



Toimittanut Helena Torkko

BIOENERGIAN LÄHTEILLÄ



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

Rovaniemen ammattikorkeakoulu

julkaisusarja C 25

Bioenergian lähteillä

toimittanut Helena Torkko

2011



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



BIOWAY
lapinbiotie.fi

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

Julkaisutoiminta

Kehitys- ja palveluyksikkö

Jokiväylä 11 C

96300 Rovaniemi

puh. 020 798 4000

www.ramk.fi/julkaisutoiminta

julkaisut@ramk.fi

ISSN 1239-7741

ISBN 978-952-5923-08-7 (nid.)

ISBN 978-952-5923-09-4 (PDF)

Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja C nro 25

© RAMK University of Applied Sciences

Julkaisu on tuotettu Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston rahoittamassa
BIOWAY-tiedonvälityshankkeessa, jota hallinnoi Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Rovaniemi 2011

Kannen kuvan suunnittelu Kalle Santala

Kannen kuvat

Kalle Santala ja Raija Palokangas

Paino

Kopijyvä Oy

Taitto

Erja Hirvonen, Kopijyvä Oy

SISÄLLYS

ALKUSANAT: BIOENERGIAN LÄHTEILLÄ	5
ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU BIOENERGIA-ALAN EDISTÄJÄNÄ.....	7
<i>Yliopettaja Petri Kuisma, Rovaniemen ammattikorkeakoulu</i>	
LAPIN BIOENERGIAOHJELMA 2009–2103 EDISTÄÄ BIOENERGIAN KÄYTTÖÄ LAPISSA	12
<i>Projektipäällikkö Ulla Huusko, Metsäkeskus Lappi</i>	
TUULIVOIMARAKENTAMINEN LÄHDÖSSÄ KÄYNTIIN SUOMESSA.....	15
<i>Toiminnanjohtaja Anni Mikkonen, Suomen Tuulivoimayhdistys ry</i>	
LÄMPÖPUMPPU – TULEVAISUUDEN RATKAISU	20
<i>Toiminnanjohtaja Petri Koivula, Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry</i>	
AURINKO UUSIUTUVANA ENERGIANLÄHTENÄ	27
<i>Myynti-insinööri Arto Koivisto, Viessmann Oy</i>	
ENERGIAOMAVARAINEN MAATILA – TOTTA VAI TOIVEAJATTELUA	35
<i>Tutkija Elina Virkkunen, MTT Sotkamo</i>	
PELLETTITAKKA – UUSIUTUVAA ENERGIAA SÄHKÖ- LÄMMITYKSEN KORVAAMISEEN	39
<i>Toiminnanjohtaja Hannes Tuohiniitty, Suomen Pellettienergiayhdistys ry</i>	
YHDYSKUNTAJÄTTEIDEN ENERGIAKÄYTTÖ.....	44
<i>Johtaja Markku Illikainen, Oulun Jätehuolto</i>	
KOKEMUKSIA PASSIIVITALON RAKENTAMISESTA JA SIINÄ ASUMISESTA.....	49
<i>Talon omistaja Pekka Junes</i>	
BIOENERGIAN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄSITTEITÄ	62
<i>Koonnut projektisuunnittelija Kalle Santala; toimittanut projektisuunnittelija Helena Torkko, BIOWAY-tiedonvälityshanke, Rovaniemen ammattikorkeakoulu</i>	

ALKUSANAT: BIOENERGIAN LÄHTEILLÄ

Bioenergia on biomassasta saatavaa energiaa. Biomassaa ovat kasvit ja kasvipohjainen aines, kuten hakkuutähde, puu ja pelloilla viljeltävät kasvit. Bioenergian lähteitä ovat myös teollisuuden, maatalouden ja yhteiskunnan tuottamat bioperäiset, energiantuotannossa hyödynnettävät jätteet. Biomassasta voidaan tehdä energiaa sellaisenaan tai se voidaan jatkojalostaa energiakäyttöön. Uusiutuvalla energialla tarkoitetaan vesi-, aurinko-, tuuli- ja bioenergiaa sekä ilma- ja maalämpöä.

Suomi on sitoutunut lisäämään bioenergian ja uusiutuvien energianlähteiden käyttöä ja vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Lapin bioenergiaohjelman 2009–2013 tavoitteena on lisätä bioenergian tuotantoa Lapissa vuoden 2013 loppuun mennessä kaksi terawattituntia (nykyisestä kahdesta terawattitunnista neljään terawattituntiin). Alan kehitystyöllä, koulutuksella, tapahtumilla ja tiedottamisella on merkittävä vaikutus bioenergian käytön lisäämisessä ja tavoitteiden saavuttamisessa.

Bioenergiaan ja uusiutuvaan energiaan liittyvää tietoa on saatavissa nykyään jo runsaasti. Tietoa on sekä alan yhdistysten ja toimijoiden Internet-sivustoilla että monissa alan yrittäjien ja hanketoimijoiden koostamissa esitteissä ja muissa materiaaleissa. Bioenergiaan ja uusiutuvaan energiaan liittyvä tieto on kuitenkin usein haettava monista eri lähteistä.

Bioenergian lähteillä -artikkelijulkaisu toimii johdantona, katsauksena ja käsikirjana bioenergian ja uusiutuvan energian lähteisiin ja tuo esiin alan keskeisten suomalais-toimijoiden näkemyksiä alan kehityksestä lähitulevaisuudessa. Teos on suunnattu kaikille bioenergiasta ja uusiutuvasta energiasta kiinnostuneille sekä erityisesti alaa opiskeleville, metsänomistajille, maaseutu-, metsäpalvelu-, metsä- ja lämpöyrittäjille ja yrittäjiksi aikoville ja maaseudun asukkaille.

Julkaisu pohjautuu marraskuussa 2010 Rovaniemen ammattikorkeakoulun Borealisissa järjestettyyn Bioenergian lähteillä -seminaariin. Bioenergian lähteillä -seminaari oli toinen BLOWAY-tiedonvälityshankkeen järjestämässä bioenergia-aiheisessa neljän seminaarin sarjassa, jonka muut osat ovat Bioenergian Lappi, Bioenergian metsä ja Bioenergiayrittäjyys.

Bioenergian lähteillä -seminaarin puhujista suurin osa on kirjoittanut julkaisuun artikkelin seminaaripuheensa pohjalta. Lisäksi kirjoittajina ovat Bioenergian Lappi ja Bioenergian lähteillä -seminaareissa puheenjohtajina toimineet Rovaniemen ammattikorkeakoulun yliopettaja Petri Kuisma ja Lapin maaseudun bioenergian alueellisen koordinaatiorhankkeen projektipäällikkö Ulla Huusko.



Kuvat 1 ja 2. Bioenergian lähteillä -seminaarin aikana Rovaniemen ammattikorkeakoulun Rantavitikan kampuksen aulassa oli pienimuotoinen bioenergianäyttely.

Artikkelit keskittyvät bioenergian ja uusiutuvan energian lähteisiin kirjoittajan valitsemasta ajankohtaisesta näkökulmasta. Teokseen on lisäksi koottu bioenergian ja uusiutuvan energian hyödyllisiä käsitteitä. Julkaisu on tuotettu osana Rovaniemen ammattikorkeakoulun toteuttaman BLOWAY-tiedonvälityshankkeen toimintaa.

Helena Torkko

Projektisuunnittelija

BLOWAY-tiedonvälityshanke, Rovaniemen ammattikorkeakoulu

BLOWAY-tiedonvälityshanke toteutetaan Lapin TE-keskuksen joulukuussa 2009 myöntämän Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston rahoituksella. Hanke on Rovaniemen ammattikorkeakoulun hallinnoima ja toteuttama Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2007–2013 ja Lapin alueellisen maaseudun kehittämissuunnitelman 2007–2013 mukainen tiedonvälityshanke. BLOWAY-hanke edistää bioenergian käyttöä ja bioenergia-alan näkyvyyttä Lapissa ja tiedottaa Lapin bioenergiaohjelman 2009–2013 alaisesta toiminnasta.

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

BIOENERGIA-ALAN EDISTÄJÄNÄ

Yliopettaja Petri Kuisma, Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Rovaniemen ammattikorkeakoulu (RAMK) on EU:n pohjoisin ammattikorkeakoulu ja osa Lapin korkeakoulukonsernia. RAMKin vahvuutena on erikoistuminen pohjoisen kylmän osaamiseen. Koulutuksessa hyödynnetään pohjoisen elinympäristön, kulttuurin ja luonnon tarjoamia mahdollisuuksia oppimisen tukena. Bioenergia-ala tarjoaa oivan mahdollisuuden muokata opetussuunnitelmia pohjoisen elinvoiman ja innovaatiotoiminnan edistämiseen, ammatillisen osaamisen tuottamiseen sekä alueen yritysten ja yhteisöjen tarpeisiin vastaamiseen.

RAMKin strategia tukee omalta osaltaan Lapin korkeakoulukonsernin strategisten tavoitteiden saavuttamista. Lapin korkeakoulukonserni on Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun, Lapin yliopiston ja Rovaniemen ammattikorkeakoulun muodostama korkeakouluyhteisö, jonka tehtävänä on yhdistää kolmen korkeakoulun koulutus-, tutkimus-, kulttuuri- ja muu osaaminen ensisijaisesti Lappia palvelevaksi korkeatasoiseksi ja vaikuttavaksi kokonaisuudeksi. Korkeakoulukonserni varmistaa yliopisto- ja ammattikorkeakoulutasoisen koulutuksen, tutkimuksen ja taiteellisen toiminnan tulevaisuuden Lapissa.

Energia-alan merkitys on kasvanut voimakkaasti viime vuosina ja ennusteet osoittavat voimakasta kasvua myös tulevaisuudessa. Uusiutuvista energiamuodoista muun muassa bioenergia sekä energiatehokkuus tuovat uusia mahdollisuuksia koulutuksen suunnitteluun.

Bioenergiaohjelmat ja -hankkeet

Lapin bioenergiastrategia 2003–2012 ja Lapin bioenergiaohjelma 2009–2012 ovat edistäneet bioenergia-alan projekteja. Vuonna 2007 Lapin yliopiston, Rovaniemen ja Kemi-Torniolaakson koulutuskuntayhtymien koordinoimassa projektissa Bio-

energian käytön ja tuottamisen toteutuvuus Lapissa RAMK osallistui entistä vahvemmin bioenergia-alan kehittämiseen. Esimerkiksi RAMK ja Lapin yliopisto laativat yhdessä esiselvityksen hajautetun pienimuotoisen sähköntuotannon liiketoiminnallisista toimintaedellytyksistä Lapissa. Esiselvityksessä kerrottiin hajautettujen energiamuotojen mahdollisuuksista sähkön tuottamisessa. Erityisesti syrjäseudut hyötyisivät pienimuotoisista energiatuotantovaihtoehdoista. Energiapuun korjuu, lämmitysjärjestelmien kunnossapito ja muut toimenpiteet loisivat uusia työpaikkoja, ja näin vähentäisivät väestön siirtymisistä työn perässä kasvukeskuksiin.

Lapin energiakoulu -hanke koulutusten ja oppimisympäristöjen kehittämiseksi luo uudenlaisen mahdollisuuden teorian ja käytännön soveltamisen bioenergia-alalla. Hankkeessa oppilaitokset Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, ammattiopisto Lappia, RAMK ja Lapin ammattiopisto hankkivat bioenergia-alan oppimisympäristön laitteita ja laativat koulutustarjonnan. Kukin oppilaitos tulee hyödyntämään eri yksiköidensä oppimisympäristöjä ja opetustarjontaa opetussuunnitelmissaan. Viime vuosina energia-alan hankkeet ovat kasvattaneet projektihenkilökunnan määrää RAMKissa. Bioenergiaan liittyviä hankkeita on meneillään useita eri puolilla maakuntaa. Maakunnan ulkopuolisten hankkeiden määrä on kasvamassa niin kotimaassa kuin ulkomailla.

Luonnonvara-alalla on ollut muun muassa bioenergiaan liittyvä hanke yhteistyössä Komin tasavallan kanssa. RAMK on mukana myös useissa Interreg IV A -hankkeissa. Kokkolan Chydenius-instituutin koordinoimassa bioenergiահankkeessa HighBio2 2011–2013 *Biomass to Energy and Chemicals* selvitetään erilaisten biomassojen hyödyntämistä energiaksi. Luulajan yliopiston vetämässä hankkeessa NOE-hanke *Network for Expertise for Energy in Cold Climate* 2010–2012 tavoitteena on selvittää Pohjoiskalotin uusiutuvaa energiaa koskevat resurssit sekä luoda asiantuntijakeskuksia ja uusia projekteja.

Lapin energiastrategian kärkihankkeet

Lapin liiton käynnistämä maakunnallinen energiastrategia valmistui vuonna 2009. Strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi on valittu joukko kärkihankkeita, joilla strategiaa toteutetaan. Useimmat kärkihankkeet tukevat useaa strategista tavoitetta; monet ovat hankekokonaisuuksia. Esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden osalta maakunnan alueella on tehtävä **kokonaisvaltaisia kaikki tuotantomuodot kattavia suunnitelmia**. Maakuntasuunnitelma sisältää myös Lapin energiastrategian kärkihankkeet.

Esimerkkejä bioenergia-alaan liittyvistä kärkihankkeista:

- Bioenergian käytön kestävä lisääminen
- Uudet toimintamallit metsävarojen hyödyntämiseksi Lapissa

- Biojalostamon edistäminen Kemiin
- Rovaniemen biovoimalaitos sekä muut hankkeet bioenergian käyttökohteiden lisäämiseksi
- Oikeanlainen tuki metsähakkeen kilpailukyvyyn takaamiseksi
- Bioenergian käytön neuvonta ja koulutus
- Turpeen käytön edistäminen

Esimerkkejä energiatehokkuuteen liittyvistä kärkihankkeista:

- Energiatehokkuuden edistäminen
- Lapin energianeuvojaverkosto
- Pohjoisten olosuhteiden rakentamis- ja lämmitystekniikka -osaamis-klusteri
- Teollisuuden energiansäästösopimukset
- Energiatehokkaat ja vähäpäästöiset ratkaisut rakennettavilla alueilla
- Energia-alan T&K- ja innovaatiotoiminnan kehittäminen

Energia-ala opinnoissa ja yritysysteistyössä

Tuotantoaloilla bioenergia on liittynyt eri oppiaineisiin jo useita vuosia. Nykyisessä opetus suunnitelmassa bioenergia on omana oppiaineena sekä luonnonvara-alalla että rakennustekniikan kurssitarjonnassa. Yhteinen oppiaine lisää liikkuvuutta koulutusohjelmien sisällä ja eri alojen opiskelijoilla on mahdollisuus verkostoitua keskenään. Koulutusprosessien tärkein tavoite on opiskelijan oppiminen ja tutkimuksen suorittaminen. Energia-alalla on mahdollista tuottaa opetus suunnitelmia, joilla taataan opiskelijoille korkeatasoinen oppimisympäristö ja tuetaan opiskelijan jatkuvaa ammatillista kasvua ja kehittymistä. Samalla tuotetaan osaavaa työvoimaa sekä painopiste-alueille innovaatioita, uutta yritystoimintaa ja uusia työpaikkoja.

RAMKin kaikissa koulutusohjelmissa otetaan käyttöön PBL (Problem Based Learning) eli ongelmaperusteinen oppiminen vuonna 2012. PBL-opetus soveltuu hyvin bioenergia-alan koulutukseen. PBL:n tarkoituksena on muun muassa tuoda työelämän tarpeet entistä lähemmäksi opetusta ja näin tiivistää koulutuksen ja työelämän yhteistyötä.

Opiskelijoille pyritään antamaan käytännönläheinen oppimisympäristö teoriaopetuksen tueksi. Ammattikorkeakoulun bioenergiaopetuksessa painotetaan siirtymistä fossiilisesta energiasta uusiutuvaan energiaan. Uusiutuvaan energiaan siirtyminen luo uusia työpaikkoja esimerkiksi energiapuun korjuuketjuun. Raaka-aineen hankinta ja logistiikka painottuu voimakkaasti luonnonvara-alan opinnoissa. Erityisesti metsätalousinsinööri- ja agrologiopiskelijat sekä rakennustekniikan opiskelijat hyötyvät bioenergian ja uusiutuvan energian opinnoista.

Innovaatio- ja tutkimustoiminnan kehittämisessä on Lapissa edelleen paljon mahdollisuuksia. Koulutuksen järjestäjät ovat yhteistyössä alan yritysten kanssa hyvin keskeisessä asemassa tavoitteiden saavuttamiseksi. Lapin erikoisosaamista ja potentiaalisia uusia osaamisalueita tulee kehittää koordinoitusti mahdollisimman laaja-alaisen yhteistyön saavuttamiseksi. Lapin korkeakoulukonsernin innovaatio-toimintaa ollaan parhaillaan voimakkaasti kehittämässä ja energia-alaan liittyvä innovaatiotoiminta voidaan liittää merkittäväksi osaksi Lapin energiastrategiaa. Alan yritysten ja tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä tulee kehittää järjestämällä erilaisia verkostoitumistilaisuuksia ja seminaareja Lapin energian tuotannon ja kehityksen kannalta tärkeitä kysymyksistä ja teemoista. BIOWAY-tiedonvälityshanke on esimerkillisesti vastannut tähän tavoitteeseen.

Kunnat mukana energiatehokkuussopimuksilla

Kuntien energiatehokkuussopimuksella (2008–2016) pyritään ensisijaisesti energiatehokkuuden parantamiseen, mutta siihen sisältyy myös uusiutuvan energian käytön edistämiseen liittyviä tavoitteita ja toimenpiteitä. Sopimuksen keskeinen tavoite on saavuttaa sopimuskauden lopussa vuonna 2016 liittymisvaiheessa asetettava vuotuinen energiansäästötavoite (MWh/a), joka vastaa yhdeksää prosenttia ilmoitetusta vuoden 2005 energiankäytöstä.

Energiatehokkuussopimukseen liittyvillä toimilla kunta myötävaikuttaa osaltaan Suomen kasvihuonekaasujen vähentämiseen. Energiankäytön tehostamisella ja uusiutuvan energian käytöllä voidaan myös parantaa kunnan tai kaupungin toiminnan taloudellisuutta.

Energiatehokkuussopimukseen liittyneet kunnat ja kuntayhtymät sitoutuvat muun muassa suunnitelmallisesti tekemään kiinteistöissään energiakatselmuksia siten, että rakennustilavuudella mitattuna 80 prosenttia rakennuskannasta on katselmoitu sopimuksen mukaisesti. Lisäksi kunnat selvittävät muun energiankäytön säästömahdollisuudet. Liittymällä energiatehokkuussopimukseen kunnat saavat noin 50 prosentin hyvityksen katselmointien kuluihin ja noin 20–30 prosentin hyvityksen esimerkiksi ilmastointi-investointeihin.

Yhteistyö maakunnan kuntien kanssa vahvistuu entisestään erilaisten energiakatselmusten myötä. Rovaniemen koulutuskuntayhtymän henkilökunta on hankkinut pätevyyksiä energiakatselmusten suorittamiseksi. Pätevyyksiä on hankittu kiinteistöjen energiakatselmuksiin ja uusiutuvan energian kuntakatselmuksiin. Asiantuntijuus suunnataan suoraan koulutuksen opetussuunnitelmiin tavoitteiden saavuttamiseksi.

Lähteet

Motiva, *Motivan energiakatselmustoiminta*. Osoitteessa: <http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta>.

LUC, *Lapin korkeakoulukonsernin strategia 2011*. Osoitteessa: http://www.luc.fi/Suomeksi/Esittely/LUC_pahkinankuossa.iw3.

Lapin liitto, *Lapin energiastrategia 2009*. Osoitteessa: http://www.lapinliitto.fi/fi/lapin_kehittaminen/strategiat/lapin_energiastrategia.

LAPIN BIOENERGIAOHJELMA 2009–2103 EDISTÄÄ BIOENERGIAN KÄYTTÖÄ LAPISSA

Projektipäällikkö Ulla Huusko, Metsäkeskus Lappi

Lapin bioenergiaohjelma 2009–2013 edistää osaltaan EU:n energia- ja ilmastostrategiaa ja osallistuu Suomen sitoumukseen vähentää kasvihuonepäästöjä ja lisätä uusiutuvan energian käyttöä. Lapin bioenergia-alan toimijoiden yhdessä laatiman ohjelman päätavoite on bioenergian käytön lisääminen Lapissa.

Lapin bioenergiaohjelma 2009–2013 on laadittu yhteistyössä alueen bioenergia-alan toimijoiden kanssa. Bioenergiaohjelma pohjautuu osittain Lapin metsäkeskuksen vuonna 2004 laatimaan Lapin bioenergiastrategiaan vuosille 2003–2012. Vuosien 2009–2013 ohjelmaan on otettu mukaan laajemmin koko bioenergiaklusteri, johon kuuluvat puupohjaiset biopolttoaineet ja turve, muut uusiutuvat energialähteet, tutkimus ja tuotekehitys sekä koulutus ja neuvonta.

Biopohjaisten polttoaineiden ja uusiutuvien energianlähteiden merkitys on jatkuvasti lisääntymässä. Tämä näkyy paitsi Euroopan unionin strategisissa kehittämislinjauksissa, myös kansallisissa ja maakunnallisissa kehittämisohjelmissa. Bioenergiaklusterin merkitys alueellisena taloudellisen lisäarvon tuottajana on merkittävä: biopolttoaineiden tuotanto on paikallista ja loppukäyttäjät ovat usein maakunnan alueella. Lapin olosuhteiden erityispiirteet kuten erittäin pitkät välimatkat, harva asutus ja kylmät olosuhteet merkitsevät myös sitä, että bioenergiantuotantoon liittyvä tutkimus, tuotekehitys ja koulutus on toteutettava maakunnan alueella.

Euroopan unioni on asettanut tavoitteekseen komission ehdotuksen mukaisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen vähintään 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä. Samoin uusiutuvien energianlähteiden käytön lisäämisen tavoite on vähintään 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Hallitusohjelmassa tavoitteena on lisätä merkittävästi uusiutuvan energian käyttöä. Tavoitteeseen pyritään paitsi tukitasojen nostamisen avulla myös valtakunnallista neuvontaa kehittämällä.

Hallitusohjelmassa tavoitteena on myös hajautetun sähkön pientuotannon edellytysten parantaminen syöttötariffin toteuttamisen avulla. Lapin maaseutuohjelmassa ja sitä toteuttavassa maaseutuohjelmassa bioenergiaklusteri on vahvasti esillä: bioenergia-alan tutkimukseen, tuotekehitykseen, koulutukseen ja neuvontaan on varattu maaseutuohjelman toteutuksessa resursseja; bioenergia-alan pienyritysten investointien tukeminen on myös vahvasti esillä.

Lapissa käytettiin energiantuotantoon vuonna 2009 noin kaksi terawattituntia biopohjaisia polttoaineita ja muita uusiutuvia energianlähteitä. Lapin bioenergiaohjelman tavoitteena on nostaa bioenergiaklusterin tuottama energiamäärä neljään terawattituntiin vuoteen 2013 mennessä.

Bioenergia-alan koulutusta ja tutkimusta

Edellä mainittuun bioenergian käytön lisäämistavoitteeseen pääseminen edellyttää osaavan työvoiman saatavuuden varmistamista. Tähän pyritään kaksiosaisella Lapin energiakoulu -hankkeella, jossa luodaan opetussuunnitelmat bioenergia-alan ammattilaisten kouluttamiseksi, hankitaan ja kehitetään koulutuksessa tarvittavaa infrastruktuuria sekä hankitaan koneita ja laitteita. Hanketta toteuttavat Rovaniemen koulutuskuntayhtymä ja Kemi-Tornion koulutuskuntayhtymä Lappia, ja päärahoittajina ovat Euroopan sosiaalirahasto (ESR) ja Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Hankkeen kokonaiskustannusarvio on noin 2,8 miljoonaa euroa. Bioenergia-alan koulutusta järjestetään muissa hankkeissa myös lyhytkursseina, ja tietoa bioenergian käyttömahdollisuuksista annetaan erilaisissa infotilaisuuksissa.

Metsäenergiaa ja muuta uusiutuvaa

Merkittävin bioenergiakäytön lisäämisen potentiaali löytyy Lapin maakunnan, kuten niin monen muunkin, alueelta metsäenergian käytön lisäämisestä. Lapin bioenergiaohjelman suurimmat määrälliset tavoitteet liittyvätkin juuri hakkeen, pelletin ja polttopuun käytön lisäämiseen. Euroopan maaseuturahasto on päärahoittaja Lapin metsäkeskuksen hallinnoimassa kaksivuotisessa kehittämishankkeessa, jonka päätavoitteena on lisätä vuosittain metsäenergian käyttöä noin 300 000 kiinto-kuutiometrillä. Tavoitteen toteutuminen edellyttää paitsi hankinnan ja logistiikan toimivuutta työvoimankin osalta myös käyttökohteissa sekä uusien käyttökohteiden löytymistä. Uusista mahdollisista käyttökohteista Lapin alueella mielenkiintoisia ovat kaivokset perinteisempien matkailukeskusten ja maatilojen rinnalla.

Muun uusiutuvan energian kuten maatala- ja omakotimittakaavaisen tuuli- ja aurinkoenergian käyttö, jätteiden ja rejektien hyötykäyttö tai energiakasvien viljely ener-

giantuotannossa oli vuoden 2009 alussa Lapin alueella hyvin vähäistä. Käytön lisäämiseen on kuitenkin hyvät mahdollisuudet, ja Lapin bioenergiaohjelman tavoitteena onkin, että muiden uusiutuvien energianlähteiden käyttö lisääntyy vuoden 2013 loppuun mennessä noin 0,7 terawattituntiin. Esimerkkinä hanketoiminnan avulla tehtävästä edistämistoiminnasta voidaan mainita Louen opetusmaatilalle rakenteilla oleva karjanlantaa hyödyntävä biokaasulaitos.

Ohjelman toteuttaminen vuosina 2011–2013

Ohjelmaa toteuttavia kehittämishankkeita on tällä hetkellä käynnissä neljä, joita edellä mainittujen lisäksi ovat BLOWAY-tiedonvälityshanke ja Lapin maaseudun bioenergian alueellinen koordinaatiohanke. Nämä hankkeet ovat lähinnä varsinaista kehityshanketoimintaa avustavia.

Kuluvan ohjelmakauden rahoituksen hakuaikaa on jäljellä noin kaksi vuotta ja hankkeiden toteuttamisaikaa noin kolme vuotta. Hyville, toteuttamiskelpoisille ja vaikuttaville hankkeille löytyy varmasti myös rahoitus!

Lähteet

Lapin bioenergiaohjelma 2009. *Lapin bioenergiaohjelma 2009–2013*. Osoitteessa http://www.lapinbiotie.fi/static/content_files/Lapin_bioenergiaohjelma_2009-2013.pdf. 22.3.2011.

TUULIVOIMARAKENTAMINEN LÄHDÖSSÄ KÄYNTIIN SUOMESSA

Toiminnanjohtaja Anni Mikkonen, Suomen Tuulivoimayhdistys ry

Vuoden 2010 lopussa Suomessa oli rakennettu tuulivoimaa 197 megawattia (MW) (VTT 2010) ja on puhuttu tämän kapasiteetin lähes viisitoistakertaistamisesta tulevaisuudessa. Suomen virallinen tavoite on tuottaa sähköä tuulivoimalla vuosittain kuusi terawattituntia (TWh) vuoteen 2020 mennessä, mikä vastaa noin 2500 MW:n asennettua kapasiteettia (VNS 6/2008 vp). Tavoitteen saavuttamiseksi on työskenneltävä tuulivoimaa jarruttavien esteiden ja hidasteiden poistamiseksi, taloudellisen tuen saamiseksi meri-, sisämaa- ja pientuulivoimalle sekä tuulivoimalle myönteisemmän ilmapiirin saavuttamiseksi.

Suomen eduskunta hyväksyi joulukuussa 2010 lain uusiutuvilla energiantuotantomuodoilla tuotetun sähkön tuotantotueksi. Lain mukaan liityntäteholtaan yli 500 kilowatin (kW) uudet tuulivoimalat voivat saada myymästään sähköstä markkinaehtoisen takuuhinnan, joka on 83,5 euroa/MWh. Tuottaja saa takuuhinnan 12 vuoden ajan. Vuoden 2015 loppuun asti on voimassa korkeampi tariffi, 105,3 €/MWh, jota voi saada korkeintaan kolmen vuoden ajan. Tariffirajan alle jäävät voimalat voivat saada kiinteää tukea (6,9 €/MWh), jos tuottavat vuodessa vähintään 200 megawattituntia sähköä. Käytännössä tämä tarkoittaa noin 200 kilowatin voimalaa. (HE 152/2010 vp.)

Hyväksytty tariffitaso on riittävä rannikon hyvätuulisille paikoille, mutta se ei riitä tekemään merituulivoimasta tai valtaosasta sisämaan rakennuspaikkoja taloudellisesti kannattavia. Suomen Tuulivoimayhdistyksen (STY) näkemyksen mukaan Suomen tuulivoimatavoitetta ei voida saavuttaa ilman sisämaa- ja merirakentamista, jotka tarvitsevat oman tukimuotonsa tai -tasonsa. Toinen ongelma on tariffitason alle jäävät voimalat. Kiinteistökohtainen voimala on hyvätuulisella paikalla yksittäisen ihmisen tai yrityksen käytännönläheinen keino hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Myös tähän tarvittaisiin taloudellisia kannustimia kuten investointitukea.

Tuulivoiman kaavoitukseen ja lupamenettelyihin tehoa

Riittävä taloudellinen tuki on edellytys tuulivoimatavoitteiden saavuttamiseksi, mutta se ei yksin riitä. Tuulivoiman kaavoitus- ja lupamenettelyihin on myös saatava selkeyttä ja joustavuutta.

Eduskunta hyväksyi helmikuun alussa 2011 hallituksen esityksen laiksi Maankäyttö- ja rakennuslain muuttamiseksi. Lain tarkoituksena on mahdollistaa rakennusluvan myöntäminen tuulivoimalle suoraan yleiskaavan perusteella. Ympäristöministeriö (YM) valmistelee ohjeistusta tuulivoiman kaavoituksesta ja lupamenettelyistä.

Olennainen kysymys uuden yleiskaavan kohdalla on, kuinka tarkasti voimaloiden paikat määrätään yleiskaavassa. Eri voimalatyypit tarvitsevat eri tavalla tilaa ympärilleen, joten voimaloiden etäisyys toisistaan riippuu voimalatyypistä. Kaavan lähtökohtana on katsoa monta vuotta eteenpäin. Vaikka tehtäisiin niin sanottua hankekaavaa, voi hankkeen toteutuminen venyä esimerkiksi huonon investointi-ilmapiiirin tai sähköliittymän viivästymisen takia. Samaan aikaan teknologia kehittyy. Mikäli voimaloiden paikat on sidottu tarkasti jo kaavassa, menetetään käytännössä mahdollisuus kilpailuttaa voimalatoimittajat hankkeen lopussa tai alueen rakentamistehokkuus kärsii, jolloin aluetta ei saada hyödynnettyä täysin.

YM:n ohjeistus toivottavasti ottaa kantaa myös kaavan ja YVA:n suhteeseen: Mikäli hankkeesta tehdään sekä vaikutusten arviointi että hankekohtainen kaava, on näitä aikataulun sallimissa puitteissa järkevä viedä käsi kädessä – osa selvityksistä palvelee kumpaakin prosessia ja yleisökuulemisia voidaan järjestää yhdessä. Tähän suuntaan ollaankin jo menossa etenkin Pohjois-Pohjanmaalla.

Tuulivoiman ympäristövaikutukset

Tuulivoima on polttoainevapaata energiaa, jossa suurimmat energiapanostukset, ja niiden myötä hiilidioksidipäästöt, syntyvät turbiinin valmistuksesta, kuljettamisesta ja pystyttämisestä. Tuulivoimala on energiataloudellisesti erittäin tehokas vaihtoehto, sillä teollisen kokoluokan tuulivoimala maksaa sen rakentamiseen, kuljettamiseen ja pystyttämiseen kuluneen energian takaisin 3–9 kuukaudessa (Turkulainen 1998). Tämän jälkeen voimala tuottaa puhdasta energiaa koko käyttöikänsä, joka on keskimäärin 20 vuotta. Tuulivoima on uusiutuva energiamuoto, joka lisää sekä energiaomavaraisuutta että sähkön toimitusvarmuutta.

Tuulivoimalla, kuten kaikella energiantuotannolla, on myös negatiivisia ympäristövaikutuksia. Eläimistä tuulivoimalat vaikuttavat eniten lintuihin. Tutkimusten perusteella lintujen törmäysriski tuulivoimaloihin on kuitenkin vähäisempi kuin esi-

merkiksi rakennuksiin (Walsh, 1997). Siitä huolimatta tuulivoimaloiden sijoittamista esimerkiksi merkittävien muuttoreittien varrelle tulee välttää. Lisäksi tuulivoimalat voivat häiritä lintujen pesintää ja ruokailua, joten voimaloiden rakentamista tärkeille ruokailu- ja pesintäalueille tulee välttää.

Tuulivoimaloiden ympäristövaikutuksista ehdottomasti suurimmat ovat maisemavai-
kutukset: tuulivoimaloiden koon vuoksi ne vaikuttavat visuaalisesti laajalla alueella ja herättävät yleensä vastustusta joissakin lähiympäristön asukkaissa. Tuulivoimalat ovat teknisiä rakenteita, jotka eroavat usein materiaaleiltaan ja luonteeltaan ympäris-
töstään. Lisäksi aurinko noustessaan tai lasiessaan tuulivoimalan takaa aiheuttaa lapojen pyöriessä vilkkuvan varjon, joka voi ulottua useiden satojen metrien päähän laitoksesta. Valon ja varjon vilkkumista esiintyy kuitenkin häiritsevässä määrin vain hyvin pienen ajan tuulivoimalan käyttöajasta. Voimala voidaan tarvittaessa pysäyttää niiksi hetkiksi, jolloin valon ja varjon vilkkumisesta olisi lähialueen asukkaille häiriötä, ellei asiaa ole otettu tarpeeksi huomioon voimalan paikkaa valittaessa.

Tuulivoiman aiheuttamia negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan merkittävästi vähentää tuulivoimalaitosten sopivalla sijoittamisella. Tuulivoimaloiden sijoit-
taminen aivan asutuksen lähelle (< 1 km) ei ole suositeltavaa ilman asukkaiden kanssa tehtyä sopimusta. Tuulivoimalat pitäisi myös sijoittaa niin, että ne ”istuvat maisemaan”. Luontoarvot voi parhaiten ottaa huomioon seuraamalla Suomen luon-
nonsuojeluliiton Ekoenergia-merkin kriteerejä, joiden ehdoton vaatimus on, ettei tuulivoimalla saa sijoittua luonnonsuojelualueille, valtakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille, kulttuuriperintöalueille tai kansainvälisesti ja valtakunnallisesti tärkeille lintualueille. (Suomen luonnonsuojeluliitto, 2011.)

Pientuulivoima

Suomessa on tilastoidun 197 MW:n lisäksi useita kiinteistökohtaisia tuulivoimaloita, jotka joko lataavat akkuja, lämmittävät kiinteistön käyttövettä tai syöttävät sähköä kiinteistön sähköverkkoon. Hyvätuulisella paikalla kiinteistökohtainen tuulivoima-
la on energiataloudellisesti ja ympäristön kannalta hyvä vaihtoehto hajautettuun energiantuotantoon. Kiinnostus kiinteistökohtaista tuulivoimaa kohtaan on viime aikoina kasvanut.

Pientuulivoimalan pystyttämiseen tarvittavat rakennuslupakäytännöt vaihtelevat eri kunnissa. Luvasta päättää kunnan rakennustarkastaja rakennusjärjestyksen perusteella. Toisinaan pientuulivoimalla voidaan pystyttää ilman luvan vaatimista tai toimenpideluvalla. Toisinaan taas tarvitaan rakennuslupa. Lupa-
aan vaikuttavat muun muassa tuulivoimalan maston korkeus, roottorin halkaisija, voimalan synnyttämän äänen voimakkuus, etäisyys naapureihin ja muut tekijät.

Ruotsissa rakennuslupakäytäntöä on helpotettu huomattavasti. Elokuussa 2009 voimaan tulleessa laissa määrätään, että rakennuslupaa ei tarvita, jos omalle tontille pystytettävän turbiinin masto on alle 20 metriä ja roottorin halkaisija on alle 3 metriä. Tällöin riittää ilmoitus rakennusvalvontaan. Myös Suomessa rakennuslainsäädännön muuttaminen Ruotsin säädäntöä vastaavaksi helpottaisi kiinteistökohtaisen tuulivoiman asentamista.

Tuulivoima työllistäjänä

Suomeen vuoteen 2020 mennessä rakennettava tuulivoimakapasiteetti työllistää suomalaisia tuulivoimaloiden (ja komponenttien) valmistuksessa, asennuksessa ja kunnossapidossa. Teknologiateollisuus ry on arvioinut syksyllä 2009 valmistuneessa tuulivoiman tiekartassa, että toimivat kotimarkkinat voivat kasvattaa Suomen osuuden maailman tuulivoimamarkkinoilla nykyisestä kolmesta prosentista seitsemään prosenttiin. Tällöin ala työllistäisi vuonna 2020 jopa 30 000 henkilöä nykyisen noin 3 000 sijaan (Teknologiateollisuus, 2009). Tämän lisäksi tuulivoiman kaavoitus- ja lupaprosessit työllistävät tulevaisuudessa konsultteja ja virkamiehiä. Työllistävän vaikutuksen ehdoton edellytys on toimiva taloudellinen kannustinjärjestelmä (= syöttötariffi) ja kaavoitus- ja lupaprosessit.

Kaavoitus- ja lupaprosessien selkeyttämisellä ja taloudellisen tuen käynnistämällä alkaa olla todella kiire. Jo tällä hetkellä Suomen tavoitteet tarkoittavat 200–250 MW:n vuotuista rakentamisvauhtia, jolloin seuraavaksi pullonkaulaksi voivat osoittautua verkko- ja kalustorajoitteet sekä puute osaavasta työvoimasta.

Suomen Tuulivoimayhdistys

Suomen Tuulivoimayhdistys ry (STY) on perustettu vuonna 1988 edistämään tuulivoimaa Suomessa.

Yhdistys pyrkii lisäämään ihmisten tietoa tuulivoimasta ja kumoamaan virheellisiä käsityksiä riippumattoman tieteellisen tiedon avulla. Tietoa lisäämällä vähennetään ihmisten ennakkoluuloja ja tuulivoimaan kohdistuvia pelkoja. Yhdistys julkaisee neljä kertaa vuodessa ilmestyvää Tuulienergia-lehteä, päivittää aktiivisesti yhdistyksen Internet-sivuja sekä osallistuu tapahtumiin ja järjestää seminaareja, konferensseja ja muita tilaisuuksia. Lisäksi STY:n edustajat osallistuvat aktiivisesti mielitekijäseminaarilla käytävään keskusteluun.

STY osallistuu myös tuulivoimasta käytävään poliittiseen keskusteluun ja pyrkii edistämään tuulivoiman toimintaedellytyksiä Suomessa. Yhdistyksen jäsenenä on

tuulivoimasta kiinnostuneita yksityishenkilöitä ja tuulivoiman parissa työskenteleviä yrityksiä. Yritysten kirjo on laaja; jäsenistöön kuuluu tuulivoimaloita valmistavia ja maahantuovia yrityksiä sekä näiden alihankintaketjuun kuuluvia komponenttivalmistajia, tuulivoimapuistoja suunnittelevia ja rakentavia yrityksiä, huolto- ja kunnossapidosta vastaavia yrityksiä, konsulttiyrityksiä ja niin edelleen. STY pyrkii olemaan johtava ja näkyvä vaikuttaja tuulivoiman edistäjänä edustaen kaikkien jäseniensä yhteisiä näkemyksiä.

Lähteet

- Turkulainen T. 1998. *Tuulivoimalan elinkaariarviointi*. Diplomityö, Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- HE 152/2010 vp. *Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta* (<http://217.71.145.20/TRIPviewer/show.asp?tunniste=HE+152/2010&base=erhe&palvelin=www.eduskunta.fi&f=WORD>).
- Suomen luonnonsuojeluliitto, *Ekoenergia-merkin kriteerit*, www.ekoenergia.fi/merkin-kayttajille/kriteerit, katsottu 27.6.2011.
- Teknologiateollisuus ry, 2009. *Tuulivoiman tiekartta*. http://www.teknologiateollisuus.fi/file/7142/Tiekartta_2009.pdf.html.
- VNS 6/2008 vp. *Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia* <http://217.71.145.20/TRIPviewer/show.asp?tunniste=VNS+6/2008&base=ermuut&palvelin=www.eduskunta.fi&f=WORD>.
- VTT 2011. *Tuulivoimatilastot*, www.vtt.fi/proj/windenergystatistics.
- Walsh, M. 1997. *Tuulivoimalaitosten vaikutukset lintukantoihin*. BirdLife Suomi.

LÄMPÖPUMPPU – TULEVAISUUDEN RATKAISU

Toiminnanjohtaja Petri Koivula, Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry

Energian tarve suomalaisessa asumisessa ja yhteiskunnan toiminnassa on suuri sijaintimme vuoksi. Useat muut maat voivat hyödyntää asemaansa huomattavasti paremmin kuin Suomi ja siksi meidän on pohdittava energian säästämistä ja hankintaa Suomen omista lähtökohdista.

Energian tuotannosta aiheutuu ympäristöön erilaisia vaikutuksia. Energian tuotanto ja jakelujärjestelmät aiheuttavat pysyviä ja hetkellisiä muutoksia. Rakennusvaiheen muutokset eivät jää pysyviksi, mutta jakelujärjestelmä on vuosikymmeniä näkyvissä tai ainakin olemassa. Mitä vähemmän tarvitsemme energiaa, sitä vähemmän tarvitsemme tuotanto- ja jakelujärjestelmiä. Tulevaisuuden ratkaisu on siis energiaa säästävät lämmitysmuodot, joista yksi parhaista on lämpöpumppu. Tulevaisuuden haasteista suurin on ympäristömme säilyttäminen elinkelpoisena tuleville sukupolville. Meidän on huolehdittava ilmaan päästettävien kasvihuonekaasujen määrän pudottamisesta sopimusten mukaisesti ja ilman pitää olla tulevaisuudessakin hengityskelpoista (YK 1997).

Energiatehokkuus on huomioitava

Energiatehokkuus uusissa rakennuksissa pitää saada ihan uudelle tehokkuustasolle niin, että rakennus kuluttaa mahdollisimman vähän energiaa (TEM 2010). Nykyiset standardit tulevat tiukkenemaan tulevaisuudessa oleellisesti ja tällöin rakennusten käyttämän energian alkuperä nousee arvoonsa. Lämpöpumpuilla pystytään tuottamaan lämmitysenergiaa niin, että primäärienenergiamäärä on 30–60 prosenttia loppuenergiasta. Tällä tavoin päästään energiatehokkuudessa normaalirakenteillakin matalaenergiatalon standardiin ja energiaa säästyy rakennuksen rakentamisesta. Rakennusten energiataloutta tarkasteltaessa olisi siirryttävä koko elinkaaren katta-

vaan tarkasteluun ja uusiutuvalla energialle on annettava entistä suurempi painoarvo kuin fossiilisia luonnonvaroja käyttäville.

Olemassa oleva rakennuskanta määräävänä tekijänä

Olemassa olevan rakennuskannan saneeraukset ovat vasta avautumassa lämpöpumppumarkkinoille ja seuraavien vuosien aikana alan kasvu tulee olemaan saneerauksessa. Saneerauksessa huomio kiinnittyy yleensä pääomakustannukseen ja takaisinmaksuaikaan sekä mahdollisiin tilatarvemuutoksiin.

Saneerausta mietittäessä olisi syytä kiinnittää enemmän huomiota olemassa olevan lämmitysmuodon ja lämpöpumppujärjestelmän integroimiseen sen sijaan, että ryntää suoraan uusimaan olemassa olevaa järjestelmää. Mikäli järjestelmä ei sovi olenkaan uusiin suunnitelmiin, vasta tällöin kannattaa hylätä kaikki vanha ja siirtyä uuteen.

Lämpöpumppu tarvitsee lämmönjakojärjestelmän, jolla lämpö jaetaan rakennukseen ja tällöin kyseeseen tulee jakelukanavana ilma tai vesi. Saneerattavan kohteen energiatehokkuutta voi parantaa ilman raskaita rakennusteknisiä investointeja asennuttamalla lämpöpumppujärjestelmän tai lämpöpumpun rakennukseen.

Elimmekö öljykaudella?

Energian riittävyys maailmassa ei kovin paljon yksittäistä ihmistä mietitytä, mutta kun otamme aikajaksoksi muutaman sukupolven, asia muuttuu. Olemme käyttämässä muutaman sadan vuoden ja kymmenen sukupolven aikana luonnonvarat, joita maapallolle on muodostunut vuosimiljoonien aikana. Meidän on tulevaisuudessa käytettävä huomattavasti vähemmän energiaa henkilöä kohden kuin nykyisin. Ellemme vapaaehtoisesti vähennä energian käyttöä, energian loppuminen pakottaa tulevat sukupolvet siihen mitä rajuimmalla äkkipysäyksellä.

Uusiutuvan energian mahdollisuuksia on parannettava ja auringosta peräisin oleva lämpöenergia on saatava yhä paremmin hyödynnettyä. Lämpöpumppuala tähtää tähän kehitykseen parantamalla jatkuvasti ilmalämpöpumppujen tehokkuutta kylmässä, jolloin yhä alemmissa lämpötiloissa saadaan enemmän lämpöenergiaa. Toinen tärkeä kehityskohde on lämpökertoimen yleinen parantaminen. Suomessa lämpökerroin on pienempi kuin muualla Euroopassa, koska keskilämpötilat niin maaperässä kuin ilmassa ovat matalammat. Samalla meillä on kylmemmät olosuhteet ja ilman lämpötila voi laskea lähelle -30 celsiusastetta, jolloin ilmasta energian ottavat laitteet eivät enää pysty ottamaan lämpöä hyvällä lämpökertoimella.

Lämpökertoimen nosto yleisesti paremmaksi ja varsinkin alemmilla lämpötiloilla normaaliin, kolmeen/neljään on suuri haaste. Muutaman vuoden kuluttua pääsemme varmasti -30 celsiusasteen lämpötiloissa yli kahden lämpökertoimiin myös ilma-lämpöpumpuilla. Samaan aikaan tapahtuva yleinen kehitys saa maalämpöpumppujen kertoimet nousemaan Suomessakin pitkälti yli neljän.

Mukavuus on edelleen mahdollista

Suuri muutos asumisessa on myös asumistarpeiden muuttuminen ja vaatimustason nousu. Nykyisin halutaan lämpötilojen pysyvän hallinnassa asteen tarkkuudella niin kesällä kuin talvella. Muutokset ovat aiheuttaneet tarpeen viilentää tiloja kesällä ja sitä kautta energiankulutus kasvaa. Energiankulutuksen kasvu voidaan kompensoida ja valtaosa tarvittavasta energiasta säästää, kun laitteina käytetään lämpöpumppuja. Kesäinen viilennys kuluttaa korkeintaan 10 prosenttia muiden vuodenaikojen säästöä.

Asukas optimoi kustannuksia

Yksittäisen henkilön kannalta lämpöpumppujen mahdollisuudet liittyvät eniten lämmityskustannusten optimointiin ja niiden pienentämiseen. Asuinrakennuksessa voi jo 2000 euron sijoituksella ilma-/ilma-lämpöpumppuun ja sen asennukseen saada jopa 500 euron vuotuisen säästön. Samalla asumismukavuus paranee, kun tilan lämpö on tasaista puhalluksen ansiosta ja ilma puhdistuu suodattimien avulla.

Viilennyksen mahdollisuus kesällä on yksi tulevaisuuden mukavuuksista asunnoissa.

Yksilön mahdollisuus vaikuttaa ympäristöön on yksi lämpöpumppujen myyntivalteista, sillä jokainen säästetty energiakilowatti vähentää myös kasvihuonekaasupäästöjä.

Ehkä tulevaisuus luo leimansa myös lämmitysjärjestelmien käyttäjiin ja lämpöpumpun ostaja lukeutuu ystäväpiirissään imagoltaan vastuulliseksi maailmankansalaiseksi.

Kansantalous hyötyjänä

Kansantaloudellisesti lämpöpumpuilla on suuri merkitys, mikäli halutaan ottaa käyttöön kaikki niistä saatava hyöty. Suomen pitää vuoteen 2020 mennessä nostaa uusiutuvan energian osuus 28:sta 38 prosenttiin (EY 2009). Tämän hetken 374 TWh:n Suomen kokonaisenergiankulutuksesta uusiutuvan lisäosa on noin 37 TWh. Tästä

määrästä voidaan vuonna 2020 lämpöpumpuilla tuottaa noin 8–10 TWh eli noin neljäsosa. Samalla voidaan vähentää tuotettavan energian määrää ja kasvihuonepäästöjä. Suuri hyöty saadaan myös energiaomavaraisuuden parantumisesta ja tuonnin vähentämisestä.

Kansainvälisten ympäristösopimuksien tavoitteiden saavuttaminen on merkittävä kansallinen tavoite Suomessa ja siihen pääseminen vaatii myös lämpöpumppualalta voimakasta panostusta alan kehitykseen. Kasvavaan kysyntään pitää vastata koulutuksella ja työvoiman lisäyksellä. Kansantaloudellisesti alan kehitys on merkittävä tekijä luodessaan uusia työpaikkoja ja siten kerryttäessään verotuloja.

Saatavilla on uusia sovelluksia

Markkinoille on tasaisin välein tullut lämpöpumpuista uusia sovelluksia. Pisimpään markkinoilla ovat olleet maalämpöpumput, jotka yleistyivät Suomessa 1970-luvun alussa. Sitten oli vuorossa poistoilman lämpöenergian talteenotto ja 1990-luvulla tulivat ilmalämpöpumput. Uusimpana tulokkaana ovat ilmasta veteen lämpöenergiaa siirtävät laitteet, joiden myynti kasvaa eniten muutaman seuraavan vuoden ajan.

Lämpöpumpun toimintaperiaate

Lämpöpumpun toimintaperiaate on kerätä talojen lämmityksessä käytettävä energia talon ympärille varastoituneesta aurinkoenergiasta. Lämpöpumppu pystyy muodostamaan korkeita lämpötiloja pienestä lämpöerosta, koska ”mietoa” lämpöä on saatavilla lähes rajoittamattomasti. Maalämpöpumppu, joka on vanhin nykyisin markkinoilla olevista lämpöpumppumalleista, on myös kokonaisvaltaisin ja tehokkain pumppu. Sillä pystyy hoitamaan koko pienemmän rakennuksen käyttö- ja kiertovesitarpeen kokonaan ja energiaa kuluu vain kolmasosa normaalista, jolloin kaksi kolmasosaa kokonaisenergiasta otetaan maasta tai vedestä. Maalämpöä voi ottaa talteen sijoittamalla muoviputkiston joko maahan tai vesistöön tai poraamalla lämpökaivon kallioon. Maalämpöjärjestelmässä kiertävä neste palaa lämmön talteenoton jälkeen kiertoon noin kolme astetta kylmempänä.

Ilmalämpöpumppu hyödyntää ulko- tai poistoilman sisältämää lämpöä. Ilman tai maaputkistossa kiertävän aineen lämpötila on yleensä matala asuinlämpötilaan verrattuna. Laitteisto siirtää ilman tai maan lämpöä omassa putkistossaan kiertävään kylmäaineeseen, joka höyrystyy. Seuraavaksi kompressori puristaa muodostuneen höyryn kasaan, mikä nostaa lämpötilaa voimakkaasti. Tämän lämmön lämpöpumpujärjestelmä siirtää eteenpäin joko sisäilmaan tai käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmiin. Lämmön luovuttanut höyry jatkaa paisuntaventtiiliin, jossa paine laskee. Kylmäaine palautuu juoksevana takaisin keräämään uutta lämpöä.

Miten lämpöpumput toimivat?

Ilmalämpöpumput (ILP) ovat yleistyneet viimeisen viiden vuoden aikana jatkuvan energian hinnannousun johdosta. Ilmalämpöpumppu on hyvä laite, kun halutaan pienentää rakennuksen energiakustannuksia. Sillä voidaan ottaa noin 40 prosenttia tarvittavasta lämmitysenergiasta ulkoilmasta. Lisäksi ilmalämpöpumpulla voidaan tarvittaessa viilentää tiloja ja saada oleskelusta miellyttävämpi kokemus.

Ilmalämpöpumppu kierrättää lämmittämäänsä sisäilmaa ja samalla se myös puhdistaa sitä suodattimiensa avulla. Ilmalämpöpumppu soveltuu toimimaan niin sähkö- kuin muiden lämmitysjärjestelmien kanssa. Sisäilman kierrätys saa aikaan paremman lämmön siirtymisen muista lämmityslähteistä (esimerkiksi takoista) ympäröivään sisäilmaan.

Poistoilmalämpöpumppu (PILP) ottaa nimensä mukaisesti lämmön talteen poistoilmasta. Poistoilmasta otetulla lämmöllä voidaan lämmittää käyttövesi ja kiertovesi. Talteen otetun lämmön osuus on huomattava ja lisäenergiaa tarvitaan 40–60 prosenttia käyttötarpeen mukaan. **Poistoilmalämpöpumppu asennetaan useimmiten uuteen rakennukseen tai olemassa olevaan rakennukseen ilmanvaihtosaneerauksen yhteydessä.**

Perinteisin lämpöpumppumalli on maalämpöpumppu (MLP), joka kerää suurissa kohteissa jopa kolme neljäsosaa tarvittavasta lämpöenergiasta ympäröivästä maasta tai vedestä. Maalämpöpumpulla saadaan tuotettua rakennuksessa tarvittava lämmön käyttövesi ja lämmitykseen tarvittava kiertovesi. Maalämpö otetaan joko maasta tai vedestä. Maahan voidaan upottaa putkisto noin metrin syvyyteen. Mikäli maaperä ei sovellu pintaputkistolle, voidaan porata lämpökaivo jopa yli 200 metrin syvyyseksi. Lämpö voidaan ottaa myös vedestä eli järven tai lammen pohjasedimentistä. Tällöin putki upotetaan pohjasedimenttiin erillisten painojen avulla.

Uusin lämpöpumppumalli on ilmasta veteen lämpöpumppu (UILP), joka on valannut markkinoita viimeiset neljä vuotta. Laitteella saadaan ilmasta lämpöenergia, jolla voidaan lämmittää niin kierto- kuin käyttövesikin. Ilma-/vesilämpöpumppu on oiva saneerauskohteiden pumppu tai se voidaan liittää olemassa olevaan järjestelmään, jolloin saadaan säästöjä energiakustannuksiin.

Ala kasvaa kohisten

Lämpöpumppujen markkinatilanne on muuttunut viimeisten vuosien aikana valtavasti. Lämpöpumppujen myynti on viidentoista vuoden aikana kasvanut noin viisisataakertaiseksi ja kasvu jatkuu vankkana myös tulevana vuosina. Arvioiden mukaan Suomessa on vuonna 2020 käytössä noin miljoona lämpöpumppua (Sulpu

2000–2010). Samalla voidaan hoitaa lämpöpumpuilla merkittävä osa Suomen uusiutuvan energian kohonneesta tarpeesta.

Matalaenergiataloksi lämpöpumpulla

Lämpöpumppujen hankintakustannukset vaihtelevat 2000 eurosta aina satoihin tuhansiin euroihin. Edullisin on ilmalämpöpumppu, jonka saa asennettuna noin 2000 eurolla. Ilmalämpöpumpulla voi laskea energiakustannuksia normaalissa rakennuksessa noin 400–700 euroa vuodessa eli korko pääomalle on melkoinen. Maalämpöpumpulla säästöt voivat olla rakennuksen ja käyttöveden hankinnassa jopa kolme neljäsosaa kokonaisenergiämäärästä. Tällöin rakennus kuluttaa energiaa noin 30–40 kWh neliömetriä kohden vuodessa, kun se perinteisillä järjestelmillä on noin 120–160 kWh/neliömetri. Poistoilma- ja ilmavesilämpöpumpuilla säästöt ja hankintakustannukset ovat hieman pienemmät kuin maalämmöllä.

Lämpöpumpun tilantarve on pieni

Tilantarve lämpöpumpulle on hyvin pieni. Ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö vie rakennuksen seinältä noin metri kertaa metrin tilan. Sisäilmayksikkö on noin 80 cm leveä ja 30 cm korkea. Sen syvyys seinästä on myös noin 30 cm. Ilma-/vesilämpöpumppu on ulkoyksiköltään suurikokoisempi ja mukana tulee sisätilaan vesisäiliö. Maalämpö vaatii lämpökaivon tai pintaputkiston lämmön keruuseen ja tekniseen tilaan jääkaappipakastimen kokoisen sisäyksikön, jossa on valmiina vesisäiliö. Samankokoinen tilantarve on myös poistoilmalämpöpulla. Kokonaisuudessaan tilantarve lämpöpumpuille on pieni.

Asennus vaatii ammattitaitoa

Usein kuulee lämpöpumpusta sanottavan, että se on helppo asentaa. Sitä se onkin, mutta laitteissa käytetään kylmäaineita ja niiden kanssa toimittaessa on oltava varovainen. Kylmäainetta ei saa päästää ympäristöön väärän asennuksen takia. Siksi ilma-/ilmalämpöpumppujen asennus on ammattilaisen tehtävä. Tämän vaatii kylmäaineasetus (EY 2006). Muutenkin parhaan lopputuloksen saa kun ostaa, asentaa ja huollattaa laitteensa ammattihenkilöillä. Työkalujen merkitys nimittäin on onnistuneen asennuksen peruste. Liian voimakkaasti kiristetyt kaasuliitokset vuotavat, ja ilman oikeanlaista työkalua ei momentin arviointi ole mahdollista. Sama koskee myös kaasujen talteenottoa laitteistoja huollettaessa ja purettaessa.

Avustukset tukena

Suomalainen yhteiskunta ja viranomaiset ovat huomanneet kuinka hyviä lämpöpumput ovat energiatehokkuuden ja -hankinnan kannalta (Eduskunta 2010). Siksi lämpöpumppujen asentamisesta saa kotitalousvähennyksen, kun sen suorittaa ammattihenkilöllä. Vähennys koskee lämpöpumpun asentamiseen kohdistuvia kustannuksia työn osuudelta. Lisäksi vuodesta 2011 maalämmöstä ja ilma-/vesilämpöpumpuista on mahdollisuus saada energiatukea saneerauskohteissa. Tuki haetaan oman paikkakunnan rakennusviranomaisten kautta. Tuki on siis merkittävä ja se koskee ainoastaan saneerauskohteita; uusia rakennuksia tuki ei koske.

Alan koulutus ja EU-sertifiointi

Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry on kehittänyt lämpöpumppualan koulutusta vuodesta 2003. SULPU on kouluttanut alalle noin 600 henkilöä oman sertifiointikoulutuksensa avulla. Vuoden 2009 alusta koulutus on muutettu Euroopan lämpöpumppuyhdistys EHPA:n sertifioimaksi koulutukseksi ja se toteutetaan yhdessä Amiedun kanssa. Nyt Suomessa aloitettavalla koulutuksella alan osaamistaso saadaan nostettua ja laajennettua kysyntää vastaavaksi.

Lähteet

Eduskunnan päätökset 2010.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus EY 842 / 2006.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY.

Sulpu strategia ja tilastot 2000–2010.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) 2010.

YK:n ilmastonmuutoskonferenssin Kioton protokolla ja pöytäkirja, Kioto, 1997.

AURINKO UUSIUTUVANA ENERGIANLÄHTEENÄ

Myynti-insinööri Arto Koivisto, Viessmann Oy

Maapallon suurin energianlähde on noin viisi miljardia vuotta vanha fuusioreaktiolla toimiva aurinko. Maapallolle saapuvasta auringonsäteilystä 30 prosenttia *heijastuu* ilmakehästä takaisin avaruuteen ja 70 prosenttia *saapuu maapallon pinnalle*. Maapallon pinnalle saapuvasta säteilystä noin 33 prosenttia kuluu hydrologisen kierron ylläpitoon ja 67 prosenttia muuttuu suoraan ilman, maan ja merien lämmöksi maapallon pinnalle. Auringon säteilyenergiasta alle prosentti kuluu tuulen, aaltojen ja virtojen synnyttämiseen sekä fotosynteesiin. (Boyle et al. 2003.) Auringon tuottama, maapallon pinnalle asti saapuva vuotuinen säteilyenergiamäärä on noin 10 000 kertaa suurempi kuin vuotuinen primäärienergian tarve maapallolla. (Quasching 2005, Boyle et al. 2003.) Tämä artikkeli tarkastelee kyseisen energiamäärän hyödyntämismahdollisuuksia kiinteistöjen lämmityksen täydentäjänä sekä käyttöveden lämmityksessä.

Suomen aurinko-olosuhteet riippuvat vallitsevasta ilmastosta, johon vaikuttaa oleellisesti Suomen maantieteellinen sijainti. Koska Suomi sijaitsee kaukana päiväntasaajasta, vuodenajat ovat selkeät ja auringonsäteilyn saatavuus vaihtelee voimakkaasti eri vuodenaikoina. Lisäksi auringon paisteessa on selviä eroja Suomen etelä- ja pohjoisosien välillä. Eniten aurinko paistaa vuosittain Suomen lounaisilla rannikko- ja merialueilla ja vähiten Itä-Lapissa. Suora säteily ja hajasäteily muodostavat yhdessä auringon *kokonaissäteilyn*, jonka määrä ilmoitetaan vaakatasoon osuvalle pinnalle. Vuosittainen auringon säteilymäärä Etelä-Suomessa on noin 1000 kWh/m² ja Lapissa 800 kWh/m². Yleisesti Suomessa saatavat säteilymäärät ovat noin puolet pienempiä Etelä-Euroopan maihin verrattuna (SOLPROS 2001). (Ilmatieteen laitos 2001a, 2001b, Leijala 2010.)

Aurinkoenergia lämmityksessä

Aurinkolämmöllä tarkoitetaan auringon säteilyenergian hyödyntämistä lämmityksessä. Suomessa aurinkolämmön hyödyntäminen on nykyisin vielä pienimuotoista moniin muihin Euroopan maihin verrattuna, mutta aurinkolämmön markkinakehitys on ollut Suomessakin kasvusuuntaista viime vuosikymmeninä. Aurinkolämpöä voidaan hyödyntää joko passiivisesti tai aktiivisesti. (Leijala 2010.)

Passiivinen hyödyntäminen

Passiivisella aurinkolämmön hyödyntämisellä tarkoitetaan sitä, että rakennus kerää aurinkoenergiaa itse (eli toimii aurinkokeräimenä) ja varastoi kerätyn lämmön rakenteisiinsa ja luovuttaa sitä eteenpäin käyttökohteisiin, esimerkiksi huonetiloihin. Lämpö siirtyy eteenpäin luonnollisesti ilman koneiden apua, mutta taloon tarvitaan säätö-/varjostusjärjestelmä. Passiivisesti aurinkolämpöä hyödyntävässä pientalossa tulee olla myös toimiva tuuletus yllämpenemisen estämiseksi. (Erat ym. 2001, Duffie & Beckman 1991.) Käytännössä kaikki talot hyödyntävät aurinkolämpöä jossain määrin passiivisesti. Se, kuinka paljon aurinkolämpöä voidaan käyttää hyödyksi passiivisella menetelmällä, riippuu muun muassa rakennuksen sijoituksesta ja suuntauksesta, rakennuksen muodosta, ikkunoiden suuruudesta ja sijainnista sekä rakennusmateriaaleista. Raskaat materiaalit kuten tiili ja betoni ovat lämmönvarastointikyvyiltään parempia kuin puun kaltaiset kevyet materiaalit. (Erat ym. 2001.)

Aktiivinen hyödyntäminen

Aurinkolämmön aktiivinen hyödyntäminen perustuu aurinkoenergian suoraan hyödyntämiseen aurinkokeräinten avulla (Leijala 2010). Toimintaperiaatteena on, että aurinkokeräimet muuntavat niihin tulevan säteilyn lämmöksi ja tämä lämpö varastoidaan ja siirretään lämmönjakopiirien avulla edelleen esimerkiksi lattialämmitykseen tai käyttöveden lämmitykseen (Duffie & Beckman 1991). Aktiivisesti aurinkolämpöä hyödyntävät keräintyyppit voidaan luokitella *keskittäviin keräimiin*, *tasokeräimiin* ja *tyhjiöputkikeräimiin*. Keskittävät keräimet soveltuvat hyödyntämään lähinnä suoraa auringonsäteilyä, kun taas tasokeräimet ja tyhjiöputkikeräimet kykenevät hyödyntämään suoran säteilyn lisäksi hajasäteilyä (Erat ym. 2001, Duffie & Beckman 1991). Talon lämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen käytetään tyyppillisesti tasokeräimiä ja tyhjiöputkikeräimiä, joista tasokeräimet ovat toistaiseksi selvästi yleisempiä Euroopassa (ESTTP 2011). Tyhjiöputkikeräimet ovat tasokeräimiä tehokkaampia erityisesti kylmissä, pilvisissä ja tuulisissa olosuhteissa, mutta ne ovat kalliimpia tasokeräimiin nähden (Quasching 2005, Kalogirou 2004). Keräintyyppin valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka paljon esimerkiksi Lapissa saatavasta vuotuisesta säteilyenergiamäärästä (800 kWh/m²) saadaan hyödynnettyä.

Tyhjiöputkikeräimet

Tyhjiöputkikeräimet koostuvat vierekkäin kiinnitetyistä lasisista tyhjiöputkista, joiden sisällä on lämpöputkella varustettu metallinen absorptiolevy (kuva 3). Sekä lämpöputki että absorptiolevy ovat yleensä kuparisia. Keräimeen tuleva auringon säteily saa lämpöputken sisällä olevan lämmönsiirtoaineen (esimerkiksi metanolin) höyrystymään ja höyry kulkeutuu lämpöputkea pitkin ylöspäin keräimen yläosaan, jossa se tiivistyy ja luovuttaa lämpönsä lauhdutin-lämmönsiirtimen kautta aurinkokeräinpiirin lämmönsiirtoaineeseen (esimerkiksi veteen tai glykoliin). Tämän jälkeen lämpöputkessa oleva lämmönsiirtoaine palaa takaisin keräimen alaosaan, jossa se höyrystyy uudelleen ja sykli toistuu. Aurinkokeräinpiirin lämmönsiirtoaineeseen luovutettu lämpö siirtyy puolestaan edelleen lämmönsiirtimen kautta varaajaan, josta lämpö hyödynnetään käyttöä varten. (Quasching 2005, Kalogirou 2004.)

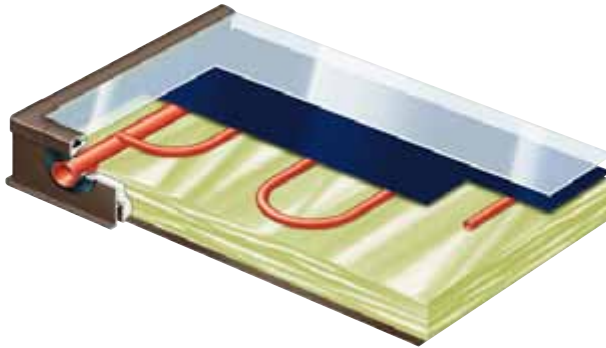


Kuva 3. Tyhjiöputkikeräimen rakenne (VIESSMANN).

Tasokeräimet

Tasokeräimet keräävät säteilyä tyypillisesti metallista valmistetun absorptiolevyn avulla, joka pystyy absorboimaan säteilyä koko pinta-alallaan. Tumma absorptiolevy kuumenee absorboidessaan säteilyä ja muuntaa auringosta tulevaa valosäteilyä termiseksi energiaksi. Kerätty lämpö siirretään tasokeräimessä joko nesteen tai ilman välityksellä edelleen käyttökohteeseen tai lämpövarastoon, ja tasokeräintyyppit voidaan luokitella lämmönsiirtotavan mukaan nestekiertoisiin tasokeräimiin ja ilmakiertoisiin tasokeräimiin. Näistä keräintyypeistä tyypillisesti käytetty tasokeräinmalli on nestekiertoinen tasokeräin, joka kerää ilmakiertoiseen keräimeen verrattuna enemmän lämpöä. Nestekiertoinen tasokeräin on havainnollistettu kuvassa 4. Auringon säteily osuu ensin keräimen päällä olevan, valoa läpäisevän katteen kautta absorptiolevyyn, joka lämpenee. Lämpö siirtyy yleensä kuparista tai alumiinista tehdystä absorptiolevystä edelleen nesteeseen, joka kiertää tiheässä putkistossa joko

absorptiolevyn päällä tai alla tai vaihtoehtoisesti levyyn upotetussa kanavistossa. Tyypillisesti materiaaliltaan kuparia oleva absorptioputkisto koostuu viereen asetetuista yhteen liitetystä putkista, jotka päätyvät kokoojaputkistoon keräimen molemmissa päissä (nestein sisääntulo- ja ulostulokohdissa). Kokoojaputkiston kautta neste siirtyy edelleen lämmönvaihtimeen, jossa se luovuttaa sisältämänsä lämpöenergian joko suoraan käyttöön (käyttövedenvaraajaan) tai vaihtoehtoisesti lämpöä varastoivaan varaajaan myöhempää käyttöä varten (Kalogirou 2004). (Erat ym. 2001, SOLPROS 2006.)



Kuva 4. Nestekiertoisen tasokeräimen rakenne (VIESSMANN 2010b).

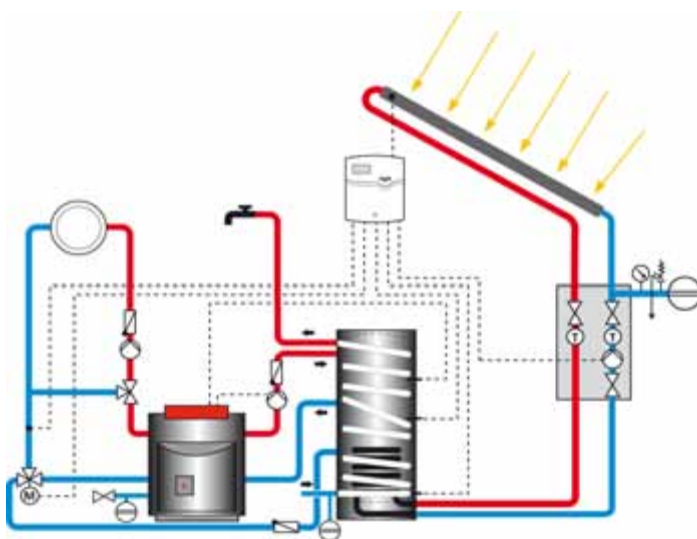
Nestekeräimissä voidaan nesteinä käyttää esimerkiksi vettä tai vesi-glykoliseosta (Erat ym. 2001). Näistä puhtaalla vedellä on suurin lämpökapasiteetti ja hyvä pumppattavuus, mutta vesiglykoliseoksilla on puolestaan matalampi jäätymispiste ja korkeampi kiehumispiste kuin vedellä (Erat ym. 2001). Kun neste ei jäädy pakkasilla, keräintä ei tarvitse tyhjentää talven ajaksi ja keräimen vuotuinen käyttöaika pitelee olettaen, että aurinkoa on myös kylmempään aikaan riittävästi saatavilla. Siten suomalaisissa asuintaloissa jäänestoaineella varustettu seos soveltuu hyvin keräimen nesteeksi. Tasokeräimen lämmöntuotantoon vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa auringon säteilyn saatavuus ja tuulisuus, **keräimen suuntakulma** ja **kallistuskulma**, keräimen absorptiokyky, lämmönsiirtoaineen ominaisuudet, lämmöneristys ja tiiviys, katteen ominaisuudet, käyttölämpötila sekä keräimen lämpötilan ja ulkolämpötilan välinen lämpötilaero (Erat ym. 2001, SOLPROS 2006).

Pientalon aurinkolämpöjärjestelmä

Tasokeräimet tuottavat lämpöä parhaiten, kun niitä hyödynnetään matalalämpöisen nesteen lämmittämisessä. Keräimen tuotto on sitä parempi, mitä matalammas lämpötilassa keräintä käytetään, sillä lämpötilan kasvaessa myös lämpöhäviöt kasvavat. Esimerkiksi kylmän käyttöveden lämmitys ja lattialämmitys soveltuvat juuri matalalämpötilaratkaisuuina erittäin hyvin aurinkolämmön hyödyntämiseen ja

yleensä ottaen aurinkokeräimen käyttö sopii tyypillisesti noin 40–70 asteen (°C) lämpötilojen saavuttamiseen. (SOLPROS 2001 & 2006.) Tasokeräimen lämmöntuottoon vaikuttaa oleellisesti myös se, kuinka hyvin lämpöhäviöt pystytään minimoimaan keräimessä. Lämpöhäviöiden minimoimiseksi keräimen ja varaajan välisen neste-kiertoputkiston ympärillä täytyy olla hyvä eristys, ja samasta syystä keräinten ja varaajan etäisyyden toisistaan on hyvä olla mahdollisimman pieni (Motiva 2006, Erkkilä ym. 2001).

Pientaloissa lämpimän käyttöveden valmistamiseen tyypillisesti käytetty aurinkolämpöjärjestelmä koostuu kuvassa 5. esitetyistä osista.



Kuva 5. Aurinkokeräinjärjestelmän yleiskaavio käyttöveden lämmitykseen ja lämmityksen tueksi (VIESSMANN 2010a).

Kyseinen järjestelmä toimii seuraavasti: auringonsäteily saapuu keräimiin, jotka muuntavat niihin tulevan säteilyenergian lämpöenergiaksi. Syntynyt lämpö siirretään lämmönsiirtonesteeseen, joka kiertää tavallisesti kuparista putkistoa pitkin yleensä varaajan alaosassa sijaitsevaan lämmönvaihtimeen. Siitä lämpö siirtyy edelleen vesivaraajaan, josta se on hyödynnettävissä käyttökohteisiin, kuten käyttöveden kuumentamiseen. Varaajassa jäähtynyt lämmönsiirtoneste pumpataan pumppu- ja ohjausyksikön avulla jälleen kohti keräimiä. Säätyyksikkö ohjaa pumpun käynnistymistä ja pysähtymistä eli pitää huolen siitä, että nestekierto toimii silloin, kun keräinten lämpötila on korkeampi kuin varaajan lämpötila. Kyseiseen yksikköön kuuluu kaksi lämpötila-anturia, joista toinen on keräimissä ja toinen varaajassa. Yleensä pumppu käynnistyy, kun lämpötilaero keräinten ja varaajan välillä on 5–10 astetta. Säätyyksikkö seuraa lisäksi varaajan lämpötilaa ja pysäyttää kierron

varaajan ylikuumenemisen uhatessa. (Erat ym. 2001, SOLPROS 2006.) Paisunta-astia huolehtii siitä, että järjestelmän putkiston paine säilyy sopivan suuruisena, sillä aurinkokeräinpiiri on suljettu piiri. Koska aurinkolämpö on Suomessa täydentävä energiamuoto, tarvitaan aurinkokeräinjärjestelmän varaajaan lisäksi jokin peruslämmönlähde, kuten sähkövastus tai lämmönvaihdin, jonka lämpö saadaan esimerkiksi öljy- tai puukattilasta. Mikäli keräimiltä saadaan vielä lämmitysenergiaa käyttöveden saavutettua tavoitelämpötilansa, kaaviossa vasemmalla näkyvä 3-tieventtiili huolehtii automatiikan avustuksella energian hyväksikäytöstä talon lämmityksessä (VIESSMANN 2010a).

Keräinten sijoitus ja suuntaus

Energiantuoton optimoinnin kannalta on keräimelle luonnollisesti löydettävä sellainen paikka, johon saapuu mahdollisimman paljon auringonsäteilyä. Pientalojen tapauksessa tällainen paikka keräimelle löytyy yleisimmin talon katolta. Keräimen lämmöntuotannon kannalta edullinen paikka on myös mahdollisimman tuuleton, koska tuulisella paikalla lämpöhäviöt kasvavat. Sijoituksen lisäksi keräinten lämmöntuotantoon vaikuttaa oleellisesti niiden suuntaus. Auringon korkeus vaakatasoon eli horisonttiin nähden vaihtelee eri vuodenaikoina ja käytännössä keräin tuottaa lämpöä parhaiten, kun auringon säteily osuu siihen kohtisuoraan. Suomessa keräin kannattaa asentaa suoraan etelää kohti. Keräimen 45 asteen poikkeama etelästä itään tai etelästä länteen pienentää keräimen vuosittaista lämmöntuottoa noin 10 prosenttia. Kallistuskulma Suomessa on parhaimmillaan 30–45 asteen välillä. (Erat ym. 2001, SOLPROS 2006.)

Aurinkolämmön edut

Aurinkolämpö on luotettava uusiutuvan energian lähde, joka ei lopu maapallolta ja jota on saatavilla ympäri maapalloa (Leijala 2010). Aurinkolämpö on myös lähes päästötön energian hyödyntämismuoto ja sen käyttö fossiilisten polttoaineiden tilalla vähentää päästöjä (erityisesti CO₂-kaasuja) ja saastumista sekä torjuu ilmaston lämpenemistä. ”Lähes päästötön” energian hyödyntämismuoto tarkoittaa sitä, että aurinkolämpöjärjestelmiin liittyy epäsuoria päästöjä, jotka aiheutuvat materiaalien valmistuksesta, asennustyöstä sekä pumppausjärjestelmään tarvittavan sähkön tuottamisesta (SOLPROS 2006). Se, kuinka paljon aurinkolämpö vähentää hiilidioksidipäästöjä ja torjuu siten omalta osaltaan ilmaston lämpenemistä, riippuu ennen kaikkea siitä, mikä energialähde aurinkolämmöllä korvataan. Pääasiassa aurinkolämpö korvaa kevyellä polttoöljyllä toimivia energiajärjestelmiä (SOLPROS 2001). Yksi aurinkolämmön etu on se, että sen käyttö vähentää riippuvuutta ulkomailta tuodusta energiasta (polttoaineista) ja luo uusia työpaikkoja siihen liittyvillä tutkimus-, kehitys- ja rakennussektoreilla. (ESTIF 2007.) Aurinkolämpöjärjestelmien hy-

vänä puolena on myös niiden pitkäikäisyys, sillä keskimäärin aurinkolämpöjärjestelmän käyttöikä on noin 20–25 vuotta. Pitkän käyttöiän perustana on järjestelmän huolellinen suunnittelu, oikeanlainen lämmöntarpeen arviointi, komponenttien valinta ja asennus sekä huoltotoimenpiteiden noudattaminen. (Peuser et al. 2002.)

Lähteet

- Boyle Godfrey - Bob Everett and Janet Ramage, *Energy Systems and Sustainability: Power for Sustainable Future*, Oxford University press; The Open University, UK, 2003.
- Duffie John A., William A. Beckman, *Solar engineering of thermal processes* (Second edition), John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- Erat B., V. Erkkilä, T. Löfgren, C. Nyman, S. Peltola, H. Suokivi, *Aurinko-opas - Aurinkoenergiaa rakennuksiin*, Kustantajat Sarmala Oy, Rakennusalan Kustantajat. RAK. KIRJAKAS KY, Nurmijärvi, 2001.
- European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), *Solar Thermal Action Plan for Europe: Heating & Cooling from the Sun*, ESTIF, January 2007. Saatavilla pdfmuodossa: http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/policies/STAP/Solar_Thermal_Action_Plan_2007_A4.pdf, viitattu 21.3.2011.
- European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP), *Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe*, ESTTP. Saatavilla pdf-muodossa: http://www.rhcplatform.org/cms/fileadmin/user_upload/Structure/Solar_Thermal/Download/ESTTP_SRA_RevisedVersion.pdf, viitattu 21.3.2011.
- Ilmatieteen laitos (Internet-sivut), *Suomen ilmasto*. Saatavilla osoitteesta: http://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutos/suomessa_2.html, viitattu 21.2.2011a.
- Ilmatieteen laitos (Internet-sivut), *Auringon säteily ja pilvisuus*. Saatavilla osoitteesta: http://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutos/suomessa_3.html, viitattu 21.3.2011b.
- Leijala Ulpu, *Aurinko- ja maalämpöjärjestelmien käyttömahdollisuudet suomalaisissa pientaloissa*, pro-gradu tutkielma, Jyväskylän Yliopisto, 2010.
- Motiva Oy ja Vesa Ville Mattila, Epiteetti, *Pientalon lämmitysjärjestelmät* (3. painos), Motiva Oy, Helsinki, 2006.
- Peuser Felix A., Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss, *Solar thermal systems: Successful Planning and Construction*, Solarpraxis AG (Germany), James & James Ltd (UK), 2002.
- Quasching V., *Understanding renewable energy systems*, Earthscan, London, 2005.
- SOLPROS AY, *Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa*, Tekes-projekti 594/480/00, SOLPROS AY, kesäkuu 2001. Saatavilla pdf-muodossa: http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/3rdeport_final.PDF, viitattu 18.3.2011.
- SOLPROS AY, *Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö*, EU-projekti: Extend Accredited Renewables Training for Heating (EARTH), SOLPROS AY, joulukuu 2006. Saatavilla pdf-muodossa: <http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf>, viitattu 19.3.2011.

- Soteris A. Kalogirou, *Solar thermal collectors and applications*, Progress in Energy and Combustion Science 30 (2004), 231-295. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2004.02.001>, viitattu 18.3.2011.
- VIESSMANN, *Vitosol 100: Flat collectors for the utilisation of solar energy, Data Sheet*. Saatavilla pdf-muodossa: http://www.bgtherm.com/products/heating/solar_systems/sun_flat_collectors/d/6_1_VITOSOL_100.pdf, viitattu 15.11.2010b.
- VIESSMANN, *Solar Technology: Reducing heating costs with solar energy*. Saatavilla osoitteesta: <http://www.viessmann.fi/fi/products/Solar-Systeme.html.html>, viitattu 15.11.2010a.
- VIESSMANN, *VITOSOL Aurinkojärjestelmät: Tasokeräimet ja Tyhjiötuubikeräimet -esite*.

ENERGIAOMAVARAINEN MAATILA – TOTTA VAI TOIVEAJATTELUA

Tutkija Elina Virkkunen, MTT Sotkamo

Biokaasu ja peltobiomassat maatilan energialähteinä

Biokaasuprosessin avulla voidaan tuottaa energiaa maatilalla syntyvistä jätteistä ja peltobiomassoista. Energia voidaan hyödyntää sähkön tai lämmön tuotannossa tai liikenteen polttoaineena. Lopputuotteena syntyy biokaasun lisäksi käsittelyjäännostä, jolla voidaan korvata ostolannoitteita. Biokaasun tuotanto on hajautettua energiaa, josta hyötyvät aluetaloudet ja harvaan asutut seudut. Peltobiomassaa (olkea tai ruokohelpeä) ei juuri käytetä energianlähteenä yksittäisillä suomalaisilla mautiloilla.

Jätteistä saadaan energiaa

Biokaasua syntyy hapettomissa oloissa viihtyvien pieneliöiden mädättäessä elope-
räistä ainesta. Biokaasu on kaasuseos, jossa on noin 60 prosenttia metaania, 40 prosenttia hiilidioksidia ja vähäisiä määriä muita kaasuja, kuten rikkivetyä. Kun metaani poltetaan, muodostuu hiilidioksidia ja vettä.

Lanta, yleisimmin lietelanta, on maatilalla biokaasun tuotannon perusraaka-aine. Lannalla on alhainen metaanintuotantokyky, mutta se on hyvä perusraaka-aine biokaasuprosessiin. Lanta sisältää paljon mikrobien tarvitsemia ravinteita ja sillä on hyvä puskurikyky. Säilörehuasteella korjattu heinä on hyvä lisäsyöte korkean biokaasuntuotantopotentialinsa ansiosta. Myös elintarviketeollisuuden jätteet soveltuvat prosessiin, ja maatila voi saada niiden vastaanotosta porttimaksuja. (Paavola, 2006.)

Lietereaktoreissa syötteen kuiva-ainepitoisuus on alle 15 prosenttia ja lämpötila tavallisesti 35–37 astetta (°C). Biokaasulaitoksessa on yleensä materiaalin sekoitus- ja

varastointisäiliö, reaktorisäiliö (ilmatiivis, lämmitettävä, sekoitettava), jälkikaasuallas sekä käsittelyjäännöksen varastointisäiliö.

Metaanin energiasisältö on 10 kilowattituntia kuutiossa kaasua. Yksi lehmä tuottaa vuodessa noin 24 kuutiometriä lantaa. Tästä määrästä saadaan arviolta 480 kuutiota biokaasua, joka sisältää 288 kuutiota metaania. Yhden lehmän lannasta saadaan biokaasutuksella 2880 kilowattituntia energiaa vuodessa. (Paavola, 2006.)

Ravinteet kiertoon

Biokaasuprosessi mahdollistaa paitsi energian, myös aineen kierron. Käsittelyjäännös sisältää samat ravinteet kuin syötemateriaali. Lisäksi osa orgaanisesta tuestä muuttuu ammoniumtypeksi, joka on suoraan kasvien hyödynnettävissä. Käsittelyjäännös on raakalietettä parempaa ja kemiallisen lannoitteen veroista lannoitetta pelloille (Virkajärvi, 2010), ja lisää myös humuksen määrää maaperässä.

Materiaalien kuiva-ainepitoisuus pienenee biokaasuprosessissa, ja lopputuote on liehtelantaa juoksevämpää ja nopeasti peltoon imeytyvää. Käsittely vähentää joitain lannan haitta-aineita ja tuhoaa mikrobeja ja rikkakasvien siemeniä. Käsittelyjäännöksen levittäminen pellolle ei aiheuta samanlaista hajuhaittaa kuin raakalannan levitys. (Paavola, 2006.)

Biokaasun poltossa vapautuva hiilidioksidi sitoutuu uudelleen kasvavaan satoon, eikä jää ilmakehään kasvihuonekaasuna. Myös metaani-, hiukkas- ja typenoksidipäästöt ovat alhaisia. Metaani on yli 20 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi. Suuren lietesäiliön pohjalla muodostuu metaania, joka pääsee ilmakehään, ellei sitä oteta talteen ja hyödynnetä polttoaineena. Yksinkertaisimmillaan biokaasureaktori on lietesäiliö, joka katetaan ja jossa massaa sekoitetaan ja lämmitetään (Heusala, 2010).

Kannattaako biokaasun tuotanto?

Maatilakokoluokan laitoksen investointikulut ovat noin 250 000 euroa. Tällä hetkellä maatila voi saada rakentamiseen 15 prosenttia investointitukea, ja lisäksi korkotukilainaa. Keskipohjalaisella sikatilalla biokaasulla on korvattu vuodessa 77 000 litraa lämmitysöljyä ja 525 000 kilowattituntia sähköä. Porttimaksut huomioiden biokaasulla korvataan vuodessa tällä tilalla tuotantopanoksia, kuten polttoöljyä, ostosähköä ja lannoitteita, yli 100 000 euron arvosta. (Virkkunen & Turunen, 2009.) Suomen tiettävasti pienimmällä biokaasutilalla on 20 nautayksikköä. Tämä kainuulainen tila tuottaa biokaasulla lämmön asuinrakennukseen ja navettaan. Kaasua jää vielä soihut polttoon, ja tila suunnittelee ylijäävälle kaasulle hyötykäyttöä.

Suomalainen maatila saa nykysäädöksillä suurimman hyödyn biokaasun tuotannosta, jos se korvaa biokaasulla tuotetulla energialla ostoenergiaa. Yksinkertaisin tapa hyödyntää metaania on polttaa se lämmöksi. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa metaanin energiasta saadaan hyödynnettyä 35 prosenttia sähköksi ja 50 prosenttia lämmöksi. Liikennepolttoainetta valmistaa biokaasusta Suomessa toistaiseksi vain yksi maatila, Kalmarin tila Laukaassa. Biokaasua käytetään polttoaineena kaasuautoissa maakaasun tapaan. (Paavola, 2006.) Valtralla on biokaasukäyttöinen traktori.

Lähes kaikissa maissa biokaasulla tuotetusta sähköstä maksetaan takuuhintaa, kun sitä myydään valtakunnan verkkoon. Suomessa sähkötariffilaki tuli voimaan maaliskuussa 2011. Se ei kuitenkaan koske maatilakokoluokan laitoksia. (Suomen eduskunta 2010.) Suomessa toimii vain noin kymmenen maatilalan biokaasulaitosta. Esimerkiksi Saksassa laitoksia on 4500.

Maatilojen biokaasulaitoksille voidaan ottaa käsiteltäväksi myös jättemateriaaleja, joista tila voi saada porttimaksuja. Tällöin on kuitenkin huomioitava jätteiden käsittelyvaatimukset ja niiden vaikutukset lopputuotteen hyödyntämisessä lannoitteena. Niistä on säädetty Euroopan parlamentin ja neuvoston sivutuoteasetuksessa. (Elintarviketurvallisuusvirasto, Euroopan parlamentti ja neuvosto 2009.)

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) tutkii biokaasuntuotantoa useissa hankkeissa ja sillä on aiheeseen liittyvä tutkimusohjelma nimeltä Fossiilisesta uusiutuvaan. Tutkimusalueina ovat MTT Maanigan tilamittakaavan biokaasulaitos ja MTT Sotkamon kolmen kuutiometrin kuivamädätyspilottireaktori.

Peltobiomassan energiakäyttö tilalla

Ruokohelpeä viljellään Suomessa noin 15 500 hehtaarin alueella (Tike 2011). Sitä viljellään sekä käytöstä poistetuilla turvesoilla että sopimustuottajien pelloilla. Sato käytetään lähes kokonaan suurilla polttolaitoksilla, eikä se suoranaisesti hyödytä maatiloja energianlähteenä. Markkinahinta on suhteellisen alhainen, 5–6 €/megawattitunti ja tuotantotuet ovat viljelyn kannattavuudelle välttämättömiä.

Ruokohelpi on vähätöinen viljelykasvi, joka tuottaa satoa yli kymmenen vuotta yhdellä kylvöllä. Sato korjataan keväällä kuivana kuloheinänä. Helpi tuottaa noin 6–8 tonnia kuiva-ainetta hehtaaria kohti. (Pahkala ym., 2005.) Ruokohelpi on mahdollista korjata myös säilörehuasteella ja syöttää biokaasureaktoriin.

Olkien energiakäyttö on Suomessa vähäistä. Olkea korjataan lähinnä rehuksi ja kiviikkeeksi. Pohjois-Suomessa olkea korjataan viljakasvien vähäisen viljelyn vuoksi vähän. Oljen ja ruokohelven tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa on 4,5 megawat-

tituntia tonnissa. Se on hieman vähemmän kuin puulla. Olki ja ruokohelpi ovat kevyitä polttoaineita, ja tuottavat haastetta varastointiin ja kuljetukseen. (Pahkala ym., 2005.)

Olkea poltetaan paljon Tanskassa, jossa monet kunnalliset lämpölaitokset käyttävät sitä polttoaineena. Tanskassa oljenpoltoon on kehitetty siihen soveltuvia kattiloita, joissa on esimerkiksi liikkuva arina ja syöpymistä kestävä sisäpinnoite. Ruokohelpi soveltuu hyvin poltettavaksi tällaisissa kattiloissa. Ainakin yhdellä valmistajalla on myös pieniä, maatilan ja omakotitalonkin lämmitykseen soveltuvia olkikattiloita. (Virkkunen, 2007.)

Lähteet

- Elintarviketurvallisuusvirasto. *Eloperäisiin sivutuotteisiin ja sivutuoteasetukseen liittyvää ohjeistusta ja oppaita*. www.evira.fi.
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1069/2009, annettu 21.10.2009, muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveyssäännöistä sekä asetuksen (EY) N:o 1774/2002 kumoamisesta (sivutuoteasetus). *Euroopan yhteisöjen virallinen lehti* L 300, 14.11.2009.
- Heusala, T. 2010. *Esitelmä Biokaasupäivässä* lissä 1.3.2010. Järjestäjät Oulun seudun ammattikorkeakoulu /BioG-hanke, Oulunkaaren seutukunta/Uusiutuvan energian yrityskeskus-hanke.
- Paavola, T. 2006. *Maatilan biokaasulaitokset*. Teoksessa: Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J. & Teräväinen, H. (Toim.) 2006. Maatilyrityksen bioenergian tuotanto.
- Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari A-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio. E. & Flyktman, M. 2005. *Ruokohelven viljely ja korjuu energiatuotantoa varten*. MTT:n julkaisuja.
- Suomen eduskunta 2010. *Laki 1396/2010, Laki uusiutuville energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta*. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101396>.
- Tike 2011. *Käytössä oleva maatalousmaa 2011*. Ennakkotiedot 21.6.2011.
- Virkajärvi, P. 2010. Suullinen tiedonanto 4.6.2010. *Alustavia tietoja biokaasulaitoksen käsittelyjännöksen lannoitusvaikutuskokeista*.
- Virkkunen, E. 2007. *Olki lämmittelee tanskalaisia*. Käytännön Maamies 7/2007.
- Virkkunen, E. & Turunen, T. 2009. *Matkakertomus: Biokaasu- ja jätealan opintomatka* 15.–17.4.2009.

PELETTITAKKA – UUSIUTUVAA ENERGIAA SÄHKÖLÄMMITYKSEN KORVAAMISEEN

Toiminnanjohtaja Hannes Tuohiniitty, Suomen Pellettienergiayhdistys ry

Puupelletti on kestävää uusiutuvaa energiaa

Uusin puulämmityksen innovaatio on pellettienergia. Puupellettien tuotannon keksi 1970-luvulla yhdysvaltalais-saksalainen Rudolf Gunnerman (Pohjonen 2009). Suomessa puupellettien tuotanto alkoi vuonna 1998 Vöyrissä Finncambi Oy:n tehtaalla. Tällä hetkellä Suomessa toimii noin 25 pellettitehdasta.

Pelletti on puupolttoaineena hiilidioksidineutraalia – puun kasvussa sitoutunut hiilimäärä on täysin sama kuin palaessa vapautuu (Motiva 2006). Kun pelletin tuotannon ja kuljetuksen aikana syntyvät päästöt huomioidaan, voidaan katsoa puupelletin elinkaaren hiilidioksiditaseen olevan keskimäärin noin 30 kg/MWh tuotettua lämpöä (Hagberg et al. 2009 & Wihersaari 2005).

Pelletin poltossa – kuten kaikessa poltossa – syntyy erilaisia hiukkasia. Tutkimusten mukaan pelletin polton hiukkaspäästöt ovat kaikista puun polttomuodoista vähäisimmät ja hiukkasjakauma on erilainen klapin ja hakkeen polttoon nähden (Sippula 2010). Käynnissä olevat tutkimukset viittaavat selvästi siihen, että pelletin polton pienhiukkastyypit ovat vähemmän terveyshaitallisia kuin muiden puun- ja öljynpolttotapojen hiukkastyypit (Tapanainen 2010).

Paloturvallisuus pelletillä on erittäin hyvä. Vakuutusyhtiöiden korvaustilastojen, Palo-opiston Pronto-tietokannan sekä Tukesin VARO-rekisterin mukaan pellettiin liittyviä vaaratilanteita ei ole kuin muutamia, puhumattakaan kiinteistöpaloista (Tuohiniitty 2010).

Pelletillä monipuoliset käyttökohteet

Pelletti on monipuolinen polttoaine. Samanlaista pellettiä voidaan käyttää polttoaineena kesämökin tulisijassa ja suuren kiinteistön keskuslämmityskattilassa. Viimeisimpänä on Suomeenkin tullut mahdollisuus korvata pelletillä voimalaitoksessa erittäin ilmastohaitallista kivihiltä (Helynen et al. 2011).

Reilun kymmenen vuoden kuluessa Suomessa on noin 25 000 pienkiinteistöä ja noin 1 000 suurempaa lämpökeskusta siirtynyt käyttämään pellettiä lämmityksessä (Suomen pellettienergiayhdistys 2011).

Keskuslämmityskattilassa pellettiä poltetaan hyvin automaattisesti. Parhailla laitteilla riittää tuhkanpoisto 2–3 kertaa vuodessa. Varasto- ja siirtoratkaisut ovat oleellisia järjestelmän suunnittelussa.

Vahva vaihtoehto pelletti on myös taloyhtiöissä ja muissa suurissa kiinteistöissä. Suuremmissa kiinteistöissä investointikustannus on kohtuullinen; yleisesti 250–500 euroa/kW tarvittavaa tehoa (ALV 0 %) (Bioenergia). Tällöin päästään elinkaarikustannuksessa noin 7–9 senttiin/ kWh (ALV 23 %) (Väkeväinen 2010).

Pientaloissa pellettienergiaa voi hyödyntää sekä keskuslämmityksessä että pellettitakoissa. Pelletin ostohinta oli vuoden 2011 alussa pientaloissa keskimäärin noin 5,4 senttiä/kWh. Koko elinkaaren aikainen lämmityskustannus pientaloissa on 7–9 senttiä/ kWh sisältäen laitteiden investointikustannuksen. (Biohausing)

Erityisesti kakkosasunnoissa ja pienissä taloissa suoraa sähkölämmitystä voidaan korvata pellettitakoilla.

Pellettitakat tarjoavat monia vaihtoehtoja

Pellettitakat ovat erityisesti pelletin polttoon suunniteltuja ja valmistettuja lämmityslaitteita (Walden et al. 2001). Pellettitakat ovat eri asia kuin muuratuissa takoissa käytettävät pelletin polttokorit tai takkapolttimet.

Pellettitakkojen toiminta on automaattista. Toimintaa ohjaa termostaatti tai ohjausyksikköön voi ajastaa takan käynnistymään ja sammumaan tietyn aikataulun mukaan. Sytytys tapahtuu sähkösytytyksellä ja paloturvallisuudesta huolehtivat useat turvamekanismit: hormin alipaineen mittaus, lämpöanturi, kuumuudesta turpoava massa ja mahdolliset muut järjestelmät. Käyttäjä lisää tarpeen mukaan säiliöön pellettiä ja tyhjentää tuhkatilan lämmitysmäärästä riippuen 1–4 kertaa kuukaudessa. Takan pellettisäiliö riittää käytöstä ja mallista riippuen päivästä yli viikon lämmitystarpeeseen.

Pellettitakka on kevyt, noin 100–300 kg painoinen, joten sen voi asettaa sopivaan kohtaan miettimättä perustuksen riittävyttä. Takka liitetään muiden tulisijojen tapaan tiilihormiin tai sille rakennetaan uusi hormi. Pellettitakkojen lämmöntuottoeho vaihtelee 2–20 kW välillä. Takan sähkönkäyttöteho päällä ollessa on keskimäärin alle 100 W.

Yleisin pellettitakkatyyppi on ilmakiertoinen. Ilmakiertoisten pellettitakkojen lämmitysvaikutus perustuu takan sisällä sijaitsevan lämmönvaihtimen kautta kierrätetyn huoneilman lämpiämiseen. Takka ottaa viileämpää huoneilmaa lattianrajasta ja puhalttaa sen lämmitettynä takaisin huoneilmaan.

Pellettitakan erityispiirre on nopea lämmön tuotto. Esimerkiksi mökkikäytössä tila saadaan lämpimäksi parhaimmillaan jo muutamassa kymmenessä minuutissa. Etäohjauksen avulla takka voidaan tarvittaessa käynnistää jo etukäteen.

Huonejakoisella takalla voidaan lämmittää ilmakiertoisesti myös kauempana tai esimerkiksi ovien takana sijaitsevia tiloja. Ilma siirretään normaaleja ilmanvaihtoputkistoja pitkin useiden metrien päähän.

On myös mahdollista sijoittaa pellettitakan tekniikka muurattuun takkaan tai uudiskohteessa seinän sisään niin sanottuna pellettitakkasydämenä. Tällöin toimintaperiaate on aivan sama kuin muissa ilmakierrollisissa takoissa.

Vesikiertoinen pellettitakka on matala- ja plusenergiatalon ratkaisuna loistava

Pellettitakan ja keskuslämmityskattilan välimuoto on vesikiertoinen pellettitakka. Takan toimintaperiaate on samankaltainen kuin ilmakiertoisen takan, mutta syntyvää lämpöä siirretään veteen lämmönvaihtimella.

Takka kytketään patteri- tai lattialämmitysverkostoon vesivaraajan kautta. Osa lämmöstä tulee kyseiseen huonetilaan; veteen ja huonetilaan siirtyvän lämmön suhdetta voi säätää.

Vesikiertoisen pellettitakan voi sijoittaa esimerkiksi olohuoneeseen ja se lämmittää johtumalla myös sijaintilaansa tuoden samalla elävän tulen katseiden vangitsijaksi.

Pelletti ja aurinkokeräimet – 100-prosenttisesti uusiutuvaa täydellä teholla

Vesikiertoinen pellettitakka ja aurinkokeräin yhdistettynä oikeanlaiseen vesivaraajaan on vahvasti ympäristöystävällinen lämmitysratkaisu pienemmän energiankulutuksen koteihin ja vapaa-ajan asuntoihin.

Pelletin ja auringon yhdistelmä on 100-prosenttisesti uusiutuvaa energiaa ja yhdistelmä mitoitetaan tuottamaan 100 prosenttia tarvittavasta lämmöstä. Takan tai kattilan latausohjelmalla varmistetaan aurinkoenergian maksimaalinen hyödyntäminen ennen kuin pellettitakka automaattisesti käynnistyy. Aurinkoenergian ja pelletin yhdistelmät ovat käytössä Suomessa mökeillä, omakotitaloissa ja suuremmissakin kohteissa. Vuoden kiinteistöpalkinnon saanut kerrostalo Keuruulla on näistä yksi (Tuohiniitty 2010).

Pellettitakka on kansan- ja kotitalouden kannalta järkevä valinta

Keski-Suomen energiatoimiston selvityksestä käy ilmi pellettitakkojen erinomainen toimivuus sähköntuotannon tarpeen vähentämisessä (Keski-Suomen energiatoimisto 2008). Valitsemalla pellettitakan sähkölämmitystaloon säästää kustannuksia ja ympäristöä. **Samalla on mahdollisuus vähentää sähköntuotantolaitosten rakennustarvetta ja fossiilisten tuontipolttoaineiden käyttöä sähköntuotannossa.**

Entistä kiinnostavammaksi tilanne muuttuu, kun etäluettavat sähkömittarit muuttavat sähkön hinnoittelua. Odotettavissa on hyvin kallista marginaalisähköä, joka aiotaan maksattaa kuluttajilta, jotka käyttävät sähköä kalliiseen aikaan. Tällöin huippukausien aikana pellettitakalla lämmittäminen säästää suhteellisesti paljon.

Pellettitakkojen ostohinnat vaihtelevat 1500 ja 6000 euron välillä. Ilmakiertoiset pellettitakat ovat edullisempia, 1500–3500 euroa ja vesikiertoiset 4000–6000 euroa (Kardonar 2011).

Suomessa on paljon suorasähkölämmitteisiä taloyhtiöitä. Niihinkin asuntokohtainen pellettitakka on kiinnostava vaihtoehto, sillä asennettuna investointi on alkaen 2500 e/asunto.

Lähteet

- Bioenergia-lehti, *laitehintaseurannat*, saatavilla osoitteessa: <http://www.puuenergia.fi/koneet.htm>.
- Biohousing-laskuri osoitteessa: <http://www.biohousing.eu.com/heatingtool/Ecalc.asp>.
- Hagberg, L., Särnholm, E., Gode, J., Ekvall, T. & Rydberg, T. 2009. *LCA calculations on Swedish wood pellet production chains - according to the Renewable Energy Directive*.
- Helynen, S. et al. 2011, *Kivihiilen korvaaminen biomassoilla yhteistuotannon pölypolttokattiloissa – VTT selvitys TEM:lle*. Osoitteessa http://www.tem.fi/files/29531/Kivihiilen_korvaaminen_biomassoilla_yhteistuotannon_polypolttokattiloissa_VTT.pdf.
- Kardonar Oy 2011, osoitteessa www.kardonar.com.
- Keski-Suomen Energiatoimisto 2008. *Lämmityssähkön kulutushuippujen leikkaus pellettitakojen avulla*. Osoitteessa <http://www.kesto.fi/GetItem.asp?item=digistorefile;132904;854¶ms=open;gallery>.
- Motiva 2006. *Pätkittäin puulämmityksestä*.
- Pohjonen, Veli 2009. *Pelletti Euroopan energianlähteenä*. seminaariesitys. Osoitteessa http://www.pellettime.fi/project/news_and_events/material/PohjonenV_Pelletti_Euroopan_energia%C3%A4hteen%C3%A4.pdf.
- Sippula, Olli 2010. *Pelletin polton hiukkaspäästöt ja tutkimus*. Osoitteessa <http://pellettienergia.fi/images/stories/tiedostot/UKKseminaari/ollisippulauef.pdf>.
- Suomen Pellettienergiayhdistys ry, 2011. Osoitteessa http://pellettienergia.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=78. Viitattu 16.6.2011.
- Tapanainen, M. 2010. Kantiva-seminaari 17.11.2011.
- Tuohiniitty, Hannes 2010. *Taloyhtiteko -palkinto 2008 pellettikerrostalolle*. Osoitteessa <http://pellettienergia.fi/images/stories/tiedostot/yla-kivela.pdf>.
- Tuohiniitty, Hannes 2010. *Pellettienergiayhdistyksen selvitys paloturvallisuudesta viranomaisrekisterien kautta*. Julkaisematon.
- Walden, K. et al. 2001. *Pellettitakka lämmityslaitteeksi omakotitaloihin ja kesämökeille*. Työtehoseura.
- Wihersaari 2005. *Aspects on bioenergy as a technical measure to reduce energy related greenhouse gas emissions*. Helsingin teknillinen yliopisto.
- Väkeväinen, Jukka 2010. *Öljylämmitteisten rivitalojen valmius lämmityssaneeraukseen*. Biostuli-hankkeen selvitys.

YHDYSKUNTAJÄTTEIDEN ENERGIÄKÄYTTÖ

Johtaja Markku Illikainen, Oulun Jätehuolto

Yhdyskuntajätteen energiäkäyttö Euroopassa

Yhdyskuntajätteen energiäkäytön kärkimaihin Euroopassa kuuluvat Hollanti, Saksa, Ruotsi, Itävalta ja Tanska, joissa kaatopaikoille päätyy alle 10 prosenttia yhdyskuntajätteestä. Näissä maissa jätteen energiahyödyntäminen on 40–60 prosentin tasoa, mutta monien yllätykseksi myös jätteen materiaalina hyödyntämisen taso on korkea. Suomi on jätteen energiahyödyntämisessä samassa sarjassa Italian, Iso-Britannian ja Espanjan kanssa. Yli puolet yhdyskuntajätteistä päätyy edelleen kaatopaikoille, ja energiäkäyttöön menee vain alle viidennes jätteestä. Heikoimmin vertailussa menestyvät Latvia, Liettua, Romania ja Bulgaria, joissa yli 90 prosenttia jätteestä päätyy kaatopaikoille (Eurostat 2009).

Suomessa suhtautuminen jätteenpolttoon muuttui kielteiseksi sen jälkeen kun Helsingin Kyläsaaren jätteenpolttolaitos lopetti kansalaisliikkeen vaatimuksesta toimintansa vuonna 1983. Laitos oli varustettu 1960-luvun tekniikalla ja se todella aiheutti haittoja ympäristölle. Kyläsaaren tapauksen jälkeen jätteenpoltoista perinteisissä arinakattiloissa ei Suomessa uskallettu edes puhua, asia oli miltei tabu 20 vuoden ajan. Tosin Turun arinatekniikkaan perustuva jätteenpolttolaitos oli toiminnassa koko tämän hiljaisuuden ajan. Viime vuosikymmenen alussa nousivat ilmastokysymykset esille. Jätteen kaatopaikkakäsittelystä todettiin aiheutuvan paikallisten haittojen lisäksi myös vakavia globaaleja seurauksia. Kaatopaikkakaasu sisältää metaania, joka on hyvin haitallinen kasvihuonekaasu. Jätteen huomattiin myös korvaavan perinteisiä fossiilisia polttoaineita ja olevan siten kasvihuonekaasuja laskettaessa fossiilisia polttoaineita ympäristöystävällisempää. Kaiken huipuksi jätteenpolton todettiin olevan kannattavaa liiketoimintaa, jonka seurauksena energiayhtiöt tekivät äkkikäännöksen suhtautumisessaan jätteenpolttoon.

Suomessa syntyi vuonna 2009 yhdyskuntajätettä yhteensä 2,6 miljoonaa tonnia, josta materiaalikierrätykseen päätyi 0,9 miljoonaa tonnia, energiäkäyttöön 0,5 miljoonaa

tonnia ja kaatopaikalle 1,2 miljoonaa tonnia (Jätelaitosyhdistys). Suomen jätteenpolttokapasiteetin lisääntymisen ansiosta jätteen energiahyödyntäminen on voimakkaasti kasvamassa; kun taas kaatopaikkakäsittely vähenee samassa suhteessa.

Yhdyskuntajätteen energiakäytön vaihtoehdot

Arinapoltto

Yhdyskuntien sekajäte voidaan polttaa ja hyödyntää sellaisenaan voimalaitoksissa, joissa on arinakattila. Jätettä ei tarvitse esikäsitellä eikä murskata ennen polttoon syöttöä. Jäte puretaan autosta suoraan polttolaitoksen jätebunkkeriin, josta se nostetaan kahmarilla polttokattilaan. Arinakattila tuottaa lämpöenergiaa, mutta turbiinilla ja generaattorilla varustettuna laitos tuottaa myös sähköä. Arinapoltoon ajautuu suhteellisen paljon palamatonta jätettä, joten arinapolton tuhkien ja kuonien määrä saattaa nousta yli 20 prosentin polttojätteen määrästä painoperusteisesti laskettuna. Kuonan sisältämä metalliaines voidaan hyödyntää materiaalina.

Suomessa on nykyisin kolme arinakattilalla varustettua jätteenpolttolaitosta, jotka sijaitsevat Turussa, Kotkassa ja Riihimäellä. Kaikki kolme laitosta polttavat yhdyskuntien syntypaikkalajiteltua sekajätettä. Näiden jätevoimalaitosten yhteinen kapasiteetti on lähes 300 000 tonnia vuodessa. Parhaillaan ollaan rakentamassa jätevoimalaitoksia Vaasaan ja Ouluun (Suomen ympäristökeskus). Näiden laitosten valmistuttua jätteenpolton kapasiteetti nousee yli 500 000 tonninin. Vantaalle valmistuu vuonna 2014 Suomen suurin jätteenpolttolaitos, jonka kapasiteetti on 320 000 tonnia vuodessa. Vantaan Energian laitoksessa hyödynnetään pääkaupunkiseudun ja Länsi-Uudenmaan yhdyskuntajäte, ja se tuottaa vuodessa 750 GWh lämpöä ja 525 GWh sähköä. Ekokem Oy aikoo rakentaa Riihimäelle toisen jätteenpolttolaitoksen. Myös Tampereelle suunnitellaan jätevoimalaa.

Leijupetipoltto

Hyvälaatuinen yhdyskuntajäte voidaan polttaa niin sanotussa leijupetikattilassa, joita Suomessa käytetään muun muassa turpeen ja hakkeen poltossa. Tuolloin jäte on tuotteistettava palakooltaan alle 50 millimetrin murskeeksi. Koska jätemurske tehdään hyvälaatuisesta jätteestä, polttoaine on lämpöarvoltaan noin 20–50 prosenttia parempaa polttoainetta kuin arinapoltoon menevä sekajäte. Jättemursketta voidaan käyttää pääpolttoaineen seassa kiinteitä polttoaineita käyttävissä voimalaitoksissa.

Jättemurskeen valmistaminen vaatii työtä ja energiaa. Ellei jätettä ole lajiteltu kunnolla jätteen syntypaikalla, jätteestä tulee poistaa murskaukseen kelpaamaton aines. Murskauksessa syntyy myös polttokelvotonta rejektiä. Murskeen valmistamiseen ei

voi käyttää esimerkiksi palamatonta jätettä eikä märkää jätettä (esimerkiksi ruokajätettä tai sairaaloiden riskijätettä). Leijupetipoltto ei ole läheskään yhtä tehokas vaihtoehto kaatopaikkakäsittelylle kuin arinapoltto, koska murskeeksi voidaan tuotteistaa vain noin 60 prosenttia syntypaikkalajitellusta jätteestä. Arinakattilan vastaava luku on jopa 90 prosenttia (Vattulainen). Jätteen leijupetipoltto on toisaalta suositeltavaa, koska se voidaan yleensä toteuttaa olemassa olevissa laitoksissa.

Vuonna 2008 yhdyskuntien ja elinkeinoelämän jätemursketta paloi rinnakkaispoltoaineena 347 000 tonnia. Jätteen rinnakkaispolttoa harjoittavia voimalaitoksia lie-
nee Suomessa nykyisin 10–15.

Jätteen kaasutus ja poltto

Jäte voidaan kaasuttaa ali-ilmastetussa lämpökäsittelyssä, jonka jälkeen kaasu voidaan käyttää lisäpolttoaineena arinakattilassa tai leijupetikattilassa. Toisaalta se voidaan polttaa myös erillisessä kaasunpolttokattilassa. Suomessa jätettä on kaasutettu yli vuosikymmenen ajan Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksella. Tällä hetkellä Lahti Energia Oy on nostamassa kaasutuskapasiteettiaan rakentamalla maailman suurimman jätekaasutusvoimalan, jonka on määrä valmistua 2012. Laitoksen teho on 160 MW, ja se pystyy kaasuttamaan 250 000 energijätettä vuodessa.

Biologiset ja kemialliset prosessit jätteen energiahyödyntämisessä

Mädätys eli biokaasutus

Erilliskerätty yhdyskuntien biojäte voidaan mädättää, ja syntyvä biokaasu voidaan polttaa kaasukattilassa, jolloin se tuottaa lämpöä. Kaasua voidaan käyttää polttoaineena myös kaasuturbiini- tai mikroturbiinilaitoksissa, jolloin saadaan sähköä.

Suuria mädätyslaitoksia on muun muassa Mustasaarella Stormossen Oy:lla, Forssassa Envor Group Oy:lla, Ilmajoella Lakeuden Etappi Oy:lla, Köyliössä Satakierto Oy:lla sekä Vehmaalla Biovakka Oy:lla. Kiinnostus biojätteen mädätyskäsittelyyn on lisääntymässä ja laitoksia suunnitellaan muun muassa Espooseen ja Ouluun.

Biojäte mädätysmateriaalina on erittäin haastava, koska se ei ole järin homogeenista. Mädätystekniikan valinta monien vaihtoehtojen joukosta on siten äärimmäisen vaikeaa. Märkämädätyksessä syntyy huomattavan paljon vaikeasti käsiteltäviä ravinteikkaita vesiä. Monien asiantuntijoiden mielestä biojäte olisi teknisesti ja taloudellisesti viisainta polttaa. Tuolloin tosin menetettäisiin hyvä maanparannusaine.

Etanolisointi

Biojäte voidaan prosessoida myös etanoliksi, kuten tehdään ST1 Oy:n laitoksella Hämeenlinnassa. Etanoli käytetään autojen polttoaineena bensiiniseoksissa. Etanolin tuotantoprosessista jää jäljelle kiinteää mäskiä, joka on poltettava tai sijoitettava kaatopaikalle.

Synteettisen dieselin valmistus

Forssaan on valmistumassa mielenkiintoinen laitos, jossa yhdyskuntajätteestä tullaan prosessoimaan synteettistä dieseliä. Varsinkin muovia sisältävä jäte soveltuu hyvin dieselin tuotantoon (Sundholm). Synteettisen dieselin valmistus yhdyskuntajätteestä on toistaiseksi aika vähäistä koko maailmassa.

Kaatopaikkakaasun hyödyntäminen

Yleisin tapa hyödyntää jätteen orgaanisen aineksen tuottama energia on kerätä kaatopaikoilla anaerobisissa olosuhteissa syntyvä biokaasu talteen ja hyödyntää se lämmöksi tai sähköksi. HSY:n Ämmässuon **kaatopaikalle on hiljattain valmistunut 15 MW:n kaasumootorivoimalaitos**, joka tuottaa Pohjoismaiden suurimalla kaatopaikalla syntyvän biokaasun avulla sähköenergiaa jätekeskuksen tarpeisiin. Oulun Jätehuollon Ruskon kaatopaikalta kerätty biokaasu hyödynnetään Paroc Oy:n eristevillatehtaan neljässä prosessikattilassa ja Oulun yliopistollisen sairaalan höyryntuotantokattilassa sekä jätelaitoksen omissa mikroturbiineissa tuottamassa sähköä ja lämpöä jätekeskuksen tarpeisiin. Vuonna 2009 kaatopaikkakaasua kerättiin Suomessa 35 kaatopaikalta. **Lämpöenergiana kaatopaikkojen biokaasua hyödynnettiin tuolloin 251 GWh ja sähköenergiana 17 GWh.**

Yhdyskuntajätteen energiakäytön tulevaisuus

Yhdyskuntajätteen energiahyötykäyttö on lisääntymässä hyvää vauhtia, ja se on aikaisempaa hyväksytympää ja jopa toivottavaa. Yhteiskunta tarvitsee kipeästi fossiilisia polttoaineita korvaavia polttoaineita, jollaiseksi katsotaan myös jäte. Jätteen katsotaan sisältävän noin 60 prosenttia puusta tai muista kasveista peräisin olevaa ainesta, jonka polttamisesta syntyvää hiilidioksidia ei lasketa kasvihuoneilmiötä kiihdyttäväksi kaasuksi. Jätteen kasviperäinen aines on kasvaessaan sitonut vastavan määrän hiilidioksidia kuin mitä syntyy aineksen poltossa.

Yhdyskuntajätteen energiahyödyntäminen ei ole ristiriidassa jätteen materiaalihyödyntämisen kanssa; molemmilla on sijansa ja ne tukevat toisiaan.

Yhdyskuntajätteen mädätys tai muu biologinen tai kemiallinen prosessointi on myös voimakkaasti lisääntymässä ja tarjoaa todellisen vaihtoehdon muun muassa kompostoinnille, jossa syntyvä energia jää yleensä hyödyntämättä.

Yhteiskunta voi tarvittaessa käyttää taloudellisia ohjauskeinoja, jotta eri jätteen hyödyntämisvaihtoehdot ovat keskenään tasaveroisessa asemassa vaihtoehtojen elinkaari- ja hiilijalanjälkitarkasteluissa.

Lähteet

Eurostat 2009, tilasto.

Immo Sundholm, Lomi-Hämeen Jätehuolto Oy, suullinen tieto.

Jätelaitosyhdistys, osoitteessa <http://www.jly.fi/>.

Matti Vattulainen, Ekokem Oy, luentoaineisto.

Suomen ympäristökeskus, osoitteessa <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=394072&lan=FI>.

KOKEMUKSIA PASSIIVITALON RAKENTAMISESTA JA SIINÄ ASUMISESTA

Talon omistaja Pekka Junes

Miksi passiivitalo?

Pientalorakentaminen on peliä, jossa pelattavana ovat unelmat kodista, parisuhde, iso velkaraha, työpaikka ja loistava mahdollisuus rahastaa tietämätöntä. Kun siihen yhdistetään rakennusteollisuuden voiton maksimointi, rakennusmääräysten täyttäminen minimitasolla ja 20 vuotta sitten opittu rakennustapa vahvoine ennakkoluuloineen, päästään tilanteeseen, joka kuvasi lähtötasoa projektiimme.

Koin ilmastoherätyksen muutamia vuosia sitten. Se lähti eduskunnan puhemies Sauli Niinistön ajatuksesta: Hän muistaakseni kuvasi 1900-luvun sukupolvea ihmisiksi, jotka sotivat, tuhlasivat öljyn ja siinä sivussa pilasivat luonnon. Tuon haastattelun luettuani aloin miettiä millaisen perinnön jätämme omille lapsillemme ja uusille sukupolville.

Elämmehän maassa, jossa on vielä toistaiseksi ainutlaatuinen mahdollisuus kokea neljä täysin erilaista vuodenaikaa. Kuitenkin jo nyt voimme nähdä, miten ilmasto on muuttunut jo omana elinaikanamme. Alkoi pohdinta, mitä minä voisin tehdä asian eteen. Vaikka enhän minä renkaita poltellut, enkä bensaa maahan kaatanut tuolloinkaan. Mutta kun perheeseemme tuli tarvetta lisäneliöille ja osin sattumienkin kautta sain tietoa passiivienergiataloista, huomasin tilaisuuteni koittaneen.

Lähtökohtana jo ennen vihervalaistumistani oli suunnitella kuusihenkiselle perheellemme turvallinen, toimiva ja pitkäikäinen talo. Kun valinta passiivienergiatalosta ei sulkenut yhtään vaatimustamme pois, oli henkinen päätös pilottiprojektin aloittamisesta varsin helppoa. Passiivienergiatalossamme minua kiehtoivat erityisesti seuraavat asiat:

- a. Passiivienergiatalon rakentaminen on suurin henkilökohtainen eko-teko.
- b. Talo kestää hyvin ajan hampaan, eikä tarvitse tehdä ”pientä pintaremonttia”.
- c. Seitsemän prosentin lisäpanostuksella peruspuutalosta saadaan täyskivitalo parhailla materiaaleilla.
- d. Talo vastaa rakennusmääräyksiä pitkälle tulevaisuuteen.
- e. Jälleenmyyntiarvo elämäntilanteiden muuttuessa on 30 prosenttia perustaloja korkeampi.

Kokemuksia passiivienergiatalon suunnittelusta

Ilman pääyhteistyökumppanimme Paroc Oy:n, heidän edustajansa Pekka Rönkön, kaikkien projektissa mukana olleiden yritysten ja ihmisten ja erityisesti kärsivällisen vaimoni valtavaa panosta tämän pilottiprojektin toteuttaminen ei olisi ollut mahdollista.

Jokainen varmaankin muistaa sanonnan ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”. Koska en ollut koskaan aikaisemmin rakentanut taloa, ymmärsin tehtäväkseni kerätä projektiin mukaan raudanlujat ammattilaiset niin yhteistyökumppaneista, suunnittelijoista kuin rakentajista. Myös sen vuoksi, että mahdollisten ongelmien tullessa voin vierittää vastuun pois itseltäni ja syyttää reilusti muita. Suoraselkäistä, eikä totta! Totta puhuen halusin tällä laajalla ringillä varmistaa sen, että jokainen vaihe suunnitellaan tarkasti ja että mitään olennaista ei jää huomioimatta.

Suurin haaste projektimme suunnitteluvaiheessa oli se, että tietoa ja osaamista passiivitalorakentamisesta oli vain vähän tarjolla. Tietoa oli haettava ja luotava itse ja ongelmat oli ratkottava yhdessä. Siksi ensimmäisessä suunnittelupalaverissa oli mukana yhteensä 14 ammattilaista ja minä. Erään ammattilaisen alkusanat palaverissa kuvaavat hyvin lähtötilannettamme: ”Olen tutkija Jyri Nieminen VTT:stä. Ensimmäiseksi haluaisin tietää, mitä tällä projektilla oikein haetaan.”

Palaverissa löysimme yhteisen tahtotilan rakentaa Suomen pohjoisin passiivienergiatalo, ja näin jälkeenpäin ehkäpä paras oivallus oli Rovaniemen ammattikorkeakoulun mukaan ottaminen projektin eri vaiheiden dokumentointiin. Tieto ja kokemukset, jotka projektissa syntyivät ja olivat käytössä, ovat nyt useiden opinnäytetöiden kansien välissä luettavissa ja avoimesti kaikkien hyödynnettävissä.

Kokemuksia passiivienrgiatalon rakentamisesta

Passiivienrgiatalo on talo, joka on niin hyvin eristetty ja tiivistetty, ettei tarvetta perinteisille lämmitysmuodoille enää ole. Talon lämmityksessä hyödynnetään muun muassa kodinkoneiden, leivinuunin, asujien, auringon ja kuumeisten lasten tuottamaa lämpöä.

Rakentamisessa tämä tarkoitti sitä, että jokainen työvaihe oli suunniteltava tarkasti, tehtävä huolellisesti ja oli noudatettava tehtyjä piirustuksia; siksikin koska rakennusmateriaalimäärän kasvaessa nousee myös virheiden vaikutus. Jos esimerkiksi eristys olisi tehty huolimattomasti, olisivat muun muassa kosteusongelmat ja niiden korjaaminen olleet huomattavasti vaikeampia ja kalliimpia. Kääntöpuolena tässä neuroottisessa tarkkuudessa oli rakennusajan venyminen yli vuoteen, mutta hyvää suunnitelmaa ei haluttu pilata kiirehtimällä tai puolihuolimattomalla työäljellä. Tosin nyt täytyy tunnustaa, että monta kertaa oli itselläkin heikkoja hetkiä, jolloin kävi mielessä kuinka helposti eri työvaiheita olisi voinut oikoa. Kiitos ammattitekiöiden hienon asenteen, oikomisiet jäivät vain ajatusten tasolle.

Olen huomannut, että ennakkoasenteet ja pinttuneet toimintamallit ovat rakennusalan kehittymisen suuri ongelma. Olen nähnyt monta hienoa taloa, jossa laiskuuden tai välinpitämättömyyden vuoksi on jouduttu korjaus- ja jopa purkutöihin. Alan sanonnat kuten "minkä mitta heittää, sen lista peittää" ja "minkä lista heittää, sen maalari peittää", kuvaavat edellä mainittua hyvin. Saadaksemme passiivienrgiatalosta yleisen pientalomallin tarvittaisiin toteutuksessa enemmän sitä sanontaa, minkä opin nuorena eräällä maatilalla työskennellessäni: "Kun justiinsa mittaa ja justiinsa sahhaa, se justiinsa passaa."

Kokemuksia asumisesta passiivitalossa

Kokonaisuudessaan talo on toiminut suunnitellusti. Olemme asuneet talossamme vuoden verran ja olen tyytyväinen lopputulokseen. Talvi 2010 oli varsin jämäkkä koeponnistus talolle. Kylmimpänä yönä ulkolämpötila oli -38,6 astetta ja hyvin tarkenimme. Kiviseinät varasivat hyvin leivinuunin luovuttamaa lämpöä. Kesällä kuuminä päivinä talo oli miellyttävän viileä. Toki epäilyjä talon toimivuudesta on ollut eri tahoilla koko ajan, mutta itse olen antanut talon puhua puolestaan.

Suosittelen kaikille lämpimästi passiivitalon rakentamista, mutta itse en ihan heti lähtisi projektiin uudestaan. Kun tämän kahden vuoden aikana on syntynyt kolmas lapsi, tullut Unkarista au pair, vaihtuneet työpaikat ja lipsahtanut rakennusvaiheissa puukko reiteen, niin en uskalla ajatella, mitä uusi projekti toisi tullessaan. Olen kuitenkin etuoikeutettu saatuani olla mukana tekemässä ja luomassa jotain ihan uutta ja merkityksellistä rakentamisen alalla.

Paroc Arctica -passiivitalo

Sijainti:	Vennivaara, Rovaniemi. "Suomen pohjoisin passiivitalo".
Rakennusaika:	07/2008–10/2009
Runkomateriaali:	Betonielementti (yksikerroksinen).
Koko:	131 m ² , neljä makuuhuonetta.
Eristys:	Ulkoseinissä 45 cm:n kivivilla, yläpohjassa 60 cm:n vuorivilla, lattiassa 35 cm:n eriste.
Lämmitys:	Ilmanvaihtokone integroidulla poistoilmalämpöpumpulla. Varalämmityksenä kuivissa tiloissa tuloilmaventtiilit varustettuna keraamisilla vastuksilla. Märissä tiloissa saneerauslämmitysmatto lattiassa. Lisäksi takka-leivinuuni.
Ikkunat&Ovet:	Passiivi-ikkunat ja -ovet.
Valaistus:	21 kpl 3 W:n led-spotteja ja 7 kpl 11 W:n energiansäästölamppuja.
Kodinkoneet:	Energiatohkeat kodinkoneet.
Energiankulutus:	Noin 30 kWh/päivä. Lämmityksen osuus noin 1 €/päivä.

Lisätietoja: www.passiivitaloarctica.fi

Kuvaliite: Bioenergian ja uusiutuvan energian lähteillä

Valokuvat ovat BLOWAY-tiedonvälityshankkeen ja Lapin bioenergiaohjelman alaisten tapahtumien sekä BLOWAY:n kuvausmatkojen yhteydestä. Kuvien käyttöoikeus on kuvaajilla, jotka ovat antaneet luvan kuvien julkaisuun tässä teoksessa.



Kuvat 6. ja 7. Lapin energiakoulun oppilaitokseen hankitaan yhteensä noin kahdella miljoonalla eurolla energia-alan opetus- ja palvelutoimintaan tarvittavia laitteistoja (kuvat Kalle Santala).



Kuva 8. Energiapuuksi kelpaavat kaikki puun osat kannosta oksiin.



Kuva 9. Energiapuu käsitellään yleensä ennen polttoa hakkurilla hakkeeksi tai murskeeksi (kuvat Kalle Santala).



Kuva 10. Metsähake on hakkurilla kokopuusta, rangoista, metsätähteestä tai muusta puuaineksesta tehtyä polttoainetta (kuva Kalle Santala).



Kuva 11. Ruokohelpi on Suomen tärkein peltoenergiakasvi (kuva Helena Torkko).



Kuva 12. Biokaasua voidaan hyödyntää lämmön- ja sähköntuotannossa ja ajoneuvojen polttoaineena (Alvikin sikatilan biokaasulaitos Norrbotten, Ruotsi) (kuva Kalle Santala).



Kuva 13. Biokaasua voidaan hyödyntää lämmön- ja sähköntuotannossa ja ajoneuvojen polttoaineena (kuva Kalle Santala).



Kuva 14. Pelletit ja brikitit ovat purusta ja lastuista tehtyjä puristeita, joissa ei ole käytetty lisäaineita (kuva Kalle Santala).



Kuva 15. Pellettilämmitys sopii sekä omakoti- että kerrostaloihin (kerrostalo, Bad Leonfelden, Itävalta) (kuva Raija Palokangas).



Kuva 16. Lämpöpumpputaloudessa talon ja käyttöveden lämmitykseen kuluu sähköä vuodessa kolmannes vastaavan sähkölämmitteisen talon kulutuksesta (kuva Kalle Santala).



Kuva 17. Auringon säteily muunnetaan joko sähköksi aurinkopaneeleilla tai lämmöksi aurinkokeräimillä (maatila, Sodankylä) (kuva Raija Palokangas).



Kuva 18. Tuulivoima on uusiutuvaa energiaa, joka on peräisin auringon säteilyenergiasta (Olos-tunturi, Muonio) (kuva Kalle Santala).



Kuva 19. Tuulivoimaloille parhaita paikkoja ovat merten rannikot, merialueet tai suurten mäkien ja tunturien rinteet ja laet (Ajos, Kemi) (kuva Helena Torkko).



Kuva 20. Jätteellä tuotettua lämpöenergiaa voidaan hyödyntää kaupunkien kaukolämpöverkossa ja teollisuuden tasaisesti lämpöä tarvitsevilla toiminoissa (Ruskon jätekeskus, Oulu) (kuva Kalle Santala).



Kuva 21. Suomessa turve on määritelty hitaasti uusiutuvaksi biopolttoaineeksi (kuva Kalle Santala).

BIOENERGIAN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄSITTEITÄ

Koonnut projektisuunnittelija Kalle Santala; toimittanut projektisuunnittelija Helena Torkko, BLOWAY-tiedonvälityshanke, Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Ainespuu on metsä- ja puunjalostusteollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttävää puutavaraa, jota ei suoraan käytetä energiantuotantoon.

Aurinkoenergia

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää lämmön ja sähkön tuotannossa. Auringon säteily muunnetaan joko sähköksi aurinkopaneeleilla tai lämmöksi aurinkokeräimillä.

Aurinkokeräin

Aurinkokeräimiä käytetään useimmiten käyttöveden lämmittämiseen, mutta myös huoneiden lämmittämiseen. Yleisin tekninen ratkaisu on nestekiertoinen tasokeräin, jossa pumpun avulla kierrätetään vesi-glykoliseosta. Tyhjiöputkikeräimet ovat tasokeräimiä tehokkaampia, koska ne pystyvät hyödyntämään auringon hajasäteilyä tehokkaammin. Keräinten ohella aurinkolämpöjärjestelmissä tarvittava tekniikka on luonteeltaan samanlaista kuin perinteinen LVI-tekniikka.

Aurinkopaneeli

Aurinkopaneelit koostuvat aurinkokennoista, joissa auringonsäteiden energia saa aikaan sähköjännitteen. Aurinkopaneelin tuottama sähkö varastoidaan akussa. Akkuihin varastoitunutta sähköä käytetään yöllä ja pilvisinä päivinä.

Aurinkosähkö

Aurinkosähköllä voidaan korvata osa sähköenergiasta. Aurinkosähköä tuotetaan aurinkopaneelilla. Tyypillisiä aurinkosähkön käyttökohteita ovat kotitaloudet, kesämökit, veneet, linkkimastot, saaristo- ja erämaakohteet. Aurinkosähköjärjestelmä voidaan sovittaa yhteen kodin yleiseen sähköverkkoon kytketyn järjestelmän kans-

sa. Aurinkosähköjärjestelmiä voidaan asentaa myös asuin- ja toimistorakennuksiin. Nämä järjestelmät kytketään useimmiten sähköverkkoon, jolloin ne syöttävät oman kulutuksen ylittävän osan yleiseen sähköverkkoon.

Bioenergia

Bioenergia on energiaa, jota saadaan biomassasta. Biomassasta voidaan tehdä energiaa joko sellaisenaan tai biomassasta voidaan jatkojalostaa esimerkiksi pelleteiksi tai briketeiksi.

Biokaasu

Biokaasua syntyy eloperäisen aineksen (muun muassa peltobiomassa, liete, lanta ja jätteet) hajotessa hapettomissa olosuhteissa. Hajoaminen tapahtuu mädäntymällä anaerobisten bakteerien vaikutuksesta. Hajoamisprosessin viimeisessä vaiheessa syntyy metaania metaanibakteerien hajotustoiminnan tuloksena. Biokaasua saadaan biomassasta biokaasureaktorissa tuotetusta kaasusta sekä kaatopaikoilla muodostuvan kaasun keräyksellä. Biokaasua voidaan hyödyntää lämmön- ja sähköntuotannossa ja ajoneuvojen polttoaineena.

Biomassa

Biomassaa ovat kaikki kasvit ja kasvipohjainen aines, kuten metsästä saatu hakkuutähde ja puu, teollisuuden jättepuu, teollisuuden puupohjaiset jäteliemet, yhdyskuntien biojätteet ja pelloilla viljeltävät kasvit.

Elintarvikejäte

Elintarvikejätteestä, kuten leipomoiden ja makeistehtaiden jäte-, hylky- ja sivutuotteista voidaan valmistaa liikennepolttonestettä eli bioetanolia. Bioetanoli on uusiutuva energianlähde.

Energiatehokkuus

Energiatehokkuudella tarkoitetaan erilaisia teknisiä toimenpiteitä energiankulutuksen vähentämiseksi. Rakennuksissa energiaa käytetään lämmittämiseen sekä rakennuksen teknisen toiminnan ja käytön vaatimiin toimintoihin. Myös rakennusten käyttäjien ja asukkaiden kulutustottumukset vaikuttavat käytetyn energian määrään. Tavoitteena on vähentää energiankulutusta sekä rakennustuotteiden tuotannossa, rakennusten ja infrastruktuurin tuotannossa että erityisesti käytön aikana.

Energiapu on puubiomassaa, jota käytetään energiantuotantoon alkuperäisessä puun koostumuksessa.

Hakkuutähdehake tehdään hakkuutähdestä eli latvoista, oksista ja raivauspuusta.

Halko on metrin mittainen puu, joka on halkaistu. Haloista tehdään katkaisemalla ja pienimällä **pilkkeitä**. Halkoja ja pilkkeitä käytetään lämmitykseen pientalojen lämmityskattiloissa ja takoissa.

Kantohake tai -murske tehdään kannoista.

Kokopuuhake tehdään karsimattomasta puusta

Lämpöpumppu

Lämpöpumppujen avulla siirretään ilmaan, maahan, kallioon tai veteen auringosta varastoitunutta lämpöenergiaa, jota käytetään rakennusten ja käyttöveden lämmitämiseen. Kun lämpöpumppu mitoitetaan taloudellisesti, se kattaa 40–60 prosenttia omakotitalon huipputehosta ja tuottaa 80–90 prosenttia lämmön tarpeesta. Loput tarvittavasta lämmöstä saadaan lämpöpumppuun asennetuilla sähkövastuksilla tai puulla. Lämpöpumpputaloudessa talon ja käyttöveden lämmitykseen kuluu sähköä vuodessa kolmannes vastaavan sähkölämmitteisen talon kulutuksesta.

Maalämpö

Maalämpöä kerätään maahan kaivetulla putkistolla. Lämmönkeruuputkisto voidaan asentaa joko vaakatasoon pintamaahan tai pystysuoraan kallioon. Kalliolämmön talteenotossa lämpöpumppu noutaa lämpöä syvältä kallioista, jossa lämpötila pysyy lähes vakiona ympäri vuoden.

Matalaenergiatalo on talo, joka kuluttaa lämmitysenergiaa vuodessa noin 60 kWh/m² tai vähemmän. Tavanomainen, nykyiset rakentamismääräykset täyttävä talo kuluttaa energiaa lämmitykseen vuodessa noin 120 kWh/m².

Metsäenergia

Metsäenergialla tarkoitetaan kaikkea puuperäistä metsästä saatavaa energiaa. Energiapuuksi kelpaavat kaikki puun osat kannosta oksiin. Metsäenergiaa korjataan pääosin hoito- ja kasvatushakkuualueilta, mutta uudistusaloilta kerättävät kannot ja latvusmassa ovat myös merkittäviä metsäenergian lähteitä. Energiapuu käsitellään yleensä ennen polttoa hakkurilla hakkeeksi tai murskeeksi. Energiapuusta on tullut oma puutavaralajinsa kuitu- ja tukkipuun ohelle. Tämä parantaa metsänomistajan mahdollisuuksia hyödyntää metsiään tehokkaasti.

Metsähake on hakkurilla kokopuusta, rangoista, metsätähteestä tai muusta puuaineksesta tehtyä polttoainetta.

Passiivienergiatalo on talo, joka ei tarvitse lainkaan lämmitys- eikä jäähdytysenergiaa. (VTT:n määritelmän mukaan passiivitalo tarvitsee lämmitysenergiaa Pohjois-Suomessa 30kWh/brm² vuodessa.)

Pelletit ja briketit ovat purusta ja lastuista tehtyjä puristeita, joissa ei ole käytetty lisäaineita. Korkeassa paineessa valmistettu puriste pysyy kasassa puun sisältämän ligniinin ansiosta.

Peltobiomassa

Peltobiomassoja ovat kivennäis- ja turvemaiden pelloilla kasvatettavat energiakasvit (esimerkiksi ruokohelpi, hamppu, öljykasvit), nopeakasvuiset puuvartiset kasvit (esimerkiksi energiapaju) tai viljakasvien osat (olki). Peltobiomassoja voidaan käyttää joko sellaisenaan tai niistä voidaan jalostaa kiinteitä tai nestemäisiä biopolttoaineita. Peltobiomassoja voidaan viljellä muun muassa elintarviketuotannosta vapautuneilla pelloilla, kesannoilla ja entisillä turvetuotantosoilla.

Peltoenergia

Peltoenergiaa tuotetaan pelloilla kasvatettavista peltobiomassoista. Tärkein peltoenergiakasvi Suomessa on ruokohelpi. Muita pelloilla kasvatettavia energiakasveja ovat hamppu, öljykasvit, paju ja viljakasvien osat kuten olki. Peltobiomassoista valmistetuilla biopolttoaineilla voidaan korvata lämmön- ja sähköntuotannon sekä liikenteen käyttämiä fossiilisia polttoaineita.

Pientuulivoimala

Pientuulivoimalat ovat teholtaan vähäisempiä kuin teolliseen tuotantoon käytetyt turbiinit. Pientuulivoimaloita käytetään muun muassa maataloudessa, laitoksissa, kotitalouksissa, vapaa-ajan asunnoissa ja matkaveneissä. Pientuulivoimaa voidaan käyttää kohteissa, jotka eivät ole sähköverkon piirissä, mutta yhä useammin niitä asennetaan sähkönjakelun piirissä oleviin taloihin. Näissä taloissa pientuulivoimala lisää oma-varaisuutta ja pienentää sähkölaskua. Tuuliselle paikalle sijoitettu pientuulivoimala on energiataloudellisesti ja ympäristön kannalta hyvä vaihtoehto hajautettuun energiantuotantoon. Pientuulivoimaa käytetään akkujen lataamiseen, lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen ja suoraan sähköntuotantoon omakotitalon sähköverkkoon. Pientuulivoimalat ovat teholtaan yleensä enintään 20 kW:n tehoisia. Alle 10 kW:n tuulivoimaloita kutsutaan myös mikroturbiineiksi. Nykyisin kaupalliseen käyttöön valtakunnanverkkoon kytkettävien voimaloiden teho on 1 000 – 5 000 kW.

Rankahake tehdään karsituista rangoista.

Syöttötariffi on valtion ohjauskeino sähkömarkkinoilla. Syöttötariffissa taataan sähkön tuottajalle määrätty takuuhinta. Markkinahinnan ollessa takuuhintaa alhaisempi sähkön kuluttaja maksaa erotuksen.

Turve

Turve on suokasvien maatumisesta syntynyt huokoinen maalaji, jonka uusiutumisaika on 2 000 – 3 000 vuotta. EU:ssa turve on määritelty fossiiliseksi polttoaineeksi;

Suomessa hitaasti uusiutuvaksi biopolttoaineeksi. Maamme pinta-alasta kolmannes on suota, josta suurin osa sijaitsee Lapissa. Lapin maa-alasta on soiden peitossa noin 3,2 miljoonaa hehtaaria. Turvetta käytetään yleensä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa. Turvetta käytetään voimalaitokseen lämmityskattiloissa polttoaineena hakkeen seassa. Turve pitää haketta korkeamman palamislämpötilansa ansiosta kattilan puhtaana. Energiaturpeen käyttäjänä Suomi on maailman kärkeä.

Tuulivoima

Tuulivoima on tuulen eli ilman virtauksen liike-energian muuntamista tuuliturbiineilla sähköksi. Tuulivoima on uusiutuvaa energiaa, joka on peräisin auringon säteilyenergiasta. Tuulivoimaloille parhaita paikkoja ovat merten rannikot, merialueet, aukeat mereen rajoittuvat pellot tai suurten mäkien ja tunturien rinteet ja laet. Tuulisuuden vaihteluun tarvitaan säätövoimaa. Vaihtelua tasoitetaan tavallisesti olemassa olevalla vesivoimalla tai lauhdetuotannolla. Tuulivoima soveltuu hajautettuun energiantuotantoon. Tuulivoimalan suunniteltu käyttöikä on 20–30 vuotta.

Uusiutuva energia

Uusiutuvalla energialla tarkoitetaan vesi-, aurinko-, tuuli- ja bioenergiaa sekä ilma- ja maalämpöä. Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvien energianlähteiden käyttöä ja vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Tämä on osa EU:n energia- ja ilmastostrategiaa. Lisäksi uusiutuvan energian käyttö edistää työllisyys- ja aluepoliittisia tavoitteita. Uusiutuvien energiamuotojen käyttö vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja parantaa Suomen energiaomavaraisuutta.

Yhdyskuntajäte

Yhdyskuntajätehuollon tavoitteena on vähentää ilmastonmuutosta kiihdyttävän biohajoavan jätteen sijoittamista kaatopaikoille. Noin kolmannes yhdyskuntajätteen kokonaismäärästä on tarkoitus ohjata energiantuotantoon – nykyisin yhdyskuntajäte ohjataan pääosin kaatopaikoille. **Jätteellä tuotettua lämpöenergiaa voidaan hyödyntää kaupunkien kaukolämpöverkossa ja teollisuuden tasaisesti lämpöä tarvitsevilla toiminnoilla.** Jätevoimalaitoksien tuottama sähkö voidaan johtaa valtakunnan verkkoon. Asumisessa syntyvästä polttokelpoisesta yhdyskuntajätteestä yli 60 prosenttia muodostuu uusiutuvista energialähteistä ja voidaan luokitella biopolttoaineeksi. Käyttämällä jätettä energianlähteenä korvataan fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Jätteenpolton päästöt ovat nykytekniikalla erittäin vähäiset.

Hyödyllistä tietoa bioenergiasta

www.lapinbiotie.fi

www.bioenergiatieto.fi

www.finbioenergy.fi

www.motiva.fi

www.metsakeskus.fi

www.mmm.fi

Bioenergia-alan yhdistykset suomessa

Finbio – Suomen Bioenergiayhdistys ry
www.finbio.fi

PuuEnergia ry
www.puuenergia.fi

Suomen Biokaasuyhdistys ry
www.biokaasuyhdistys.net

Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry
www.sulpu.fi

Suomen Metsäyhdistys ry
www.smy.fi

Suomen Pellettienergiayhdistys ry
www.pellettienergia.fi

Suomen Tuulivoimayhdistys ry
www.tuulivoimayhdistys.fi

Bioenergian lähteillä -artikkelijulkaisu on ajankohtainen katsaus bioenergian ja uusiutuvan energian lähteisiin. Tiivis tietopaketti kattaa useimmat uusiutuvan energian lähteet ja käyttötavat Suomessa ja tuo näkökulmia myös muiden maiden bioenergia-alan näkymiin. Selkeä ja kuvin havainnollistettu teos on suunnattu kaikille alasta kiinnostuneille, erityisesti alan opiskelijoille ja yrittäjiksi aikoville. Kooste perustuu Rovaniemellä marraskuussa 2010 järjestettyyn Bioenergian lähteillä -seminaariin.

ISSN: 1239-7741

ISBN: 978-952-5923-08-7 (nid.)

ISBN: 978-952-5923-09-4 (PDF)

