

Uusiutuvan energian polttoaineita ja lämmityslaitteita käytännön testeissä

Tutkijat Liisa Lahdensaari-Nätt ja Jyrki Kouki, TTS



Tutkija Kari Vuorio lisäämässä pilkkeitä Jämän Biotriplex -kaksoispesäkattilaan, jossa voidaan polttaa pilkkeitä ja esimerkiksi puubrikettejä. Kyseessä on käänteis-paloinen kattila, jossa palamiskaasut kulkeutuvat alaspäin arinan läpi ja palavat loppuun sen alla olevassa keraamisessa palotilassa. Oikealla puolella olevaan poltinluukkuun on yhdistetty BeQuem- 20 pellettipoltin. Kuva: Jyrki Kouki

KAKSOISPESÄKATTILASSA VERTAILTIIN LATVIALAISTA JA SUOMALAISTA PUPELLETTIÄ

Riikan teknillinen yliopisto Latviasta (RTU) toimitti TTS:n lämpökoeasemalle kokeisiin heillä yleisesti käytössä olevaa halkaisijaltaan 6 millimetrin puupellettiä. Vastaavasti Suomesta toimitettiin halkaisijaltaan 8 millimetrin puupellettiä heille kokeisiin. Tulokset näistä kokeista julkaistaan RTU:n omissa julkaisukanavissa. Työtehoseura selvitti molempien puupellettien laatua ja teki polttokokeita selvittääkseen, miten pelletit mahdollisesti eroavat käytettävyydessä. Ensimmäiseksi tehtiin perusmääritykset molemmille pelleteille. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Tuloksista nähdään, että tämän erän puupelleteistä halkaisijaltaan 6 millimetrin pelletti oli kuljetuskestävyydeltään merkittävästi huonompaa. Tämä näkyy myös puupelletin hienoaineksen määrässä. Lisäksi latvialainen puupelletti oli tilavuuspainoltaan keveäm-

pää, mikä näkyy testiruvuin pienempänä syöttötehona verrattuna suomalaisen tilavuuspainoltaan suurempaan puupellettiin. Taulukossa 2 on esitetty polttokokeiden tuloksia. Niissäkään ei ole isoja eroja 6 millimetrin 8 millimetrin puupellettien välillä. Kokeissa mitattiin savukaasujen lämpötila ja polton ilmakerroin, lisäksi mitattiin savukaasujen häikäpitoisuus. Poltetun puupelletin määrän ja veteen hyödyksi saadun energian määrän avulla laskettiin hyötysuhde.

Ecohousing-projektin yhtenä tavoitteena oli kerätä kokemusperäistä ja tutkimustietoa erilaisten uusiutuvaa energiaa käyttävien lämmityskattiloiden ja tulisijojen ominaisuuksista Suomessa, Virossa ja Latviassa. Projektipartnerit testasivat laboratorioissaan erilaisia uusiutuvaa energiaa käyttäviä polttoaineita ja kattiloita sekä aurinkoenergiaa käyttäviä lämmitysjärjestelmiä.

Tässä tiedotteessa tutustutaan omakotitaloihin soveltuvien lämmityslaitteiden testeihin, joita tehtiin hankkeen aikana TTS - Työtehoseurassa. Kokeissa käytettiin suomalaista ja latvialaista pellettiä, puubrikettejä ja pilkkeitä ja niitä testattiin Jämän Biotriplex -kaksoispesäkattilassa, Herzin-pellettikattilassa ja Ravellin-pellettikamiinassa. Testeissä tutkittavilla laitteilla ei havaittu merkittäviä eroja eri pellettilaatujen välillä. Aurinkopaneelien todettiin soveltuvan hyvin pellettilämmityksen rinnalla käyttöveden lämmitykseen.



Vasemmalla latvialaisia pellettejä (Biogran Ltd) ja oikealla suomalaisia (Versowood Hotti). Kuva: Jyrki Kouki



Jäspin Biotriplex kaksoispesäkattilalla TTS:n lämpökoeasemalla poltettuja brikettejä ja pilkkeitä. Kuva: Jyrki Kouki

Koska halkaisijaltaan 6 millimetrin puupellettien hienoaineksen osuus oli huomattavan suuri, tehtiin koepari, jossa samasta pellettierästä toinen seulottiin 3,15 millimetrin seulalla ja toinen poltettiin hienoaineineen. Tämän kokeen tulokset on esitetty taulukossa 3. Yllättävää kyllä suurempi hienoaineksen määrä ei vaikuttanut huomattavasti tehtyjen kokeiden tuloksiin. Silmämääräinen arvio tulipesän ja konvektio-osien (kattilan osat, joissa kulkevat jo jonkin verran jäähtyneet palamiskaasut) likaantumisen eri polttoaineilla ei tuottanut eroja. Samoin tuhkatilaan joutuneen tuhkan ja palamattoman polttoaineen osuus oli sama molemmissa kokeissa.

Testissä myös pilkkeet ja briketit kaksoispesäkattilassa

Ecohousing-projektissa Biotriplex kaksoispesäkattilalla poltettiin pilkkeitä ja eri raaka-aineista tehtyjä brikettejä. Partnerit Tarton maayliopistosta Virosta kävivät polttamassa muun muassa heinästä tehtyjä brikettejä sekä purun ja hevosenlannan yhdistelmästä puristettuja brikettejä. Näiden kokeiden tulokset julkaistaan virolaisten omissa julkaisuissa.

Jämän Biotriplex kaksoispesäkattilalla tehtiin kokeet suomalaisilla pilkkeillä ja Versowoodin Hotti-puubriketeillä. Tulokset on esitetty taulukossa 4. Niistä nähdään, että tämä käänteispaloinen arinatyyppe ei sovellu kovin hyvin sellaiselle briketille, joka hajoaa arinalle tiiviiksi massaksi, jolloin palamisilma ei pääse polttoainekerrokseen. Tällöin teho jää pieneksi ja hyötysuhde huonoksi. Perinteisellä arinalla ja yläpalotekniikalla kuivat puubriketit palavat kuitenkin hyvin. Sen sijaan koivu-pilkkeet, jotka saatiin eteläsuomalaiselta pilkeyrittäjältä, paloivat hyvin käänteispaloisella arinalla, koska palamisilma pääsee tunkeutumaan polttoainekerrokseen.

Savupiipun riittävä veto on hyvin tärkeää käänteispaloisella arinalla. Mikäli käytössä on lyhyt savupiippu, siitä johtuva huono veto voidaan korjata käyttämällä savukaasumuria. Tutkitussa kaksoispesäkattilassa ei ollut savukaasumuria.

Taulukko 1. Latvialaisen ja suomalaisen puupelletin ominaisuuksien vertailua

	Latvialainen puupelletti 6 mm	Suomalainen puupelletti 8 mm	Standard
Kosteus, %	8,17	6,99	CEN/TS 14774
Tuhkapitoisuus, kuiva-aineessa %	0,43	0,29	CEN/TS 14775
Ylempi lämpöarvo, MJ/kg	20,65	20,48	CEN/TS 14918
Alempi lämpöarvo, MJ/kg	19,25	19,08	
Lämpöarvo käyttökosteudessa, MJ/kg	17,48	17,58	
Tiheys, kg/m ³	530	625	
Hienoaines (alle 3,15 mm), %	5,1	0,3	
Kestävyys, %	77	98,5	
Suurin polttoaineen syöttöteho testiruvilla, kWh	106	136	

Taulukko 2. Jäspin Biotriplex ja Bequem 20 -pellettipolttimen yhdistelmällä tehty koesarja latvialaisen ja suomalaisen puupelletin välillä.

	Latvialainen puupelletti 6 mm	Suomalainen puupelletti 8 mm
Ilma/ruuvi (käyntiaika %)	36/80	36/80
Saatu teho kattilaveteen, kW	13,9	13,6
Hyötysuhde, %	82	83
Savukaasun lämpötila, °C	97	100
CO-pitoisuus, ppm	73	70
CO ₂ -pitoisuus, %	8,5	8,5
Tuhkan ja palamattoman osuus kuiva-aineesta, %	2,4	1,4

Taulukko 3. Latvialaisella puupelletillä tehdyn koeparin tulokset, jossa samasta pellettierästä toinen seulottiin 3,15 millimetrin seulalla ja toinen poltettiin hienoaineineen.

	Puupelletti 6 mm Seulottu 3,15 mm:n seula	Puupelletti 6 mm Hienoaines 7 %
Ilma/ruuvi (käyntiaika %)	36/80	36/80
Saatu teho kattilaveteen, kW	13,9	13,6
Kattilahyötysuhde, %	82	83
Savukaasun lämpötila, °C	97	96
CO-pitoisuus, ppm	73	70
CO ₂ -pitoisuus, %	8,5	8,2
Tuhkan ja palamattoman osuus kuiva-aineesta, %	2,4	2,4

Puupellettien poltto- ja äänimittaus kaminassa

Puupellettejä poltettiin vertailumielessä myös Ravellin pellettikamiinassa. Samalla mitattiin kamiinan aiheuttama melu, joka oli pienimmällä lämmitysteholla noin 33 dB

(A asteikko, metrin päässä). Tämän tasoinen melu on hyvin alhainen. Äänimittaus on sen takia tärkeä, että kamiina sijaitsee usein olohuoneessa tai muualla asuintiloissa.

Tehtyjen kokeiden perusteella kamiina soveltuu hyvin sekä 6 millimetrin että 8 milli-



Tutkija Jyrki Kouki tarkastelee Herz:n pellettikattilaa, johon on kytketty 500 litran lämminvesivaraaja.
Kuva: Liisa Lahdensaari-Nätt



Kuvassa mitataan pellettikamiinan aiheuttamaa melua lämpökoeasemalla.
Kuva: Jyrki Kouki

Taulukko 4. Jäspin Biotriplex kaksoispesäkattilalla poltetujen puubrikettien ja pilkkeiden polttokokeiden mittausarvoja.

	Puubriketti	Koivupilke
Kosteus, %	7	5,5
Teho kattilaveteen, kW	10,5	20,7
Kattilahyötysuhde, %	60	76
Savukaasun lämpötila, °C	140	219
CO-pitoisuus, ppm	4021	1750
CO ₂ -pitoisuus, %	3,9	7,5
Tuhkan ja palamattoman osuus kuiva-aineesta, %	0,5	1,8

Teho	Min 1	Medium 3	Max 5
	8 mm/ 6 mm	8 mm/ 6 mm	8 mm/ 6 mm
Palamishyötysuhde, %	64/68	69/71	69/67
CO-pitoisuus, ppm	700/450	560/410	400/540
O ₂ -pitoisuus, %	18/18	17/17	16/17
Savukaasun lämpötila, °C	160/160	190/180	210/190



Lämpökoeaseman seinustalle asennettu 4 m² tasopaneeli on suunnattu 30 asteen kulmassa kohti etelää. Kuva: Jyrki Kouki

metrin puupelleteille. Taulukossa 5 on esitetty tehtyjen kokeiden tuloksia latvialaisilla ja suomalaisilla puupelleteillä, eikä niissä ole merkittäviä eroja eri kokoa olevien puupellettien välillä. Kokeet tehtiin kolmella eri tehoalueella: minimiteholla, keskiteholla ja maksimiteholla. Maksimiteholla savukaasujen lämpötila oli yllättävän korkea, lähes 200 celsiusastetta. Kaikilla tehoalueilla CO- ja CO₂-pitoisuudet olivat tyypillisiä tämäntyyppisille kamiinille.

Myös kombisysteemiä tutkittiin lämpökoeasemalla

Hybridi- tai kombisysteemiksi kutsutaan lämmitysjärjestelmää, jossa on kaksi eri lämmönlähdettä. Tässä tapauksessa puupelletit ja aurinkopaneelit lämmittivät vesivaraajaa.

Testatulla Herzin pellettikattilalla saavutetaan noin 10–12 kW:n nimellisteholla erittäin

hyvä, lähes 90 prosentin kattilahyötysuhde. Tämä johtuu pääosin siitä, että savukaasujen lämpötila jää alle sadan celsiusasteen. Lisäksi polttoa ohjataan mittaamalla savukaasujen happipitoisuutta, jolloin ilmakerroin pysyy vakaasti valitulla tasolla. Kattila on varustettu savukaasumurilla ja palamista ohjaa savukaasujen happipitoisuutta mittaava anturi. Kattila on myös varustettu konvektio-osien automaattisella nuohouksella. Polttomaljan arina puhdistuu tuhkasta automaattisesti, kunhan puhdistusväli on ennalta säädetty. Kattilan automaatti ohjaa myös aurinkopaneelien toimintaa. Myöskään tällä kattilalla ei havaittu merkittäviä eroja toiminnassa 6 millimetrin ja 8 millimetrin puupellettien välillä.

Lämpökoeaseman seinustalla olevat pinta-alaltaan 4 m² tasopaneelit oli myös kytketty lämminvesivaraajaan. Kesäaikaan

voidaan suuri osa lämpimästä käyttövedestä tuottaa aurinkopaneeleilla, jolloin pellettikattila ei käynnisty lainkaan. Muutamasta pitkäkestästä käyttökatkosta huolimatta tasopaneelit tuottivat yhteensä kesän 2013 kuluessa lähes 1000 kWh.

Kesän aurinkoisina päivinä paneeleissa oleva neste saattaa kiehua, mikäli varaajasta ei oteta lämmintä vettä. Oikein mitoitettu järjestelmä kyllä kestää kiehumisen, koska paisunta-astia ottaa nesteen väliaikaisesti vastaan ja palauttaa sen putkistoon kun kiehuminen loppuu. Paneeleissa oleva neste kuitenkin huononee, mikäli kiehumista tapahtuu usein. Sen takia paneelien pinta-ala ei kannata kasvattaa liian isoksi suhteessa kulutukseen. Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että yhtä talouden henkeä kohti tarvitaan noin 1,5 m² tasopaneelia.



Itella Green

Hinta 4,60 € Jälkipainos sallittu vain TTS:n kautta, ISSN-L 1799-5493, ISSN 1799-5493 (Painettu), ISSN 1799-5531 (Verkkojulkaisu), SP-Paino Oy, Nurmijärvi 2013

KOULUTUSTA LVI-ASENTAJILLE

TTS - Työteho-seura järjesti vuoden 2013 loka-marraskuussa pilottikoulutuksen lvi- asentajille, jotka jatkossa tulevat asentamaan uusiutuvaan energiaan perustuvia lämmitys-ratkaisuja. Tämä siksi, että EU:n uusiutuvien energianlähteiden direktiivi (RES-direktiivi) edellyttää jatkossa lämmityslaiteasentajille annettavaa koulutusta ja sertifiointijärjestelmää. Tämä aurinkohybridi- ja pellettilämmityslaiteasentajan sertifiointikoulutus kehitettiin ja toteutettiin yhdessä Motiva Oy:n, Ympäristöministeriön, Bioenergia ry:n ja Aurinkoteknillisen yhdistyksen kanssa. Lisäksi mukana luennoimassa oli muita alan asiantuntijoita. Asentaja voi hakea sertifikaatin Motivalta, sen jälkeen kun hänellä on kaksi vuotta työkokemusta ja vähintään yhden lämmityslaitteen asennustodistus.

Koulutusta annettiin LVI-alan ammattilaisille ja opiskelijoille, jotka halusivat syventää alan osaamistaan. Koulutusohjelma sisälsi perusteellisen tutustumisen aurinkohybridi- ja pellettilämmityksen teknologioihin ja suunnitteluun ja se sisälsi myös käytännön harjoituksia. Opiskelijat saivat nähdä, miten poltin huolletaan ja säädetään, miten savukaasuanalysointia käytetään todellisissa polttotilanteissa sekä miten pelletin laatua analysoidaan. Lisäksi käytiin tutustumassa kohteeseen, joka lämpiää puupelleteillä.

Aurinkolämmityksen erityispiirteet, tuotantomäärien laskenta ja hybridijärjestelmien mitoitusperiaatteet, samoin kuin aurinkolämpötekniikan asennuksen erityiskysymykset käytiin koulutuksessa läpi. Koulutuksessa tutustuttiin myös Ecohousing-projektin aikana tehtyyn videoon, jossa näytettiin vaihe vaiheelta miten vanha öljylämmitys vaihdetaan pellettilämmitykseksi ja miten uutta lämmityslaitetta huolletaan.

Practical tests on renewable energy fuels and heating devices

During the Ecohousing project TTS tested heating devices and fuels that are suitable for heating detached houses. The tested wood pellets were Finnish 8 millimetre diameter wood pellets (Versowood Hotti) and Latvian 6 millimetre wood pellets (Biogran Ltd). The pellets, briquettes and chopped firewood were tested with the Jämä Biotriplex doubleboiler, Herz pellet boiler and Ravell pellet fireplace. No remarkable differences were detected on the tested devices between these two pellet types.

The Jämä Biotriplex doubleboiler can burn both chopped firewood and for instance wood briquettes. Both heating options have a fireplace of their own. Wood briquettes (Versowood Hotti) burning was tested in the so-called converse boiler, where burning gases drift downwards through the grate and burn out in the ceramic fireplace below. This kind of boiler turned out not to suit very well for burning wood briquettes that fall to pieces forming a tight block letting no burning air to the fuel. This leads to a bad efficiency. The BeQuem 20 -pellet burner is combined to the burning hatch on the right side (picture 1). This burner functioned well with both pellet types.

The Ravell pellet fireplace suited well for both 6 and 8 millimetre diameter pellets. When the heating power was lowest, its decibel level was 33 dB (A scale, measured from 1 meter distance), which is very low.

The Herz pellet boiler combined with 4 m² flat sun panels, the so-called hybrid- or combisystem was also tested. The boiler had a very good efficiency with 90 %. Boiler's automatic control controls both the pellet heating and the sun panel functions. The sun panels worked well during the tests in summer 2013 except for some distractions due to boiling of the panel liquid.

Hankkeen avulla edistettiin energiansäästöä ja uusiutuvien energioiden edistämistä asumisessa

Suomessa, Virossa ja Latviassa pyritään EU:n tavoitteiden mukaisesti säästämään energiaa ja korvaamaan fossiiliset energiamuodot erilaisilla uusiutuvilla energiamuodoilla.

Ecohousing-projektin yhtenä tavoitteena oli kerätä kokemusperäistä ja tutkimustietoa erilaisten bioenergiaa käyttävien lämmityskattiloiden ja tulisijojen ominaisuuksista. Suomessa, Virossa ja Latviassa tehtiin markkinatutkimus siitä, minkälaisia pientaloille sopivia bioenergiaa käyttäviä lämmityskattiloita ja tulisijoja on markkinoilla ja käytössä. TTS, RTU ja EULS testasivat laboratorioissaan erilaisia bioenergiaa käyttäviä kattiloita ja hybridikattiloita (bioenergia ja aurinkoenergia käyttäviä kattiloita). Lämmityskattiloiden asentajia koulutettiin ja uutta koulutusmateriaalia kehitettiin.

Toisena projektin päätavoitteena hankkeessa toteutettiin Suomessa, Virossa ja Latviassa kyselytutkimus asumisen energiatehokkaista ratkaisuista ja asenneilmapiiristä. Hankkeessa järjestettiin neuvonta- ja koulutustilaisuuksia eri organisaatioiden energianeuvontaa hoitaville henkilöille. Lisäksi energianeuvontaa annettiin myös puhelimitse. Hanke alkoi toukokuussa 2011 ja päättyi vuoden 2013 lopussa.

Yhteistyökumppanit: Riga Technical University - Institute of Energy Systems and Environment; Tallinn University, Institute of Informatics; Baltic Environmental Forum; Tallinn University of Technology, Tartu College; Estonian University of Life Sciences.

Lisätietoja:

www.ecohousing-project.eu
<https://www.facebook.com/EcoHousing>



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007-2013

