedon rajaaminen tuottivat parempia lopputuloksia työpajoissa. Jos raakatieto käsiteltiin ilman informaatiomuotoilijaa tai informaatiomuotoilija suunnitteli tehtävänannon ilman energia-asiantuntijoita, lopputulokset olivat käyttöarvoltaan huonompia.

Informaatiomuotoilun toimintaohjeistusten hyödyntäminen visualisointien tekemisessä auttoi parantamaan niiden luettavuutta ja välttämään suunnitteluvirheitä. Työpajoihin osallistuneet henkilöt olivat pääsääntöisesti viestintän opiskelijoita, joille opittujen ohjeistusten käyttö tiedon visualisoinneissa oli luontevaa. Jo perusasioiden ymmärtäminen ohjeistuksista, esimerkiksi typografiasta, sommittelusta ja värien käytöstä, mahdollistaa selkeämpien visualisointien tuottamiseen. InforME-hankkeen aikana saatiin erittäin hyviä kokemuksia informaatiomuotoilun keinoista ja yhteistyön toimivuudesta asiantuntijoiden sekä tuottajien välillä.

Lähteet

Clarke, L. 2013. Narrative Information Design. Behance. [Viitattu 28.11.2018]. Saatavissa: <https://www.behance.net/gallery/12436357/Narrative-Information-Design>

Fry, B. 2008. Visualizing Data. Exploring and explaining data with the processing environment. Sebastopol (CA): O'Reilly. [Viitattu 28.11.2018]. Saatavissa: http://dbmanagement.info/Books/Others/Visualizing_Data_Jan_2008.pdf

Hildén J., Koponen J. & Vapaasalo T. 2016. Tieto näkyväksi - Informaatiomuotoilun perusteet. Aalto-yliopiston julkaisusarja, Taide + muotoilu + arkkitehtuuri.1/2016. Helsinki: Aalto-yliopisto.

Holopainen, K-M., Koivusalo, R., Märijärvi, J., Tuppurainen, J., Mustaniemi, T., Eronen, M., Vanhamäki, S. 2016. Lämpö talteen hevosenlannasta. [Viitattu 28.11.2018]. Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?time_continue=336&v=PiDjfoP789k

Kandel S., Heer J., Plaisant C., Kennedy J., Van Ham F., Riche Nathalie H., Weaver C., Lee B., Brodbeck D. & Buono P. 2011. Research Directions in Data Wrangling: Visualizations and Transformations for Usable and Credible Data. Information Visualization Journal. Vol. 10(4), 271-288.

Lipton, R. 2007. The Practical Guide to Information Design. New York: John Wiley & Sons.

Tufte, E. 1983. The Visual Display of Quantitative Information. Cheshire (CN): Graphics Press.



Maarit Kari, Henri Koukka, Matti Welin ja Mari Eronen

Uusi sovellus energia-arviointiin

Uusiutuvan energian tuotantomahdollisuuksien arviointiin on saatavilla monenlaisia työkaluja ja laskureita. Investointeja suunniteltaessa on tärkeä hahmottaa myös rakennusten energiankulutus ja arvioida lisäksi erilaisten energiantuotantoratkaisujen yhteensovittamista kulutuksen kanssa. InforME-hankkeessa tuotettiin verkkopohjainen visuaalinen sovellus, jonka avulla maaseudun toimijat voivat kokeilla ja vertailla erilaisten energian tuotanto- ja kulutusyksiköiden yhteensopivuutta. Tässä artikkelissa kuvataan prosessia, joka vaadittiin lopullisen sovelluksen aikaan saamiseksi.

Kehittämisprosessi ja työpajat

Investointi uusiutuvaan energiaan on suuri taloudellinen satsaus ja sitä voi olla vaikea lähestyä ”kevyesti” silmäilemällä. Vaihtoehtojen vertailuun tarvitaan helpokäyttöisiä välineitä ennen investointeja esimerkiksi konsulttipalveluun. Sovelluksen tarve oli havaittu jo aiemmin ja kehitysidea syntyi ProAgria Kesusten Liitossa.

Maaseudulla on vaihtelevan kokoisia ja kulutusprofiililtaan erilaisia rakennuksia. Energiaratkaisut tulevan kysymykseen pienempien ja suurempien kokonaisuuksien suunnittelu-, laajennus- tai päivitysvaiheessa. Julkisissa tai yksityisissä hankinnoissa on tärkeää tietää kokonaisuuden energiankulutus, tehon tarve ja soveltuvat energialähteet suhteessa hankinnan kokoon.

Asuinrakennukset ovat kulutukseltaan melko standardeja ja ennustettavia. Asuinrakennusten lisäksi maaseudulla on eri kokoisia julkisia rakennuksia sekä tuotantorakennuksia ja -halleja, joiden kulutusprofiili ja tehon tarve ovat heikommin tunnettuja. Uusiutuvan energian tuotantoinvestoinneissa kysymys voi olla useamman rakennustyypin yhdistelmästä.

Energiasovellus laadittiin, jotta uusiutuvan energian tuotantoa ja investointeja olisi helpompi lähestyä ja arvioida erilaisissa tilanteissa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa kunta kilpailuttaa lämpöyrittäjän tai rakennuttajan uuteen taajamaan tai olemassa olevan fossiilisen polttoainelaitoksen tilalle uusiutuva energiaa, on hyvä, jos tarjouspyyntö voidaan laatia oikeaan kokoluokkaan.

Maatiloilla ja muissakin rakennuksissa on tärkeää, että energian tuotantoteho mitoitetaan riittäväksi varsinkin, mikäli lisälämmön lähteitä ei ole saatavissa. Maalämmön osalta puolestaan investoinnissa voi säästää tuntuvasti, mikäli kylmimpien säiden varalle kohteissa on käytettävissä lisälämmön lähteenä tulisija. Tällöin puhutaan osatehomituksesta, jolloin lämpöpumpun teho on 60-80% mitoitustehosta ja se tuottaa 95-99% vuosittain tarvittavasta lämmöstä. (Motiva 2018a.) Aurinkosähkön osalta puolestaan on tärkeää mitoitaa investointi lähelle omaa kulutusta suurimman tuotannon aikana, mikäli ylituotannolle ei ole järkeviä käyttökohteita kuten veden lämmitys, auton lataus tms. (Motiva 2018b.)

Kulutusparametrien määrittely

Energiasovellus toimii tyyppiesimerkkien kautta (Taulukko 1). Tyyppiesimerkkejä on 30 kappaletta, joista 14 kappaletta edustaa tuotantorakennuksia, 7 kappaletta asuinrakennuksia ja 7 kappaletta muita rakennustyyppisiä.

Taulukko 1. Tyyppikohteet

Luokitus	Tyyppikohte	Volyymimääritelmä
Tuotantorakennus	Robottinavetta, sähkötoiminen rehunjako	1 robotti
Tuotantorakennus	Robottinavetta, rehunjako traktorilla	1 robotti
Tuotantorakennus	Robottinavetta, sähkötoiminen rehunjako	2 robottia
Tuotantorakennus	Robottinavetta, rehunjako traktorilla	2 robottia
Tuotantorakennus	Lypsyasemanavetta	80 lehmää
Tuotantorakennus	Lihasikala	1000 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Lihasikala	2000 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Broilerihalli	36 000 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Broilerihalli, tehokas	36 000 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Naudanlihan kylmäkasvattamo	200 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Naudanlihan kylmäkasvattamo	400 eläinpaikkaa
Tuotantorakennus	Korjaushalli, uusi	80 m ² x 4 m
Tuotantorakennus	Korjaushalli, vanha	80 m ² x 3 m
Tuotantorakennus	Konehalli, uusi	130 m ² x 4 m
Muut rakennukset	Lomamökki, ympärivuotinen	60 m ²
Muut rakennukset	Lomamökki, pitkä kesäsesonki	60 m ²
Asuinrakennus	Nykyaikainen suurehko päärakennus	300 m ²
Asuinrakennus	Kartanotyyppinen päärakennus	700 m ²
Asuinrakennus	Omakotitalo, energialuokka C	120 m ²
Asuinrakennus	Omakotitalo, energialuokka A	120 m ²
Asuinrakennus	Rivitalo	5 asuntoa
Asuinrakennus	Rivitalo, energiatehokas	5 asuntoa
Asuinrakennus	Pienkerrostalo (3 krs, 2 rappua)	18 asuntoa
Asuinrakennus	Pienkerrostalo (3 krs, 2 rappua), energiatehokas	18 asuntoa
Muut rakennukset	Päiväkoti	816 m ² , 1000 m ² (>100 lasta)
Muut rakennukset	Koulu	3000 m ² (10 x 25 x 3) - 500 lasta
Muut rakennukset	Urheiluhalli	1000 m ² /500 m ²
Muut rakennukset	Seurantalo, vanha	500 m ²
Muut rakennukset	Seurantalo, energiatehokas	500 m ²

Energiankulutuksen taustatiedot on laskettu eri lähteistä. Tuotantorakennusten energiankulutuksen tyyppiluvut ovat peräisin ProAgrian tekemistä maatilien energiasuunnitelmista, edustaen tyypillistä kulutusta kuvatuista kohteista. Sikalan ja broilerihallin käytännön esimerkkejä on vähemmän, mutta havaintoaineistoa pyritään laajentamaan vielä hankkeen loppuajankana. Myös suuren asuinrakennuksen (kartanotyyppinen asuinrakennus) havaintotietoina käytettiin Maatiloilla laskettuja kulutuksia.

Toimistorakennusten, päiväkodin ja muiden kuin tuotanto- tai asuinrakennusten kulutusarvot laskettiin Motivan energiakatselmusten tilastoista. Asuinrakennusten energiankulutuksessa käytettiin rakennustyyppin energiatehokkuustodistuksen tyyppiä.

Lämmityksen energiankulutus on jaettu Suomen eri läänien kulutusjakauman keskimääräisellä jakaumalla. Sähkön kulutus on oletettu tasaiseksi vuoden ympäri muissa kuin kesämökkiesimerkissä, jossa talvikausille ei ole jyvitetty energian kulutusta laitesähköstä tai lämmityksestä. Energian kulutuksen lisäksi sovellus laskee tarvittavan, yhteenlasketun lämpötehon valituille kohteille. Lämpöteho on määritetty ns. maksimilämpötehon määritelmällä, joka on vuoden kokonaiskulutus jaettuna 2000:lla.

Kulutukseen ei ole laskettu mukaan lämmönsiirtohäviöitä tai muita hyötysuhdehäviöitä, vaan ne ovat mukana energian tuotanto-osiossa, jossa kullakin teknologialla on määritetty niille tyypillinen hyötysuhde.

Lämpöenergian tuotannon osalta sovellukseen on määritelty eri teknologioiden ja tuotantotehojen osalta hyötysuhde huomioiden energian tuotantoteho kerrottuna 2000:lla. Eri teknologioille määritettiin tehoalue, johon ne soveltuvat.

Sovelluksen toiminta

Sovelluksen käyttöliittymä jakautuu selkeästi kolmeen osaan jotka ovat: energiatarpeen määrittely, energiatarpeen jakautumisen tarkastelu vuositasolla ja energian tuotannon arviointi. Kun käyttäjä saapuu palveluun, hän valitsee ne kohteet, joiden energian kulutusta ja uusiutuvan energian ratkaisuja hän haluaa tarkastella (Kuva 1). Kohteet on ryhmitelty kolmeen eri kategoriaan: asuinrakennukset, muut rakennukset ja tuotantorakennukset. Asuinrakennukset pitävät sisällään eri tyyppisiä omakotitaloja, kartanon päärakennuksia, rivitaloja sekä pienkerrostaloja. Seuraavassa kuvassa käyttäjä on valinnut tarkastelun kohteeksi yhden kartanotyyppisen päärakennuksen ja kaksi omakotialoa, joista toisen energialuokka on A ja toisen C.

RAKENNUKSET

Ohjeet

1. Aloita sovelluksen käyttö valitsemalla kolmesta kategoriasta (Asuinrakennukset, Muut rakennukset, Tuotantorakennukset) kohteet, joiden energiankulutusta ja uusiutuvan energian ratkaisuja haluat tarkastella.
2. Valitse kohde/kohteet klikkaamalla kuvaketta. Lisäklikkauksilla lisätään lukumäärää, kääntönuoleilla vähennetään.
3. Valittuasi kohteet paina Laske-nappia siirtyäksesi seuraavaan vaiheeseen. Sovelluksessa on rajallinen määrä kohteita, joten valitse sopivin vaihtoehto.

Kulutuksessa ei ole huomioitu ajoneuvopolttoainetta, veden lämmitystä eikä lämmönsiirtohäviöitä.

Valitse rakennukset:

Asuinrakennukset


Muut rakennukset

Tuotantorakennukset


Lämmitystehon tarve (kaikki valinnat): 70 kW




Nykyaikainen suurenho päärakennus
300 m²



Kartanotyyppinen päärakennus
700 m²




Omakotitalo, energialuokka C
120 m²



Omakotitalo, energialuokka A
120 m²




Rivitalo
5 asuntoa



Rivitalo, energiatehokas
5 asuntoa



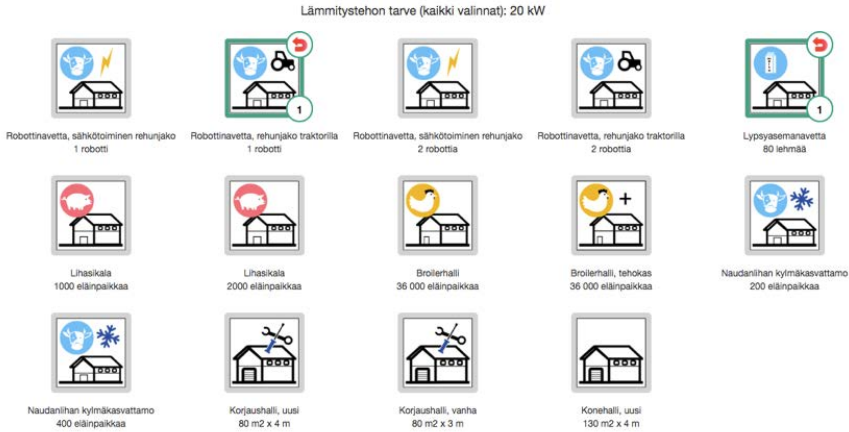
Pienkerrostalo
18 asuntoa



Pienkerrostalo, energiatehokas
18 asuntoa

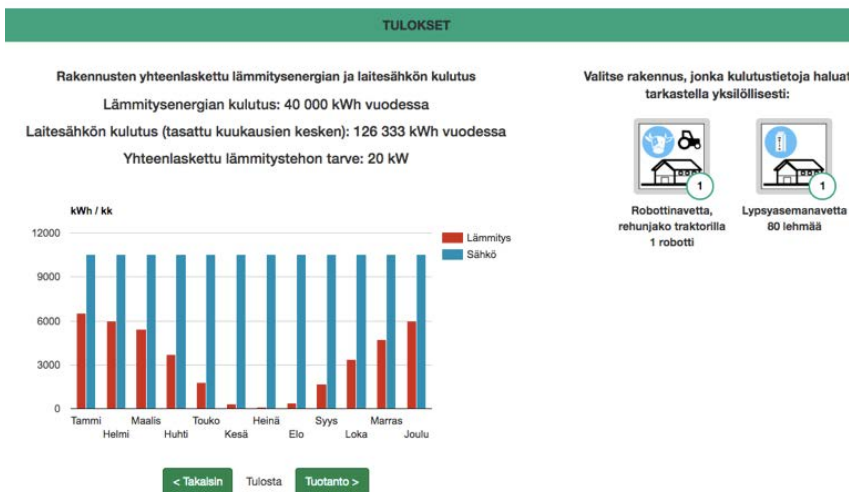
Kuva 1. Asuinrakennusten energiatarpeen määrittely

Muissa rakennuksissa on valittavissa mm. lomamökkejä, päiväkoteja, urheiluhalleja, seurojentaloja sekä toimistorakennuksia. Tuotantorakennukset pitävät sisällään navettoja, sikaloita, broilerihalleja, naudanlihan kylmäkasvattamoja sekä kone- että korjaushalleja. Kuvassa 2 käyttäjä on valinnut tarkastelun kohteeksi yhden robotin robottinavetan, jossa rehunjako toteutetaan traktorilla sekä 80 lehmän lypsyanavetan. Kuten kuvasta nähdään, tuotantorakennusten lämmitystehon tarve on 20kW.



Kuva 2. Tuotantorakennusten energiatarpeen määrittely

Kun käyttäjä on valinnut haluamansa kohteet, päästään tarkastelemaan rakennusten yhteenlaskettua lämmitysenergian ja laitesähkön kulutusta sekä sen jakautumista eri kuukausien välillä. Kuvassa 3 on esitetty edellisessä kuvassa valittujen tuotantorakennusten lämmitys ja sähkönkulutus. Lämmitysenergiaa kuluu vuodessa 40 000 kWh ja laitesähköä 126 333 kWh. Sähkön kulutus on tasaista ympärivuoden, mutta lämmityksiin kuluu talvella noin 6000 kWh kuukaudessa, kun taas kesällä lämmityksen tarve on lähes olematonta.



Kuva 3. Tuotantorakennusten energiatarve ja sen jakautuminen

Kolmas kokonaisuus sovelluksessa on uusiutuvan energian tuotannon eri vaihtoehtojen tarkastelu. Se on jakautunut kahteen osaan: lämmöntuotanto ja sähköntuotanto. Lämpöosiossa voi tarkastella metsä-, pelto, maa- ja lan-taperäisiä energiantuotantovaihtoehtoja. Valittavana on lämmön tuotanto puuenergialla, biokaasulla tai maa ja vesilämmöllä. Tuotantotavan valinnan jälkeen valitaan käytetty polttoaine esim. klapi tai pelletti (puuenergia), hevo-sen kuivalanta, nurmimassa, sian lietelanta tai naudan lietelanta (biomassa) tai porakaivo, maakeruupiiri tai vesikeruupiiri (Maa ja vesilämpö). Kuvassa 4 on esitetty, miten vaadittava lämmön tuotto voidaan toteuttaa puuener-gian avulla pellettejä polttamalla ja kuinka tuotanto sekä kulutus jakautuvat kuukausittain.

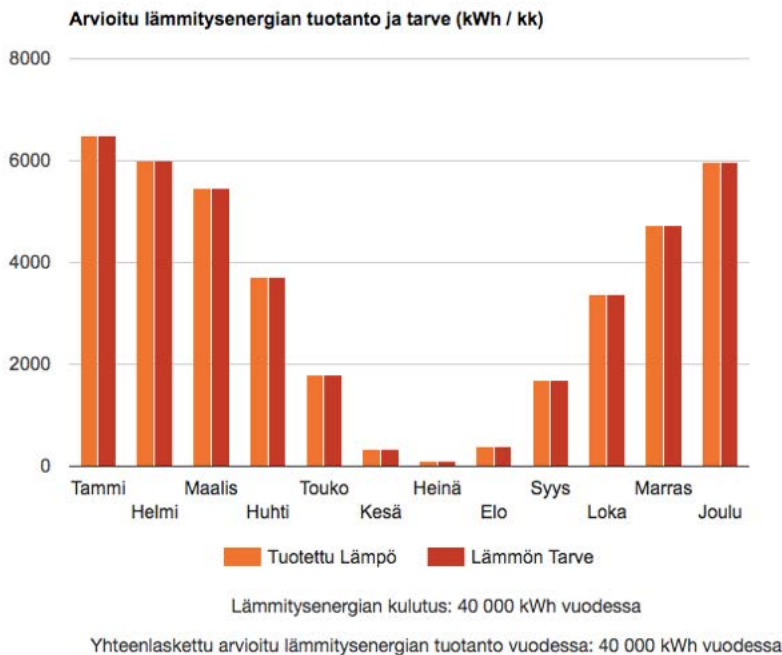
Energianlähde: Pelletti

Tuotantotapa: Poltto, pellettipoltin

Lämmitystehon tarve: 20 kW

Tarvittava määrä: 9.16 tn

Alla esitettyinä lämpöenergian tuotannon ja kulutuksen jakautuminen kuukausittain.



Kuva 4. Tuotantorakennusten energiatarve ja lämpöenergian tuotanto pellettejä polttamalla

Sähköosiossa voi tarkastella sähkön tuottamista aurinkoenergian avulla. Valittavana on aurinkopaneeliratkaisuja 5 kW aina 40 kW teholuokkaan asti. Teholuokan jälkeen valitaan vielä paneelien asennuskulma sekä ilmansuunta. Tämän jälkeen palvelu näyttää sähkön kulutuksen ja tuotannon jakautumisen vuositasolla. Kuvassa 5 on esitetty 40 kW paneelien sähköntuotanto, kun paneelit on asennettu 42 asteen kulmaan etelän suuntaan. Laitesähkön tarve on edellä valittujen tuotantolaitosten mukainen.

Energianlähde: Aurinko

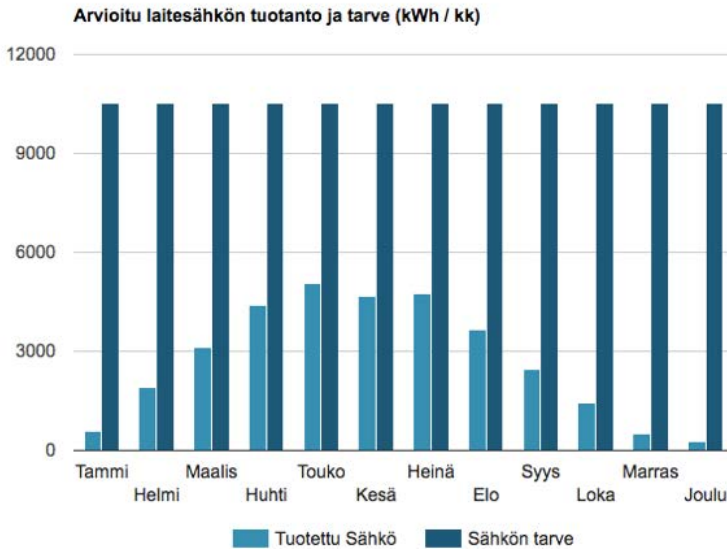
Tuotantotapa: Sähköpaneeli

Paneelien teholuokka: 40 kW

Paneelin kulma: 42°, paneelin suunta: etelä

Tarvittava pinta-ala: 280 m²

Alla esitettyinä laitesähkön tuotannon ja kulutuksen jakautuminen kuukausittain.



Laitesähkön kulutus (tasattu kuukausien kesken): 126 333.324 kWh vuodessa

Yhteenlaskettu arvioitu laitesähkön tuotanto vuodessa: 32 790 kWh vuodessa

Kuva 5. Tuotantorakennusten energiatarve ja sähkön tuotanto aurinkoenergiaa hyväksikäyttäen

Sovelluksen kehittäminen

Sovelluksen kehittäminen aloitettiin 2016 syyskuussa Tieto- ja viestintätekniikan projektityö opintojaksolla. Projektiryhmä koostui kahdesta mediatekniikan ja kahdesta ohjelmistotekniikan opiskelijasta. Ensimmäiset käyttöliittymäprototyypit sovelluksesta saatiin aikaiseksi keväeseen mennessä.

Kehitystyössä suurimmat haasteet aiheutuivat monimutkaisten laskentaa vaativien toimenpiteiden piilottamisesta yksinkertaiseen käyttöliittymään. Sovelluksen tarkoitus on tehdä monimutkaisesta asiasta yksinkertainen ja suuntaa antava. Alkuvaiheessa pohdittiin sitä, miten saadaan yhdistettyä kaksi saman asian eri puolta. Kulutusyksiköt ja erilaiset tuotantotavat oli datan keruun jälkeen helppo taulukoida, mutta toteutuksen kannalta vaikeimmaksi tuntui muodostuvan näiden kahden toisiaan vastaavan tiedon järkevä yhteensovittaminen. Pohdinnassa oli useita eri tapoja tuottaa ”keinoäly” joka hakisi tiettyyn kulutusprofiiliin sopivan tavan tuottaa tarvittava energiamäärä lämpö- tai sähköenergiaa.

	A	B	C	D	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
10	7	tuotantorakenmus	nyssäsemanavetta	kuurimus	40 000	3 000	74 000	23 000	117 000	39	17	20	
11	6	tuotantorakenmus	liihsakala	1000 paikkaa	250 000	60 000	35 000		365 000	332	182	400	
12	7	tuotantorakenmus	liihsakala	2000 paikkaa	400 000	120 000	88 000		608 000	276	306	400	
13	8	tuotantorakenmus	trailerhalli	36 000 paikkaa	190 000	6 565	30 000		226 565	78	116	120	
15	10	tuotantorakenmus	naudanlihan kylmälukavattamo	200 paikkaa	7 000	7 000	15 000	60 000	89 000	46	8	12	
16	11	tuotantorakenmus	naudanlihan kylmälukavattamo	400 paikkaa	7 000	14 000	20 000	90 000	131 000	34	12	12	
17	12	tuotantorakenmus	Korjaushalli, uusi	80 m2 x 4	6 400		6 000		12 400	155	4	12	
18	13	tuotantorakenmus	Korjaushalli, vanha	80 m2 x 3	10 000		6 000		16 000	200	6	12	
19	14	tuotantorakenmus	konehalli, uusi	130 m2 x 4	10 000		2 000		12 000	92	6	12	
20	15	tuotantorakenmus	Lämminilmakuuri ja tuotantotala	200 ha vilja-ala (400 hl, 500 kW)	160 000		16 000	120 000	296 000		376	400	
21	16	tuotantorakenmus	Lämminilmakuuri ja tuotantotala	400 ha vilja-ala (800 hl, 900 kW)	320 000		32 000	240 000	592 000		753	800	
22	17	tuotantorakenmus	Kylmälilma-säilökukurit ja tuotanto	100 ha (6304 hl, 15 kW puhallin)			12 000	60 000	72 000				
23	18												
24	19	tuotantorakenmus	aurinkovasteinen viljakas-kuuri	30 m3	1800		270	2 490	4 560				
25	20	Majutusrakenmus	lomamökki, ympäri-vuotinen	60 m2	8 833	4 190	8 600		16 124	369	7	12	
26	21	Majutusrakenmus	lomamökki, pitkä kesäkesä	60 m2	3 333	3 886	3 800		7 019	117	3	12	
27	22	Asuinrakenmus	nykykalainen suurehko pääkakenmus	300 m2	33 833	5 311	7 500		46 644	155	23	40	
28	23	Asuinrakenmus	kartanotyypinen, pääkakenmus	700 m2	116 667	3 311	10 500		132 477	189	72	80	
29	24	Asuinrakenmus	Omakotitalo, energialuokka C	120 m2	13 533	4 249	6 000		23 782	198	10	12	
30	25	Asuinrakenmus	Omakotitalo, energialuokka A	120 m2	9 260	4 249	4 800		18 309	153	8	12	
31	26	Asuinrakenmus	Rivitalo	5 asuntoa	36 000	13 277	24 000		93 277	233	41	60	
32	27	Asuinrakenmus	Rivitalo, energiatietokas	5 asuntoa	37 333	13 277	20 000		70 610	177	30	40	

Kuva 6. Kulutusyksikködataa Excelissä

Ratkaisuksi tähän haasteeseen löytyi idea hyödyntää edelleen Excelin tarjoamia tietoja. Sen sijaan että pitkä päättelyketju olisi toteutettu ohjelmallisesti sovelluksen sisäisenä logiikkana luotiin välitaulukko, joka vastaa kysymyksen siitä minkälaisia tuotantotapoja on tietystä kokoluokassa tarjolla. Tällä tavalla päästiin oikaisemaan ilman ohjelmallista päättelyä suoraan suositeltavaan tuotantomuotoon.

Excel-taulukoista löytyvä data on koko kehitystyön ajan ollut muuttuvaa. Asiat ovat tarkentuneet, uusia kulutusyksiköitä on otettu mukaan ja vanhoja on poistettu turhina. Jo kehitystyön aikaisessa vaiheessa päätettiin, että tietojen ns. master on Excelillä toteutettu taulukko (Kuva 6). Tällä saavutettiin kaksi hyötyä: taulukon dataa pystyttiin muokkaamaan, kunhan pitäytyttiin sovittussa datan rakenteessa. Samaan aikaan kuitenkin voitiin edetä sovelluksen suunnittelussa ja toteutuksessa olemassa olevan datan avulla. Päivitetty data luettiin Excel-taulukosta aika ajoin sovelluksen taustalla olevaan tietokantaan ja näin saatiin uudet kulutusyksiköt ja muut muuttuneet asiat mukaan sovellukseen. Tämä tietysti vaati hieman säätöä käyttöliittymässä. Tällaisia tilanteita olivat esimerkiksi ne, joissa taulukkoon oli tullut uusi kulutusyksikkö jolla ei ollut kategoriansa mukaista kuvaketta. Päivitetyn datan lukemiseen löytyi palvelu (SQLizer.io), jolla taulukko dataa saatiin SQL-tietokantaan soveltuvaan muotoon. Tämä helpotti työtä huomattavasti, sillä henkilöt jotka tuottivat taulukko dataa, pystyivät työskentelemään itselleen tutulla työkalulla. Samoin kehitystyössä vältyttiin erillisen ylläpitojärjestelmän ohjelmoinnilta.

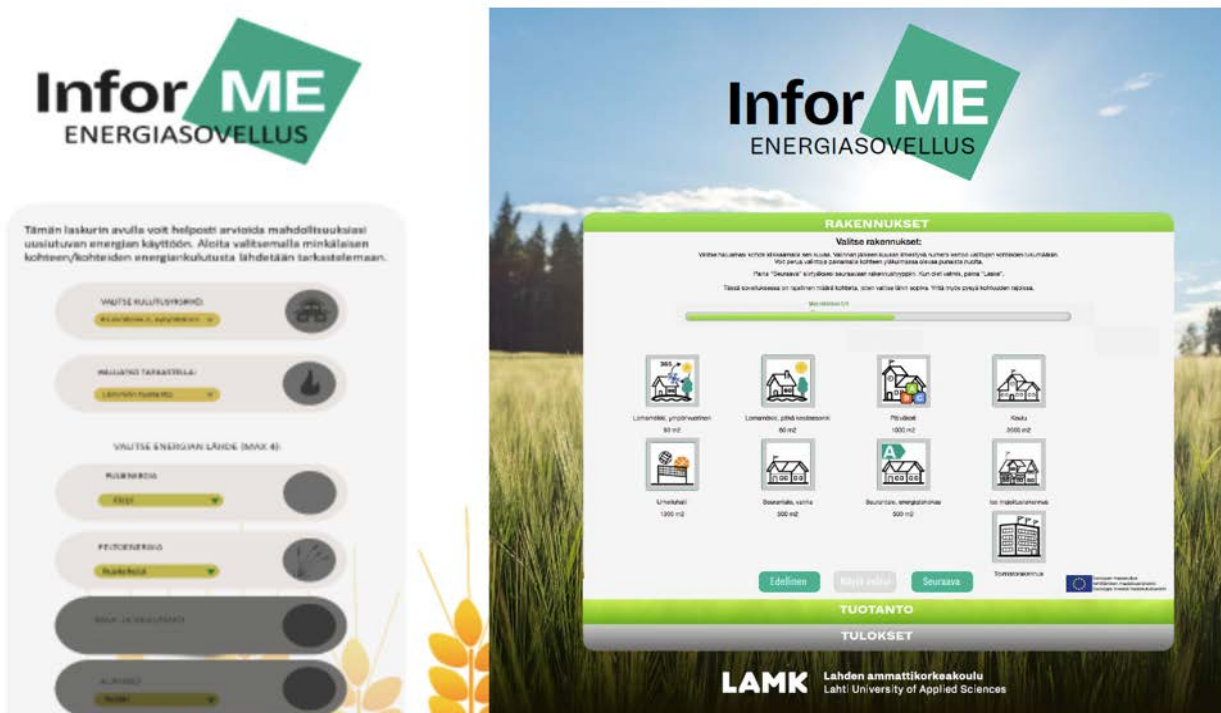
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2	Polttoaine	teho	5	10	20	30	40	60	120	300	500	1000	2000	5000	Muu yksikkö, mikä	Raaka-aine	Yksikkö		
3	Kivi	poltto			x	x	x												
4	Pelletti	poltto			x	x	x	x	x										
5	Kokopuuhaake	poltto						x	x	x	x	x					x	ensiharvinnus, ha	
6	Runkohake	poltto						x	x	x	x	x						ensiharvinnus, ha	
7	Häkkäshäähake	poltto						x	x	x	x	x						päähäkkä, ha	
8	Ruokohelpi	poltto						x	x	x								pelto, ha	
9	Viljan oiki	poltto						x	x	x								pelto, ha	
10	Laitteuute	poltto						x	x	x								pelto, ha	
11	Ojikaavin oiki	poltto						x	x	x								pelto, ha	
12	Järvinuoto	poltto						x	x	x								hevosia, kpl	
13	Hevosen kulausala	kukamäädytys						x	x	x								hevosia, kpl	
14	Naudan lieräntä	märkimäädytys						x	x	x								lehmä, kpl	
15	Nurmissa	kukamäädytys						x	x	x								kesätuotteen nurmi, ha	
16	Aurinko	sähköpaneeli			x	x	x											paneelita, m2	
17	Aurinko	keräin			x	x	x											keräintä, m2	
18	Taali	normaali roottori			x	x	x	x											
19	Maalimoo	porakalvo								x	x							porakalvoimetrit ja kalvoja, kpl	
20	Maalimoo	maakeräsuuri								x	x							maakeräsuuria ja keräin ala, m2	

Kuva 7. Tuotantotapojen kokoluokat

Käyttöliittymän kehitys

Sovelluksen käyttöliittymäsuunnittelu kävi läpi useita vaiheita ja sen lopullinen versio poikkeaa lähes täysin ulkoasultaan ja käytettävyydeltään ensimmäisistä hahmotelmista (Kuva 8). Alkuun käyttöliittymäsuunnittelua tehtiin toiminnallisuuden lähtökohdista pohtien sitä, mikä on asioiden toteutusjärjestys. Alkuvaiheessa jopa sellainen asia oli vaikea päättää, pitääkö sovelluksessa lähteä liikkeelle tuotantopotentiaaleista, eli tarjolla olevasta energiasta (Kuva 7) vai pitäisikö käyttäjän valita ensin eri tyyppisiä kulutusprofiileita (rakennuksia).

Käyttöliittymä löysi projektin aikana nykyisen kolmiportaisen toimintamallinsa: rakennuskannan valinta – kulutusprofiilien tarkastelu – soveltuvien tuotantovaihtoehtojen tarkastelu. Tämä yksinkertaisuus on saanut kiitosta usealta taholta ja kommentit ovat kiittäneet sitä, että syötettäviä numerotietoja ei tarvita. Sovelluksen tarkoitus ei missään nimessä ole olla investointipäätöksiä ohjaava laskuri, vaan pikemminkin ajatuksia herättävä työkalu tuotantolaitosten kokoluokkien hahmottamiseen. Toki sovelluksella voi tutkia pelkkiä kulutusprofiileja ottamatta kantaa siihen miten tarvittava energia tuotettaisiin. Kun jonkinlainen ajatus mahdollisesta energiantuotannon aloittamisesta muodostuu, voi asiassa siirtyä eteenpäin ja ottaa yhteyttä konsultteihin, joilla on tietotaito tarkempien kustannuslaskelmien tekemiseen.



Kuva 8. Alkuvaiheen ja lähellä lopullista olevat käyttöliittymäsuunnitelmat

Sovelluksen testaaminen

Energiasovelluksen ensimmäinen versio valmistui syksyllä 2017 ja sitä testattiin aluksi LAMKin ympäristö- ja energiatekniikan opiskelijoiden toimesta. Testaamisen perusteella saatiin tärkeää tietoa toiminnallisuuden kehittämistarpeista. Sovellusta esiteltiin julkisesti ensimmäisen kerran marraskuussa 2017, kun InforME-hanke järjesti Maaseudun energiapäivän Lahdessa uusiutuvan energian tutkimuskeskus Energonilla. Tapahtuma keräsi runsaan joukon osallistujia ja paikalla oli myös hankkeen kohderyhmän edustajia, kuten uusiutuvasta energiasta kiinnostuneita maaseutuyrittäjiä. Sovelluksen esittelyn jälkeen yleisön joukossa heräsi välittömästi kiinnostus ja kysymyksiä siitä, milloin sovellus on valmis käytettäväksi.

Kehitystyötä jatkettiin vielä alkuvuodesta 2018. Huhtikuussa järjestetyssä Fiksu Assa -tapahtumassa Lahden matkakeskuksella sovellusta pääsivät testaamaan myös ulkopuoliset käyttäjät. Testaamisen yhteydessä käyttäjiä pyydettiin täyttämään palautelomake, jossa kysyttiin vastaajan taustaa ja pyydettiin arvioimaan sovelluksen hyödyllisyyttä, käytettävyyttä, ulkoasua ja asiasisältöä. Palautteen perusteella selvisi, että sovellus koettiin selkeäksi ja helppokäyttöiseksi. Ulkoasua kehuttiin myös. Parannuksia toivottiin lähinnä käyttöohjeiden jäsentelyyn ja tulosten tallennusmahdollisuuteen.

Yhteenveto

InforME-projektin yhteydessä toteutettu energiasovellus on mielenkiintoinen esimerkki siitä mitä hyötyjä eri alojen asiantuntijuuksien yhdistäminen voi parhaimmillaan tuoda. Sovelluksen kehitystyössä oli mukana useita asiantuntijoita eri organisaatioista kuten ProAgraria Keskusten liitto, Lahden AMK:n ympäristö- ja energiateknologian TKI-toimijat sekä Lahden AMK:n tieto- ja viestintätekniikan lehtorit ja opiskelijat.

Tämä projekti vaati onnistuakseen kaikkien osapuolten tietotaitoa ja kykyä ymmärtää itselle uutta maailmaa. Tietoteknisen palvelun tai ohjelmiston tarjoajan ja ongelmanratkaisijan rooli edellyttää lähes jokaisessa projektissa asiakkaan toimintaympäristöön tutustumista ja uuden oppimista. Jos ei muuten niin ainakin terminologian osalta. Isot haasteet varsinaisen ohjelmistototeutuksen lisäksi ovatkin usein juuri kommunikaation puolella. On vaikea päästä ongelmien ratkaisussa eteenpäin, jos yhteinen ammattikieli puuttuu. Tämä on toki sama kääntäen: tietotekniikan ammattilaiset elävät omissa maailmassaan, johon voi asiakkaan roolissa olevalla olla vaikea päästä koska pöydän toisella puolella puhutaan ”rajapintojen yli kulkevista viesteistä ja API-kuvauksista”.

Lopputuloksena on erittäin onnistunut sovellus suunniteltuun tarpeeseen. Yksinkertaisen toiminnallisuuden taakse piiloutuva datamassa on mittava ja vaikea sovelluksesta ulkoapäin havaita. Näin voidaan sanoa, että projektin tavoitteet tämän työpaketin osalta saavutettiin mitä parhaimmalla tavalla.

Sovellus on
käytettävissä osoitteessa:
www.informe.lamk.fi

Lähteet

Motiva 2018a. Maalämpöpumppu. [Viitattu: 12.9.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu

Motiva 2018b. Älykkäät sähköverkot. [Viitattu 12.9.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/alykkaat_sahkoverkot

metaenergi



Kaisa Halme

Retket ja tapahtumat oivallusten mahdollistajana

Hämeen maaseudun yrityksissä ja maataloilla oli useita energian tuotantoon ja käyttöön liittyviä kysymyksiä vailla vastausta, joten oli aika ryhtyä selvitystyöhön. Yhteensä 12 järjestetyn tilaisuuden aihepiireinä olivat mm. viljankuivauksen energiatehokkuus, biokaasu, olki, biohiili, aurinko sekä hevostilojen energiaratkaisut. Eri aihepiirien ympärille koottiin tapahtumia, jotka niputtivat eri näkökulmat yhteen. Yhdistävä tekijä kaikissa tilaisuuksissa oli monipuolisuus ja käytännönläheisyys aiheiden käsittelyssä.

Päivitetään viljankuivuri energiatehokkaaksi ja Lämmöntalteenotto viljankuivureissa -tilaisuudet: Hyvästä kysymyksestä koko valtakunnan hyödyksi ”Pitäisikö myös viljankuivauksen energiatehokkuuden parantamiseen saada investointitukea?” Tämä oli kysymys, joka sai ProAgria Etelä-Suomen energia-asiantuntija Markku Lapin (2016) laittamaan toimeksi. Järjestettiin yhteensä neljä tilaisuutta, joissa aiheina: Viljankuivurin energiatehokkuuden optimointi, lämmön talteenotto, laiteutuudet, investointitukitietous sekä laitevalmistajien edustajien tapaaminen.

Markku Lappi (2016) kertoi tilaisuuksien tavoitteena olleen monipuolinen ja keskusteluun pohjautuva kokonaisuus, jossa eri näkökulmat pääsevät hyvin esiin. Ja tavoitteessa onnistuttiin, sillä keskustelu kävi vilkkaana.

Tilaisuuksissa puhututti mm. syksyn 2015 tilanne, jossa vilja ei ollut täysin valmista puintien alkaessa, vaan vaati lisäkuivausta ja ikään kuin kypsytystä kuivurissa, mikä lisäsi kuivausaikaa ja polttoaineen kulutusta. Helsingin yliopiston Tapani Jokiniemen tilaisuuksiin toimittama esitys viljankäsittelyn vaihtoehtoista ja energiansäästön mahdollisuuksista korosti kokonaisuuden hahmottamisen ja mm. tilojen välisen yhteistyön merkitystä. (Jokiniemi 2016). Suurta mielenkiintoa herättivät myös laskurit, joilla viljelijät voivat itse laskea ja vertailla esim. öljy- ja biopolttoainevaihtoehtoa oman tilansa luvuilla.

Hämeen ELY-keskuksen asiantuntija Tuija Hippeläisen puheenvuoro tiivisti hyvin maatalouden investointituissa tärkeät muistettavat asiat: Tukihauassa on siirrytty sähköiseen hakuun Hyrrä-järjestelmässä ja käytössä on pisteytysjärjestelmä, jossa valintajakson aikana tulleet hakemukset pisteytetään. Muutoksena aikaisempiin vuosiin on myös mm. se, että investoinnin voi aloittaa vasta tukipäätöksen saamisen jälkeen. (Hippeläinen 2016).

Kuivurivalmistajien ja laitetoimittajien edustajien puheenvuorot olivat odotettu osio tilaisuuksissa. Paikalla olivat edustettuina Antti-Teollisuus Oy, Arskametalli Oy, Calefa Oy, Mepu Oy, Satabio Oy sekä Viljakas ja PTE-Tekniikka Oy.

Viljankuivurin mitoittamiseen kuultiin karkeita nyrkkisääntöjä: Tarvittavan viljankuivurin koko saadaan kertomalla hehtaarimäärä kolmella. Sulakekoon määrittämisen nyrkkisääntö: Sähkömoottoreiden tehot (kW:t) laskettuna yhteen ja kerrottuna kahdella, niin saadaan tarvittava Ampeerimäärä (A). Kak-

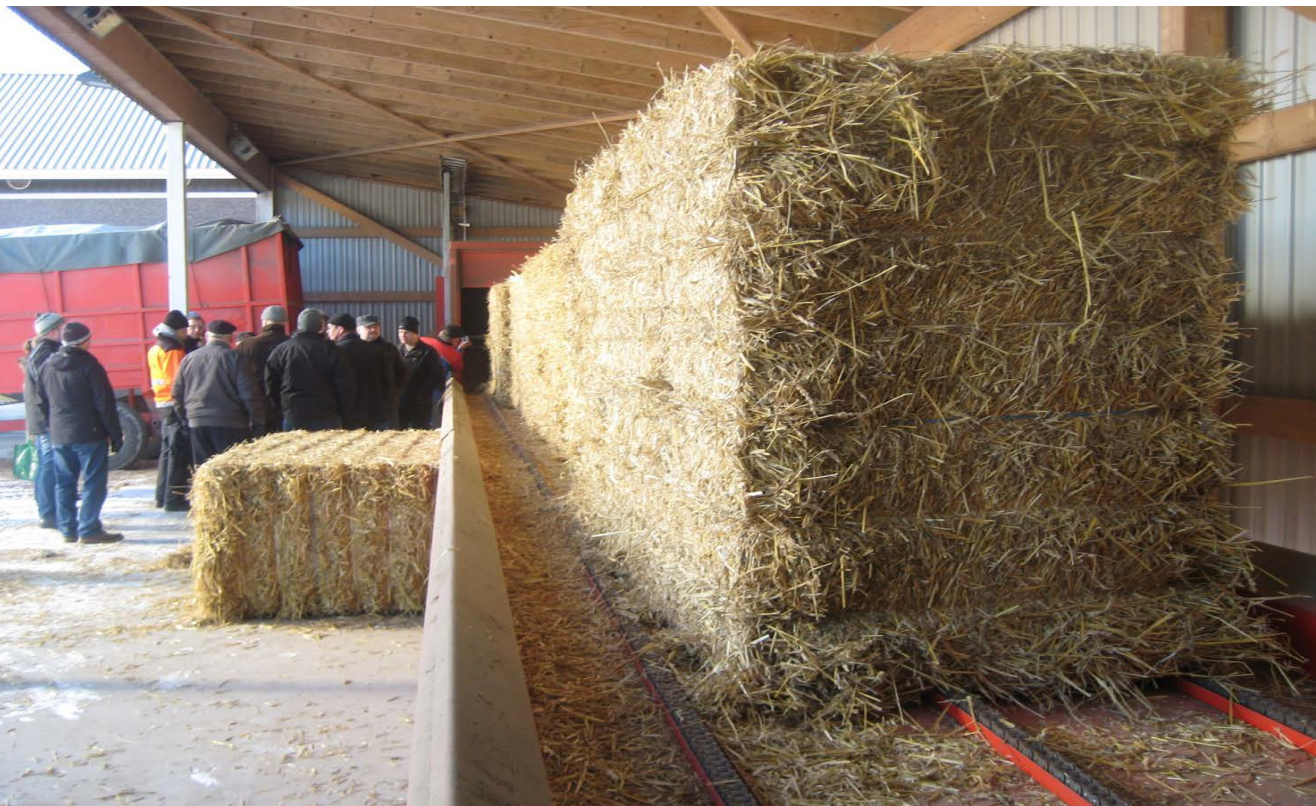
soiskuivreiden pienempi kuivattavan erän koko mahdollistaa nopeamman kuivauksen kuin yksi iso kuivuri. (Lappi 2016.)

Keskustelua jatkettiin tilaisuuksien päätteeksi vielä lähellä sijaitseissa retkikohteissa. Hämeenlinnan tilaisuuden jälkeen tutustuttiin Tapani Brofeldtin johdolla Hattulan Biolämpö Oy:n hakelämpökeskukseen ja J-P Honkasaa-ren hakelämpöä hyödyntävään viljankuivuriin Katinalassa. Jokioisissa retkikohteena olivat Borealis kasvinjalostuksen sekä Luonnonvarakeskuksen viljankuivurit.

Yhteensä 4 tilaisuutta, paljon selvitystyötä, tutustumista eri ratkaisuihin ja keskustelua eri toimijoiden kanssa, niin lopputuloksena viljankuivurin lämmöntalteenottoratkaisut saavat koko maassa saman 40 %:n maatalouden investointituen kuin uusiutuvan energian tuotantojärjestelmät.

Olkiretkeltä vinkit oljen energiakäyttöön ja käyttökokemuksia

Kyheröisen kanala Marttilassa siirtyi olkilämmitykseen vuonna 2012. Tilan isäntä Teijo Kyheröisen mukaan olkikattila on teholtaan 1500 kW ja sillä lämpiävät tilan kaikki asuin- ja tuotantorakennukset sekä viljankuivuri. Oljen lisäksi kattilalle on myös hakkeensyöttölaite, jolla pellonreunaruista tehty hake syötetään kattilaan suoraan hakeperävaunusta. Pakkaskelillä tilalla kuluu kolme 500-600 kilon olkipaalia vuorokaudessa, jolla saadaan 7-8 MWh energiaa. (Kyheröinen 2016.)



Kuva 1. Olkipaalit nostellaan traktorin trukkipiikeillä kuljettimelle, jolla paalien matka jatkuu repijän kautta kattilaan. (Kuva: Kaisa Halme)

Tärkeää paaleissa on, että ne on silputtu riittävän pieneksi ennen paalausta ja että paalin kosteus on alle 15 %, Kyheröinen kertoo. Olkilämmitykselle kannattaa olla varajärjestelmä. Kyheröisen tilalla on öljy varalla, mutta sitä ei ole tarvittu kahteen vuoteen. (Kyheröinen 2016.)

Mellilässä oljen- ja heinäntuottajat Anja ja Kalevi Kuusela Pollenpaali Oy:stä kertoivat, että paalausjakso oljelle on elokuu, jolloin pystytään paalaamaan useita tunteja päivässä. Syyskuussa paalausaikaa on keskimäärin enää kaksi tuntia, kun ilmastokeus alkaa lisääntyä. Tilalla kaikki oljet varastoidaan katon alle. Paalaus onnistuu myös keväällä, erityisesti polttokäyttöön kerättävän oljen osalta. Rypsikasvien olkien paalaus on kalliimpaa, sillä karhotus maksaa enemmän. (Kuusela & Kuusela 2016.)

Oripäässä Farmimuna Oy:n Jukka Isotalo esitteli 1,5 MW:n olkilämmitystä. Isotalo kertoi, että Farmimuna Oy:llä on viljanviljelyä 560 ha ja siipikarjaa yhteensä 400 000 kanaa, joista 250 000 on munivia kanoja. Farmimuna Oy:n kananmunien vuosituotanto on 5,5 miljoonaa kiloa, joka vastaa 10 prosenttia kaikista Suomessa tuotetuista kananmunista. (Isotalo 2016.)

On tärkeää, että olkikanttipaalit varastoidaan halleissa. Kun olki on paalattaessa kuivaa ja riittävän lyhyeksi silputtua, kattila toimii hyvin. Olkilämmityksessä pitäisi Isotalon mukaan olla vähintään 500 kW laitteisto, ja tasainen lämmön käyttötarve ympäri vuoden. Hänen mukaansa työ määrä on sama sekä isolla että pienellä kattilalla. (Isotalo 2016.)

Aurinkopaneelilla energiaa infopäivät – kysymyksiä ja vastauksia

Tilaisuuksissa kiinnosti erityisesti aurinkosähkön mahdollisuudet kesäaikaiseen vedenlämmitykseen ja ilmastointiin.

Timo Jodat (2016) Jodat Ympäristöenergia Oy:stä tiivistä puheenvuorossaan, että maataloilla erityisesti valaistus, juomakuppien lämmitys, koneiden ja autojen lohkolämmitys, kylmälaitteet ja pumput ovat merkittävä sähkönkulutuskohte. Automaatio, termostaatit, ajastimet ja liiketunnistimet puolestaan ovat ratkaisuja sähkönkäytön vähentämiseen.

Timo Jodatin (2016) mukaan on järkevää asettaa ensin säästötavoitteet (10-30%) ja päivittää sähkölaitteiden tekniikka. Myös sähkösopimus on syytä tarkistaa ja kilpailuttaa säännöllisesti. Helppo muistisääntö: Ensin säästetään sähkönkulutusta karsimalla kaikki turha kulutus pois ja vasta tämän jälkeen tehdään aurinkopaneelien mitoitus kesäpäivän pienimmän kuukauden kulutuksen mukaan.



Tero Viander (2016, 11-12) Asikkalan kunnan Välke -hankkeesta kiteytti omassa puheenvuorossaan aurinkopaneelien omatoimiseen hankintaan liittyvät huomioitavat asiat muistilistaksi:

Omatoiminen hankinta

Mitä pitää tietää?

- Asennuspaikka
 - Katto, seinä, maataline
 - Kunto: kannattaako asentaa?
 - Materiaali: pelti (profiili/sauma), tiili, huopa
 - Harjakorkeus
- Oma kulutus – määrittää sopivan tehon
 - Tuotanto pitäisi pystyä itse käyttämään
- Varjostukset
 - Merkittävät varjostukset poistettava
 - Älykäs järjestelmä paikkaa hieman

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

 Euroopan unioni
 Euroopan aluekehitysrahasto

11 Tero Viander 28.11.2018



Kuva 2. Muistilista aurinkopaneelien hankintaa mietittäessä. (Viander 2016, 11)

Omatoiminen hankinta

Mitä kannattaa tietää?

- Mahdollisuudet hallita ja ohjata omaa kulutusta
- Tarve/kiinnostus seurata tuotantoa etänä
- Katkaiseeko paneeliasennus katon takuun?
- Maksaako energiayhtiöni kunnollista korvausta verkkoon tuottamastani sähköstä?
- Veloittaako siirtoyhtiö jotain palveluistaan?
- Mitä tietoja siirtoyhtiö kaipaa? Hoitaako asentaja?
- Miten rakennusvalvonta suhtautuu asennukseen?

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

 Euroopan unioni
 Euroopan aluekehitysrahasto

12 Tero Viander 28.11.2018

Kuva 3. Muistilista aurinkopaneelien hankintaa mietittäessä. (Viander 2016, 12)

Hevostallien energiaretkeltä ja Heinä- ja energiapäivästä vinkit hevostallien energiankäytön tehostamiseen

Yllättävän pienillä muutoksilla hevostallin energiankäyttöä voi tehostaa merkittävästi

- Energianeuvonta tallin käyttäjille
- Tankkauspäiväkirjan pitäminen
- Sähkösovimuksen kilpailuttaminen
- Tallin ja satulahuoneen väliin ovi, niin lämpö pysyy paremmin
- Lämpöpumppujen hyödyntäminen suoran sähkölämmityksen tukena
- Ovien ja ikkunoiden tiivistäminen
- Liiketunnistimet valaistuksen ohjaukseen
- Erillismittarit veden ja sähkönkulutuksen rakennuskohtaiseen mittaukseen
- Ajotapatarkkailu ja koneketjut, taloudellinen ajotapa
- Aurinkopaneelien mahdollisuuksien selvittäminen
- Hevoslannan kompostilämmön hyödyntäminen
- Erillisen hakelämpökeskuksen rakentamisen selvittäminen (Lappi 2016 b.)

Biokaasupäivät ja retket – Täysi kattaus ajankohtaisia uutuuksia

Molemmissa biokaasupäivissä ja retkissä toteutui teorian ja käytännön saumaton yhteistyö: Tilaisuuksissa kotimaiset laitetoimittajat esittelivät omia ratkaisujaan, esiselvityshankkeet työtään, laitosten käyttäjät käyttökokeuksistaan ja neuvonnan näkökulma oli koko ajan mukana. Huhtikuun 2016 retkellä matka taittui biokaasubussilla, kuten retken teemaan sopii.

Retkien yhteydessä vierailtiin kunta- ja maatilakokoluokan biokaasulaitoksissa, biokaasun jakeluasemilla ja näiden lisäksi kuultiin myös aiheeseen liittyvistä, meneillään olevista mielenkiintoisista selvitystöistä.

Lahden Hevosystäväinseura ry:n Tomi Himanka (2016) kertoi Hevoslannan kestävä hyödyntäminen ja liiketoimintamahdollisuudet (HELY) -hankkeesta, jossa LUT:n johdolla selvitetään hevosenlannan hyödyntämistä Jokimaan ravikeskuksessa. Syötemateriaalina mm. 300 hevosen lanta, 1000 tonnia kaupan biojätettä ja 800 tonnia elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Eri teknien soveltuvuuden selvittäminen on hankkeessa tärkeässä osassa.

Lokakuun 2016 biokaasuretkellä tutustuttiin mm. Laukaan Ekokoulu -hankkeeseen, jossa kantava teema on "koulu sadaksi vuodeksi sadalle oppilaalle". Ekologisen puurakentamisen lisäksi mm. koulukuljetukset, lähiruoka ja tilojen monikäyttöisyys korostuvat. Koulun lämmitysmuodoksi valikoitui biokaasu. (Vuorela 2017.)

Yhteenveto

Jo InforME -hankkeen alussa havaittiin, että tiedontarve maaseudun eri energiamuodoista oli melkoinen. Tapahtumien ja retkien avoin keskustelu mahdollisti aktiivisen yhdessä tekemisen eri tahojen välillä. Tutustumiskohteiden uutuusarvo houkutteli kuulijoita eri puolilta maakuntia mukaan tilaisuuksiin, jolloin näkökulmia ja oivalluksia päästiin jakamaan. Hankkeessa tuotettiin infomateriaaleja, joita oli kaivattu jo pitkään. Määrätietoisen selvitystyön ansiosta mm. Viljankuivauksen lämmöntalteenotto saa nykyisin investointitukea koko Suomessa.

Lähteet

Himanka, T. 2016. Jokimaan ravikeskuksen biokaasuselvytyk. Biokaasupäivä. Jokimaa, 27.4.2016. ProAgria Etelä-Suomi. Seminaaripuheenvuoro.

Hippeläinen, T. 2016. Maatilojen investointituet 2015-2020. Kuivuripäivä. Hämeenlinna, 20.1.2016. ProAgria Etelä-Suomi. Seminaaripuheenvuoro.

Isotalo, J. 2016. Farmimuna Oy. Haastattelu 10.3.2016.

Jodat, T. 2016. Aurinkoenergiaa maatiloilla. Lahti, 30.3.2016. ProAgria Etelä-Suomi. Seminaaripuheenvuoro.

Jokiniemi, T. 2016. Energian kulutuksen ja käyttökustannusten alentaminen viljankuivauksessa. Kuivuripäivä. Hämeenlinna, 20.1.2016. ProAgria Etelä-Suomi. Seminaariesitys.

Kuusela, A ja Kuusela, K. 2016. Pollenpaali Oy. Haastattelu 10.3.2016.

Kyheröinen, T. 2016. Maatalousyhtymä Kyheröisen kanala. Haastattelu 10.3.2016.

Lappi, M. 2016. Energia-asiantuntija. ProAgria Etelä-Suomi ry. Haastattelu 10.3.2016.

Lappi, M. 2016b. Energia-asiantuntija. ProAgria Etelä-Suomi ry. Haastattelu 3.11.2016.

Viander, T. 2016. Aurinkopäivät; Hinku, Välke ja aurinkosähkö. Lahti, 30.3.2016. ProAgria Etelä-Suomi. PowerPoint -esitys. Diat 11-12.

Vuorela, A. 2017. Puuta, biokaasua ja lähiruokaa – ekokoulun rakentaminen vauhtiin Laukaassa. [Viitattu 21.9.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9472720>



4820

4821

4821

Ulla-Maija Knuutti, Sanna Hakkarainen ja Minna Palos

Uusiutuva energia - mistä tietoa oikein saa?

Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella vuosina 2016-2018 aikana toteutetussa InforME -hankkeessa keskityttiin uusiutuvasta energiasta tiedottamiseen eri keinoilla. Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelijat olivat mukana selvittämässä mistä tietoa saadaan ja haetaan sekä suunnittelemassa ja järjestämässä uusiutuvan energian kyläiltoja ja demonstraatiopäiviä ProAgrian ja HAMKin asiantuntijoiden ohjauksessa.

Kestävän kehityksen koulutusohjelman opiskelija Juuli Launonen suoritti hankkeen alkupuolella projektityönään energia-asiantuntijoille ja maaseudun pienyrittäjille tutkimuksen, josta myöhemmin laati opinnäytetyön. Tutkimus suoritettiin teemahaastatteluna, ja sen tavoitteena oli selvittää maaseudun pienyrittäjien ja energia-asiantuntijoiden näkemystä siitä, mitkä ovat asenteet ja arvot uusiutuvaa energiaa ja energiatehokkuuden parantamista kohtaan Kanta- ja Päijät-Hämeen maakunnissa. “Haastateltavilta selvitettiin, mitä viestintä- ja informaatiokanavia he pääasiassa käyttävät, kun etsivät tietoa uusiutuvista energiamuodoista ja energiatehokkuudesta. Paljon pohdittiin haastateltavien kanssa myös sitä, miten aihealueen viestintää voitaisiin edistää suhteessa tämän hetkisiin arvoihin ja mielipiteisiin”, kertoo Launonen (2018a). Tutkimuksessa selvisi että viestintään toivotaan toistuvuutta, jotta informaatiota rutinoituisi odottamaan tietyn väliajoin luotettavasta kanavasta. Esimerkiksi tasaisesti ilmestyvän ja jo hyvin tavoittavan ja luotetun julkaisun liitteeksi oma osio uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden ajankohtaisista asioista.

Somea, mutta myös retkiä

Launosen tutkimuksessa nousi esiin konkreettisia ehdotuksia: “haastattelujen perusteella erityisesti Facebook tuntuu olevan jo melko vakiintuneesti eri ikäisten pienyrittäjien käytössä. Facebookia voisikin hyödyntää ainakin markkinoinnissa, tai suurempanakin viestintäkanavana, perustamalla oman Facebook-ryhmän maaseudun uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden asioille. Jo olemassa olevista ryhmistä haastatteluissa tuli esille usein Facebookin Maajussit-ryhmä, jossa on jäseniä yli 8000.”

“Retkiä, tapahtumia ja tutustumiskäyntejä esimerkkikohteisiin toivotaan edelleen lisää ja ne koetaan erittäin antoisiksi ja informatiivisiksi. Osallistujien keskinäiselle esittäytymiselle toivotaan aiempaa suurempaa painoa, jotta tietäisi ajoissa hakeutua keskusteluun, mikäli mukana onkin joku, joka jo tuottaa juuri sitä uusiutuvan energian muotoa, joka itseä kiinnostaa. Toivotaan myös, että tutustumiskäynneille olisi nykyistä helpompi lähteä ja päästä. Ja että olisi kanava, josta löytäisi helposti omalla lähiseudulla tuotettavan uusiutuvan energian kohteet ja voisi halutessaan sopia vierailusta kyseiselle tilalle”. (Launonen 2018b, 22-25, 29-31.)

Tilasta ähkyä ja sokeutta selventämään

Launosen opinnäytetyön tutkimustuloksissa (2018) nousi esiin, että uusiutuvista energiamuodoista ja energiatehokkuuden asioista on jonkinlainen tietö-
 ähky, tietosokeus. “Tietoa on saatavilla vaikka kuinka, mutta ehkä juuri siksi se on vielä maaseudun pienyrittäjälle vaikeasti ymmärrettävää ja järjesteltävää. Asioiden pitäisi antaa “arkipäiväistä” ja rutinoitua, ja tämän tyyppiselle informaatiomuotoilulle jota InforME-hanke hyödyntää, on selkeästi tarvetta, jotta viestinnästä saadaan helposti lähestyttävää ja selkeää”, toteaa Launonen (2018a). Lisäksi usein lähdetään puhumaan uusista ja kalliista investoinneista ja uusista tekniikoista. “Maaseudun pienyrittäjälle olisi tärkeää saada luotua tunne, että matalammallakin kynnyksellä ja pienillä valinnoilla yrittäjä voi parantaa energiatehokkuutta, välttämättä ei tarvitse lähteä tekemään kallista investointia kokonaan uuteen energiamuotoon”, kertoo Launonen (2018a).

Kyläillat viestinnän välineenä

Kestävän kehityksen koulutusohjelman monimuoto-opiskelijat Tapio Yli-Kätkä ja Mikko Mahlamäki olivat mukana toteuttamassa uusiutuvan energian kyläiltoja osana “Ympäristö- ja muutosviestinnän” -moduulia keväällä 2018. “Kyläillat on hyvä keino saada aikaiseksi yhteisöllinen tapahtuma pienelle paikkakunnalle. Ne tarjoavat tilaisuuden keskustella ja esittää kysymyksiä alan asiantuntijoille, jostakin ajankohtaisesta ja kiinnostavasta aiheesta”, sanoo Yli-Kätkä (2018). “Kyläillat voivat parhaimmillaan olla paikallisille tapahtuma, johon on matala kynnyks saapua paikan päälle. Välimatka, tutut ihmiset ja paikat” jatkaa vielä Mahlamäki (2018) hyvien puolien listaan.

Merkittäväksi asiaksi iltojen järjestämisessä nousee kyläyhdistyksen rooli. Paikalliset ihmiset tuntevat alueen ja sen ihmiset ja tapahtuman markkinointikanavat. Paikallinen innostus vaikuttaa merkittävästi tapahtuman onnistumiseen ja yleisön määrään. “Ihmisiä ei ole ihan helppo motivoida paikalle. Raha ja potentiaaliset säästöt ovat hyvä motivaattori. Myös hyvä esiintyjä voi toimia houkutteena. Aurinkoenergia tuntuu kiinnostavan lähes joka paikallista tai mökkiläistä”, summaavat Mahlamäki ja Yli-Kätkä kokemuksiaan (2018).”Tänä päivänä kilpailu ihmisten vapaa-ajasta on kovaa”. Mahlamäki ja Yli-Kätkä (2018) heittävät ilmaan myös idean “virtuaalikyläillasta”, jossa tapahtumaan olisi mahdollista osallistua myös verkon välityksellä kotoa.



Kuva 1. Urajärven kyläilta. Kuva: Mikko Mahlamäki

Kestävän kehityksen opiskelijat suunnittelivat ja järjestivät kyläiltoja kaiken kaikkiaan vuonna 2017 Kanta-Hämeessä viidessä kylässä: Sotjala, Tarinmaa, Kiipu, Harvila ja Letku sekä vuonna 2018 Päijät-Hämeessä kolmessa kylässä: Padasjoella, Urajärvellä (Kuva 1) ja Vesivehmaalla.

Illat oli toteutettu yhteistyössä kyläyhdistysten kanssa kuunnellen heidän toiveitaan. Erityisteemaksi nousi aurinkosähkö, mutta myös maalämpö kiinnosti. Opiskelijat olivat kutsuneet hankkeen asiantuntijoita ja alan yrittäjiä esiintyjiksi. Tilaisuudet olivat vapaamuotoisia ja keskustelua syntyi mukavasti. Tilaisuuksien osallistujamäärä riippui pitkälti kyläyhdistysten aktiivisuudesta. Kuvassa 1 Urajärven kylän väki on kokoontunut keskustelemaan uusiutuvista energiamuodoista ja niiden mahdollisuuksista.

Uusiutuvaa energiaa demottiin Kanta-Hämeessä

Kanta-Hämeessä järjestettiin kolme demonstraatiopäivää vuosina 2016-2018. Uusiutuvan energian mahdollisuudet maa- ja metsätaloudessa -päivä järjestettiin Hämeenlinnassa 25.2.2016 Visamäen kampuksella. Tilaisuus jakaantui kahteen pääteemaan: biokaasuun ja metsäenergiaan. Lisäksi päivän aikana kuultiin lyhyt tietopaketti aurinko- ja tuulienergiasta. Tilaisuudessa lanseerattiin myös maatalousyrittäjien käyttöön tarkoitetut eri laskureiden opastusvideot. Päivän aikana viljelijöillä ja muilla kiinnostuneilla oli mahdollisuus myös tutustua eFarm-laskuriin.

9.3.2017 järjestettiin InforME-hankkeen Uusiutuvat energianlähteet maa- ja metsätaloudessa -päivä Mustialassa. Asiantuntijapuheenvuorojen jälkeen kiertokävelyllä tutustuttiin hakelämpölaitokseen, biokaasureaktoriin, robotinavettaan ja lannanlietesepparaattoriin. Mustialassa osallistujat saivat perehtyä maatalousalan uusimpaan teknologiaan uusiutuvan energian ohessa.

InforME-hanke järjesti Hämeen ammattikorkeakoulun kanssa Biohiilen käyttö ja tulevaisuus -seminaarin Evolla 9.3.2018. Päivän demonstraatio koostui biohiilenpoltosta kartiohiilettimessä, joka näkyy kuvassa 2. Tilaisuus oli suunniteltu yhteistyössä Biohiiliyhdistyksen kanssa. Maaseudun yrittäjät olivat kiinnostuneita biohiilen tuomista liiketoimintamahdollisuuksista.



Kuva 2. Biohiilenpoltto kartiohiilettimessä. Kuva: Jussi Kilpinen.

Lähteet

Launonen, J. 2018 a. Opiskelija. Kestävä kehitys. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haastattelu 28.5.2018.

Launonen, J. 2018 b. Ulkoisen viestinnän painopisteet InforMe-hankeessa. AMK-opinnäytetyö. Hämeen Ammattikorkeakoulu, Kestävän kehityksen ala. Forssa. [Viitattu 20.9.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018060212090>

Mahlamäki, M. 2018. Opiskelija. Kestävä kehitys. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haastattelu 1.8.2018.

Yli-Kätkä, T. 2018. Opiskelija. Kestävä kehitys. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haastattelu 1.8.2018.



Kaisa Tuominen ja Mira Saastamoinen

Millaista on uusiutuvan energian tuotanto Suomessa vuonna 2030?

Maaseudulla on huomattava potentiaali hajautetun uusiutuvan energian tuotannossa, jonka edistäminen on tärkeää niin ilmastonmuutoksen hillinnän kuin energiaomavaraisuuden parantamisen kannalta. Puupolttoaineiden käyttö on ollut jo pitkään osa kotimaista energiantuotantoa, mutta tekniikan kehittyessä myös aurinkoenergian ja biokaasun rooli tulee olemaan yhä tärkeämpi.

Euroopan Unionilla on tavoite lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Suomen hallitus on asettanut tavoitteeksi, että uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020-luvulla (TEM 2016, 11). Uusiutuvista energialähteistä on puhuttu pitkään, ja uusiutuvan energian tuotantoa puoltaa fossiilisten energialähteiden nouseva hinta, energialähteiden ehtyvyys sekä ilmastonmuutos. Vuoden 2018 ensimmäisellä neljänneksellä uusiutuvien energialähteiden; puupolttoaineiden, vesi- ja tuulivoiman, aurinkovoiman, biokaasun sekä muun bioenergian, osuus energian kokonaiskulutuksesta oli 35 %. Puupolttoaineiden osuus oli 25 % kokonaiskulutuksesta. Muun bioenergian ja aurinkoenergian voiman käyttö oli niin vähäistä, ettei niitä tilastoida erikseen. (Suomen virallinen tilasto 2018.)

Agronomi Sampsa Heinonen (2018) sanoo maaseudun uusiutuvan energian ratkaisujen olevan monimutkainen yhtälö, johon vaikuttavat mm. investointituet, investoinnin takaisinmaksuaika ja sähkön sekä muiden energialähteiden hinta tulevaisuudessa. Täten ei ole helppo sanoa, mikä energiantuotantomuoto olisi tulevaisuudessa ylivoimainen. Hän toivoo maaseudun toimijoiden löytävän keinoja yhteistyön luomiseksi. Heinosen mielestä erityisesti neitseellistä puuraaka-ainetta tulee käyttää kiertotalouden periaatteiden mukaisesti ensisijaisesti korkeamman arvon tuotteisiin, jolloin puun energiakäytön osuus vähenisi.

Tulevaisuuden hajautetut energiantuotantotavat

Tulevaisuudessa uusiutuvaa energiaa tuotetaan mitä luultavimmin entistä enemmän aurinkovoimalla. Vuonna 2016 verkkoon kytketty aurinkosähkökapasiteetti oli 27 MW, vuonna 2017 noin 70 MW. Verkkoon kytkemättömiä aurinkosähköjärjestelmiä ei tilastoida. (Auvinen 2018.) Konsultointiyritys Pöyryn valtioneuvostolle tekemän tutkimuksen mukaan aurinkosähkön teoreettinen yhteenlaskettu kapasiteetti kattopinta-alaan perustuen olisi 14 GW. Tällä kapasiteetilla voitaisiin tuottaa 13 TWh sähköä vuodessa, mikä vastaa 14 % ennustetusta loppukulutuksesta vuonna 2030. Tutkimuksessa ei ole huomioitu maan pinnalle sijoitettavia aurinkovoimapuistoja, jotka ovat myös mahdollisia. Arvioiden mukaan vuonna 2030 valtaosa aurinkosähköstä tuotettaisiin kotitalouksien pientaloissa, jossa kattopinta-ala on sopivasti omaan kulutukseen nähden. Käytännössä tuotanto jäisi kuitenkin noin 1 % koko Suomen sähkölaskutuksesta. (Pöyry Management Consulting Oy 2017, 11, 30.) Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (Linturi & Kuusi 2018) arvioi, että aurinkosähkön tuotantokustannukset olisivat 20 vuoden kuluttua vain neljäsosan nykyisestä, jolloin ne alittaisivat reilusti fossiilisten energialähteiden kustannukset.

Aurinkosähkön varastointiteknologian kehittyminen tulee parantamaan sen hyödynnettävyyttä merkittävästi ja sähköakkujen oletettu hintakehitys on laskeva vuoteen 2040 asti (Pöry Management Consulting 2017, 18). Agronomi Sampsa Heinonen (2018) on myös huomannut, että kotitaloudet tekevät aurinkoenergiaratkaisuja myös ilman tarkempia talouslaskelmia, eli kuluttajien ratkaisuissa näkyvät muutkin arvovalinnat kuin talous.

Pientuulivoimaloiden teknologian tulisi kehittyä merkittävästi, jotta sen hajautettu pientuotanto olisi kannattavaa. Nykyisellään voimat kannattavat vasta, kun tuulen keskinopeus on yli 6 m/s – tämä saavutetaan Suomessa vain saaristoissa. Toinen vaihtoehto olisi, että pientuulivoimaloiden investointikustannukset puolittuisivat, tosin silloinkin ongelmana olisi tarpeeksi tuulisten paikkojen löytyminen. Näin ollen pientuulivoimalla ei oleteta olevan merkittävää roolia hajautetussa sähköntuotannossa. Parhaiten tuulivoima sopisi tuotantomuodoksi aurinkoenergiajärjestelmän rinnalle sähköverkon ulkopuolella, kuten saaristossa. (Pöry Management Consulting 2017, 12.) Tuulivoiman tuotanto Suomessa tullee keskittymään ison pääoman yrityksille, sillä laitosten investoinnit ovat yleensä suuret, mutta tuotanto edullista.

Biokaasun tuotantoa voidaan edistää monin keinoin. Erkki Raution maa- ja metsätalousministeriölle tekemän selvityksen (2018, 4-6) mukaan maatalayrittäjille, viranomaisille ja rahoittajille tulee tarjota puolueetonta, kaiken kattavaa ja havainnollista tietoa biokaasulaitoshankkeesta. Biokaasulaitosten osarahoittajaksi kaivataan maakuntarahastoa tai muuta vastaavaa toimijaa. Selvitettävistä asioista tulisi luoda ohjeet, hakiessa laitokseen investointitukea. Kevennystä ja jouhevuuksia on toivottu ympäristölupavaatimuksiin. Myös päällekkäisten lupa- ja valvonta-asiakirjojen poistumiselle nähdään tarvetta. Lupamenetelmiä voitaisiin keskittää kunnallisesta järjestelmästä valtiolliseen. Hakemusten käsittely tehostuisi muutaman viranomaisen kasvattaessa asiantuntemustaan biokaasulaitoksista. Keskitetyssä mallissa erilaiset näkemykselliset tulokset tulisivat poistuisivat.

Agronomi Sampsa Heinonen (2018) toivoo, että pellolla kasvatettaville biomassoille, erityisesti nurmelle, syntyisi kysyntää ja eläintuotannosta riippumaton markkina biokaasulaitosten raaka-aineena. Nurmen (Kuva 1) pitäminen viljelykierrossa on tehokas tapa vähentää maatalouden ravinne päästöjä, joten karjan, jonka pääasiallista ravintoa nurmi on, vähentyessä tai keskittyessä pienemmille alueille, saadaan nurmelle kysyntää kaasutuksen muodossa. Biokaasulaitosten mädätysjäännöstä voidaan lisäksi tuotteistaa lannoitevalmisteiksi, jotka suoraan korvaavat kemiallisia lannoiteaineita. Syväjuurisina kasveina nurmet ovat myös tehokas tapa sitoa hiiltä maaperään. Peltobio-massojen käyttö biokaasulaitosten raaka-aineena tulisi kytkeä tiiviisti ilmastopoliittikan tavoitteeseen.

Nykyisellään biokaasun tuotantoon siirtymisessä on toiminnan haasteena heikko kannattavuus. Kun biokaasu jalostetaan biometaaniksi kaasujoneuvojen käyttöön, saadaan kaasusta paras mahdollinen hinta. Tuotetulle biometaanille tulisi saada myös reilusti lisää käyttäjiä. (Rautio 2018, 3.) Kaasujoneuvoja on Suomessa tällä hetkellä vain muutamia tuhansia, mutta niiden määrä on kasvanut reilusti viime vuosina (Gasum 2018). Hallituksen tavoite vuodelle 2030 olisi 50 000 kaasuautoa ja 250 000 sähköautoa. Suomessa olisi potentiaalia tuottaa biokaasua noin miljoonan ajoneuvon käyttöön. (Tainio 2017.)

Kaasujoneuvokantaa lisäämällä, esimerkiksi poliittisella ohjauksella, saadaan suomalaiselle biometaanille lisää käyttäjiä samalla vauhdittaen siirtymistä pois fossiilisista polttoaineista. Julkiselle sektorille pitää luoda painetta siirtymään käyttämään energiaystävällisiä kulkuneuvoja, biokaasuautoja ja -busseja.



Kuva 1. Nurmen kysyntä biokaasutukseen voisi lisätä nurmea viljelykierrossa, parantaen maaperän laatua ja sitoen ravinteita. Kuva: Lietso OY

seja. Suomessa on säädetty laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa, mutta se ei ole juurikaan tunnettu kuntien päätöksenteossa. (Rautio 2018, 7; Heinonen 2018.)

Yksityissektorilla kaasuautoiluun siirtymistä voi edistää verohelpotuksin. Suomessa on suosittu verotuksessa vähäpäästöisiä ajoneuvoja vuodesta 2011, ja verotusta on muutettu hiilidioksidiperusteiseksi. Käyttövoimaveron poistaminen biokaasuautoilta on mahdollisuus. (Rautio 2018, 8; VihreäKaista 2018.) Liikenteen turvallisuusvirasto myöntää rahallista muuntotukea kuluttajille, kun he muuttavat bensiini- tai dieselkäyttöisen henkilöauton toimimaan kaasulla (Trafi 2018). Yhtenä kannustuksen keinona Helsinki on asettanut sähkö- ja kaasuautoille puolta pienemmän kaupunkipysäköinnin hinnan (Tainio 2017).

Ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta biohiilellä tulee tulevaisuudessa olemaan yhä merkittävämpi rooli. Biohiili syntyy sivutuotteena pyrolyysiprosessissa, jossa biomassaa kuumennetaan happirajoitteisissa olosuhteissa. Prosessissa muodostuva lämpö, kaasu ja bioöljy hyödynnetään energiana. Biohiili lisätään maaperään, jossa se toimii hiilinieluna parantaen samalla maaperän ominaisuuksia. Biohiilen valmistaminen pelkästään maanparannusaineeksi ei vielä ole taloudellisesti kannattavaa, mutta kustannuksia voitaisiin jakaa, mikäli biohiilen tuottajat ja sitä hyödyntävät toimijat löytäisivät toisensa. Jos taas hiilinielut saataisiin osaksi hiilidioksidin päästökauppaa, muuttuisi biohiilen markkina-arvo täysin.



Kuva 2. Biohiiltä voidaan käyttää maanparannukseen. Kuva: Susanna Vanhamäki

Poliittista muutoksentekoa vaiko markkinoiden vääristymistä?

Valtio tukee uusiutuvien energioiden tuotantolaitoksia. Tällä hetkellä maaseudun toimija voi saada energiatukea, investointitukea, maaseudun rakennusinvestointitukea tai tuotantotukea eli syöttötariffia. Tukien yhdistäminen ei nykyisellä lainsäädännöllä onnistu – sama toimija ei siis voi saada investointitukia ja sen jälkeen myydä sähköä verkkoon tuotantotuen turvin. Poikkeuksen tekevät biokaasulaitokset, jotka syöttävät sähköä verkkoon. Ne voivat saada myydystä sähköstä tuotantotukea 4,2 €/MWh (0,42snt/kWh), mikäli sähkön hinnan keskiarvo kalenterivuonna on alle 76,6€/MWh. Tukea voi saada, vaikka laitokseen on saatu myös investointitukea. (Åkerlund 2018.)

Syöttötariffi takaa minimiostohinnan energialle 12 vuoden ajan laitoksen toiminnan aloittamisesta. Järjestelmään pääseminen usein edellyttää, että laitos on uusi eikä sisällä käytettyjä osia. Laitoksen nimellistehon pitää olla tarpeeksi suuri päästäkseen mukaan järjestelmään, esim. biokaasulaitoksilla (Kuva 2) 100 kilovolttiampeeria, tuulivoimaloilla 500 kilovolttiampeeria. (Energiavirasto 2018B.) Yksittäisen maatilan kokoon suhteutettuna kyseiset vaatimukset on vaikea saavuttaa (Motiva 2018). Yhteistyön luominen auttaisi maaseudun toimijoita pääsemään kiinni järjestelmään.

Saksassa on tuhansia pieniä biokaasulaitoksia, jotka syöttävät sähköä verkkoon. Vuonna 2014 Saksassa tuotettiin 1 500 kertaa enemmän aurinkosähköä asukasta kohti, kuin Suomessa. Mitä saksalaiset ovat tehneet ja voiko sitä matkia? Saksassa sähköverkkoon syötetystä uusiutuvasta energiasta saa erittäin hyvän hinnan, syöttötariffin, joka on taattu seuraavaksi 20 vuodeksi. Aurinkovoimalan liittäminen sähköverkkoon on tehty byrokralialtaan yksinkertaiseksi. (LUT 2014; Motiva 2018).



Kuva 3. Maatilojen yhteisinvestointi biokaasulaitokseen voisi auttaa pääsemään kiinni energiantuotannon syöttötariffijärjestelmään.

Saksassa syöttötariffin piiriin pääseville biokaasulaitoksille ei ole alarajaa laitoksen nimellisteholle. Korkeintaan 150 kilovolttiampeerin laitos, saa tukea 11,67 snt/kWh, joka lisäksi on mahdollista saada lisätukia mm. puhtaan ilman, työllistävyyden ja yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon perusteella. Käytännössä syöttötariffi on keskimäärin 23-25 snt/kWh. Myös saksalaiset kokevat tuotannon esteiksi rahoituksen saamisen, lainsäädännön ja määräysten vaikeaselkoisuuden, sekä biokaasukaupan kompleksisuuden. (Impola 2010). Agronomi Sampsa Heinosen (2018) mielestä, jos halutaan edistää maksimaalisesti uusiutuvan energian tuotantoa, syöttötariffijärjestelmään pääsemisen kynnyksen pitäisi olla matala eli syöttötariffin piiriin pitäisi voida hyväksyä myös nykyistä pienempiä biokaasulaitoksia esimerkiksi paikallisten maatilojen yhteistyönä.

Saksan uusiutuvan energian ekosysteemit on luonut voimakas valtiollinen tuki, joka alkoi 1980-luvulla Tsernobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen. Vuonna 1998 hallitus päätti ydinvoiman alasajosta ja uusiutuvan energian tukea vahvistettiin. Saksalainen Jasper Metzger-Petersen, jonka maatila tuottaa energiaa 1500 kotitaloudelle, toteaa: ”Jos valtio ei olisi ollut mukana auttamassa meitä siirtymävaiheessa, sijoitukset olisivat jääneet tekemättä”. (Stammeier 2017) Loppujen lopuksi uusiutuvan energian vahva tukeminen vääristää sen asemaa markkinoilla: eikö uusiutuva energia ole kannattavaa ilman tukia? Mitä tapahtuu tuen loppuessa? Ja kuinka paljon energiasta pitää olla valmis maksamaan?

Poliittiset ja taloudelliset kannusteet eivät ole ainoita energiantuotannon kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. Suuri merkitys on myös demografisilla tekijöillä, kuten kuluttajien iällä ja sukupuolella, koulutus- ja tulotasolla, sekä arvomaailmalla ja sosiaalisilla verkostoilla. Varsinkin aurinkosähköteknologioilla, jokainen uusi aurinkopaneeli kasvattaa naapuruston todennäköisyyttä hankkia paneeleja 15 %. Esimerkit vähentävät epävarmuutta aurinkosähkön tuottamiseen liittyen. Tärkeitä motiiveja energiantuotannon taustalla ovat myös roolimallina toimiminen sekä vastuu tulevista sukupolvista. Ihmisten vertaisverkostoilla ja kokemuksilla uusiutuvan energian tuotannosta onkin suurempi vaikutus kuluttajakäyttäytymiseen, kuin suorilla kehoituksilla valita ympäristöystävällisiä tuotteita. (Pöyry Management Consulting Oy 2017, 14-15.)

Miten Suomessa tuotetaan energiaa vuonna 2030 ja mikä on maaseudun rooli siinä?

Artikkeliin haastateltujen mukaan Suomessa olisi edelleen käytössä yksi ydinvoimala. Uusiutuvat energialähteet tulevat nousemaan merkittävästi, samalla ajaen alas kivihilellä tuotettua energiaa. Uusiutuvan energian tuottaminen muuttuu yhä kannattavammaksi, sillä laitteistojen hinnat ovat laskussa. Samalla energian hinnan ja siirtomaksujen oletetaan nousevan vuoteen 2030 asti (Pöyry Management Consulting Oy 2017, 19).

Tulevaisuuden energijärjestelmän on oltava taloudellisesti kannattava. Sen on mahdollistettava kansantalouden kasvu ja oltava kasvihuonekaasupäästöjen sekä ympäristön kannalta kestävä. Lisäksi järjestelmän on oltava toimitusvarma. Tulevaisuuden energijärjestelmä tullaan rakentamaan olemassa olevan järjestelmän ympärille. (Linturi & Kuusi 2018, 14.) Hajautetun tuotannon liittäminen sähköverkkoon näyttää monien tutkimusten mukaan olevan mahdollista, jopa suositeltavaa.

Valtioneuvoston kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa vuoteen 2030 (2017, 26, 34-35) linjataan, että maatalouden sivuvirtoja hyödynnetään lämmön ja sähkön tuotannossa sekä liikenteen polttoaineena. Muun muassa hevosenlannan käyttö energiantuotannossa sallitaan. Hajautettua pientuotantoa pyritään lisäämään markkinaehtoisesti nykyisin taloudellisin kannustein. Tukijärjestelmää muutetaan hitaasti. Se keskittyy jatkossa uuden teknologian kaupallistamiseen sekä päästökauppaan kuulumattomien sektoreiden, kuten maatilojen ja yritysten kiinteistökohtaiseen sähkön- ja lämmöntuotantoon. Lopullisena tavoitteena on, että uusiutuvan energian tuottaminen on itsessään kannattavaa. Teknologioiden kehittyessä, kustannusten alentuessa ja kilpailukyvyyn parantuessa tukijärjestelmistä voitaisiin luopua.

Pitkällä aikavälillä (n. vuonna 2050 ja sen jälkeen), aurinkoenergia voi olla pääasiallinen energian tuotantomuoto. Varastointiratkaisujen ollessa kunnossa se tulee mitä todennäköisimmin olemaan erittäin taloudellinen tapa tuottaa sähköä. Vesi-, tuuli- ja bioenergiaa voidaan tuottaa sen rinnalla siellä, missä sitä luontevasti syntyy. Siirtyminen fossiilisista polttoaineista uusiutuviin kestää useita vuosikymmeniä. Odottelemaan ei enää kuitenkaan kannata jäädä. Oma uusiutuvan energian tuotanto on yksi askel eteenpäin kohti kestävää tulevaisuutta. (LUT 2014).

Lähteet

Auvinen, K. 2018. Aurinkoenergian tilastot. [Viitattu 19.7.2018]. Saatavissa: <http://www.finsolar.net/aurinkoenergia/aurinkoenergian-tilastot/>

Energiavirasto . 2018. Tuotantotuki. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/tuotantotuki1>

Gasum. 2018. Kaasuautojen määrän huikeaa kasvua vauhditetaan vuonna 2018 romutuspalkkiolla ja henkilöautojen muuntotuella. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://www.gasum.com/gasum-yrityksena/medialle/uutiset/2018/Kaasuautojen-maaran-huikeaa-kasvua-vauhditetaan-vuonna-2018-romutuspalkkiolla-ja-henkiloautojen-muuntotuella/>

Heinonen, S. 2018. Agronomi. Maaseutu- ja erävihreiden hallituksen jäsen. Haastattelu 4.7.2018.

Huttunen, R. (toim.) 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. [Verkkodokumentti.] Työ- ja elinkeinoministeriö. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. [Viitattu 22.8.2018.] Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/3506436/Valtioneuvoston+selonteko+kansallisesta+energia-+ja+ilmastostrategiasta+vuoteen+2030.pdf>

Imppola, R. 2010. Biokaasulaitokset ja niiden tuotanto Saksassa. [Viitattu 11.7.2018]. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/epooki/2010/biokaasulaitokset-ja-niiden-tuotanto-saksassa/>

Linturi, R. & Kuusi, O. 2018. Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Tulevaisuusvaliokunta. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. [Viitattu 22.8.2018]. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf

LUT, Lappeenranta University of Technology. 2014. Aurinkoenergia ja aurinkosähkö Suomessa. [Viitattu 20.7.2018]. Saatavissa: https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/aurinkoenergia-ja-aurinkosahko-suomessa
Motiva. 2018. Biokaasun tuotanto maatilalla. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf

Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. [Verkkodokumentti]. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2017. [Viitattu 13.7.2018]. Saatavissa: <https://vkn.fi/julkaisu?pubid=16603>

Rautio, E. 2018. Biokaasua tankkiin – selvitys maatalouden liikennebiokaasun tuotannosta ja jakelusta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.7.2018]. Saatavissa: <https://mmm.fi/documents/1410837/5810863/Biokaasua+tankkiin+%E2%80%93+selvitys+maatalouden+liikennebiokaasun+tuotannosta+ja+jakelusta/97ecbe1d-322d-4e4a-973f-81e38d540945/Biokaasua+tankkiin+%E2%80%93+selvitys+maatalouden+liikennebiokaasun+tuotannosta+ja+jakelusta.pdf>

Stammeier, J. 2017. Aurinko, tuuli ja lehmä liittyivät älyverkkoon - Saksassa uusiutuvasta energiasta otetaan kaikki irti. [Viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2017/09/26/aurinko-tuuli-ja-lehma-liittyivat-alyverkkoon-saksassa-uusiutuvasta-energiasta>

Suomen virallinen tilasto. 2018. Energian hankinta ja kulutus, 2018, 1. neljännes. [Verkkojulkaisu]. ISSN 1799-795X. [Viitattu: 6.7.2018]. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/ehk/2018/01/ehk_2018_01_2018-06-27_fi.pdf

Tainio, P. 2017. Kaasuautoilun lyhyt oppimäärä. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Pasi_Tainio_Kaasuautoilun_lyhyt_oppimaa\(45353\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisujablogi/Pasi_Tainio_Kaasuautoilun_lyhyt_oppimaa(45353))

TEM. 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. [Verkkodokumentti]. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <http://tem.fi/documents/1410877/2148188/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63>

Trafi. 2018. Muuntotuki. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: https://www.trafi.fi/oleedellakavija/kaasukayttoinen_auto/muuntotuki

VihreäKaista. 2018. Näin vähäpäästöistä autoilua verotetaan. [Viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://vihreakaista.fi/fi-fi/article/kaasu/nain-vahapaastoista-autoilua-verotetaan/412/>

Åkerlund, F. 2018. Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. [Verkkodokumentti]. Motiva Oy. [Viitattu 11.7.2018] Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/5160/Biokaasun_tukiratkaisut.pdf



Tämä julkaisu esittelee InforME – Informaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille – hankkeen tuloksia. Hankkeessa tarkasteltiin mahdollisuuksia tuottaa uusiutuvaa energiaa ja liikenteen biopolttoaineita sekä parantaa energiatehokkuutta maaseudun yrityksissä. Tavoitteena oli viestiä näistä mahdollisuuksista maaseudun toimijoille selkeällä ja helposti ymmärrettävällä tavalla, sekä edistää siten uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä Hämeen maaseudulla.

Maaseuturahaston rahoittama InforME-hanke toteutettiin vuosina 2016-2018 Päijät- ja Kanta-Hämeen maakunnissa. Hankkeen päätoteuttaja oli Lahden ammattikorkeakoulu, kumppaneinaan LUT-yliopisto, Hämeen ammattikorkeakoulu, ProAgria Keskusten liitto ja ProAgria Etelä-Suomi.

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 44

ISSN 2342-7507 (PDF)

ISSN 2342-7493 (painettu)

ISBN 978-951-827- 298-7 (PDF)

ISBN 978-951-827- 299-4 (painettu)

