



# **RUOKOHELVEN KOEPOLTTO KINNULAN LÄMPÖLAITOKSELLA**

**Tapani Sauranen**

**Raportti**

**Toukokuu 2007**



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

*Luonnonvarainstituutti*



# SISÄLTÖ

1	Tausta .....	1
2	Tavoite .....	1
3	Toimenpiteet .....	2
3.1	Valmistelevat toimenpiteet ennen koepolttoa .....	2
3.2	Varsinainen koepoltto .....	4
4	Loppupäätelmät ja jatkotoimenpide-ehdotukset .....	9



# 1 TAUSTA

Kinnulan kunnan tekninen lautakunta pyysi syksyllä 2006 Bioenergiasektorin kehittäminen Pohjoisessa Keski-Suomessa –hanketta selvittämään ruokohelven soveltuvuutta Kinnulan lämpölaitokselle. Tuolloin sovittiin, että Marco Piispasen opinnäytetyöstä saatujen tietojen pohjalta itse polttokokeet toteutetaan kevään 2007 aikana lämpökuorman (=tehontarpeen) ollessa hieman pienempi, mutta silti riittävä.

Ruokohelpi tuo haastetta polttolaitoksille. Kevyen ja kuivan helven poltto onnistuu muiden biopolttoaineiden kanssa seoksena. Soveltuvia polttotekniikoita ruokohelven käyttöön ovat arina- ja leijukerrostekniikka. Muualla Suomen tehdyissä polttokokeissa ruokohelven käyttö seospolttoaineena on onnistunut kohtuullisen hyvin eikä ole lisännyt kattiloiden päästöjä. Ruokohelven energiasuus puun tai turpeen joukossa ei saa olla korkeampi kuin 10–15 % laitoksen kiinteän polttoaineen käytöstä. Silputtu ruokohelpi on herkkä lajittumaan, joten se on sekoitettava hyvin muuhun raaka-aineeseen. Polttamista suurempi ongelma on ruokohelpipaalien murskaus / silppuaminen. Jos silppu on liian pitkä, aiheutuu ongelmia kuljettimien raja-pintavahdeissa ja seuloilla.

# 2 TAVOITE

Tämän selvityksen tavoitteena on:

1. Selvittää voiko ruokohelpeä käyttää Kinnulan lämpölaitoksella
2. Minkä kokoista käytettävän silpun tulee olla (ja sen valmistamisen tarvittavat laitteet)
3. Ruokohelpisilpun lisäyksen vaikutus kattilan lämpötilaan eri mittauspisteissä, kattilasta saatavaan tehoon sekä savukaasujen lämpötilaan ja happipitoisuuteen



## 3 TOIMENPITEET

### 3.1 Valmistelevat toimenpiteet ennen koepolttoa

Tarvittavaa raaka-ainetta eli ruokohelpipaaleja ei Kinnulan lähialueella ollut, joten paalit tuotiin lämpölaitokselle Saarijärveltä. Tarvaalan kampusalueella oli varastoituna tarvittava määrä Luonnonvarainstituutin omistuksessa olevia paaleja. Kuljetuksen Saarijärveltä Kinnulaan teki Jarmo Kinnunen tavallisella tukkirekalla. Ennen lastausta tukkiautoon Mikko Oikari siirsi traktori-paalipihti –yhdistelmällä jokaisen paalin punnittavaksi konehallissa olevalle kuormaväliele. Keskimääräinen paalin paino oli 300 kg. Jotta kymmenen ruokohelpipaalia saatiin avoimessa kuormatilassa pysymään, siirrettiin pankkoja lähemmäs toisiaan. Paalien ympärillä oleva nailonverkko on melko hauras ajatellen puutavaran kuomainkäsittelyä. Kaukokuljetuksen aikana ilmeni ongelmia, ja kuljettaja joutui matkan aikana lastaamaan kuormatilaan puita tukemaan paaleja.

Ruokohelpipaalit kasattiin Kinnulan lämpölaitoksen varastoamaan, jossa ne peitettiin kostumisen ehkäisemiseksi odottamaan silppurointia. Varsinainen silppurointi tehtiin ”apevaunulla”. Silppu (kuva 1) jäi tavoitepituutta (5 cm) olennaisesti pidemmäksi, mikä huolestutti hieman ennen kokeiden aloittamista.



KUVA 1. Silputtua ruokohelpeä odottamassa sekoitusta hakkeeseen.



Ruokohelpisilppu levitettiin traktorilla tasaiseksi matoksi (kuva 2) ja Pertti Ruuskan toimittama hake-erä (39 i-m<sup>3</sup>) kipattiin ruukohelven päälle (kuva 3).



*KUVA 2. Ruukohelven levitys. KUVA 3. Hakkeen kippaus ruukohelven päälle*

Raaka-aineiden sekoittumisen varmistamiseksi koe-erää "hämmennettiin" traktorin etukauhalla (kuva 4) ennen kuljettamista lämpölaitoksen varastoon (kuva 5).



*KUVA 4. Ruukohelven sekoitus. KUVA 5. Koe-erän lastaus varastosiiloon*

Hakkeen tilavuuspainon (kg/i-m<sup>3</sup>) selvittämiseksi otettiin 80 litran saavilla punitusnäytteitä. Hakkeen keskimääräiseksi tilavuuspainoksi saatiin 313 kg/i-m<sup>3</sup>. Sekä hakkeesta että ruukohelvestä otettiin kosteusnäytteitä, jotka analysoitiin Bioenergiakeskuksessa Saarijärvellä. Hakkeen keskimääräinen kosteus oli 44,26 % ja ruukohelven 20,15 % (taulukko1 ).

TAULUKKO 1. Koe-erän perustiedot

	Hake	Ruokohelpi
Kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo, MJ/kg	19	17,6
Kosteus saapumistilassa, %	44,26	20,15
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, MJ/kg	9,51	13,56
Polttoaineen irtiheys, kg/i-m <sup>3</sup>	313	
<b>Energia tiheys, E<sub>ar</sub> (MWh/i-m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,83</b>	
Erän koko	39 i-m <sup>3</sup>	6 paalia
Erän koko, kg	12207	1800 kg
Energiamäärä, MJ	116091	24411
<b>Energiamäärä, MWh</b>	<b>32,25</b>	<b>6,78</b>
<b>Koko erän energiamäärä, MWh</b>	<b>39,03</b>	
Osuudet energiasisällöstä, %	82,63	17,37

Hakkeen energiasisältö oli 32,25 MWh ja ruokohelven 6,78 MWh. Alkuperäisenä tavoitteena oli tehdä seos, jossa olisi ollut n. 10 % ruokohelpeä (energiasisällöstä laskettuna). Koska silputtu ruokohelpi oli jo kasassa, ja erän paino selvitetty, määrä ei voitu vähentää. Sama päti hakkeeseen, määrä oli oltava yksiselitteisesti mitattavissa kuormatilassa. Tämän takia päädyttiin olosuhteiden pakosta 17,37 % ruokohelpiosuuteen koe-erässä.

### 3.2 Varsinainen koepoltto

Koepoltto ajoittui kolmelle päivälle 25.–27.4.2007. Toinen syöttösiiloista oli ajettu tyhjäksi ruokohelpi-hake –seosta varten ja toisessa siilossa oli pelkkää haketta siltä varalta, että koepoltossa tulisi ongelmia. Pitkien korsien takia ruokohelpi-hake –seos ei juurikaan vierinyt, vaan jäin lähes ”niille sijoilleen” (kuvat 6 ja 7).







*KUVAT 6 ja 7. Ruukohelpi sitoo kasan tehokkaasti*

Koepoltto päästiin aloittamaan 25.4. klo 13.10, jolloin laitoksen pudotussupissa ollut pelkkä hake saatiin poltettua kattilassa loppuun. Lämpölaitoksen hoitaja Tuomo Kinnunen oli kerännyt kyseisen aamun ajalta tietoja kattilälämmöstä ( $^{\circ}\text{C}$ ), savukaasujen lämpötilasta ( $^{\circ}\text{C}$ ), tehosta (MW), happimäärästä savukaasuissa ( $\% \text{O}_2$ ) sekä ensiö- ja toisiopuhaltimien taajuudesta (Hz) käytettäessä haketta. Näitä parametriarvoja voitiin verrata koepolton aikana vastaaviin kerättyihin tietoihin.

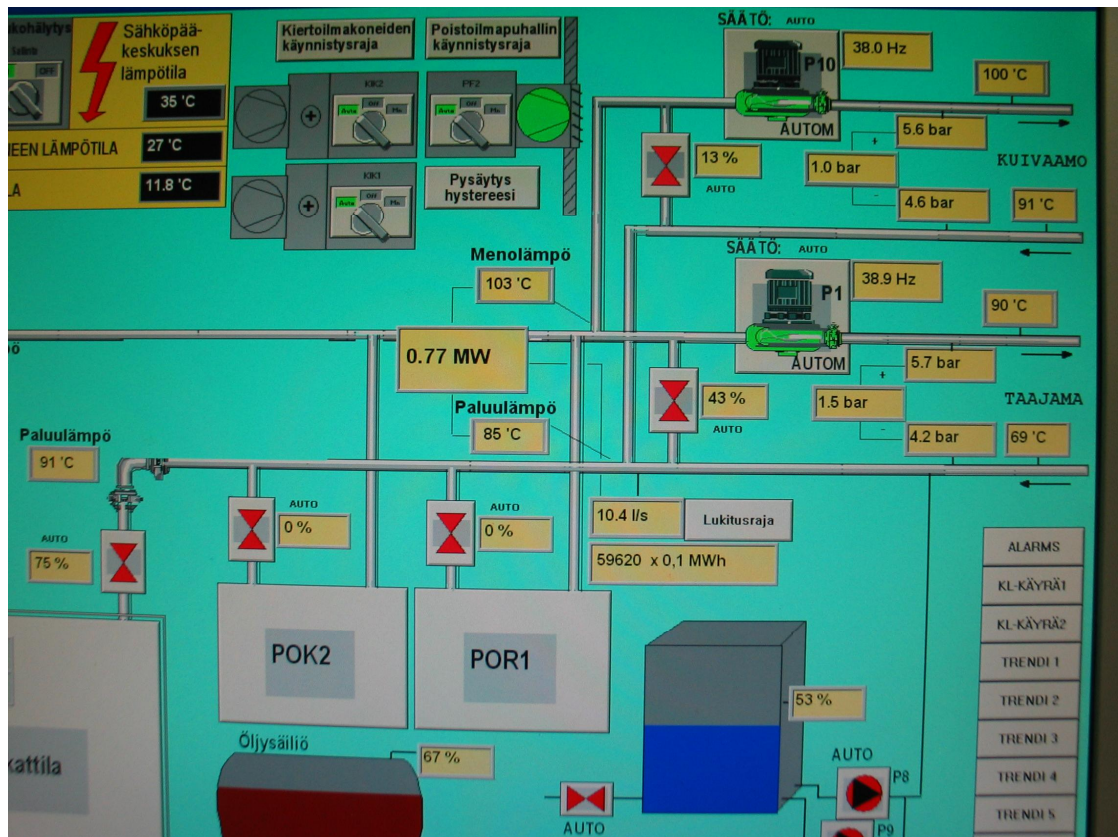
Pohjapurkulaitteet siirsivät ruukohelpi-hake –seoksen melko tehokkaasti kolakuljettimelle. Keskelle varastosiilon takaseinää muodostui kasautuma (kuvat 8 ja 9), joka purkautui ikään kuin kasan sisältä, jossa tankopurkain liikkui.



*KUVAT 8 ja 9. Ruukohelpi siirtymässä siilosta kuljettimelle*







KUVA 11. Laitoksen ohjauslogiikka, sivu 2

TAULUKKO 2. Kerätyt tiedot

Kattilämpö, °C	460–803	Riippuvainen kattilatehosta ja arinalle syötetyn polttoaineen määrästä ja jakautumisesta arinan ylä- / alaosaan (lämpötila-anturi kattilan "tuhkatilan" yläpuolella; kuva 12)
Savukaasujen lämpö, °C	109–135	Riippuvainen kattilatehosta
Teho, MW	0,39–0,86	Riippuvainen verkoston tehontarpeesta
O <sub>2</sub> määrä (%) savukaasuissa	6,1–11,2	Automaatiikka pyrkii pitämään ohjearvossa => säätää ilmamääriä
Ensiöpuhallin, Hz	5,0–31,8	Arinan läpi tuleva ilma
Toisiopuhallin, Hz	5,0–11,2	Kaasujen polttamiseen



KUVA 12. Ekopoint 2 MW:n arinakattila (+ lämpötila-anturin sijoituspaikka).

Koepolttojen ajaksi osui kohtuullisen lämmin jakso (ulkolämpötila ylimmillään 15,8 °C), joka aiheutti sen, että tehontarve oli varsin alhainen. Pari kertaa ilta-päivän aikana kattilan käyttötermostaatti kytkeytyi päälle, joka tarkoittaa ”yllä-pitotilaa”.

Polttkoetta aloitettaessa arinan yläosassa oleva palkki, joka tasoittaa por-sararinalle siirtyvää polttoainemassaa, oli säädetty 500 mm:iin. Tämä aihe-utti sen, että polttoaine vyöryi liikkuvien arinaelementtien ansiosta aina arinan alaosaan saakka, jossa tavanomaisesti on vain tuhkaa. Kun palkkia laskettiin 430 mm:iin, kattilalämpö putosi 780°C:sta 650°C:een.

Kevyenä ja kuivana polttoaineena ruukohelpi paloi nopeasti arinan yläosassa, kuivumisvyöhykkeellä ja hake vastaavasti alemmassa osassa. Seuratuissa parametreissa ei tapahtunut olennaisia muutoksia siirryttäessä pelkästä hak-keesta ruukohelpi-hake –seoksen polttoon. Automatiikka sääti syöttöä ja pu-hallusta vaivatta, ja piti palamistapahtuman vakaana.

Aloitettaessa polttokoetta keskiviikkona 25.4 klo 13.10 oli energiamittarin lukema 5 949,9 MWh. Kun polttokoe päättyi perjantaina 27.4. klo 18.20, oli energiamittarissa lukema 5 984,0 MWh. Koe-erästä, jonka energiasisältö oli 39,03 MWh, saatiin tuotettua energiaa 34,1 MWh, joten hyötysuhteeksi tulee 87,4 %, joka on varsin hyvä pienillä tehoilla ajettaessa.

## 4 LOPPUPÄÄTELMÄT JA JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Kinnulassa on kesantoa tällä hetkellä n. 110 ha. Ruokohelpeä ei kasvatuksessa vielä ole. Jos kyseiset kesantopellot sopisivat ruokohelven viljelyyn, niiltä olisi korjattavissa vuositason n. 2750 MWh ruokohelpeä. Kunnan lämpölaitos käyttää vuodessa n. 10 000 MWh haketta, joten lähes koko sato voitaisiin periaatteessa polttaa laitoksella (tavoiteltaessa 10–15 % osuutta raaka-aineen energiasisällöstä). Tuotettavissa oleva ruokohelpimäärä olisi n. 723 000 kiloa (2750 MWh / 3,7 MWh (tonnissa)). Paaleina (jos yksi paali painaa 300 kg) määrä olisi n. 2 400 kappaletta. Tämä tarkoittaa sitä, että paalit olisi varastoitava eri puolille Kinnulaan, vapaana oleviin mautilojen varastorakennuksiin, joista paalit kuljetettaisiin silputtavaksi hakkeen sekaan.

Tällä hetkellä Kinnulan lämpölaitoksella maksettaneen käytetystä raaka-aineesta n. 13 €/MWh. Jos tätä hintaa verrataan suurten toimijoiden tarjoamaan ruokohelven pellonreunahintaan pyöröpaaleissa 2–3 €/MWh (kuljetusmatkan ollessa n. 100 km, kuten Kinnulassa on), jää varastoinnille, kaukokuljetukselle ja silppuroinnille n. 10 €/paali jaettavaa. Yhdessä traktorikuormassa voitaisiin kuljettaa 10–15 paalia, eli 100–150 €n lastin. Ruokohelven myynti lämpölaitokselle ei ole kovin isoa liiketoimintaa, sillä em. 2750 MWh:n myynti hintaan 13 €/MWh tekisi vuositason n. 36 000 €. Toki kyseinen summa jäisi vaikuttamaan aluetalouteen. Merkittävämpi osa tuloista tulee viljelytuista.



Laitos pystyy käyttämään vaivatta ruokohelpeä ja tuottamaan tarvittavan tehon huippukuormaa alempien käyttöjaksojen aikana. Kuljettimet mahdollistavat melko pitkänkin silpun syötön. Tulevaisuudessa olisi kuitenkin mahdollisten käyttöongelmien estämiseksi pyrittävä lyhyempään n. 5 cm:n silppuun. Jos ruokohelpeä haluttaisiin käyttää, tulisi laitoksella olla keväisin ja syksyisin silpuri tai murskain, johon paaleja voitaisiin syöttää. Silppurointi tulisi yhdistää samalle urakoitsijalle kuin hakkeen siirto laakasiilosta varastosiiloon. Mikäli päädytään kiinteään murskaimeen, kannattaa ennen hankkimista tehdä kannattavuuslaskelmia laitteiston takaisinmaksuajasta.

