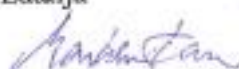
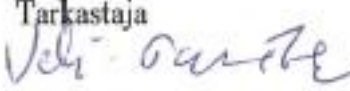





Pellettialan tutkimus VTT:ssa

Kirjoittajat: Markku Kallio, Kari Hillebrand, Heikki Oravainen, Ari Erkkilä

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Pellettialan tutkimus VTT:ssä	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Jyväskylä Innovation Oy, Annamari Lehtomäki, PL 27, 40101 Jyväskylä	Asiakkaan viite OSKE-projektinnumero 080005-400
Projektin nimi Pellettiliiketoiminnan T&K-palvelujen kehittäminen - Pelletti T&K	Projektin numero/lyhytnimi 32661-1.1/Kohaval Pellettiyhteistyö
Raportin laatija(t) Markku Kallio, Kari Hillebrand, Heikki Oravainen, Ari Erkkilä	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 16/2
Avainsanat pelletti, turve, olki, puu	Raportin numero VTT-R-04823-09
Tiivistelmä <p> Erialaisten raaka-aineiden pelletointia on tutkittu VTT:ssä 1980-luvulta alkaen. Ensimmäiset kokeet tehtiin tasematriisipuristimella Espoon Otaniemessä. Raaka-aineena oli puumateriaali. Mittaustekniikka ei ollut silloin vielä kehittynyt nykyiselle tasolle, mutta kiinnostavia tuloksia saatiin. Tutkimuskäyttöön rakennetuilla siirrettävillä pellettikoneilla pellettoitiin 1980- ja 1990-luvulla nykyisinkin ajankohtaisia raaka-aineita puuta, viljojen olkea ja turvetta. Pelletoinnin lisäksi tutkimuksiin liittyi pellettien polttokokeita kiinteistökokoluokan polttimella, joka oli kehitetty VTT:ssä. </p> <p> 2000-luvulla pellettien tuotannon ja käytön tutkimukset on tehty VTT:n Jyväskylän toimipisteessä. VTT:llä on nykyisin kaksi hyvin instrumentoitua koepuristinta, joilla on puristettu pellettejä hyvin monenlaisista raaka-aineista. Eri raaka-aineista valmistettujen pellettien sopivuutta polttoon on tutkittu mm. tarkoin päästömittauksin. </p> <p> Pellettoivuuks- ja polttotutkimusten lisäksi VTT on osallistunut pellettien laatuluokituksen tekoon Euroopan tasolla. Pellettien laadun määrittämisä tekee Enas Oy:n laboratorio sekä tutkimuslaitoksille että teollisuudelle. Pellettialan tutkimuksia ovat rahoittaneet viime vuosina Tekes, EU, yritykset ja tutkimuslaitokset. </p>	
Luokitteellisuus	Julkinen
Jyväskylä 29.5.2009 Laati  Markku Kallio tutkija	
Tarkastaja  Veli-Pekka Heiskanen tiiminvetäjä	
Hyväksyjä  Jouni Hämäläinen teknologiapäällikkö	
VTT:n yhteystiedot VTT, Koivurannantie 1, PL 1603, 40101 Jyväskylä	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Jyväskylä Innovation Oy, Jyväskylän yliopisto, VTT	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:lta saadun kirjallisen luvan perusteella.	

Alkusanat

Tämä koonti VTT:n pellettitutkimuksista on tehty keväällä 2009 projektissa ”Pellettiliiketoiminnan T&K-palvelujen kehittäminen - Pelletti T&K”. Projektin rahoittivat Keski-Suomen liitto OSKE-rahoituksella ja VTT. Projektin koordinaattorina toimi Jyväskylän yliopistosta Margareetta Wihersaari. Projektin ovat osallistuneet Ari Erkkilä (VTT:n vastuuhenkilö projektissa), Heikki Oravainen, Markku Kallio, Kari Hillebrand ja Veli-Pekka Heiskanen (projektipäällikkö).

Raporttiin on kerätty VTT:n pellettitutkimuksen historiaa ja nykypäivää. Projektissa myös digitoitiin VTT:n pellettitutkimusten julkaisuja ja raportteja 1980- ja 1990 -luvilta ja tallennettiin CD-levylle.

Jyväskylässä 29.5.2009

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	2
1 Johdanto.....	4
2 Pellettitutkimus VTT:ssä	4
2.1 Pellettien raaka-aineet	4
2.2 Pelletointi	5
2.2.1 Puupellettitutkimusten aloitus.....	6
2.2.2 Olkipellettien tutkimus	6
2.2.3 Turvepellettien tutkimus	6
2.2.4 Pelletoinnin tutkimus nykyisin	7
2.3 Raaka-aineen esi- ja jälkikäsittely	7
2.4 Pellettien jakelu, käsittely sekä laatu.....	8
2.5 Pellettien poltto eri mittakaavan laitteilla ja päästöt.....	8
2.5.1 Pellettien pienpolttokokeet	8
2.5.2 Pellettien poltto CHP-käytössä.....	9
2.6 Muita pelletteihin liittyviä tutkimuksia	9
3 VTT:n tutkimusvalmiudet	10
4 Johtopäätökset	13
5 Kirjallisuusviitteet	14

Liitteet

1 Johdanto

Eri polttoaineiden kysyntä energian tuotantoon on vaihdellut voimakkaasti eri vuosikymmenillä taloudellisten ja teollisuuden suhdanteiden mukaan. Puupellettien käyttö energiantuotantoon on ollut Suomessa ja muualla Euroopassa voimakkaassa kasvussa viime vuodet. Suomessa puupellettien käyttö lämmityksessä on käynnistynyt laajemmin vasta tällä vuosikymmenellä. Pellettien tuotanto Suomessa oli 350 000 tonnia vuonna 2008 ja käyttö 150 000 tonnia. Ala on siten suhteellisen uusi. Uusia käyttäjiä, pellettien valmistajia ja pellettilaitteiden valmistajia on tullut markkinoille. Tutkimus- ja kehittämistarpeita on tullut esille.

VTT:ssa on tehty 1980-luvulta alkaen pellettiliiketoimintaan liittyviä tutkimuksia sisältäen eri raaka-aineita, niiden kuivausta, hienonnusta, pelletointia, varastointia, jakelua ja polttoa.

2 Pellettitutkimus VTT:ssä

Pellettitutkimus voidaan jakaa useampaan osa-alueeseen:

- pelletin raaka-aineet ja niiden käsittely ja hankinta,
- pelletointi
- pelletointiin liittyvät laitteet, mm. kuivaus, murskaus, jäähdytys ja seulonta,
- pellettien jakelu, käsittely ja laatu
- pellettien poltto eri mittakaavan laitteilla ja siihen liittyvät päästöt
- talouden tarkastelu ja mallinnus
- erilaiset kansalliset ja kansainväliset selvitykset ja tilastoinnit.

Maailmalla, erityisesti Ruotsissa, on tutkittu ja tutkitaan laajasti erilaisia pelletointiin liittyviä ilmiöitä. Tanskassa on käytössä erilaisia pellettikoneita ja tutkimusta tukee mm. Andritz Sprout-Madator. Itävaltalaiset ovat keskittyneet pellettien pienpolton tutkimiseen. Euroopassa on useita laboratoriomitan tai vähän suurempia puristimia eri tutkimuslaitoksissa. Niiden käyttö näyttää olevan vähäistä. Usein myös ammatillinen taitavuus tulee vastaan, kun mm. henkilöt vaihtuvat usein.

2.1 Pellettien raaka-aineet

Pellettien raaka-aineena käytetään yleisesti sahoilta saatavaa kuivaa purua ja kutterinlastua. Näiden raaka-aineiden saatavuus ei enää riitä tuotantomääriin ja hinta on noussut bioraaka-aineiden käytön kasvaessa energiantuotantoon ja muihin käyttötärpeisiin. Pellettien raaka-ainevirtoja, potentiaalisia raaka-aineita ja niiden saatavuutta sekä hintaa on selvitetty teollisuustoimeksiannoissa. Taulukkoon 1 on kerätty yleinen näkemys erilaisten suomalaisten pellettiraaka-aineiden soveltuvuudesta pelletointiin ja polttokäyttöön.

Taulukko 1. Erilaisten raaka-aineiden soveltuvuus pellettien valmistamiseen ja käyttöön.

RAAKA-AINE	HUONOA	HYVÄÄ
Kuori , sahoilla ja selluteollisuudessa syntyy runsaasti kuorta, joka voidaan pelletoida sinällään tai seoksena jonkin muun raaka-aineen kanssa.	Kuori joudutaan kuivaamaan kosteudeltaan yli 50 %:sta 12 %:iin, saattaa sisältää epäpuhtautta, joka kuluttaa tuotantolaitteita, vaatii esikäsitelyä, tuhkaa noin 3,5 – 5 %, pelletit eivät sovi pienkäyttöön.	Sopii suuriin käyttöön, edullinen hinta varauksin, helppo pelletoida, käyttämättömän raaka-aineen hyödyntäminen, täyden mittakaavan käytön kokemuksia Ruotsissa.
Metsätähde , alueellisesti saatavissa kannattavasti.	Kilpailtu raaka-aine, sopii hyvin hakkeena suurille laitoksille. Kuivaus ja epäpuhtaudet. Vaikeampi pelletoida kuin kuori. Pelletit eivät sovi pienkäyttöön.	Sopii suuriin käyttöön, raaka-aineen hyödyntäminen alueilla, joissa ei muuta käyttöä, täyden mittakaavan käyttökokemuksia Ruotsissa, Suomessa Varkauden suunnitelma, polttoaineen ominaispaine kasvaa, edullinen kuljetus, helppo käsiteltävyys, tasalaatuisuus ja tunnetut ominaisuudet.
Pieniläpimittainen rankapuu , alueellisesti saatavissa.	Suurten määrien saatavuus kustannustehokkaasti epävarmaa. Kuivaus ja epäpuhtaudet. Mahdolliset ongelmat pienpoltossa. Muu lämmityskäyttö.	Kuoripitoisuuden vähentäminen mahdollista esikäsitelyllä, jolloin mahdollisuus ehkä myös pienkäyttöön.
Korsibiomassa	Raaka-aineen keveys, ei sovi pienkäyttöön.	Runsaasti saatavissa. Seospellettien raaka-aine. Tanskassa käytetään suurella mitalla, Suomessa hyödyntämättä.
Turve	Pölyävyys tuotannon ja käytön eri vaiheissa.	Vapo Oy:llä osaamista ja tuotantoa. Lämpölaitosten polttoaine. Seospellettien raaka-aineena hyvät mahdollisuudet.
Kutterinlastu ja puru	Kuivan purun ja kutterinlastun saatavuus ja hinta. Kostealle purulle kuivatuskustannus, varastointiongelmia.	Puru ja kutterinlastu hyviä raaka-aineita pienkäyttöön.

2.2 Pelletointi

VTT:n pelletointitutkimukset alkoivat Otaniemessä 1970- ja 1980 -lukujen vaihteessa. Tuloksia julkaistiin VTT:n julkaisusarjoissa. Tekijöinä olivat mm. Dan

Asplund, Kai Sipilä, Carl Wilen ja Martti Äijälä. Tutkittavia raaka-aineita oli myös muutakin kuin pelkästään sahanpurua ja kutterinlastua.

2.2.1 Puupellettitutkimusten aloitus

Erilaisia raaka-aineita VTT:llä on pelletoitu 1980-luvulta lähtien Ensimmäiset kokeet tehtiin tasomatriisipuristimella Espoossa. Raaka-aineena oli puumateriaali (Kytö&Äijälä 1981), jota pelletoititiin tasomatriisilla. Mittaustekniikka ei ollut silloin vielä kehittynyt nykyiselle tasolle, mutta kiinnostavia tuloksia saatiin raportoitavaksi.

Kokeissa kuoripitoisesta energiapajusta ja metsätähteestä saatiin lujempia pellettejä kuin sahanpurusta. Kuoren lisääminen puruun paransi pelletointitulosta. Parhaat tulokset saatiin 15 - 40 %:n kuorilisäyksellä. Pelletointi onnistui puupuruilla parhaiten raaka-aineen kosteuden ollessa 15 - 20 %. Turvetta pellettoitaessa raaka-aineen kosteus saa vaihdella huomattavasti enemmän. Puun pelletointiin soveltui parhaiten suorareikäinen matriisi, jossa reiän halkaisijan ja pituuden suhde oli 0,20 - 0,25. Energiankulutus oli puun pelletoinnissa pienimmillään noin 60 kWh/t, joka on 1,5 % pellettien lämpöarvosta. Pellettien irtotiheys oli 600 - 700 kg/m³ ja kiintotiheys 1100 - 1500 kg/m³. Puupellettien kosteus on tavallisesti 8 - 15 %, jolloin polttoarvo on noin 17 MJ/kg. Puupellettien säänkestävyys on melko heikko.

2.2.2 Olkipellettien tutkimus

Olkipellettien tutkimus tehtiin VTT:n ja Vakolan yhteistyönä 1980-luvulla. Tällöin rakennettiin mm. siirrettävä pelletointiyksikkö, jossa oli paalin repijä. Myös olkipellettien polttokokeita tehtiin paljon. VTT:n Espoon toimipisteen ohella oli mukana myös Jyväskylä. Tuloksia on julkaistu VTT:n ja Vakolan julkaisusarjoissa (Ahokas, J. ym. 1983, Wilen, C. ym. 1986.) kanssa. Koelaitteena oli mobiili pelletointiyksikkö, jossa pellettikoneena oli tasomatriisipuristin. Tutkimukseen liittyi myös polttokokeita, joissa olkipelleteihin oli lisätty tuhkan sulamista ehkäiseviä aineita. Vastaavia kokeita on myöhemmin tehty mm. Tanskassa (Nikolaisen, L. et al. 2002.). Olkipellettien tuhka näyttää aiheuttavan sulamisiongelmia pienkäytössä. Kööpenhaminassa pelletoidaan ja käytetään olkipellettejä isossa Avedören CHP-laitoksessa.

2.2.3 Turvepellettien tutkimus

Turvepellettien tutkimustoiminta oli suhteellisen laajaa vuosina 1980 - 1985. Tutkimus aloitettiin Otaniemessä ja Jyväskylässä vuonna 1981. Tutkimuksia varten rakennettiin siirrettävä pelletointilaitteisto (tehokkuus 2 tonnia/h) Turveruukki Oy:n ja Vapo Oy:n yhteistyönä. Jyväskylässä VTT teki ensimmäiset pelletointikokeet turpeella Heikki Oravainen ym.

Jyrsinturve tuotettiin normaalia kuivempänä, joka sitten pelletoititiin suoraan laitteessa tuotantoalueen yhteydessä. Laitteiston rakentamisprojektia hoiti Timo Järvinen ja tutkimuksia Heikki Oravainen. Tutkimusosuuteen liittyi pelletointia kenttäolosuhteissa sekä pellettien varastointiin ja polttoon liittyviä tutkimuksia.

Tutkimuksessa tarkasteltiin pelletoinnin lisäksi taloutta, pellettien varastointia, kuljetusta ja pienpolttua. Raaka-aine kokeissa oli kosteahkoa ja mm. varastoinnissa tapahtui homehtumista. Pellettien polttaminen onnistui VTT:n suunnitteleamalla stokeripolttimella ja kattilalla hyvin. Tulokset on raportoitu VTT:n julkaisusarjoissa.

Ns. kenttäpelletointilaitte on nykyisin Vapo Oy:n omistuksessa. Vapo Oy on tuottanut 2000-luvulla turvepellettejä Peräseinäjoen tehtaalla lämpölaitos- ja CHP-käyttöön (priimaus). Turvepelletit eroavat rakenteeltaan puupelleteistä.

2.2.4 Pelletoinnin tutkimus nykyisin

Jyväskylän VTT:llä on käytössään kaksi hyvin instrumentoitua pellettipuristinta, laboratoriomitan tasopuristin ja lähes ammattilaismitan rengasmatriisipuristin.

2000-luvun alussa VTT:n pelletointitutkimus keskittyi Jyväskylään, jonne hankittiin Amandus-Kahl 14/175 laboratoripuristin (tasomatriisipuristin, teho 10 - 50 kg/h riippuen raaka-aineesta) ja Espoosta käytetty Sprout-Madator M5 – rengasmatriisipuristin (100 – 700 kg/h). Molemmissa koneissa on mitoitukseltaan erilaisia matriiseja. Molemmissa puristimissa on instrumentointi, jolla voidaan mitata reaaliajassa mm. raaka-ainevirtaa (kg/h), koneen ja pellettien lämpötiloja sekä tehonkulutusta (kWh). ENAS Oy:n laboratoriossa tehtyjen pellettien laatu mitataan CEN:n standardien mukaisesti. Raaka-aineiden esikäsittelyyn VTT:llä on tehokas hienomurskain ja panoskuivuri.

Useimmat nykyiset pelletointikokeet on tehty Amandus-Kahl –puristimella. Sillä tehtiin vuonna 2004 koesarja erilaisilla mänty- ja kuusiraaka-aineilla (Kallio, M. & Kallio, E., 2004). Kokeilla osoitettiin, että kaikkia kokeiltuja raaka-aineita pystyttiin pellettoimaan ja raaka-aineiden välillä oli selviä eroja pelletoituvuudessa. Lisäksi koneella on tehty useita luottamuksellisia kokeita, mm. Eteläamerikkalaisilla puulaaduilla ja muutamalla korsibiomassaseoksella polttokokeiden kera. Amandus-Kahlilla on pelletoitu erilaisia raaka-aineita polttokokeisiin ilman mittauksia. Joissakin kokeissa on käytetty tärkkelystä ja muitakin lisäaineita pellettien laadun parantamiseen.

Sprout-Madator M5 ensimmäiset kokeet epäonnistuivat puumateriaaleilla väärin mitoitettun matriisin takia. Pellettejä saatiin, mutta niiden laatu oli huono. Myöhemmin koneeseen on hankittu lisää matriiseja ja puristimella on pelletoitu mm. agrobiomassanäytteitä jatkokokeisiin (kaasutus). Näissä kokeissa ei mitattu pelletointiparametrejä eikä pellettien laatua.

Pelletin rakennetta tutkittiin opinnäytetyössä (Tervo, T., 2002) Tekesin rahoittamassa hankkeessa ”Puupolttuaineiden jakelu, käsittely ja laadun parantaminen pienkäytössä – PUUT30”.

2.3 Raaka-aineen esi- ja jälkikäsittely

VTT:ssa on kehitetty tehokas hienomurskain pellettiraaka-aineen hienontamiseen raekooltaan noin 3 mm:n partikkeleiksi. Yleensä murskatut raaka-aine-erät on

kuivattu tasapainokosteuteen VTT:n lavakuivurilla. Kokeita varten raaka-aine on uudelleen kostutettu 12 – 16 %:n kosteuteen.

VTT on tutkinut ja kehittänyt erilaisten biopolttoaineiden raaka-aineiden kuivaamista mm. raaka-aineen laadun, kuivumistehokkuuden ja kuivauksen energiatalouden parantamiseksi. Kuivumistutkimuksia varten VTT:ssä on käytössä mm. kiertoilmakuivuri (kuva 2, liite 2), jolla voidaan tehokkaasti tutkia eri tekijöiden vaikutusta materiaalin kuivumisominaisuuksiin. Lisäksi on kartoitettu eri kuivurityyppien hyviä ja huonoja puolia kostean raaka-aineen kuivauksessa ja tarkasteltu pellettien kuivauskustannuksia eri laitoskytkennöillä (Flyktman, M., 2001).

Sprout-Madatorissa on höyry-yhteet pelletoinin tehostamiseksi, mutta niitä ei ole käytetty höyrylähteen puuttumisen vuoksi.

Pellettien jälkikäsittelyyn (jäähdytys, seulonta) ei ole laitteita. Amandus-Kahlilla pellettoitaessa jäähdytys on hoidettu erillisin järjestelyin.

2.4 Pellettien jakelu, käsittely sekä laatu

2000-luvun alussa VTT osallistui Vapo Oy:n pellettivalmistuksen laatu järjestelmän kehittämiseen. Vapo Oy on myöhemmin jatkanut kehitystyötä ja tuloksena on mm. tosiaikainen tuotannon seuranta järjestelmä. Eija Alakangas (2005) on kehittänyt yhdessä eurooppalaisten järjestöjen kanssa (CEN) mm. pelleteille laatu luokitusta. Standardisointiin liittyy myös pellettien ominaisuuksien mittalaitteiden kehittäminen, johon VTT on osallistunut.

Pellettien pienjakelua ja käsittelyä on selvitelty parissa VTT:n raportissa (Kallio, M. & Kirjalainen, T. 2004). Liitteessä 1 on kyseisen tutkimuksen tuloksista Welsissä Itävallassa esitetty poster.

Pellettien laatumääritykset ja analyysit tehdään luotettavasti ENAS Oy:n laboratoriossa CEN-standardien mukaan. Laboratorio toimii samoissa tiloissa VTT:n Jyväskylän toimipisteen kanssa.

2.5 Pellettien poltto eri mittakaavan laitteilla ja päästöt

2.5.1 Pellettien pienpolttokokeet

Turvepelletit olivat Heikki Oravaisen polttokokeiden kohteena VTT:n stokeripoltin-kattila yhdistelmällä. Samaisella polttimella on tutkittu myöhemmin paljon hienoainesta sisältävien pellettien polttamista (Oravainen, H., 2003), jopa 20 %:n hienoainespitoisuuksilla. Poltin suoriutui hyvin suurillakin hienoainespitoisuuksilla. Myös agrobiomassasta valmistettujen pellettien polttoa on kokeiltu ko. laitteella. Tulokset ovat vaihdelleet. Puun ja agrobiomassan polttokokeita on tehty myös ERANET-projektissa.

Pellettien polttoon liittyneitä tutkimuksia:

- Olkipellettien poltto ja lisäaineet

- Turvepellettien poltto
- Kenttäpellettien (turve)poltto
- Erilaiset raaka-aineseoksien poltto
- Ruokohelven- ja ruokohelpipellettien poltto
- Erilaisten peltobiomassojen poltto (eri viljalajien olki, rypsin olki, rypsin puristuskakku, jne.). Paljon mm. pienhiukkasmittauksia. ERANET-projekti, joka päättyi v. 2008),
- Pellettien poltto enimmäkseen pienessä teholuokassa (20 – 1000 kW).

2.5.2 Pellettien poltto CHP-käytössä

Pellettien polttoa on tutkittu myös VTT:n CHP-luokan tutkimuslaitteilla. Kokeita varten pellettejä on tehty VTT:n puristimilla.

2.6 Muita pelletteihin liittyviä tutkimuksia

Pellettien tuotannosta on tehty useampi kirjallisuustyö, joista osa on julkisia ja osa luottamuksellisia (Kallio, M. 2004, Kallio, M. & Holviala, N., 2005).

Lisäksi VTT on osallistunut useisiin kansainvälisiin pellettialan tiedonsiirto- ja kehittämishankkeisiin mm. IEE:n Pellets for Europe –projektiin.

3 VTT:n tutkimusvalmiudet



Kuva 1. VTT:n tehokas hienomurskain raaka-aineen hienonnuksen ja esikäsitteilyyn.



Kuva 2. VTT:n kiertoilmakuivuri



Kuva 3. VTT:n pellettipuristimet Amandus-Kahl 14-175 ja Sprout-Madator M5.



Kuva 4. Tasomatriiseja pellettien valmistamiseen.



Kuva 5. VTT:ssa kehitetty stokeripoltin ja lämmityskattila.



Kuva 6. Pellettien käsittelykestävyyden mittauslaite (CEN/TS 15210-1 mod.).

4 Johtopäätökset

Raaka-aineen saatavuus ja soveltuvuus pelletointiin ja polttoon on pellettialan tulevaisuuden avainkysymys. Perinteisen kuivan purun saatavuus on rajallinen ja hinta korkea. Suomessa on runsaasti kosteaa sahanpurua käytettävissä, mutta se pitää pystyä kuivaamaan ennen pelletointia taloudellisesti. Puusta valmistettu pelletti on sopivin pelletti omakotiluokan polttimiin, johtuen puun alhaisesta tuhkapitoisuudesta. Muilla raaka-aineilla tuhkapitoisuus on korkeampi, joka aiheuttaa ongelmia poltossa.

Lähitulevaisuudessa markkinoille tulee monista raaka-aineista valmistettuja teollisuuspellettejä. Brasiliassa valmistetaan sokeriruohon sivutuotteista suuria määriä pellettejä. Tällaisia pellettejä käytetään isoissa lämpö- ja sähköä tuottavissa laitoksissa. Hollannissa ja Belgiassa käytetään lähes kaksi miljoonaa tonnia Kanadasta tuotuja puupellettejä.

Myös pellettien valmistukseen voi tulla uusia konekonstruktioita ja raaka-ainetta esikäsittellen paremmin pelletointiin sopivaksi. Pellettien poltossa tapahtuu myös kehitystä, mm. uusia tehokkaita, nykyistä suurempia polttimia kehitetään. Myös ympäristövaikutuksia tutkitaan ja arvioidaan. Lisäksi pellettien laatuun liittyvää työtä tehdään ja pellettitutkimus kansainvälistyy enemmän ja enemmän.

Projektissa tuli esille erilaisia tutkimustarpeita ja kehittämisaiheita, joiden ratkaisemiseen VTT:llä on hyvät valmiudet.

5 Kirjallisuusviitteet

Ahokas, J., Ståhlberg, P. & Maaskola, I. 1983. Olki polttoaineena. Vihti. Vakolan tutkimus-selostus 30. 88 s.

Alakangas, E., 2005. Properties of wood fuels used in Finland – BIOSOUTH –project. Jyväskylä. VTT, Project report PRO2/P2030/05. 89 p. + app. 10 p.

Flyktman, M. 2001. Pellettien kuivauskustannukset eri laitoskytkennöillä. Jyväskylä. VTT, luottamuksellinen tutkimusselostus ENE3/T0101/2001. 18 s. + liitt. 15 s.

Kallio, M. 2004. Pellettien pitkäaikaisvarastointi – Kirjallisuustutkimus. Jyväskylä. VTT. Luottamuksellinen raportti Pro2/0029 T/04. 19 s.

Kallio, M. & Kallio, E. 2004. Puumateriaalien pelletointi. Jyväskylä. VTT. Raportti PRO/P6012/04. 61 s. + liitt. 4 s. Abstract, headings of figures and tables in English.

Kallio, M. & Kirjalainen, T. 2004. Pellettisiilot ja pellettien pneumaattinen syöttö siiloon. VTT. Projektiraportti PRO2/P6002/06. 59 s. + liitt. 14 s.

Kallio, M. & Holviala, N., 2005. Pellettien pienkäyttäjien haastattelu ja Swot-analyysi. Jyväskylä. VTT. Raportti PRO2/0039T/04. 25 s. + liitt. 13 s.

Kytö, M. & Äijälä, M., 1981. Metsäenergian käyttö ja jalostus. Osa 4. Puun pelletoinnin kokeellinen tutkimus. Espoo 1981. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tutkimuksia — Statens tekniska forskningscentral, Forskningsrapporter. 45 s. + liitt. 8 s.

Nikolaisen, L., Nørgaard-Jensen, T., Hjuler, K., Busk, J., Junker, H., Sander, B., Baxter, L. & Bloch, L., 2002. Quality Characteristics of Biofuel Pellets. Aarhus. Danish Technological Institute. 137 p. + app. 46 p.

Oravainen, H., 2003. Puupellettien laadun vaikutus palamistulokseen. Jyväskylä. VTT, projektiraportti PRO2/P6307/03. 10 s.

Oravainen, H., Kautto, J., Linna, V. & Orjala, M., 1987. Kenttäpellettien käyttö ja kustannukset (Use and expenses of field pellets). Espoo. VTT Tutkimuksia 478. 104 s. + liitt. 22 s. ISBN 951-38-2851-4. In Finnish.

Tervo, T., 2002. Puupellettien sisäisen rakenteen ja kemiallisen koostumuksen vaikutus pellettien kestävyteen. Jyväskylä. Jyväskylän yliopisto, Kemian osasto. Pro gradu. 59 s. + liitt. 11 s.

Wilen, C., Ståhlberg, P., Sipilä, K. & Ahokas, J., 1986. Pelletization and combustion of straw. Washington, D.C. IGT, Energy from biomass and wastes X. 15 p.

CONVEYING WOOD PELLETS FROM THE STORAGE BIN INTO THE BOILER

Markku Kallio

INTRODUCTION

- Small-scale use of wood pellets is growing, but there is not much information on the suitability of handling technology available. The main issues are reducing the formation of fine particles in handling phases and defining optimum running methods for pellet handling in small-scale use.
- In Finland and in other Nordic countries wood pellets are generally moved with a spiral or a screw conveyor out from the storage. Pellets are conveyed from a horizontal or vertical 8 m³ bin into a small boiler bin or a separate bin of < 0.5 m³. From the small bin the pellets are fed with a short screw conveyor or a small spiral to the pellet burner.

EXPERIMENTAL

- Pellets with and without starch were tested (diameter 8 mm). Characteristics of pellets were measured with several methods.
- Tests were made with spiral conveyors (several dimensions), two screw conveyors and a pneumatic conveyor.
- Mass flow, power demand and rotation speed were measured during the experiment and particle size was measured by screening after the experiment.

RESULTS

Spiral conveyor

- A spiral of 60-75 mm with a tube 70-90 mm in diameter is the most common technology for conveying pellets from the storage into the boiler bin.
- Spiral has several advantages; low price, efficiency, flexibility and simple construction. However its capacity of moving pellets vertically is limited.
- The nominal output of the electric motor is 0.55-1.5 kW, depending on the rotation speed, length of the spiral, pellets and feeding effect.
- Mass flow may exceed 1000 kg/h.
- With high-grade pellets conveyed horizontally the formation of < 3 mm fines may be less than 1 % of mass.

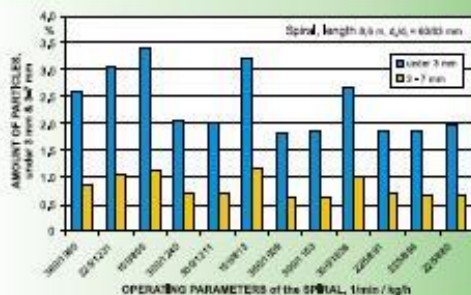


Figure 1. After spiral conveying there are different amounts of particles under 3 mm and 3-7 mm depending on driving parameters and quality of pellets. Pellets contained 1 wt-% water starch.

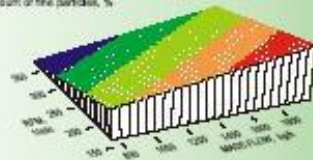


Figure 2. The best driving parameters were calculated by principal component method to minimize the amount of particles under 3 mm.

Screw conveyor

- The screw is a more expensive than spiral and rigid system.
- Small diameter grain screws can be used for pellet transfer.
- With a screw of 86 mm in diameter the formation of < 3 mm fines ranged between 1 - 3 %, depending on the quality of pellets.
- Transfer distance was 3 m.
- A heavier wood chip screw of 113 mm in diameter was tested also for pellets.

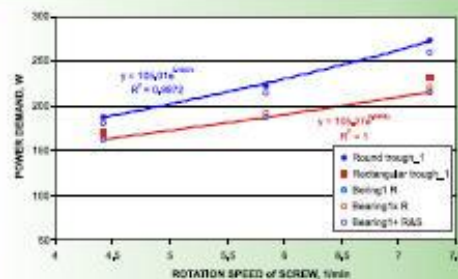


Figure 3. The power demand of slow rotating screw conveyor (d=113 mm) with different constructions. Besides the rotation speed also capacity affects on the power demand.

Pneumatic conveying

- Pneumatic conveying of pellets from the storage bin into the boiler bin was also studied.
- Pellets were lifted to the height of 3.5 m without any problems.
- The 1.5 kW electric motor of the blower was run at a constant speed.
- Maximal momentary feed was 650 kg/h and the proportion of fines in the boiler bin was < 1 % of mass.



Figure 4. Pneumatic conveyor is flexible and it could lift pellets to the height of 3.5 meters easily. Length of the tube was 12.5 m.

FURTHER RESEARCH

- Besides conveying technique VTT does pellet R&D in the following areas
- production,
 - handling technology,
 - small scale burning,
 - environmental aspects and standardisation.



TEKES

<http://www.tekes.fi/ohjelmat/puuenergia>

VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND

VTT PROCESSES
P.O. Box 1803
FIN-40101 Jyväskylä, Finland

Tel. +358 14 672 681
Fax +358 14 672 597
markku.kallio@vtt.fi

KIERTOILMAKUIVURI

Kuivauksella laadukkaampaa polttoainetta

VTT tutkii ja kehittää erilaisten biopolttoaineiden raaka-aineiden kuivaamista mm. raaka-aineen laadun, kuivumistehokkuuden sekä kuivauksen energiatalouden parantamiseksi. Kuivumistutkimuksia varten VTT:ssä on käytössä mm. kiertoilmakuivuri, jolla voidaan tehokkaasti tutkia eri tekijöiden vaikutusta materiaalin kuivumisominaisuuksiin.



Tutkimuskohteita

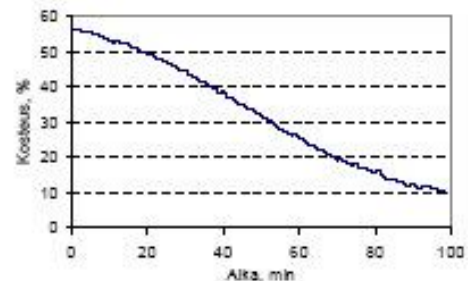
- Pelletin kosteiden raaka-aineiden kuivauksen optimointi
- Kuoren kuivauksen optimointi
- Bioraaka-aineiden jalostusprosessiin liittyvä terminen esikäsittely
- Polttoaineen laadun parantaminen
- Turpeen terminen kuivaus
- Metsäteollisuus- ja yhdyskuntalietteiden kuivaus

Kiertoilmakuivurin ominaisuudet

- Kuivausilman imu/puhallus
- Kaksi päällekkäistä kuivaustasoa (a² 1 m²)
- Tulo(korvaus)ilman tilan säätö: lämmitys & kostutus
- Kuivausilman lämmitys (max. 120 °C)
- Kuivatettavan materiaalin reaaliaikainen punnitus
- Haihtuneen veden kondensointi ja punnitus
- Täysin instrumentoitu, mittaukset/säätö:
 - lämpötila, kosteus, virtaus, paine

Voidaan käyttää myös säsimulaattorina:

- Aurinkolamppupaneeli
- Sadetusjärjestelmä
- Kuivausalustan lämmitys



Kuivurilaitteiston avulla saadaan tarkka kuva materiaalin kuivumisominaisuuksista eri prosessimuuttujien arvoilla.

Lisätietoja
Kari Hillebrand

VTT
BIOENERGIA, PL 1603, 40101 Jyväskylä
Puh. 020 722 111
Faksi 020 722 2597
www.vtt.fi