
Kärsämäen kehityskeskus Oy

Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke 2003-2005

LOPPURAPORTTI

1 JOHDANTO

- 1.1 Taustaa
- 1.2 Päätaivoite
- 1.3 Kohderyhmä

2 PROJEKTIN KUVAUS

- 2.1 Vastuullinen toteuttaja
- 2.2 Projektihenkilöstö
- 2.3 Ohjausryhmä
- 2.4 Rahoittajat
- 2.5 Toiminta
 - 2.5.1 Tuotannon edistäminen
 - 2.5.2 Käytön edistäminen
 - 2.5.3 Päätöksentekoon vaikuttaminen
 - 2.5.4 Teknologian kehittäminen
- 2.6 Tiedottaminen ja raportit

3 Aikataulu

4 Tavoitteet ja niiden toteutuminen

- 4.1 Määrälliset tavoitteet

5 Talous 31.10.2003-> 31.3.2005

6 Yhteenveto

1 Johdanto

1.1 Taustaa

P - Pohjanmaalla puuenergian käytön ja tuotannon tehostamiseksi ja tuontiöljyn korvaamiseksi kotimaisella pelletillä käynnistettiin Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke 2003-2005. Pellettihanke integroituu soveltuvin osin Metsäkeskuksen hallinnoimaan Puuenergia nousuun - hankkeeseen. Hanketta edelsi esiselvitysvaihe, joka toteutettiin Pohjois-Pohjanmaan liiton, yritysten ja alueen kuntien rahoituksella.

1.2 Päätaavoite

Projektin päätaavoitteena oli edistää puupelletin tuotantoa ja käyttöä Pohjois-Pohjanmaalla.

1.3 Kohderyhmä

Kohderymänä on kiinteistöjenhaltijat, puupellettikohdeiden suunnittelijat ja polttimien asentajat, päätöksentekijät yksityisellä ja julkisella sektorilla ja suuri yleisö, jota lähestyttiin joukkotapahtumilla. Hankkeen myötä kohderyhmien henkilöillä ja yrityksillä oli mahdollisuus lisätä puuenergian käyttöä sekä saada tarvittavaa opastusta ja neuvontaa kaikissa pellettiin liittyvissä asioissa.

Alueellisesti hanke kohdentuu Pohjois-Pohjanmaan eteläisiin seutukuntiin: Nivala-Haapajärven, Siikalatvan, Ylivieskan ja Raahen seutukuntiin. Tässä raportissa käsitellään Nivala-Haapajärven ja Siikalatvan seutukuntia.

2 Projektin kuvaus

Hanke koostuu useista toimenpiteistä jotka voidaan jakaa kolmeen pääosaan:

- tuotannon edistäminen
- käytön edistäminen
- päätöksentekoon vaikuttaminen

Mielenkiinto puupelletin käyttöä kohtaan on kasvanut ja siitä on tullut taloudellisestikin hyvä vaihtoehto lähinnä kevyelle polttoöljylle. Pelletin käyttö pienissä ja keskisuurissa käyttökohteissa on tullut näin ajankohtaiseksi öljyn hinnannousun myötä. Puupelletin käyttömukavuus on parantunut teknisen kehityksen myötä. Hankkeen avulla parannetaan puuenergian tuotantomahdollisuuksia ja luodaan näin uusia työtilaisuuksia maaseudulle. Myös pelletin raaka-ainepohjaa pyritään laajentamaan määrän raaka-aineen suuntaan, kaiken kuivan puusepänteollisuuden jätteen ollessa jo käytössä. Hankkeessa tutkitaan mahdollisuuksia kuivata metsähakkuutähdettä raaka-aineeksi ja hyödyntää prosessiteollisuuden jätelämpöä kuivauksessa.

Pellettialan asiantuntemusta lisätään lvi- ja rakennusalan yrittäjille sekä kuntien kiinteistötoimen henkilöille suunnatulla koulutuksella sekä suurelle yleisölle järjestettävillä pellettipäivillä.

Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke tekee soveltuvin osin yhteistyötä meneillään olevan Metsäkeskuksen Puuenergia nousuun –hankkeen kanssa.

2.1 Vastuullinen toteuttaja

Kärsämäen kehityskeskus Oy

2.2 Projektihenkilöstö

Hankkeen hallinnoijan edustaja
Rauno Logren
Kärsämäen kehityskeskus Oy

Projektipäällikkö
Kimmo Ahola
Kärsämäen kehityskeskus Oy

Lisäksi hankkeeseen osallistuneet:
Oulun yliopiston projektitutkijat:
Veijo Leiviskä, Timo Karjalainen ja Alpo Ahonen
Kärsämäen kehityskeskuksen projektisihteerit:
Paula Halmetoja ja Sirpa Lassila

2.3 Ohjausryhmä

Valvonnasta ja ohjauksesta vastaavaan ohjausryhmään kuuluivat seuraavat tahot ja henkilöt:

- o Kimmo Ahola, Kärsämäen kehityskeskus Oy
- o Rauno Logren, Kärsämäen kehityskeskus Oy
- o Kaisu Junttila, Kärsämäen kehityskeskus Oy
- o Riitta Hokkanen, Kärsämäen kunta
- o Mirko Salo, Scanpell Oy
- o Veijo Leiviskä, Oulun yliopisto
- o Timo Karjalainen, Oulun yliopisto
- o Pentti Kukkohovi, Vapo Energia Oy
- o Pentti Gallen, Vattenfall Jokilaaksojen Lämpö Oy
- o Kalevi Hiivala, P - Pohjanmaan TE - keskus
- o Seppo Kauppila, Raahen teollistamisyhtiö Oy

Ohjausryhmä kokoontunut viisi kertaa hankkeen aikana. Ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut toimitusjohtaja Rauno Logren ja sihteerinä projektipäällikkö Kimmo Ahola.

2.4 Rahoittajat

Rahoituksesta vastaavat Pohjois-Pohjanmaan TE - keskus/maaseutuosasto, Raahen, Ylivieskan seutukunnat sekä Vapo Oy, Scandell Oy, Puhdasenergia Oy, Kärsämäen Osuuspankki, Vattenfall Jokilaaksojen lämpö Oy ja Rautaruukki Oyj.

2.5 Toiminta

2.5.1 Tuotannon edistäminen

Hankkeessa on laadittu raportti tuotannon mahdollisuuksista Raahessa sekä pelletin pientuotannon mahdollisuuksista käyttäen raaka-aineena keinokuivattua metsänhakkuutähdettä. Lisäksi tutkittiin mahdollisuuksia käyttää aluelämpökeskusten paluuvettä pelletin raaka-aineen kuivaamiseen.

Metsähakkeen koepelletöinnin raportti on luettavissa liitteestä 1.

Raportti aluelämpökeskusten käyttämisestä raaka-aineen kuivaamiseen on nähtävissä liitteestä 7.

Tutkielma pellettitehtaan perustamisesta Raahen sekä raaka-aineen koekuivaamisesta on nähtävissä liitteessä 8

2.5.2. Käytön edistäminen

Puupelletin käytön edistämisessä pääpaino on ollut öljylämmittäjien kiinnostuksen herättäminen puupellettiä kohtaan. Tärkein työkalu tähän on ollut kannattavuuslaskelmien tekeminen erilaisiin öljy- taikka sähkölämmitteisiin kiinteistökohteisiin. Näitä tehtiin n. 30 kappaletta ympäri hankkeen toiminta-alueella. Laskentakohteiksi pyrittiin löytämään ok-taloja suurempia kiinteistöjä. Valtaosa laskelmista tehtiin joko kyläkouluihin taikka teollisuushalleihin. Liitteessä 2 on yhteenveto laskelmista.

Myöhemmin näistä etsittiin lämpöyrittäjäkohteeksi sopivat. Valituista kohteista tehtiin esimerkkilaskelma lämpöyrittäjyyden kannalta, ja laskelma sekä niiden tueksi kirjoitettu lämpöyrittäjyysraportti toimitettiin kiinteistön haltijalle / omistajalle.

Varsinainen lämpöyrittäjän etsiminen oli alun perin tarkoitus tehdä myös hankkeen puitteissa, mutta tästä luovuttiin, koska kohteet eivät olleet täysin selviä: kunnissa monet kyläkoulut ovat lakkauttamisuhan alla ja tämän tyyppiset päätökset jäävät tekemättä, kunnes rakennuskannan lopullinen laajuus selviää. Lämpöyrittäjyysraportti on nähtävissä liitteessä 3.

Hankesuunnitelman mukaisesti järjestettiin LVI- ja rakennusalan yrittäjille sekä kuntien kiinteistötoimen henkilöstölle suunnattu koulutuspäivä, jossa aiheena oli pellettikohteiden suunnittelu, rakentaminen ja saneeraaminen. Yhteenvetoraportti koulutuspäivästä on nähtävissä liitteessä 4. Myös kuluttajille suunnattuja markkinointitapahtumia, ns. pellettipäiviä, järjestettiin hankkeen myötä pitkin hankkeen toiminta-alueella. Tarkoituksena oli tuoda pelletti lämmitysmuotona kuluttajien tietoisuuteen ja poistaa sitä kohtaan tunnettuja ennakkoluuloja. (Liite 5).

Hankkeeseen haettiin jatkoaikaa, koska näytti siltä, että toiminnalle olisi alueella ”sosiaalinen tilaus”, ja rahaakin oli käyttämättä. Jatkoajalla suoritettiin pelletti-investointilaskelmat Pulkkilan kuntaan suunnitella olevaan aluelämpölaitokseen. Lisäksi tarkoituksena oli suorittaa kannattavuuslaskelmat Kärämäelle suunniteltuun pellettiä polttoaineena käyttävään sähkö- ja lämpövoimalaan, mutta hanke peruuntui erään paikallisen suuren teollisuuslaitoksen vetäytyttyä siitä.

2.5.3 Tiedottaminen

Projektista tiedotettiin sen alkaessa lehdistötiedotteella ja samoin projektin aikana paikallislehdissä on ollut esittelyä hankkeesta, lähinnä kuluttajille suunnattujen markkinointitapahtumien tiimoilta. Noissa vierailivat liki poikkeuksetta paikallislehtien reporterit.

- o Raahelainen 13.4.2005
- o Kalajokilaakso helmikuu 2004 (tiedote hankkeen alkamisesta, ei tallennettu)
- o Pyhäjokiseutu 11.11.2004
- o Maaselkä 23.09.2004

Hankkeessa painettu pellettiesitteitä ja toimitettu siitä eri tahoille eri tapahtumissa. Myös Kärämäelle perustettuun pellettitietokeskukseen (toimii Scanpell Oy:n yhteydessä) on jätetty hankkeesta kertovia esitteitä jakoon.

Pellettitietokeskuksella on myös web-sivusto osoitteessa www.keskipiste.info/pellettitieto

2.6 Kokoukset

P-Pohjanmaan pelletti-hankkeen ohjausryhmä on pitänyt viisi kokousta:

- o 29.1.04
- o 10.5.04
- o 17.9.04
- o 24.2.05
- o 23.6.05

3 Aikataulu

Hankkeen alustava aikataulu oli 1.1.2004 – 31.3.2005. Hankkeelle haettiin lisää aikaa alkupäähän 31.10.2003 lähtien ja loppupäähän 31.7.2005 saakka. Toiminnallisesti hanke käynnistyi vuoden 2004 alusta.

4 Tavoitteet ja niiden toteutuminen

Kärsämäelle on syntynyt hankkeen myötä uusi yritys, Pyro-Man Oy, joka kehittää pellettien poltto- ja kaasutustekniikkaa. Yrityksen suunnitelmassa on tuoda uuden tekniikan pellettipolttimia markkinoille v. 2005 aikana

Paikallinen pellettitehdas on saanut varmuudella yhden uuden asiakkaan hankkeen myötä. Kaiken kaikkiaan hankkeen toiminta-aikana uusia asiakkaita on tullut 20, mutta ei voida aukottomasti sanoa, kuinka moni asiakassuhde on syntynyt hankkeen myötä, tätä yhtä lukuun ottamatta.

Tehdas on myös laajentanut tuotantoaan hankkeen toiminta-aikana, mutta tätä ei voida laskea hankkeen ansioksi.

Pelletin tuotantomahdollisuuksia on selvitetty Raahen seudulla. Sinne perustettava tehdas käyttäisi raaka-aineenaan myös Nivala-Haapajärven seutukunnan puu- ja turveraaka-ainetta. Selvitystyö on tämän raportin liitteenä. Lisäksi on tutkittu pelletin raaka-ainepohjan laajentamista. Arvioita tämän työllistäväydestä ei vielä voida esittää.

Monet maakunnan LVI-liikkeet ja suunnittelutoimistot ovat kiinnostuneet puupelletistä ja ottaneet pellettipolttimien edustuksia (mm. Pellx, Ecotec, Thermia) ja lisänneet valmiuksia pellettikohteen suunnittelemiseksi. Pellettilaitteiden myynnin lisäksi myös laitteiden asennus ja huoltopalvelut voidaan saada hankkeen toiminta-alueelta.

Kiinnostus yleisölle järjestetyissä toimintapäivissä oli kahta poikkeusta lukuunottamatta melkoista, ja ihmisten tietoisuus aiheesta on noussut hankkeen myötä.

Pelletin käytön esimerkkikohteita syntyi hankkeen yhteyteen alueelle 2.

Wanhakoski Oy:n leipomo Kärsämäellä
Mirko Salon OK-talo Kärsämäellä

4.1 Määrälliset tavoitteet

Hankesuunnitelmassa määrälliseksi tavoitteeksi oli asetettu

- o Uudet työpaikat yhteensä 2, joista toteutuma 1
- o Uudet yritykset 1, joista toteutuma 1
- o
- o Yrityskohtaista neuvontaa yrityksille 20 päivää, joista toteutuma 5, sekä ryhmäneuvontaa 5 päivää, joista toteutuma 1.

Työpaikkojen syntyminen perustuu uuteen yritykseen alueella. Lisäpotentiaalia uusissa työpaikoissa on, sillä Raahen uuden pellettitehtaan osalta tilanne on auki ja päätöstä tuotannon aloittamisesta taikka tehtaan rakentamisesta Raahessa ei vielä ole tehty.

Mittarina käytön edistämisen suhteen asetettiin tehdä pellettilämpöön siirtymiseen liittyviä laskelmia 50 normaalia ok-taloa suurempiin kohteisiin. Laskelmia tehtiin kaiken kaikkiaan 30. Sopivat kohteet olivat hankalia löytää, ja osa niistä oli jo tilannut laskelman Metsäkeskuksen Puuenergia Nousuun - hankkeelta, eikä päällekkäisyyttä haluttu. Jatkoajalla tehtiin myös yksi vaativampi laskelma, Pulkkilaan suunniteltuun

aluelämpölaitokseen, jolla keskustan rakennuksia saataisiin öljylämmityksestä bioenergialla tuotetun lämmön piiriin.

5 Talous

Hankkeen hyväksytyt kustannusarvio oli 75 939,00€.

Rahoituksesta vastasivat P - Pohjanmaan TE -keskus/maaseutuosasto, Raahen ja Ylivieskan seutukunnat Yrityksistä hankkeen rahoittamiseen osallistuivat Vapo Oy, Puhdasenergia Oy, Scanpell Oy, Rautaruukki Oyj, Kärämäen osuuspankki sekä Vattenfall Jokilaaksojen Lämpö Oy.

Kuntien rahoitus toteutui suunnitellulla tavalla. Yksityinen rahoitusosuus ylittyi jonkin verran. Ylimääräiset rahat on palautettu yrityksille.

Kehittämishankkeen budjetti ja toteutuma

Kululuokka	Budjetti	Toteutuma
Palkat	36 900,00	37 227,04
Ostopalvelut (asiantuntijapalvelut)	35 839,00	30 301,48 €
Matkat	2 500,00	2 197,34 €
Toimistotarvikkeet		€
Vuokrat ja vastaavat		€
Muut (sis. toim. tarv ja vuokrat)	700	4 250,69 €
Muut kulut yhteensä €	39 039,00	36 704,51 €
Yhteensä €	75 939,00	73 931,55€

Hankkeen kunta- ja yksityisrahoitus (toteutuma):

Yksityinen/yrityusrahoitus	8 104,00
Kuntarahoitus	7 584,00
Yhteensä	15 688,00

6. Yhteenveto

Hanke edistyi hankesuunnitelman mukaisesti. Ihmisten ennakkoluulot haittasivat pelletin käytön edistämisen osiota siten, että sopivia laskentakohteita ei löydetty tavoitteen mukaista määrää.

Yhteistyö Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskuksen hallinnoiman Puuenergia nousuun - hankkeen kanssa toimi hyvin. Laskentakohteita saatiin myös Metsäkeskuksen hankkeen kautta. Tosin osa kohteista oli muulle kuin pelletille sopivia, ja ne taas jätettiin Metsäkeskuksen laskettavaksi. Hankkeen työntekijät olivat päivittäin yhteydessä. Kentällä järjestettävissä pellettipäivissä tehtiin myös yhteistyötä.

Voidaan todeta että hankkeen yleiset tavoitteet on saavutettu ja pääosin määrällisetkin tavoitteet hyvässä yhteistyössä ja hengessä alueen muiden toimijoiden kanssa.

Lyhyet yhteenvedot tuotetuista raporteista:

Metsähakkeen pelletöinti (Liite 1): Metsähakkeen pelletöinti ei ollut tarkasteluhetkellä taloudellisesti järkevää liiketoimintaa. Tilanne voi kuitenkin muuttua nopeastikin polttoaineiden hintakehityksen ja päästökaupan vaikutusten johdosta.

Pelletin käyttökohteiden kannattavuuslaskelmat (Liite 2): Kannattavuuslaskelmien mukaan investointien takaisinmaksuajat vaihtelevat suuresti tapauskohtaisesti siirryttäessä öljystä pelletin käyttöön. Selvitettyjen kohteiden takaisinmaksuajat vaihtelivat 1,8 vuodesta 13,7 vuoteen.

Pellettiin perustuva lämpörittäjäyks eräissä kohteissa (Liite 3). Raportissa todetaan että lämpörittämiseen soveltuvia kohteita on runsaasti hankkeen kohdealueelle. Tyypillisessä kohteessa lämpörittäjäyks on sivutoimista toimintaa. Lämpörittäjä saa koko toimeentulonsa lämpörittäjätoiminnasta, kun yhteenlaskettu lämmitysteho on luokkaa 2 MW.

Koulutuspäivä (Liite 4): Hankkeen aikana on koulutettu 10 paikallista asentajaa/suunnittelijaa/myyjää pellettialan asiantuntijaksi.

Pellettipäivien järjestäminen (Liite 5): Pellettipäivien aikana havaittiin kiinnostuksen olevan suurta pelletin käyttöä kohtaan.

Aluelämpökeskusten käyttäminen puuraaka-aineen kuivauksessa (Liite 7): Todettiin että konsultin laatimaan raporttiin olisi kaivattu näkemystä siitä, kannattaako aluelämpökeskusten lämmön käyttöä puuraaka-aineen kuivauksessa tarkastella lisää.

Pelletin tuotannon edistäminen (Liite 8). Luonnonkuivauksella ei päästä riittävän kuivaan raaka-aineeseen pellettituotantoa ajatellen. Raportissa todetaan, että pelletin valmistuksen myynnin rajakustannukset ovat raportin tekohetkellä noin 19 €/MWh, joka vastaa noin 90 € tonnilta.

Pulkkilan lämpökeskuslaskelmat (liite 9) Pienemmällä lämpökonttivaihtoehdolla energia tulee halvemmaksi kuin suuremmalla konttikooalla. Energiaa tarvitaan lähes pelkästään lämmitykseen, on energiankulutus epätasaista vuoden aikana. Suuremmalla konttivaihtoehdolla huipun käyttöaika jää alhaiseksi.

Hakevaihtoehto olisi kannattavin vaihtoehto eteenkin jos haketoimituksia olisi lähialueella muuallekin ja polttoaineen hankinnan logistiikka saataisiin täten kokonaisuutena järkeväksi. Kannattaisi selvittää, olisiko mahdollista ostaa

hakepolttoaine siiloon toimitettuna. Lämpökontin fyysinen ympäristö ratkaisee hyvin pitkälle suoraan siiloon toimituksen mahdollisuuden.

Hyvä vaihtoehto olisi toteuttaa energian tuotanto pienemmällä pellettikonttiratkaisulla.

Hankkeessa tuotetut raportit:

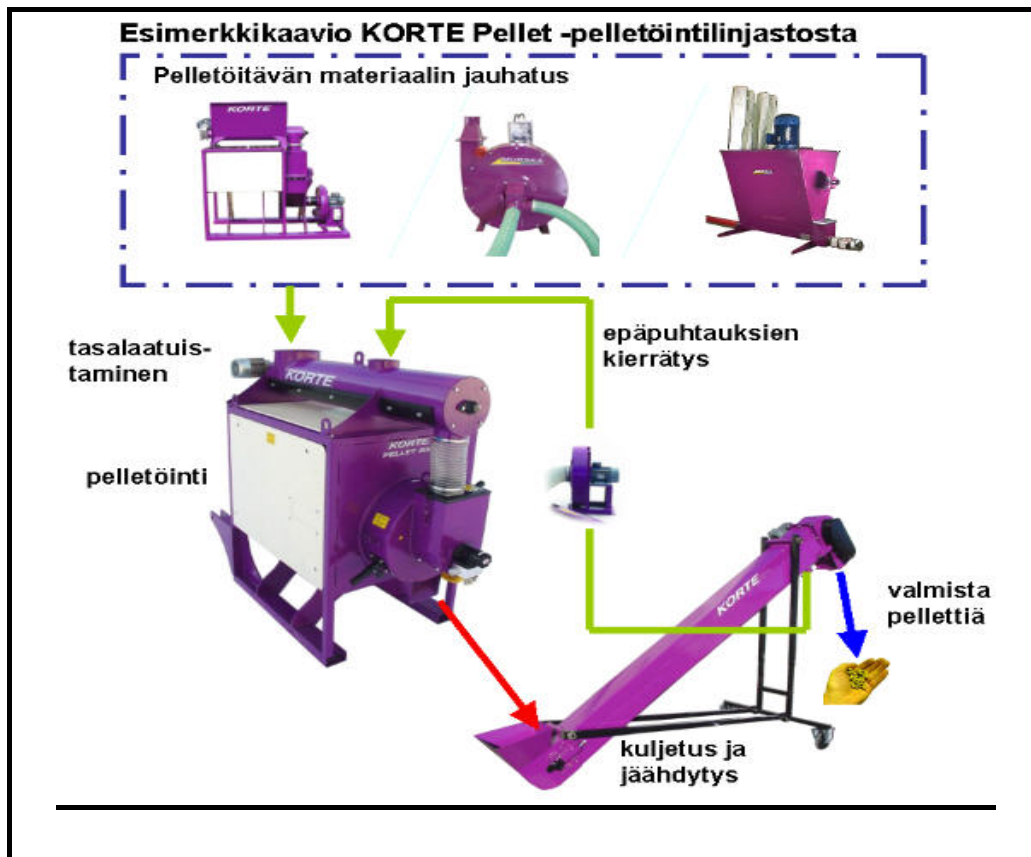
- Metsähakkeen koepelletointi
- Raahen terästehtaan jätelämmön ja kaukolämmön paluulämmön käyttö pelletin raaka-aineen kuivaamiseen
- Lämpöyrittäjäopas
- Kaukolämmön käyttö raaka-aineen kuivaamiseen
- Laskelma Pulkkilan lämpölaitoksesta

Kärsämäellä 22.6.2005

Kimmo Ahola
projektipäällikkö

METSÄHAKKEEN PELLETOINTI

Pelletöintikoe



Lähde: www.kortteenkonepaja.com

Esipuhe

Pelletin raaka-aineina käytetään mekaanisen metsäteollisuuden kuivia sivutuotteita kuten kutterinlastua ja hiontapölyä. Pelletin tuotannon ja käytön lisääntyessä kuivat materiaalit ovat lähes täysimääräisesti käytössä, kun osa näistä sivutuotteista ohjautuu sellaisenaan suurten energialaitosten polttoaineeksi. Tästä syystä on tullut tarvetta selvittää märkien materiaalien käyttöä pellettien raaka-aineena. Märistä materiaaleista tulee pellettien raaka-aineeksi ensisijaisesti sahanpuru, mutta myös metsähake voi olla yksi potentiaalinen raaka-ainevaihtoehto.

Kärsämäen Kehityskeskus Oy:n hallinnoimana alkoi maaliskuussa 2004 Pohjois-Pohjanmaan PELLETTIHANKE 2003-2005. Hankkeen tavoitteena on (A) edistää pelletin käyttöä ja (B) pelletin tuotantoa Pohjois-Pohjanmaalla. Hanke koostuu useista eri osahankkeista. Tämä selvitys liittyy osioon (B) ”Pelletin tuotannon edistäminen”. Kokonaisuudessaan osahankkeen B tavoitteena on selvittää kosteiden pellettiraaka-aineiden, pääasiassa sahanpurun ja metsähakkeen, teknisiä kuivatusvaihtoehtoja ja tuotannon kannattavuutta. Tässä raportissa kuvataan metsähakkeen pelletointiä isäntälinjan pelletointilaitteella ja tarkastellaan pelletöinnin kustannuksia. Alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaan tämän hankkeen tarkoituksena oli jatkokehittää metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen tutkimusasemalla rakennetun metsähakkeen kenttäpelletointilinjan prototyyppiä ja tehdä kenttäpelletointikokeita uudella kehitetyllä versiolla. Työryhmäkokouksessa 5.3.2004 tehtiin kuitenkin päätös, että pelletointilaitte on siinä kunnossa, ettei sitä kannata korjata. Metsähakkeen pelletointikokeet päätettiin tehdä Kortteen Konepajan valmistamalla isäntälinjan pelletointilaitteella, jossa ei kuitenkaan ole hakkeen kuivatusyksikköä.

Pohjois-Pohjanmaan PELLETTIHANKETTA ovat rahoittaneet: Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus/maaseutuosasto (EU+valtio), Ylivieskan, Raahen ja Pyhäjärven-Haapajärven seutukunnat, Rautaruukki Oy, Vattenfall Oyj, Scanpell Oy, Puhdasenergia Oy, Kärsämäen Osuuspankki, Vapo Oy ja Kortteen Konepaja Oy.

Hankkeen yhteistyötahoja ovat olleet: Kärsämäen Kehityskeskus, edellä mainitut seutukunnat, Rautaruukki Oy, Scanpell Oy, Oulun yliopiston Thule-instituutti, Vattenfall Oyj, Vapo Oy ja Insto Enfin Oy.

METSÄHAKKEEN PELLETÖINTI

Esipuhe

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1. Tausta	5
2. Tavoite	6
3. Toteutus	6
3.1 Pelletöinnin periaate	
3.2 Koeajot	8
3.3 Pelletin ominaisuudet	9
3.4 Pelletöinnin tuotos	9
4. Kustannustarkastelu	11
5. Yhteenvedo	13

Lähteet

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää metsähakkeen pelletöinnin teknisiä ja taloudellista tekijöitä. Pelletöintikokeet tehtiin Korteen Konepaja Oy:n isäntälinjan pelletöintilaitteella (prototyyppi). Pelletöintilaitte on tarkoitettu kuiville materiaaleille. Raaka-aineena käytettiin esikuivattua rankahaketta.

Ensimmäisessä pelletöintikokeessa hakkeen kosteus oli noin 5 %. Näin kuiva hakejauhe tukki matriisin reiät, jotka jouduttiin avaamaan poraamalla. Toisessa koeajossa käytetyn hakkeen kosteus oli 16 prosenttia. Pelletöinti onnistui, mutta pelletöintilaitteen tuotos jäi 100 kg/h. Valmistajan ilmoittama tuotos myynnissä oleville pelletöintilaitteille on 400 kg/h. Syitä alhaiseen tuotokseen oli, että prototyypin pelletöintimatriisin voimanlähde oli 22 kW:n sähkömoottori. Tehontarve on kuitenkin 30 kW. Toinen syy oli, että prosessin käynnistysvaiheessa on jonkinasteinen tyhjäkäyntijakso, ennen täysimääräisen tuotannon käynnistymistä. Tämä tuli näkyviin suurena materiaalihävikkinä, joka oli 32 %. Koeajossa käytettävissä oli haketta vain 71 kg (317 litraa).

Koepelletöinnissä saadun pelletin ominaisuudet olivat: kosteus 4,8 %, tilavuuspaino 707 kg/m³, tuhkapitoisuus 0,6 %, lämpöarvo 19,09 MJ/kg ja energiasisältö 5,0 MWh/tn.

Metsähakkeen hinta, kuivausprosessin kustannukset ja pelletöintiyksikön tuottavuus määräävät metsähakkeesta tehtävän pelletin kilpailukyvyn markkinoilla oleviin pellettituotteisiin nähden. Kun pelletöintiyksikön tuotoksena käytetään 400 kg/tunti, saatiin metsähakkeesta tehdyn pelletin tuotantokustannuksiksi 130 €/tn. Laskelmassa ei ole huomioitu tuotantotiloista aiheutuvia pääomakustannuksia. Tällä hetkellä 500 kg suursäkeissä myytävän pelletin vähittäismyyntihinta on 88 € eli 176 €/tonni (Agrimarket 1.9.2004). Irtotavarana (puhallustoimitus) toimitetun pelletin hinta vaihtelee 137-161 €/tn toimitusmäärästä ja kuntaluokasta johtuen (lähde: www.biowatti.fi). Metsähakkeen kannattavuustarkastelun epävarmuustekijöitä ovat kuivauksen kustannukset ja pelletöintilaitteen tuotos.

1. Tausta

Pellettituotannon ja -käytön kasvaessa on tarve siirtyä käyttämään myös kosteita raaka-aineita, sillä Suomen nykyinen pellettituotanto käyttää jo lähes kaikki kuivat raaka-aineet kuten kutterinlastun ja hiontapölyn. Kosteita pellettiraaka-aineita ovat tyypillisesti sahanpuru ja kuori sekä jyrshinturve.

Yksi vaihtoehto pelletin raaka-aineeksi on myös metsähake. Etuna esim. metsähakkeen pelletoinnissa on energiatiheyden kasvaminen, mikä laskee kuljetuskustannuksia. Lisäetu kuljetuskustannuksiin saadaan, mikäli hake pelletoidaan kenttäpelletöintilaitteella suoraan metsähakkeen korjuukohteessa.

Tämä Pohjois-Pohjanmaan Pelletti 2003-2005 – hankkeen osa-projekti liittyy kokonaishankkeen kohtaan **B. Pelletin tuotannon edistäminen**. Osahankkeen tavoitteena on selvittää märkien raaka-aineiden, ja tässä tapauksessa metsähakkeen, pelletöintimahdollisuuksia. Osaprojektin suunnitteluvaiheen lähtökohtana oli metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen koeasemalla 1990-luvun lopussa siirrettävälle alustalle rakennetun hakkeen kenttäpelletöintilaitteen modernisointi ja koeajot. Viime vuosina pelletöintilaitteiden kehitys on edennyt niin nopeasti, että projektin suunnittelutyöryhmän kokouksessa 5.3.2004 Kortteen Konepaja Oy:ssä päädyttiin tekemään metsähakkeen pelletöintikoe Kortteen Konepaja Oy:n kehittämällä uudella isäntälinjan pelletöintilaitteella (prototyypä), jossa ei kuitenkaan ole raaka-aineen kuivausmahdollisuutta.

Metsäntutkimuslaitoksella kehitetyn kenttäpelletöintilaitteen periaate oli seuraava: 1) pelletöitävä materiaali (hake, sahanpuru) syötetään kahmarilla 750 litran vastaanottosiilon. 2) Siilon pohjalta syöttöruuvi työntää hakkeen vasarahakkuriin. Ruuvin teho on 800 kg/tunti (kosteus 35 %). 3) Vasarahakkuri murskaa pelletöitävän raaka-aineen tasalaatuiseksi. Hakkurin tehontarve on 30 kW. Hakkuri saa pyöritysvoiman traktorin ulosotosta, 4) Pneumaattinen siirtoelevaattori siirtää pelletöitävän materiaalin 3 metrin pituiseen ja metrin halkaisijaltaan olevaan pyörivään kuumennusrumpuun. 5) Kuumennusrumpu koostuu ulko- ja sisälieriöstä. Sisälieriöön puhalletaan öljypolttimella kuumennettua ilmaa, jonka maksimilämpötila on lieriön alkupäässä 478 °C. Kuuma ilma siirtyy ulkolieriössä liikkuvan hakejauheen läpi ulkoilmaan. Kuivausrummun pyörimisnopeus, lämpötila ja kuivausaika ovat säädettävissä. Hakejauheen kuivumisaika 35 prosentin kosteudesta 15 prosentin kosteuteen kestää 3-5 minuuttia. 6) Kuivattu massa ohjataan hihnakuljettimella pelletöintikoneelle. 7) Pelletöintikoneessa on telamatriisipuristin, joka koostuu painetelasta ja matriisitelasta. Koeajoissa hakkeen pelletöintituotos oli 550 kg/tunti /3/.

Metsähakkeen pelletöinnin tärkein tekninen ongelmakohta on metsähakkeen kosteus. Metsähakkeen raaka-aineita ovat karsittu ranka, ensiharvennusten kokopuu sekä avohakkuiden hakkuutähde. Hakkuutähde käsittää pääasiassa oksia ja latvuksia sekä usein myös neulasia. Kun hakkuutähde haketetaan tuoreena, puhutaan viherhakeesta, koska siinä neulaset ovat vielä vihreänä. Tyypillisesti metsähakkeen kosteus liikkuu 45 - 55 prosentin välissä. Talviaikaan kosteus voi olla

korkeampi. Rankahakkeen kosteus on alhaisempi kuin hakkuutähdehakkeella. Rankahakkeen laatu (esim. vähemmän hienoainesta, kosteus alhaisempi) on parempi kuin hakkuutähdehakkeella.

2. Tavoite

Tärkeä kokonaisuus metsähakkeen pelletöinnissä on raaka-aineen esikuivaus, sillä pelletöitävän raaka-aineen kosteus on oltava noin 15 prosenttia. Aisatulla (= siivu puun kuorta poistettu rangan molemmilta sivuilta) ensiharvennuksista korjatulla hakerangalla on suotuisissa sääolosuhteissa mahdollisuus päästä noin 20 prosentin kosteuteen yhden kevään ja kesän kuivatusaikana. Kuivumiselle suotuisia vähäsateisia, lämpimiä ja alhaisen suhteellisen kosteuden kesiä Suomen ilmastossa sattuu kuitenkin varsin harvoin. Tästä syystä on metsähakkeen pelletöinnissä aina varauduttava raaka-aineen keinokuivaukseen.

Tämän osahankkeen ensimmäisenä tavoitteena on selvittää metsähakkeen pelletöintimahdollisuuksia Korteen Konepaja Oy:n valmistamalla isäntälinjan pelletöintilaitteistolla. Käytetty koelaitteisto oli konepajan ensimmäinen prototyyppi. Nyt myytävänä olevat pelletöintilaitteet ovat prototyyppiä kehittyneimpiä (esim. tehokkaammat sähkömoottorit).

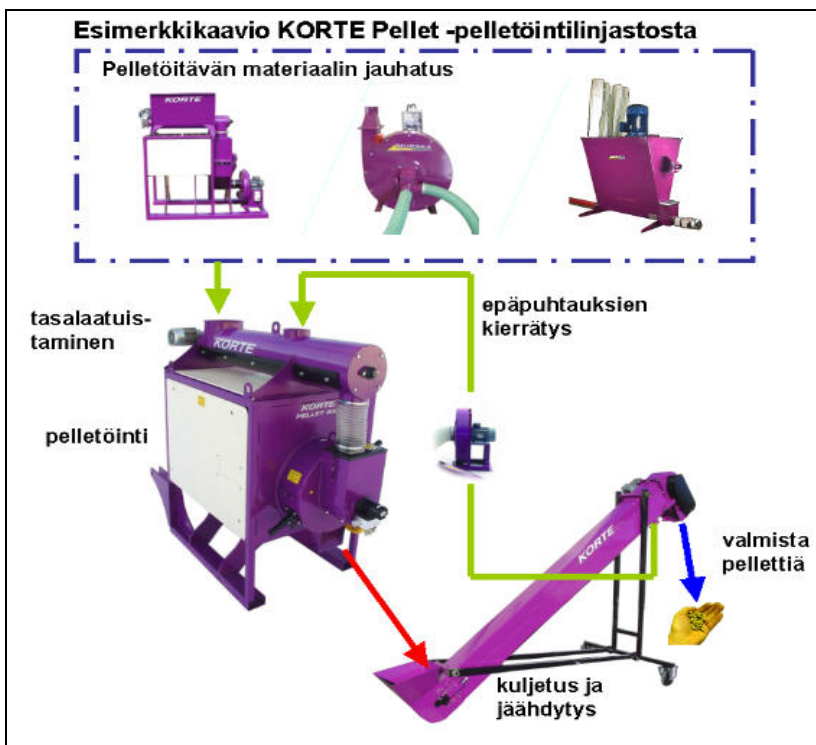
Hankeen toinen tavoite on selvittää metsähakkeesta valmistetun pelletin hinta-kilpailukyky kuivista materiaaleista (kutterinlastu, hiontapöly) valmistettuun ja myynnissä jo olevaan puupellettiin verrattuna.

3. Toteutus

3.1 Pelletöinnin periaate.

Pelletöitävä raaka-aine (tässä tapauksessa esikuivattu metsähake) siirretään syöttösiiloon pelletöintiyksikön yläpuolelle. Siilon alaosasta ruuvikuljetin syöttää hakkeen vasaramyllyyn (teho on 30 kW). Vasaramylly murskaa hakkeen puujauheeksi, joka puhalletaan lietsolla homogenointiyksikön alkupäähän (teho 30 kW). Homogenointiyksikkö on 150 cm pitkä sylinteri, jonka sisällä on ruuvikuljetin. Ruuvikuljettimessa liikkuvaan puujauheeseen syötetään vesihöyryä, jolloin jauheesta saadaan kosteudeltaan tasalaatuista. Kosteus vähentää myös jauheen kitkaa matriisirummussa. Kostutettu puujauhe syötetään rumpumatriisin sisäkehälle. Rumpumatriisin ulkohalkaisija on 45 cm ja paksuus 6 cm. Matriisin sisäkehää vasten liikkuvat kaksi valssia (leveys

10 cm ja halkaisija 15 cm) puristavat puujauheen rumpumatriisissa olevien reikien läpi. Rumpumatriisia käyttävän sähkömoottorin teho on 22 kW, joka on todettu olevan liian pieni. Matriisin reikien halkaisija on 5 mm. Rumpumatriisissa on yhteensä 600 reikää. Matriisin jälkeen valmiit pelletit tippuvat jäähdytskuljettimelle. Jäähdytskuljettimessa imetään ilmaa pellettijatjan läpi. Jäähdytsilmaan sitoutuu myös pellettien seassa olevaa hienoainesta ja pölyä, joka puhalletaan takaisin homogointiyksikköön. Jäähdytyksen jälkeen pelletit joko pussitetaan tai siirretään varastosiiloon irtotavarana. Koelaitteistossa ei jäähdytskuljetinta ollut asennettuna. Kuvassa 1 on esitetty pelletöinnin periaate.



Kuva 1. Pelletöinnin periaate isäntälinjan pelletöintilaitteella (lähde: www.kortteenkonepaja.com). Pelletöintiyksikön hinta on noin 50 000 Euroa. Yksittäinen laitteisto tehdään tilaajan tarpeiden mukaan kuljettimien osalta, joten hinta vaihtelee tapauskohtaisesti.

3.2 Koeajot

Työryhmäkokouksessa 5.3.2004 päätettiin, että T:mi Riikonen Kestilästä toimittaa koeajoja varten kuivaa rankahaketta. Hake oli tehty vuoden 2002 keväällä ensiharvennuskohteesta koneellisesti aisaamalla korjatusta harvennuspuusta. Puulaji oli lähes kokonaan mäntyä. Hakkeen kosteus oli 26,3 % (vaihteluväli 25,9-26,7 %) ja tilavuuspaino 228 kg/m³. Koska pelletöitävän raaka-aineen kosteuden tulee olla alle 15 %, jouduttiin hake kuivaamaan sahatavaran kuivaamossa Pyhännällä. Kuivattu hake kuljettiin Kortteen Konepajalle 27.4.2004. Liian pitkän kuivausajan vuoksi hakkeen

kosteus oli laskenut kuitenkin 5.1 %:iin. Ensimmäisessä koeajossa kuiva hakejauhe tukki rumpumatriisiin reiät. Koeajo osoitti, että pelletöitävän materiaalin kosteus tulee olla korkeampi kuin viisi prosenttia. Toinen koeajo tehtiin 28.4.2004, sen jälkeen kun rumpumatriisiin reiät oli puhdistettu. Koeajossa käytettiin raaka-aineena samaa hake-erää kuin ensimmäisessä kokeessa, mutta ilman erillistä kuivausta. Laboratoriomäärityksen mukaan hakkeen kosteus oli 15,9 %. Hake oli kuivunut yrityksen lämpökeskuksen siilossa. Vasaramyllyn jälkeen hakejauheen kosteus oli 10,7 %. Valmiin pelletin kosteus oli 4,6-4,9 %. Kuvassa 2 on tilannekuva koepelletöinnin aloituksesta. Kuvassa näkyy pelletöintikoneen rumpumatriisi.



Kuva 2. Tilannekuva pelletöintikokeesta. Kuvassa rumpumatriisin suojakotelo avattuna (kuva Kimmo Ahola).

Hakkeen, vasaramyllyssä jauhetun hakkeen ja homogenoinnin läpi kulkeneen hakejauheen ominaisuudet on esitetty taulukossa 1. Kuivattu hake tarkoittaa hake-erää, joka kuivattiin sahatavaran kuivaamossa Pyhännällä. Arvot ovat kolmen näytteen keskiarvoja. Kosteaa hakea tarkoittaa aisatusta hakerangasta tehtyä haketta, joka on jonkin verran kuivunut lämpimässä hakesiilossa. Vaikka kuivatun hakkeen (5,1 prosenttia) kosteus nousi höyrylisäyksen avulla homogenoinnissa 9,4 prosenttiin, pelletöintilaitteen matriisi tukkeentui. Syynä mahdollisesti oli se, ettei materiaali sekoittunut tarpeeksi homogenoinnissa. Tästä syystä matriisiin pääsi myös liian kuivaa hakejauhetta.

Taulukko 1. Pelletöintikokeessa käytetyn hakkeen ja vasaramyllystä tulleen hakejauheen ominaisuudet.

Näyte	Kosteus %	Tilavuuspaino kg/m ³	Pelletöityminen
Hake (kosteaa)	15,9	223	
Hakejauhe* (kosteaa)	10,7	229	kyllä
Hake (kuivattu)	5,1	190	
Hakejauhe* (kuivattu)	9,4	242	ei

* hakejauheen kosteus ennen matriisiin puristamista .

3.3 Pelletin ominaisuudet

Taulukossa 2 on esitetty kosteasta hakkeesta tehdyn pelletin ominaisuudet. Hakkeen tilavuuspaino kasvoi pelletöinnin seurauksena 3,2-kertaiseksi. Pelletin kuiva-aineen teholliseksi lämpöarvoksi saatiin 19,09 MJ/kg. Hakkeen lämpöarvo 16 prosentin kosteuden ja 223 kg/i-m³ tilavuuspainon mukaan on suuruusluokkaa 0,94 MWh/i-m³. Hakepelletin energiasisällöksi saadaan 5,00 MWh/tn eli 3,54 MWh/i-m³. Hakepelletin energiasisältö on noin nelinkertainen hakekuution energiasisältöön verrattuna.

Taulukko 2. Pelletin ominaisuudet

Kosteus %	Tuhka %	Tilavuus- paino kg/i-m ³	Lämpö- arvo MJ/kg	Energia- -sisältö MWh/t n	Energia- sisältö MWh/i- m ³	Lujuus
4,8	0,6	707	19,09	5,00	3,54	Hyvä

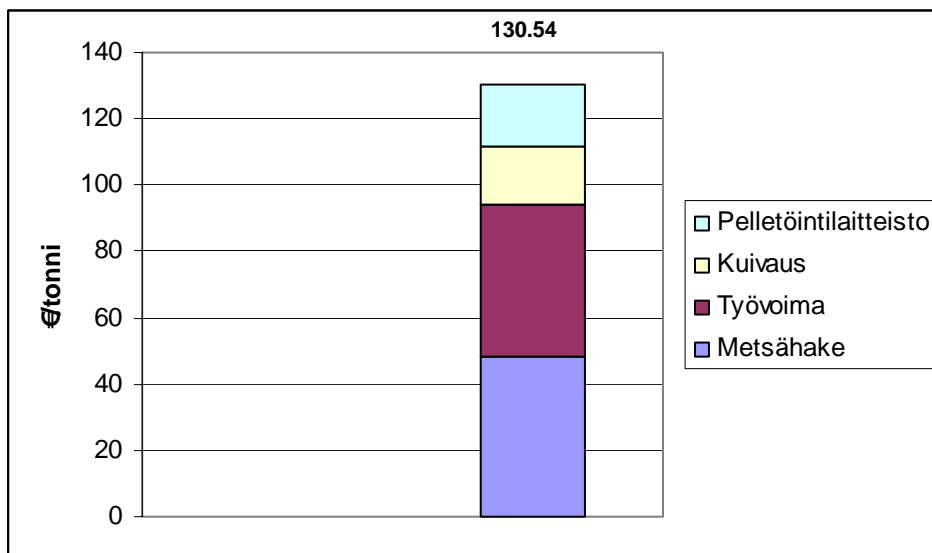
3.4 Pelletöinnin tuotos

Pelletöitävää haketta oli koeajossa käytettävissä 317 litraa ja painoltaan 71 kiloa. Valmistaa pellettiä saatiin 68 litraa ja 48 kg. Hävikki oli 32 prosenttia. Kun tässä tapauksessa oli kysymyksessä prosessin aloitus, muodostui hävikki siitä syystä huomattavan suureksi. Hakkeen tilavuus pieneni pelletöintiprosessissa 4,6-kertaisesti ja tilavuuspaino kasvoi 3,2-kertaiseksi.

Pelletöintiprosessiin kulunut aika oli yhteensä 0,58 tuntia. Viive ensimmäisten pellettien tuloon matriisin läpi prosessin aloituksesta oli 0,1 tuntia, joten pelletöintiin kulunut tehollinen aika oli 0,48 tuntia. Pelletöintiyksikön tuotokseksi saatiin 100 kg/tunti (0,14 m³/tunti). Pelletöintilaitteiden tehotuntituotokseksi on tehdas ilmoittanut 400 kg. Myynnissä olevissa laitteissa pelletöintirumpua käyttää 30 kW sähkömoottori. Prototyypissä, jolla nämä kokeet tehtiin, sähkömoottorin koko oli 22 kW.

4. Kustannustarkastelu

A) Metsähakkeen pelletöinnin kannattavuustarkastelu perustuu energiankulutuksen ja laitteiston pääoma- ja huoltokulujen osalta Teemu Ahon (Korteen Konepaja Oy) tekemään Excel-laskentaohjelmaan /4/. Muut lähtöarvot laskelmalle ovat metsähakkeen hinta pelletöintilaitokselle toimitettuna, kuivauskustannus ja pelletöinnin tuotos. Metsähakkeen tuotantokustannukset vaihtelevat tuotantomenetelmän mukaan. Kalleinta on rankahake ja halvinta hakkuutähteistä risutukkimenetelmällä tuotettu hake. Vuonna 2003 rankahakkeen tuotantokustannukset olivat 13,79 €/MWh. Avohakkuiden hakkuutähteistä risutukkimenetelmällä tuotetun metsähakkeen tuotantokustannukset olivat 6,33 €/MWh /5/. Hinnat ovat arvonlisäverottomia. Energiatilaston mukaan lämpölaitoksille toimitetun metsähakkeen hinta keväällä 2004 oli 9,73 €/MWh /6/ (ei sis. alv). Kun hakkeen kosteus on noin 40 %, on hakkeen energiasisältö noin 0,9 MWh/i-m³. Koepelletöinnissä pelletin energiasisältö oli 5,0 MWh/tn. Yhteen tonniin pellettiä tarvitaan 5,5 m³ haketta. Näiden lähtötietojen mukaan saadaan hakkeen raaka-ainehinnaksi 48,65 € pellettitonniä kohti. Pelletöintikoneen tuotoksena laskelmassa on käytetty 400 kg/h. Pelletöinnin oletetaan tapahtuvan urakointityönä. Palkkakustannuksina käytetään 18,50 €/h (sis. sivukustannukset). Kosteaa pellettiraaka-aineen isäntälinjan kuivausmenetelmä on kehitteillä. Laskelmassa käytetään kuivausten kustannuksena 17 €/tn (Eero Lehtola, Enfin Oy, suullinen tiedonanto). Pääoma-, huolto- ja energian käytön kustannukset ovat 11 €/tn, kun vuosituotanto on 800 /4/. Näillä oletuksilla metsähakkeen isäntälinjan pelletöintikustannukset ovat noin 130 €/tn (kuva 3). Tuotantokustannuslaskelman suurimpia epävarmuustekijöitä ovat metsähakkeen kuivauskustannus ja pelletöinnin laitteiston tuotos.



Kuva 3. Isäntälinjan metsähakkeen pelletöintikustannukset, kun laitteiston tuotos on 400 kg/h.

5. Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää metsähakkeen pelletöinnin teknisiä ja taloudellisia seikkoja. Pelletöintikokeet tehtiin Korteen Konopaja Oy:n isäntälinjan pelletöintilaitteella (prototyyppi). Laitteet on tarkoitettu kuiville materiaaleille. Raaka-aineena käytettiin esikuivattua rankahaketta. Hake kuivattiin puutavarakuivaamossa. Kokeissa käytetyn pelletointiyksikön vasaramylly hienontaa rankahakkeen riittävän hienojakeiseksi pelletointiä varten. Kun metsähakkeen kosteus on alle 16 % (mutta ei alle 10 %), hake on riittävän kuivaa pelletöitäväksi. Aisattu (= puun kuori osittain poistettu) ranka saavuttaa suotuisissa sääoloissa luonnonkuivauksena noin 20 %:n kosteuden eli lähes puun pelletöinnille vaadittavan kosteustason. Metsähakkeen pelletointiä suunniteltaessa on varauduttava kuitenkin keinokuivaukseen, sillä läheskään aina rankahake ei luonnonkuivauksena kuivu 20 %:n kosteuteen. Hakkuutähdehakkeen (oksat, latvukset, neulaset) tyypillinen kosteus on parhaimmillaankin 40-45 %.

Ensimmäisessä pelletöintikokeessa hakkeen kosteus oli noin 5 %. Näin kuiva hake jauhe tukki matriisin reiät, jotka jouduttiin avaamaan poraamalla. Toisessa kokeessa käytetyn hakkeen kosteus oli n. 16 %. Pelletöinti onnistui ja pelletin laatu oli hyvä. Pelletöinnin tuotos jäi 100 kg/h. Valmistajan ilmoittama tuotos myynnissä oleville pelletöintilaitteille on 400 kg/h. Syitä alhaiseen tuotokseen oli mm. että prototyypin pelletöintimatriisin voimanlähteenä oli 22 kW sähkömoottori. Tehontarve on kuitenkin 30 kW. Toinen syy oli, että prosessin käynnistysvaiheessa on

jonkinasteinen tyhjäkäyntijakso, ennen täysimääräisen tuotannon käynnistymistä. Tämä tuli näkyviin myös suurena materiaalihävikkinä, joka oli 32 %. Koeajossa käytettävissä oli haketta vain 71 kg (317 litraa) .

Koepelletöinnissä saadun hakkeen ominaisuudet olivat: kosteus 4,8 %, tilavuuspaino 707 kg/m³, tuhkapitoisuus 0,6 %, lämpöarvo 19,09 MJ/kg ja energiasisältö 5,0 MWh/tn.

Metsähakkeen hinta, kuivausprosessin kustannukset ja pelletöintiyksikön tuottavuus määräävät metsähakkeesta tehtävän pelletin kilpailukyvyn markkinoilla oleviin pellettituotteisiin nähden. Pelletöintilaitteisto toimii periaatteessa varsin automaattisesti, mutta kustannustarkastelussa on huomioitu työvoimakustannukset. Kun pelletöintiyksikön tuotoksena käytetään 400 kg/tunti, ovat metsähakkeesta tehdyn pelletin tuotantokustannukset n. 130 €/tn. Laskelmassa ei ole huomioitu tuotantotiloista aiheutuvia pääomakustannuksia. Suurissa pellettitehtaissa tuotantokustannukset ovat luokkaa 100 €/tn. 500 kg:n suursäkeissä myytävän pelletin vähittäismyyntihinta on 88 € eli 176 €/tonni (Agrimarket 1.9.2004). Irtotavarana (puhallustoimitus) toimitetun pelletin hinta vaihtelee 137-161 €/tn toimitusmäärästä ja kuntaluokasta johtuen (lähde: www.biowatti.fi). Metsähakkeen kannattavuustarkastelun epävarmuustekijöitä ovat kuivauksen kustannukset ja pelletöintilaitteen tuotos.

Lähteet:

- /1/. www.kortteenkonepaja.com
- /2/. www.biowatti.fi
- /3/. Takalo, Tero ja Takalo, Sauli. (2002). Puuhakkeen pelletöintilinja. Metla. Kannuksen tutkimusasema, (julkaisematon).
- /4/. Aho. Teemu (2004). Kustannuslaskelma 1000 kg pellettiä. Kortteen Konepaja Oy. (julkaisematon).
- /5/. <http://kiteok.pkky.fi/metsaverkko/Energiapuu/>
- /6/. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Energiakatsaus 2/2004.

ANALYYSIRAPORTTI

Tilaja: Pohjois-Pohjanmaan Pellettihanke

Merkki: Kärsämäen kehityskeskus Oy

Näytteet:

1. Ko-hake 2. Murske 3 Mä-oksa

Saapumispvm. 14.062004

Analysointipvm. 15.06.2004

Tulokset:

	1:	2:	3:	
Kosteus saapuessa	3.66	3.44	2.96	%
Tuhkapitoisuus kuiva-aineessa	0.40	0.55	1.97	%
Kalorimetrisen lämpöarvo (ASTM D 3286)	20.89	20.70	22.01	MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa	19.51	19.30	20.57	MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo saapumiskosteudessa	18.71	18.55	19.89	MJ/kg

Reetta Kolppanen
laboratoriomestari

LIITE 2: Pelletin käyttökohteiden kannattavuuslaskelmat

Kannattavuuslaskelmien lähtökohta

Pelletin käyttökohteiden kartoituksen ja kannattavuuslaskelmien päätavoite on herättää mielenkiinto pellettiä kohtaan soveltuvimmissa käyttökohteissa kohdealueella. Tämä tehdään tiedottamalla kiinteistön haltioita puupelletin mahdollisuuksista ja laatimalla muutamaa tyypillisimpiin kohteisiin yleisellä tasolla oleva vertailulaskelma pelletin ja polttoöljyn välillä. Osahankkeen keskeinen tavoite on varmistaa, että esille nostetuissa kohteissa harkitaan pellettilämmitystä yhtenä vaihtoehtona. Kyseeseen tulevat lähinnä öljylämmitteiset, kaukolämpöverkoston ulkopuoliset kiinteistöt.

Määrällisenä tavoitteena hankkeessa on, että 100 öljyä käyttävään kiinteistöön tehdään kannattavuustarkastelu, jossa nykyistä tilannetta verrataan pellettilämmitysvaihtoehtoon. Joissakin kohteissa tarkastelu johtaa investointiin joissakin ei.

Lähtötiedot

Investoinnit

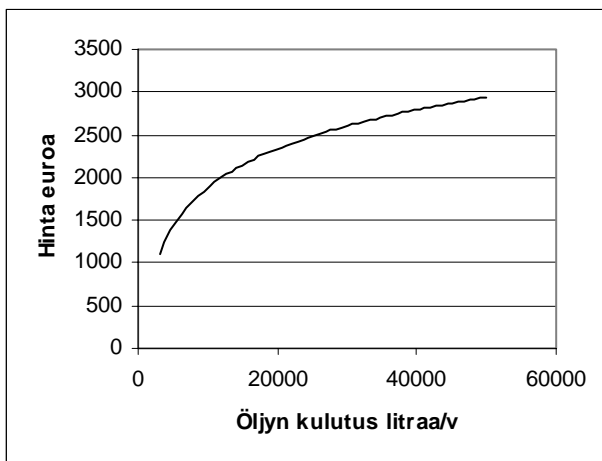
Laskelmissa käytetyt investointikustannukset ovat karkeahkoja arvioita. Todellinen uusimis- ja investointitarve sekä kustannukset selviävät tarvittaessa asiantuntijan tekemän lämmitysjärjestelmän kuntoarviosta ja sen perusteella tehdystä saneeraussuunnitelmasta.

Öljylämmityksestä pellettilämmitykseen siirtymistä koskevissa kannattavuuslaskelmissa on usein huomioitu vain pellettilaitteiston investointikustannukset. Käytännössä usein on edessä joko öljylämmityslaitteiden saneeraus tai siirtyminen muuhun lämmitysmenetelmään. Investointitarve riippuu nykyisten öljylämmityslaitteiden iästä ja kunnosta. Öljykattilan taloudellinen käyttöikä on tavallisesti 20-25 vuotta ja polttimen 10-15 vuotta. Öljysäiliö tulisi uusida 30 vuoden välein.

Öljylämmityksen yleisimmät kunnostustyöt ovat kattilan vaihto, polttimen vaihto, automatiikan asennus. Kattilanvaihdon yhteydessä savupiippuun on aina syytä asentaa haponkestävästä teräksestä valmistettu sisäpiippu, joka suojaa vanhaa hormia. (Öljylämmitysneuvonta, <http://www.oil.fi>).

Kohteista saadut tiedot eivät ole niin yksityiskohtaisia, että niiden perusteella voisi luotettavasti arvioida öljylämmityksen lähiajan saneeraustarvetta. Öljylämmityksen investointikustannukset katsottiin kuitenkin tarpeelliseksi ottaa vertailulaskelmassa huomioon. Epävarmoista ja usein puutteellisista tiedoista johtuen laskelmissa lähtökohtana on, että kattilat, polttimet ja säiliöt uusitaan. Todellinen uusimis- ja investointitarve sekä kustannukset selviävät jatkossa mahdollisesti tehtyjen tarjouspyyntöjen kautta.

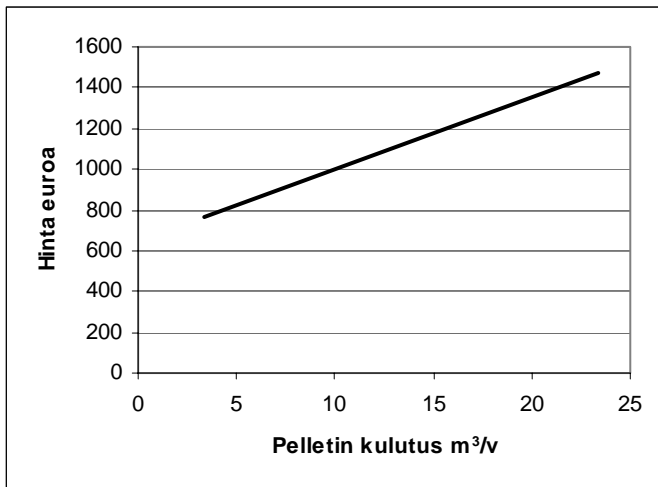
Laskelmissa oletetaan, että öljykattila sekä öljypoltin uusitaan ja öljysäiliö tarkistetaan ja kunnostetaan. Öljykattilan ja –polttimen hinta arvioitiin valmistajien (Termax, Jämä, Jäspi, Oilon) ilmoittamien ohjehintojen mukaan. Öljysäiliöt tulisi tarkastuttaa ja puhdistuttaa 5-10 vuoden välein. Öljysäiliöiden tarkistuksen ja kunnostuksen hinnat riippuvat säiliön koosta. Kuvassa 2 hinnat ilman arvonlisäveroa on arvioitu vuotuisen öljynkulutuksen mukaan. Säiliötilavuus on arvioitu öljyn vuosikulutuksesta (Öljylämmitystekniikka. Öljy- ja Kaasulämmitys Yhdistys ry. Helsinki 1999).



Kuva 1. Öljysäiliöiden tarkistuksen ja kunnostuksen arvioitu hinta (alv 0%) vuotuisen öljynkulutuksen mukaan.

Pellettilaitteiden hinnat arvioitiin Puuenergia-lehden kiinteän polttoaineen kattiloiden, stokeripolttimien ja pellettipolttimien hintatietojen mukaan. (<http://www.puuenergia.fi>). Stokerilla pellettiä voi polttaa, jos sen säädettävyys on riittävä. Siirtoruuvien hinta sisältyy polttimen hintaan. Sekä öljy- että pellettilaitteiston asennuksen hintana on käytetty 800 -1000 €. Savuhormin kunnostuksen hinnaksi on arvioitu 400 €

Pellettivaraston hinta vaihtelee suuresti. Hinta riippuu mm. siitä, voiko olemassa olevia tiloja käyttää pellettivarastona ja rakennetaanko pellettivarasto omana työnä. Laskelmissa pellettivaraston hinta (ilman alv) on oletettu kuvan 2 mukaan.



Kuva 2. Pellettivaraston oletettu hinta ilman arvonlisäveroa pelletin kulutuksen mukaan.

Öljynkulutus ja lämmöntarve

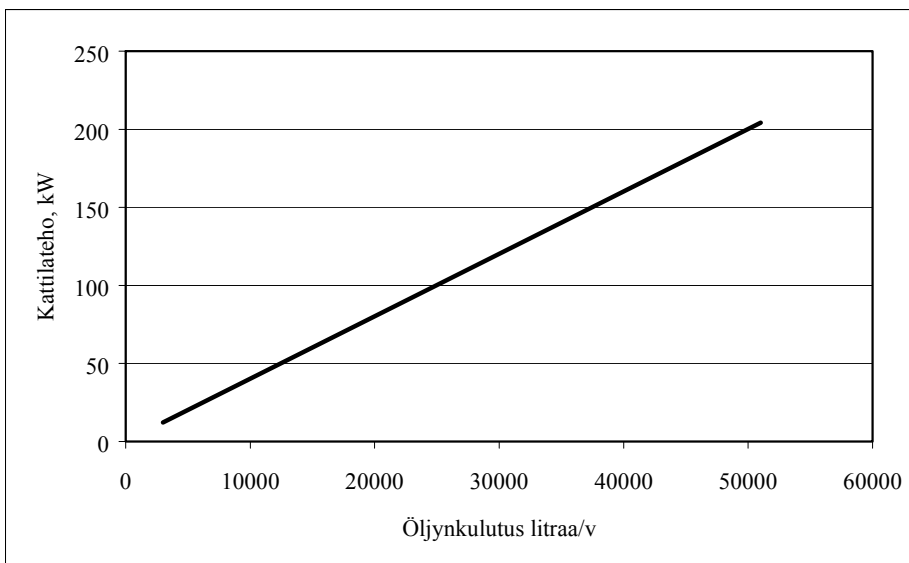
Öljynkulutus ja lämmitysenergian tarve ovat laskennassa tarvittavia oleellisia tietoja. Tiedot vuotuisesta öljynkulutuksesta ovat olleet usein puutteellisia ja epävarmoja (esim. öljytilaukset). Öljynkulutusta ja lämmitysenergian tarvetta on jouduttu useimmiten arvioimaan. Arvioinnissa on käytetty apuna yleisiä kiinteistöjen ominaiskulutuksia ja laitteiston ikään pohjautuvia hyötysuhteita. Esim. Keski-Suomessa tehdyn selvityksen (Puupellettien käyttö- ja tuotantopotentiaali pohjoisessa Keski-Suomessa) aineistosta lasketun noin 30 koulun öljynkulutus oli keskimäärin 7,2 litraa/lämmitettävä m³.

Kattilateho

Investointikustannukset määräytyvät kattilatehon mukaan. Kattilatehosta ei ole useinkaan saanut tietoa tai teho ei ole ollut suhteessa lämmitystarpeeseen nähden. Kattilateho jouduttiin siis useimmiten arvioimaan. Kattilateho riippuu rakennuksen koosta ja sijainnista sekä käyttötarpeesta. Teollisuusrakennuksissa ja julkisissa rakennuksissa tehontarve on erilainen kuin asuinrakennuksissa. Suomen rakennusmääräysten mukaan tavoitteellinen tehontarve on pientaloissa 18 - 30 W/m³, rivitaloissa 20 - 30 W/m³ ja kerrostaloissa 15 - 28 W/m³. Pienemmät luvut vastaavat Etelä-Suomeen rakennettuja uusia rakennuksia ja isommat vanhoja rakennuksia tai Pohjois-Suomeen rakennettuja

uusien rakennuksien keskimääräisenä arvona voidaan uusille rakennuksille pitää Etelä-Suomessa 20 W/m^3 ja Pohjois-Suomessa 25 W/m^3 .

Keski-Suomessa tehdyn selvityksen (Puupellettien käyttö- ja tuotantopotentiali pohjoisessa Keski-Suomessa, 2000, Keski-Suomen Energiatoimisto) aineistosta lasketun noin 30 koulun kattilateho oli keskimäärin $4 \text{ W/litra öljyä/v}$. Kattilatehot on arvioitu em. luvun perusteella suurin piirtein seuraavan kuvan mukaisesti. Tehon arvioinnissa on lisäksi huomioitu rakennuksen käyttötarkoitus.



Hyötysuhteet

Pellettipolttimen ja vanhan kattilan hyötysuhde on 65-80 % Pellettipolttimen ja uuden kattilan hyötysuhde on 80-95 % (<http://www.finpelletti.fi>). Uuden öljylämmityslaitteiston hyötysuhde on yli 90 %. Yleisesti voidaan sanoa, että 1970-1980 –luvun tekniikalla päästiin 75-85 %:in ja 1960-1970 –luvun tekniikalla 70-75 %:in hyötysuhteeseen (Öljylämmitysneuvonta, <http://www.oil.fi>). Vanhan öljykattilan hyötysuhteena käytetään iän ja öljynkulutuksen perusteella arvioitua hyötysuhdetta. Pellettipolttimen ja uuden kattilan keskimääräisenä pitkän aikavälin hyötysuhteena on 88 %. Öljylämmityksen ja pellettilämmityksen hyötysuhteeksi on oletettu 88 %

Polttoaineiden hinnat

Keuyen polttoöljyn vuoden 2003 kuluttajahintojen keskiarvo oli 39,1 snt/l. Kuluttajahinnat 15.3.2004 39,5 snt/l ja 15.4.2004 41,4 snt/l. (Öljy- ja kaasualan keskusliitto, kuluttajahintaseuranta)

Pelletin hinta Vapolla riippuu kulutuksesta seuraavasti (<http://www.vapo.fi>).

	Kulutus kWh/vuosi	Hinta (vuosikust. keskiarvo) snt/kWh	Hinta €/tonni
Omakotitalo	25 000	2,85-3,19	134-150
Koulu	200 000	2,35-2,52	110-118
Teollisuushalli	1 350 000	2,35-2,52	110-118

Biowatilla hinnat määräytyvät kuntaluokan ja toimituserän mukaan (<http://www.biowatti.fi> 13.5.2004).

Toimituserän koko	Hinta €/tonni (puhallustoimitus)		
	Kuntaluokka 1	Kuntaluokka 2	Kuntaluokka 3
4 tonnia	134	143	159
5-8 tonnia	128	137	150
9-16 tonnia	125	131	143

Kuntaluokitus perustuu etäisyyteen toimituspisteistä. Hinnat kuntaluokkaan 4 sovitaan erikseen tarjousten perusteella. Kohdealueen kunnista suurin osa kuuluu kuntaluokkaan 4. Haapavesi, Kärsämäki, Nivala, Pyhäjärvi, Sievi, Vihanti ja Ylivieska kuuluvat luokkaan 2.

Laskelmissa on käytetty seuraavia hintoja. Hinnat sisältävät alv:n.

Kevyt polttoöljy 40 snt/litra (4,00 snt/kWh)

Pelletti omakotitalolle 150 €/tonni (3,19 snt/kWh) ja suuremmille kiinteistöille 125 €/tonni (2,66 snt/kWh).

Sähkön hinta lämmityksessä on tapauskohtainen. Öljy- ja pellettilämmityksen omakäyttösähkön hintana on käytetty Energiamarkkinaviraston hintatietoihin (13.5.2004.) perustuen 9 snt/kWh.

Muut käyttökustannukset

Muina käyttökustannuksina on huomioitu ylläpitokustannukset (nuohous ym.), huolto- ja korjauskustannukset, pumppauskustannukset ja omakäyttösähkötustannukset. Perustuvat Keski-Suomen Energiatoimiston esittämässä laskelmissa käytettyihin lukuihin (<http://www.jsp.fi/kesto/>).

		Lämmitett.	Laitteiston	Öljyn	Teho	Lämmityskust..		Takaisin-	
		rak.tilav	ikä	kulutus	kW	euroa/MWh		maksuaika	
		m3	vuotta	litraa		Öljy	Pelletti	vuotta	
1	Alavieska	Taluskyllän koulu		2750	9100	50	50.06	43.59	4.0
2	Haapajärvi	Parkkilan koulu	0	4810	16000	90	45.26	40.40	4.6
3	Kärsämäki	Venetpalon koulu+kerhotila		2815	18000	80	47.68	41.54	4.4
4	Kärsämäki	Miilunrannan koulu		3440	16000	70	47.45	40.56	3.6
5	Kärsämäki	Jokilehdon koulu		2120	16000	70	48.10	41.66	4.1
6	Kärsämäki	Meijeri+oheisrakennukset		6138	40000	170	45.80	41.00	5.7
7	Nivala	Aittolan koulu		2736	21000	90	48.49	33.68	1.8
8	Nivala	Rivitalo		4410	30000	125	45.79	40.31	5.0
9	Nivala	Junttilan koulu		1068	9000	40	50.32	43.41	3.6
10	Piippola	Haanpäänkoulu		10763 yli 20v	52000	210	44.87	38.79	4.4
11	Piippola	Lamun koulu	30	1751	12000	50	48.68	40.99	2.8
12	Piippola	Vaarin talo	13	6000	46000	180	45.21	39.33	4.6
13	Piippola	Leskelän koulu	31	2050	15000	60	47.87	40.51	3.2
14	Piippola	Terveysasema	27	2182	28000	100	46.20	40.23	4.5
15	Piippola	Sampola	40	1665	15000	60	47.39	39.71	2.8
16	Piippola	Terv.talo ja Hyttilä	30	3188	23000	90	46.68	40.00	3.8
17	Piippola	Puistola	4	385	2500	20	62.20	57.07	5.3
18	Piippola	Vuokratalo	27	1404	23000	90	46.98	40.00	3.5
19	Pyhäjoki	Pirttikosken koulu	yli 20v		30700	120	45.75	39.76	4.5
20	Pyhäjoki	Yppärin koulu	30		39000	150	45.29	39.18	4.4
21	Pyhäjoki	Parhalahden koulu	13		10000	40	49.05	41.06	2.5
22	Pyhäjoki	Kirjasto	31		14872	60	47.57	39.90	2.9
23	Pyhäjärvi	Ruotasen koulu+rivitalo,tervatalo	0	9890	74745	300	44.83	39.15	4.8
24	Pyhäjärvi	Parkkiman koulu	0	2800	20600	85	46.58	39.86	3.8
25	Pyhäntä	Tavastkengän koulu		4700	40000	160	45.59	40.18	5.1
26	Rantsila	Sipolan koulu	20-40	1463	11200	45	49.38	41.63	2.8
27	Ruukki	Luohuan koulu		2900	28160	110	45.43	38.77	3.8
28	Ruukki	Saarikosken koulu	20-40	652	7500	30	52.04	44.72	3.2
29	Sievi	Jyringin koulu	5	2785	11199	45	47.55	39.14	2.1
30	Sievi	Karjulan koulu	34	1461	9450	40	50.40	42.94	3.1
31	Sievi	Kiiskilän koulu	30	5594	31334	125	45.64	39.65	4.5
32	Sievi	Korhosen koulu	34	4976	16431	70	45.69	37.39	2.2
33	Sievi	Kukonkylän koulu	30	2350	14378	60	48.07	40.77	3.2
34	Sievi	Vanhankirkon koulu	18	3101	17099	70	47.04	39.51	3.0
35	Siikajoki	Karinkannan koulu	10	1292	10100	40	48.65	40.43	2.3
36	Siikajoki	Meijerisaari, korj.ja asunto	20	1813	11400	50	48.70	40.97	2.8
37	Siikajoki	Vanha terveystalo,asunto	7	654	6260	25	50.82	42.52	2.2
38	Siikajoki	Katajisto, varikkohalli	15	750	2740	20	61.47	57.93	6.9
39	Siikajoki	Katajisto, asunto,päivähoito	15	357	3440	20	58.31	52.96	5.1
40	Vihanti	Korvenkylän koulu		1788	11200	45	49.13	39.94	1.4
41	Ylivieska	Kantokylän ala-aste		2916	20000	80	47.48	39.47	3.0
42	Ylivieska	Löytty ala-aste		2870	13000	55	47.52	39.50	2.5
43	Ylivieska	Niemelä ala-aste		4800	35000	140	45.30	38.96	4.2
44	Ylivieska	Tuomela ala-aste		3180	17000	70	46.85	39.28	2.9
45	Ylivieska	Vähäkangas ala-aste		3085	15000	60	47.16	39.31	2.7
46	Ylivieska	Huhmarkallio,rakennukset		3725	6000	25	51.17	42.92	2.3
Yksityiset									
47	?	Maaselän kone		22000 tli 40	50000	250	45.04	39.50	4.9
48	Alavieska	Puution automaalaamo, Alavieska		2497 5-26	31000	300	47.69	45.86	8.6
49	Alavieska	Vieskan metalli		2448	10000	50	50.09	45.81	6.2

50 Haapajärvi	Veitlahden puutarha				280	47.43	40.78	3.9
51 Haapajärvi	Vieskan elementti Oy	88636			420	45.40	37.52	2.6
52 Haapajärvi	Kome Oy	16800	25	62000	300	45.14	40.60	5.9
52 Haapajärvi	Kome Oy kontilla	16800	25	62000	300	45.14	48.55	13.7
53 Merijärvi	Rannikon konetekniikka, Merijärvi	13000	3-15	60000	400	45.68	40.43	5.2
54 Piipp?Pyhän?	Ponnari Oy, Piippola tai Pyhäntä?	1600	tli 40	12000	50	49.21	41.10	2.4
55 Pulkkala	Terästyö Nikula	9600	tli 40	16300	200	50.18	50.87	11.1
56 Pyhäjärvi	Pyhäjärven Kehitys Oy	9870	5	20000	230	48.20	47.10	9.3
57 Pyhäjärvi	Trans-kuosmanen Ky	7140	0	15000	65	48.13	41.77	4.1
58 Pyhäjärvi	Pikapaja Oy	9600	0	19700	65	46.37	37.41	1.6
59 Utajärvi	Korhosen maatala	728	20-30	5000	25	62.30	52.79	3.0
60	Taipaleen omakotitalo (sähköl.)	436.8	20-30	1700	17-20	106.90	102.53	7.0
	Taipaleen omakotitalo (sähköl.)					sähkö	70.00	

LIITE 3

Pellettiin perustuva lämpöyrittäjäyys eräissä kohteissa

Tässä raportissa selvitetään eräiden Pohjois-Pohjanmaan pelletti-hankkeessa esille nousseiden pellettikohteiden lämmöntuottamismahdollisuuksia lämpöyrittäjäyden pohjalta. Arvioinnin lähtötietoina ovat hankkeessa tehdyt kannattavuuslaskelmat öljyn ja puupelletin välillä. Kiinteistöjen energiantarve on määritelty käytetyn polttoaineen eli kyseissä olevissa tapauksissa öljyn kulutuksen mukaan.

Koska kohteet ovat verrattain pieniä, on järkevää, että lämpöyrittäjä ottaa mahdollisimman monta kohdetta hoidettavakseen. Näin yritystoiminnalle saadaan enemmän volyyymiä. Tarkastelun alaiset kohteet ovat pieniä, eikä lämpöliiketoiminnasta näyttäisi tulevan kokopäivätoimista. Näiden kohteiden lämpöyrittäjäyys on nähtäväkin sivutoimimisena liiketoimintana. Päätoimiseksi työksi lämpöyrittäjäyys tulee, kun yhteenlaskettu lämmitysteho on karkeasti tasolla 1,5-2 MW. Liiketoiminnasta saadaan järkevä kokonaisuus, kun toiminta tuo toimeentulon kahdelle henkilölle. Tällöin työ ei sido yhtä henkilöä liikaa, kun päivystyksiä voidaan tehdä vuoron perään.

Arvioinnissa lähdetään liikkeelle siitä, että lämpöyrittäjälle maksettaisiin nykyisin kiinteistöjen **öljyllä tuotetun lämmön mukainen energiahinta**. Liiketaloudellista tarkastelua varten tämä oletus oli välttämätöntä tehdä. Todellisessa tilanteessa energian hinta muodostuu kiinteistön omistajan ja lämpöyrittäjän neuvottelujen tuloksena. Kiinteistön omistajan ja lämmön myyjän välisen sopimuksen ehtoja tarkistetaan määrä välein. Hinnan tarkistus tehdään usein ns. ”koritarkastelun” avulla, jossa huomioon otetaan esimerkiksi tukkuhintaindeksin ja kuorma-autoliikenteen indeksin ja/tai sovittujen polttoaineiden hinnan muutokset.

Tämä tarkastelu perustuu paikalla rakennettuihin lämpökeskuksiin. Näihin lämpökeskuksiin liittyviin lämmönmyyntisopimuksiin, jotka siis sijaitsevat rakennuksen sisällä, on usein järkevää liittää lämmöntuotantolaitteiden lunastussopimus niitä mahdollisia tapauksia varten, joissa lämmön-toimitussopimus jostain syystä raukeaa.

Arvioinnin lähtötietoja:

Lämmön myyjän ja ostajan välinen sopimus perustuu seuraaviin oletuksiin:

Lämmön myyntihinta = kiinteistön lämmön hinta rakennuksen omistajan itse öljyllä tuottamana

Lähtötiedot:

Polttoaineiden lämpöarvot

- Kevyt polttoöljy 10 kWh/l
- Puupelletti 4,7 kWh/kg

Hinnat:

- Kevyt polttoöljy 38,50 snt/l (alv 0%)
- Puupelletti 108 €/t (alv 0%)

Investointi:

- Pääoman poisto aika 15 v öljylaitteille
- Pääoman poisto aika 10 v pellettilaitteille
- Korkokanta 5 %

Esimerkki lämmönhintalaskelmasta eri vaihtoehtoilla (Korhosen koulu, Sievi)

		Öljy- lämmitys	Pelletti- lämmitys
Käyttökustannukset			
Ylläpitokustannukset (nuohous ym.)	€/MWh	2,52	3,36
Huolto- ja korjauskustannukset	€/MWh	1,18	1,51
Pumppaussähkö	kWh/MWh	7,50	7,50
Pumppauskustannukset	€/MWh	0,53	0,53
Omakäyttösähkö	kWh/MWh	10,00	20,00
Omakäyttösähkökustannukset	€/MWh	0,70	1,40
Käyttökustannukset			

Ylläpitokustannukset	€/vuosi	501	669
Huolto-ja korjauskustannukset	€/vuosi	235	300
Pumppauskustannukset	€/vuosi	104	104
Omakäyttösähköt	€/vuosi	139	279
Polttoainekustannukset	€/vuosi	8706	5196
Käyttökustannukset yhteensä	€/vuosi	9686	6549
Pääomakustannukset	€/vuosi	1768	2119
Lämmityksen kustannukset	€/vuosi	11454	8667
	€/MWh	55,28	43,55

Edellä esitettyjen lähtötietojen ja oletuksen perusteella tehtiin 18 kiinteistön lämmön tuotannon kannattavuuslaskelmat lämpöyrittäjyysperiaatteella. Paras toiminnan voitto olisi Vieskan Elementillä, jossa voittoprosentti nykyiseen lämmöntuotantoon nähden olisi 24 %. Muut lämpöyrittämiseen järkevät kohteet olisivat Kome Oy Haapajärvellä, Ruotasen koulu Pyhäjärvellä ja Kärsämäen meijerin kiinteistö. Lämpöyrittäjyysraportin liitteessä 1 on esitetty laskennan tulokset. Taulukossa on myös arvioitu kohteiden soveltuvuutta talousmielessä lämpöyrittäjyyskohteeksi. On kuitenkin todettava, että myös vähemmän voittoa tuottavat kohteet ovat järkeviä, jos ne liittyvät johonkin lämpöyrittäjyyden kokonaisuuteen.

Tällä tarkastelulla pyritään alustavasti arvioimaan toteuttamiskelpoisimpien kohteiden mahdollisuutta olla lämpöyrittäjävetoisia. Tarkempi kuva lämpöyrittäjyystoiminnan kannattavuudesta saadaan, kun toiminta realisoituu ja lämpöyrittäjä laatii tarkemmat laskelmat ja suunnitelmat sekä pyytää tarjoukset laitteista, asennuksista ja polttoaineista.

Tarkastelu perustuu pelkästään kohteesta saatuihin numerotietoihin, eikä kohteiden teknistä soveltuvuutta pellettikohteeksi ole arvioitu. Laskelmissa on lähdetty liikkeelle siitä, että kiinteistön olisi uusittava öljylaitteita, jolloin tässä vaiheessa kiinteistön kannattaa viimeistään ottaa eri energiantuotantovaihtoehdot tarkasteltavaksi.

Lämpöyrittäjyysraportin liite 1

Taloustarkastelu ja soveltuvuusarvio pellettilämpöyrittäjyyteen

Kiinteistö	Kattila- teho kW	Lämmön- tuotanto MWh	Liike- vaihto, €	Yritys toiminnan voitto, €	Voitto- %
Teollisuushalli Vaskikellonpolku 2, Pyhäjärvi	230	200	10938	1018	9
Taluskylän koulu, Alavieska	50	73	4128	783	19
Parkkilan koulu, Haapajärvi	90	128	6625	1117	17
Kome Oy 1, Haapajärvi	300	434	22407	3915	17
Venetpalon koulu+kerhotila, Kärsämäki	80	126	6825	1329	19
Miilurannan koulu, Kärsämäki	70	128	6904	1455	21
Jokilahdon koulu, Kärsämäki	70	112	6114	1214	20
Ruotasen koulu ym., Pyhäjärvi	300	523	26840	5366	20
Luohuan koulu, Ruukki	110	253	13136	2854	22
Tavastkengän koulu, Pyhäntä	160	280	14582	2778	19
Kukonkylän koulu, Sievi	70	106	6311	1274	20
Vanhankirkon koulu, Sievi	100	139	8109	1530	19
Korhosen koulu, Sievi	100	199	11001	1936	18
Kiiskilän koulu, Sievi	170	250	14063	2753	20
Karjulan koulu, Sievi	50	65	4132	775	19
Jyringin koulu, Sievi	85	111	5562	164	3
Vieskan elementti Oy	420	780	40474	9820	24
Vähäkangas ala-aste, Ylivieska	50	127	6815	1580	23
Meijeri, Kärsämäki	170	320	16733	2960	18

LIITE 4

LVI- ja rakennusalan yrittäjille, kuntien kiinteistötoimen henkilöstölle ja muille kiinnostuneille suunnattu koulutuspäivä.

Hankkeen toimintasuunnitelman mukaisesti järjestettiin 13.9.2004 Kärämäen kehityskeskus Oy:n toimitiloissa otsikossa mainituille kohderyhmille koulutuspäivä. Tavoitteena oli tuoda alan uusimpia trendejä tietoon kentälle, ja sitä kautta nostaa alan palveluita tarjoavien liikkeiden ja henkilöiden tietotasoa, sekä vaikuttaa esim. kuntien investoinneista päättävien henkilöiden mielipiteisiin siten, että edesautettaisiin pellettilämmityksen leviämistä myös julkisen sektorin rakennuksiin.

Tilaisuuteen hankittiin puhujiksi asiantuntijoita eri alueilta. Ohjelma pyrittiin järjestämään siten, että se kattaisi kaikki pelletti-investointiin liittyvät osa-alueet, kuten rahoitus, laitetekniikka, asennukset, viranomaismääräykset tms.

Kohderyhmiä lähestyttiin ensin puhelinsoitolla, jonka jälkeen kiinnostuneille lähetettiin postitse päivän ohjelmaluonnos, sekä esitäytetty ilmoittautumiskaavake. Kaiken kaikkiaan postitse lähestyttiin noin viittäkymmentä yritystä / henkilöä. Näistä viitisentoista ilmoittautui ja tilaisuuteen loppujen lopuksi saapui kymmenkunta vierasta. Lisäksi paikalla oli järjestävän tahon henkilökuntaa ja yhteistyökumppaneiden edustajia. Kaiken kaikkiaan tilaisuuden väkimäärä nousi kahteenkymmeneen.

Seuraavilla sivuilla tilaisuuden osallistujalista, sekä päivän ohjelma. Tilaisuudesta otetut valokuvat vahingossa valitettavasti tuhoutuivat.

Johtuen laimeasta innostuksesta osanottoon (puolet yleisöstä oli luennoitsijoita ja järjestävän tahon henkilökuntaa) ja ilmoittautuneiden suuresta peruutusmäärästä päätettiin, että tilaisuus jää ainutkertaiseksi hankkeen aikana eikä uutta enää järjestetä.

LIITE 4 (jatkoa) Pellettialan koulutuspäivä

Aika ja paikka: Kärämäen kehityskeskus Oy, Rannantie 13, Kärämäki. Maanantai, 13.9.04
klo. 9.00

Läsnä:

Raimo Simonen, LVI-Simonen Oy, Kalajoki
Ilmari Ojakoski, Keskipisteen LVI Oy, Piippola
Jouni Jurmu, Pellettilämpö, Vihanti
Markus Honkala, Rakennuspalvelu Honkala Ky, Kärämäki
Mirko Salo, Scanpell Oy, Kärämäki
Kari Raunismaa, AJA-import Oy, Iisalmi
Olavi Hosionaho, Ollin putkityö, Nivala
Jarkko Kivioja, Sievin kunta
Rauno Haapakoski, Nivalan kaupunki
Pekka Mehtälä, Nivalan kaupunki
Seppo Mähönen, P-Pohjanmaan TE-keskus, Oulu
Jyrki Kytö, Keulink Oy, Keuruu
Heidi Wickstrand, Thermia Oy, Saarijärvi
Janne Nalkki, VAPO Oy, Jyväskylä
Jouko Niva, VAPO Oy
Petri Lehkonen, Jokilaaksojen pelastus, Kalajoki
Timo Karjalainen, Oulun yliopisto, Kajaani
Veijo Leiviskä, Oulun yliopisto, Oulu
Kimmo Ahola, Kärämäen kehityskeskus Oy, Kärämäki
Jarmo Korhonen, P-Pohjanmaan Metsäkeskus, Oulu

LIITE 4 (jatkoa) OHJELMA

Pellettikohteen mitoittaminen ja asentaminen

Paikka: Kärämäen kehityskeskus Oy, Rannantie 13, 86710 Kärämäki

Ohjelmassa muutokset mahdollisia.

Aika: 13.9.04

- 8:00 Ilmoittautuminen ja kahvi
- 8:20 Tilaisuuden avaus / Kimmo Ahola
- 8:25 Pentti Kukkohovi, Vapo Energia Oy
- Suuret käyttökohteet
 - Lämpökontit, lämmitysjärjestelmän ohjaus
 - Esittelyvaunu
- 9:00 Ilpo Nenonen tai Seppo Mähönen, Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus
- Energia-avustukset
- 9:30 Bioenergiահankkeiden esittely
- Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke / Kimmo Ahola
 - Puuenergia nousuun / Jarmo Korhonen
- 9:50 Janne Nalkki, Vapo Energia Oy
- Puupelletti polttoaineena
- 10:15 Mirko Salo, Scanpell Oy
- Puupelletin käyttö ja käyttökohteet P-Pohjanmaalla
- 10:30 Jyrki Kytö, Keulink Oy
- Pellettilämmityksen kannattavuus
- 11:00 Lounas
- 12:00 Jyrki Kytö, Keulink Oy
- Suunnittelun perusteet
- 12:30 Heidi Wickstrand, Thermia Oy
- Vanhan lämmitysjärjestelmän saneeraus pelletille
- 13:00 Jyrki Kytö, Keulink Oy
- LVI-asentajan rooli pellettilämmityksessä
- 13:30 Timo Vanhala, Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus
- Lämpöyrittäjäyys
- 14:00 Petri Lehkonen, Jokilaaksojen pelastuslaitos
- Paloturvallisuus laitosten toteuttamisessa
- 14:20 Makkaranpaistoa pellettigrillillä ja vapaata keskustelua.

LIITE 5**PELETTIPÄIVÄT**

Hankesuunnitelman mukaisesti järjestettiin hankkeen puitteissa useita yleisölle avoimia tilaisuuksia, joissa pyrittiin tuomaan pelletti ns. suuren yleisön tietoisuuteen lämmityspolttoaineena ja murentamaan siihen liittyviä ennakkoluuloja.

Pellettipäiviä järjestettiin kahden peruskonseptin mukaisesti, ns. avoimien ovien päivinä, jolloin ennalta valittuun pellettilämmityskohteeseen järjestetään tiedotus, kahvitarjoilu ja mahdollisuus tutustua laitteistoon ja sitä ylläpitäviin ihmisiin. Toinen konsepti oli jalkautua esittelylaitteiden kanssa rakennus- ja LVI-liikkeisiin, useimmiten jonkin muun markkinatempauksen aikana, ja pyrkiä siinä tuomaan esille pellettiä uutena vaihtoehtona öljylle taikka sähkölle.

Tavoite 1-alueella järjestettiin yhteensä kaksi avointen ovien päivää, Haapajärvellä Siiponkosken kyläkoululla Kylänuotta-hankkeen toimintapäivän yhteydessä 17.9 sekä Haapaveden Piipsannevalla, VAPO Oy:n tukikohdassa huutokauppapäivän yhteydessä 10.11. Näissä tapauksissa yleisömenestys jäi erittäin vaatimattomaksi, molemmissa kävi vain 1-2 henkeä, eikä vastaavia päiviä sen jälkeen järjestetty. Syynä tähän on luultavasti se, etteivät ihmiset viitsi lähteä kauemmaksi kuntakeskuksesta vähäpätöisenä pitämiensä asioiden takia. Haapajärven tapauksessa syynä saattoi olla lisäksi kaupungilla järjestetty huvitapahtuma, joka ”ryösti” yleisön pellettipäiviltä.

Alueen rakennus- ja LVI-liikkeissä pidettiin vain yksi pellettipäivä, Nivalan Agrimarketissa 19.11. Tilaisuus ajoitettiin ko. liikkeen muiden markkina- taikka esittelypäivien yhteyteen. Tapahtumista mainostettiin etukäteen lehti-ilmoituksilla.

Paikan päälle tuotiin erilaista puolueetonta pelletistä ja sitä käyttävistä laitteistoista kertovaa materiaalia ja esittelyperävaunu, jossa oli pellettipoltin yhdistettynä demonstraatiokattilaan. Paikalla ollut hankkeen henkilökunta opasti asiasta kiinnostuneita esim. rakennusmääräyksissä ja tiedon hankinnassa. Kaikissa tilaisuuksissa oli kahvitarjoilu. Tämän tyyppisissä tapahtumissa yleisömenestys oli paria poikkeusta lukuunottamatta erinomainen. Paikalla markkinoitiin myös hankkeen kannattavuuslaskelmia kävijöille, mutta kiinnostus niitä kohtaan jäi vaatimattomaksi.

LIITE 5 (jatko)

Pellettiesittelyvaunu Haapajärven Siiponkosken idyllisessä maisemassa



Pellettisiilo VAPOn tukikohdassa Piipsannevalla

LIITE 5 (jatkoa)

Kiinnostuneita Nivalan pellettipäivillä

LIITE 7

POHJOIS-POHJANMAAN PELLETTIHANKE, OSAHANKE B: PELLETTIN TUOTANNON
EDISTÄMINEN
ALUELÄMPÖKESKUSTEN KÄYTTÄMINEN PUURAAKA-AINEEN KUIVAUKSESSA

VALLITSEVA TILANNE

Mikäli energiapuun käyttö kaksinkertaistetaan vuoteen 2010 mennessä KTM ohjelman mukaisesti, edellyttää raaka-aineen hankinta siirtymistä ylivuotiskuivauksesta ja / tai pellettipriimaamisesta myöskin suoraan metsätuoreen raaka-aineen käyttöön.

Sahojen tuotannon ennustetaan laskevan 20 % lähiaikoina pysyvästi 14:sta 10 Mm³ per vuosi, mikä vähentää myös niiltä saatavia sivutuotevirtoja. Energiapuun hankintahinta nousee kilpailemaan joillakin osilla kuitupuun kanssa, josta aiheutuisi energiapuulle hinnankorotuspaineita tulevaisuudessa.

ALUELÄMPÖKÄYTTÖ

Kaukolämpö aluelämpökeskukset tuottavat kokoluokissa 1- 10 MW lämmitysenergiaa keskimäärin 25 % huipputehon laskennallisesta energiamäärästä, mikäli vuotuisia tehuippuja ei tuoteta muilla keinoilla. Tämä johtuu luonnollisesti lämmityksen energiatarpeen vaihteluista vuodenaikojen mukaan.

Näin ollen energiaa voitaisiin tuottaa helposti kaksinkertainen määrä samoilla perusinvestoinneilla ja henkilökunnalla, mikäli lisäenergialle löytyisi käyttöä.

Toisaalta lämpökeskukset ovat suunniteltu toimimaan ”märällä”, m40 % polttoaineella, jolloin kattiloiden tehokalkelmat perustuvat noin 900 - 1000 C tulipesän lämpötilaan.

Mikäli polttoaine kuivattaisiin m15 % kosteuteen ja polttolaitteet säädettäisiin toimiviksi kuivalla polttoaineella, saataisiin tulipesän lämpötila nostettua 300 – 400 C ja kattilatehoa nostettua 25–30%. Tällöin lisäteho voitaisiin käyttää sekä kattilan oman polttoaineen esikuivaukseen että ulkopuolisen polttoaineen jatkojalostuskuivaukseen.

Kyseessä ei ole nollasummapeli, jossa kuivaukseen hukataan kattilasta saatava lisäenergia.

Savukaasuhäviöt muodostuvat pienemmän vesipitoisuuden ja hallittavuuden perusteella pienemmiksi, ilmakerroin pienemmäksi ja polttohyötysuhde paremmaksi.

Edelleen lämpökeskus voi ostaa suoraan kertakäsittelyllä tuotettua märkää ranka-ainesta energiasisällön mukaiseen hintaan.

Näin ollen lämpökeskuksen yhteyteen voitaisiin perustaa energiapuun jatkojalostusyksikkö, johon raaka-aine tuodaan hakkeena tai rankana, haketetaan, kuivataan ja käytetään joko keskuksen omissa kattiloissa tai jatkojalostetaan kevytöljyn kanssa kilpailevaksi pelletiksi. Lisäksi polttoaine voidaan seostaa 20 – 40 %:sti jyrshinturpeella ennen kuivausvaihetta seospolttoaineeksi.

Vertailuksi on liitteessä no 7, kuvissa 56 ja 58 (Tekes: Puuenergian teknologiaohjelma 1999-2003) esitetty ”Kosteuden vaikutus puun lämpöarvoon” sekä ”Polttoaineiden suhteellinen tilantarve autokuljetuksessa”. Rankana toimitettu energiapuu asettuu 7-8 m³/toe, eli palaturpeen kanssa samalle tasolle.

Kuvat 55 ja 57 esittävät puuraaka-aineiden kosteuspitoisuuksien ja lämpöarvojen välisiä yhteyksiä.

KÄSITTELYTEKNIKKAA

Raaka-aineen kuivauksessa käytetään sekä epäsuoria väliainekuivaustapoja että suoraa kaasukuivausta.

Lämpökeskuskokoluokassa 1 – 10 MW suora savukaasukuivaus kattilan väliottona on yksi halpakuivaustapa. Siinä 350 – 400 asteinen savukaasu johdetaan suoraan myötävirtaperiaatteella toimivaan rumpukuivaajaan. Tällöin kaasun lämpötila laskee kuivauksessa noin 200 C:een ja poistokaasu voidaan johtaa kattilan savukaasujärjestelmään takaisin. Tällainen menetelmä on käytössä esimerkiksi Luleå Energi Ab:llä Luulajassa.

Rumpukuivaimen asemasta käytetään myös verkkokuljetin perusteista leijukuivausta.

Kuivaavana kaasuna voi olla myös 250 C savukaasu.

KUIVAUS VEDELLÄ

Kaukolämpöveden käyttö höyrystävään kuivaukseen on ongelmallista. Veden lämpöenergia on siirrettävä kuivaavaan ilmaan, jolloin sen lämpötila jää paluuvettä käytettäessä 50 C tienoille.

Tällöin tarvittava kuivauskaasumäärä nousee suureksi.

Yhden vesikilogramman poistamiseen tarvitaan 50 C => 100 m³, 100 C => 40 m³ ja 200 C => 20 m³ ilmaa.

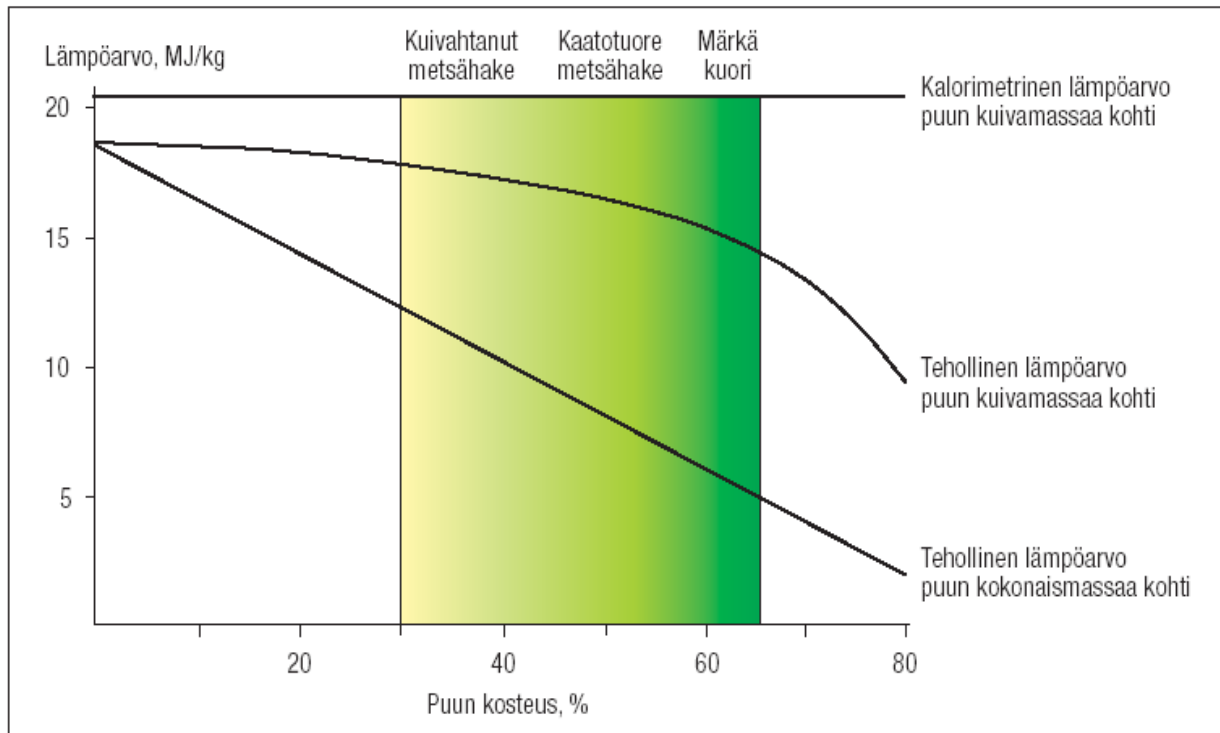
Kattilatehosta 10 % kuluu parhaimmillaan sen oman raaka-aineen kuivaukseen. Lisäkuivaukseen voitaneen varata 10 – 25 % kattilatehosta riippuen kuivan raaka-aineen tarpeesta.

Lämpökeskuksen vuotuista käyttöastetta, energian tuotannolla mitattuna, voitaneen parhaimmillaan kaksinkertaistaa.

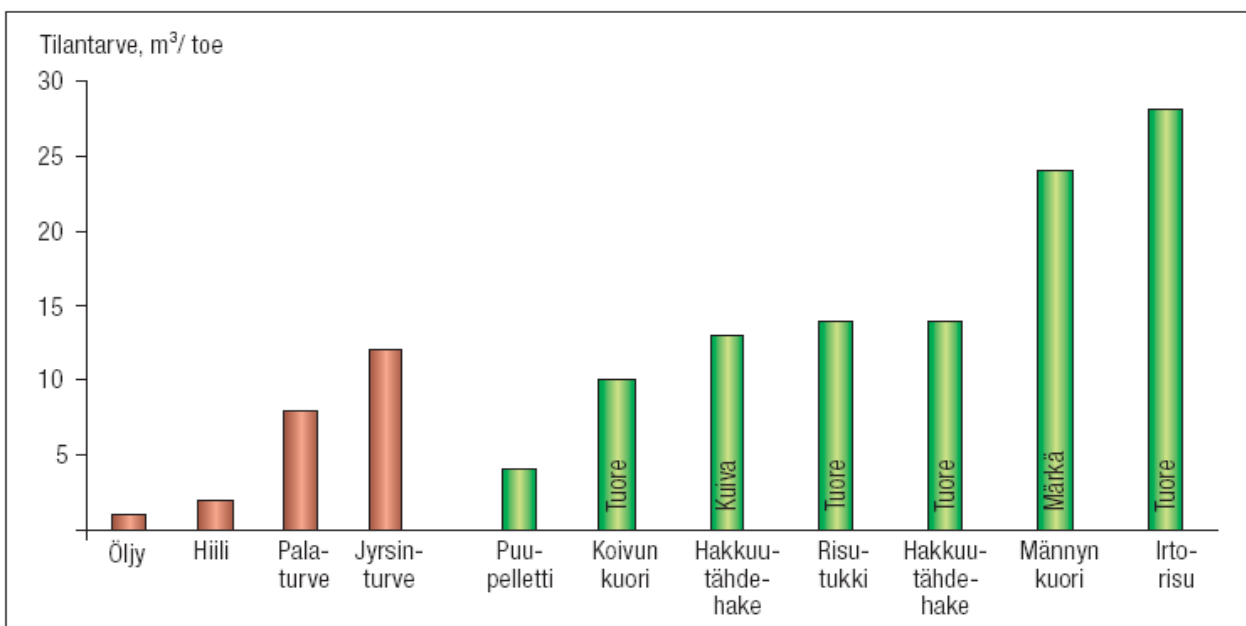
TALOUELLISUUS

Taloudellisuus ja vertailulaskelmat tulee lähteä asianomaisen aluelämpökeskuksen kustannusrakenteesta sekä kuivan raaka-aineen käyttötarpeesta.

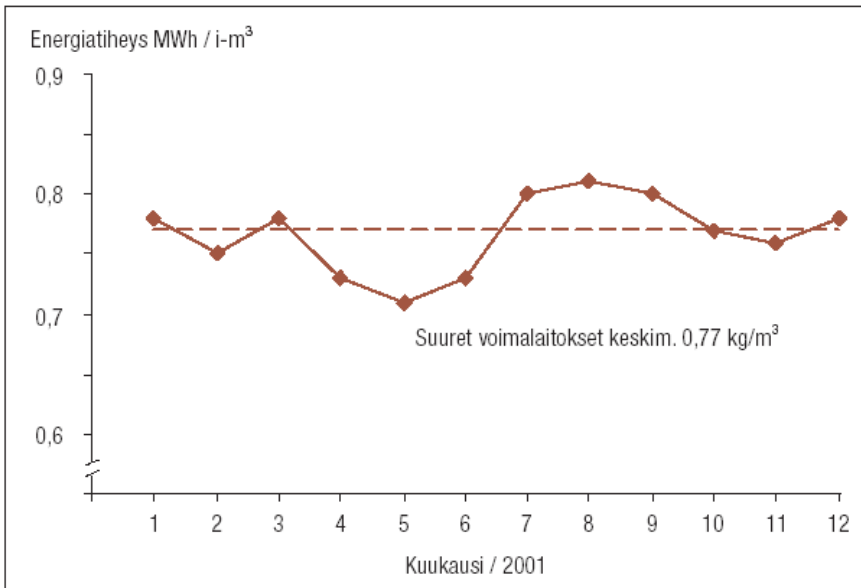
Tekijällä on kuivaus- ja pelletöintilaitteistojen kustannuksista laskentaperusteita käytössään, joita voidaan soveltaa tapauskohtaisesti.



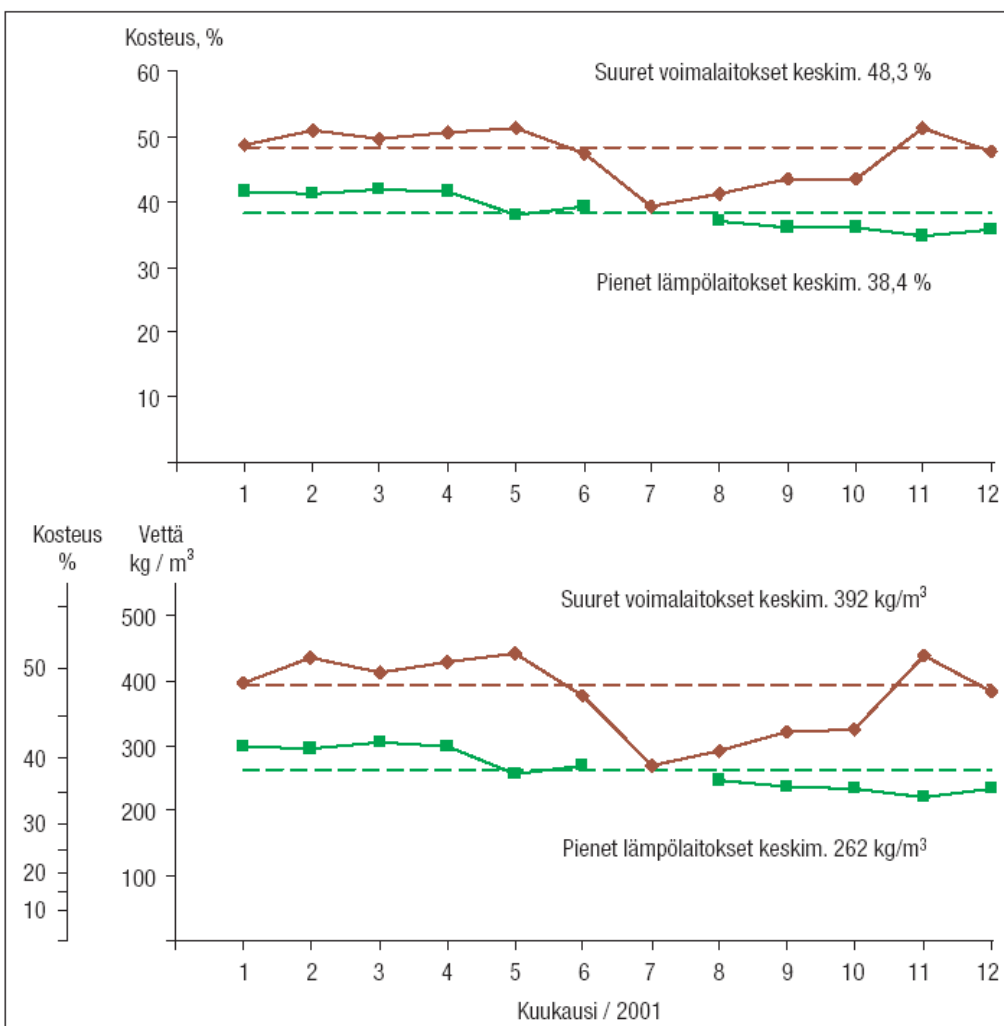
Kuva 56. Kosteuden vaikutus puun lämpöarvoon.



Kuva 58. Polttoaineitten suhteellinen tilantarve autokuljetuksessa.



Kuva 57. Metsähakkeen keskimääräinen energitiheys vuonna 2001 kolmen suuren voimalaitoksen keskiarvona (33).



Kuva 55. Metsähakkeen kosteuden vaihtelu vuoden 2001 aikana neljän suuren voimalaitoksen ja seitsemän pienen lämpölaitoksen keskiarvona (33).

LIITE 8

POHJOIS-POHJANMAAN PELLETTIHANKE, OSAHANKE B; PELLETTIN TUOTANNON EDISTÄMINEN

LOPPURAPORTTI

1. SELVITYKSEN TAVOITTEET

Tavoitteena oli selvittää tutkia pelletin tuotantoon soveltuvia puu- ja turvepohjaisia raaka-aineresursseja Pohjois-Pohjanmaan alueella. Edelleen oli selvitettävä Rautaruukki Oy, Raahen tehtaiden poistoenergioiden soveltuvuutta pelletin raaka-aineiden kuivaukseen.

Keskeisesti oli selvitettävä, onko mahdollista kuivata pelletin raaka-ainetta 0,2 –0,7 ton/h pellettiä tuottaville koneikoille, niin sanotulle isäntälinjan laitteistoille, jolloin pelletin tuotantoketju märille raaka-aineille mahdollistuisi.

Lisäkohteena selvitettiin aluelämpökeskusten kauko- ja poistolämpöjen hyödyntämistä kuivausprosesseissa..

Tavoitteita tukee myös Kauppa- ja teollisuusministeriön asettama uusiutuvien energiamuotojen ohjelma, jonka mukaan energiapuuvarojen käytön tulisi lisääntyä nykyisestä 1,7 Mm³/vuosi vuosikymmenen loppuun mennessä 5,0 Mm³ / vuosi.

2. TIIVISTELMÄ

Lokakuulla julkistettiin Pohjois-Pohjanmaata käsittävä VMI9, eli yhdeksäs valtakunnallinen metsien inventointi.

Keskeisenä ilmiönä on, että energiapuuta eri muodoissaan on saatavissa riittävästi. Uutena suuntauksena tullaan ensi- ja toisioharvennuksia lisäämään suhteessa muuhun puun käyttöön. Pääasiallisina rajaavina tekijöinä ovat korjuutekniikan kehittyminen, energiapuun kantohinnan muodostuminen ja valtiovallan tukipolitiikka.

Rautaruukki Oyj Raahen terästehdas edellyttää poistoenergioilleen riittävän suurta peruskäyttäjää, vuosien energian käytöltään noin 30 GWh, jolloin myös suuren kokoluokan, yli 100 000 ton/vuosi, pellettitehdas tulee kysymykseen.

Poistoenergioista kuumailmalla, inerttikaasulla tai höyryllä tapahtuva pelletin raaka-aineen kuivaukset ovat tärkeimmät vaihtoehdot.

Raahan kaupunki ja Pohjois-Pohjanmaan liitto laatii kevään –05 kuluessa jatkoselvitykset poistoenergioiden käytöstä, jolloin hinnoittelupolitiikka energia- ja laitteistohintoihin selvitetään.

Energiaa runsaasti käyttävä yritys mahdollistaisi energiasiirtolinjastojen rakentamisen terästehtaalta satama-alueelle. Tällöin voitaisiin tarjota monipuolisia, yrityksille lisäarvoa tuottavia energia- ja satamapalveluksia myös pienemmille toimijoille. Poistoenergioiden ulkopuolinen hyödyntäminen vähentää hiilidioksidipäästöjä, joita syntyisi, mikäli ulkopuoliset prosessit toteutettaisiin erillisillä energialähteillä.

Pääkohde selvityksessä muodostui isäntälinjan pelletin raaka-aineen kuivaajista.

Keskeistä onkin, että kuivaaminen kuumalla 200 – 300 C ilmalla tai ilman ja savukaasun seoksella on halvimmin toteutettavissa.

Edellytyksenä on, että raaka-aine on lastupaksuudeltaan riittävän ohutta, mieluummin alle kaksi millimetriä.

Pelletin raaka-aineen kuivaaja voidaan rakentaa helpoimmin aluelämpökeskuksen yhteyteen, jolloin on mahdollista osittain kuivata myös laitoksen käyttämä oma polttoaine.

Tällöin kattilan palamislämpötila ja teho nousevat sekä häviöt ympäristöön ovat minimoitavissa. Aluelämpökeskusten keskimääräinen tehon tarvehan on vain 25 % huipputehosta, jolloin kuivaamiseen tarvittavaa kapasiteettia riittää.

3. PELLETTIN RAAKA-AINEET

3.1. PUUVARANTOJEN TILASTONÄKYMÄT

Metsien puuvaroja on seuraavissa osioissa tarkasteltu koko valtakunnan, Pohjois-Pohjanmaan ja R50 vertailulaskelmaa. R50 laskelmalla tarkoitetaan 50 kilometrin säteisen alueen laskenta-arvoja, joissa on käytetty Pohjois-Pohjanmaan ominaisarvoja. Pohjois-Pohjanmaalla on juuri julkaistu yhdeksäs valtion metsävarojen inventointi, lyhenne VMI9

Työn alla on lisäksi metsien kymmenes inventointi, VMI10, joka tulee energiapuuvarojen osalta perustumaan ilmakuivauksiin.

Keskeistä on, että Pohjois-Pohjanmaan puuston määrä oli 200 Mm³ 176 Mm³ asemesta. Vuonna 1974 puumäärä oli 120 Mm³ /1/.

Vuotuinen kasvu on kaksinkertaistunut kahden vuosikymmenen aikana ollen nyt 8,8 Mm³ vuosi kun poistuma, myynti ja luontainen poistuma on 5,5 Mm³.

Näin ollen maakunnassamme on suuruusluokaltaan 35 - 50 Mm³ esimerkiksi energiakäyttöön soveltuvaa nuorta puustoa, joka tulisi poistaa järeän puutuotannon turvaamiseksi.

Määrä, 35 Mm³ merkitsee, että maakuntamme jokaiselta metsähehtaarilta tulee poistaa 10 vuoden aikana vuosittain 1 m³ puuta.

Pohjois-Pohjanmaan puuston ikärakenne on nuori. Puuston ikäluokat 20 – 60 vuotta kattavat metsäpinta-alasta puolet. Todellisuudessa alihakkuista johtuen nuorten ikäluokkien osuus lienee vielä suurempi. Pieniläpimittaista ja energiapuuta on näin ollen runsaasti saatavilla, kunhan korjuujärjestelmät saadaan kehitettyä tarvetta vastaaviksi.

Tosin niin paperiteollisuus-, sahaus- kuin energiatoimiala tulevat jatkossa kilpailemaan samoista, nuoresta ja pienempi läpimittaisesta puustosta.

R50 tarkasteluna energiapuuta

Kuutosalueella, johon lasketaan Raahen seutukunta ja Merijärvi on puuston kokonaismäärä 17,5 Mm³ VMI8 mukaisesti. Todellinen puuston yhteistilavuus lienee suurempi sisältäen 4 - 6 Mm³ energiapuuainesta. Hoitamattomien metsien energiapuuylijäämä 4 – 6 Mm³ vastaisi esimerkiksi 50 000 ton/a tuottavan pellettitehtaan 30 vuoden raaka-ainetarvetta.

3.2. PUU- JA SAHATEOLLISUUDEN SIVUTUOTTEET

Sivutuotemääriä on tarkasteltu koko Pohjois-Pohjanmaan sahojen ja Raahesta alle 150 km etäisyydellä sijaitsevien sahojen tuotannon perusteella.

Puuteollisuuden sivutuotteet voidaan jakaa tämän esiselvityshankkeen näkökannalta kahteen osaan; märkiin, eli sahaustoiminnan sivutuotteisiin ja kuiviin, eli puun jatkojalostuksen tuotteisiin.

Märät tuotteet muodostavat 95 prosentin osuuden sivutuotteiden määrästä. Kuivat sivutuotteet menevät alueellisesti eläinten kuivikkeiksi ja polttoon.

Pohjois-Pohjanmaan kaikki sahat ovat niin kutsuttuja PK-sahoja eli pien- ja keskisuuren tuotannon sahoja. Sahauskapasiteetti koko Pohjois-Pohjanmaan alueella on noin 0,9 Mm³ vuodessa sahatavaraa, kun se koko maassa on noin 14 Mm³. Metsien pinta-alaan suhteutettuna Pohjois-Pohjanmaan kapasiteetin tulisi olla 1,2 Mm³.

Sadan kilometrin säteellä (R100) sijaitsee 0,5 Mm³ Pohjois-Pohjanmaan 0,9 Mm³ sahauskapasiteetista. Vuonna 2002 sahojen tuotanto oli 0,7 Mm³/a.

Tuotannon odotetaan pienevän Suomessa 20 % viiden vuoden sisällä johtuen Venäjän ja Euroopan voimistuvasta sahatavaratuotannosta.

Jokainen tuotettu sahatavarakuutio vaatii raaka-ainetta 2,2 m³ jolloin sahauksessa muodostuva sivutuotejakauma on seuraava:

	1m ³	R100 1000 m ³	PPM 1000 m ³
- Tuotanto	1,0	400	700
- Raaka-aine	2,2	880	1 540
		i-m ³	i-m ³
- Puru	0,9	360	630
- Kuori	0,7	280	490
- Hake	1,3	520	910
		-----	-----
- Sivutuotteet 2,9 i-m ³		1 160	2 030
- Sivutuotteet 1,2 m ³		480	840

Jos edellä mainitut sivutuotteet pelletöitäisiin puupelletiksi, olisi pellettituotanto silloin :
(1000 ton/vuosi)

- Sivutuotteet	0,4	190	340
- Puru + Kuori	0,2	95	170

Jos esimerkiksi kaikki 100 km säteeltä tuotettavat sivutuotteet valmistettaisiin pelletiksi, valmistuisi vuodessa 150 km alueelta 190 000 tonnia puupellettiä vuodessa. Pelkästään purusta ja kuoresta tuotettuna saataisiin samalta alueelta 95 000 ton pellettiä vuodessa.

Hake menee tällä hetkellä paperiteollisuuden raaka-aineeksi. Puru ja kuori käytetään joko sahojen omissa lämpökeskuksissa tai Oulun ja Pietarsaaren voimalaitoksilla. Puuperäisestä, helposti kerättävästä polttoaineesta on puutetta em. voimalaitoksilla. Sahojen sivutuotevirroista tullaan todennäköisesti käymään lähivuosina uusjakotarkastelu.

Mikäli sahojen lämpötaloutta kehitetään, lienee pienempimuotoinen, sahoilla tapahtuva puupelletin sivutuotanto kannattavaa toimintaa.

3.3. ENERGIAPUUN ALUEELLINEN VERTAILUTARKASTELU

Pohjois-Pohjanmaan metsäpinta-ala on 3,5 Mha eli 16 % koko maan metsäpinta-alasta 20 Mha. 50 km säteisen vertailulaskelman (R50) metsäpinta-ala on puolestaan 0,5 Mha.

Viisikymmentä kilometriä on avioitu taloudelliseksi suuremman kokoluokan laitoksen raaka-aineen keruusäteeksi.

Metsien tilasto- ja käyttöarvot on laskettu 2003 verraten **liitteessä no 1**.

VMI8 mukaiset metsien rakennejakaumat on esitetty **liitteessä no 2**.

Kainuun energiapuutarkastelussa arvioitiin VMI9 mukailten vuotuisiksi hakkuumahdollisuuksiksi 3,2 Mm³, joista laskettiin vuotuisiksi uudistus- ja harvennushakkuiden pinta-alaksi 31 500 ha. Ala vastaa 3 % metsien pinta-alasta ja näin ollen metsien uusiutumisjakso olisi 33 vuotta.

Vuotuiset, järeeän puustoon perustuvat hakkuukertymät ja pinta-alat ovat jääneet 10 – 15 % alle hakkuumahdollisuuksien. Energiapuusaanto 537 600 m³/v on 0,3 m³/ha laskettuna metsien kokonaispinta-alalle ja 17 m³/ha laskettuna hakkuupinta-alalle.

Arvioitu R50 vuotuinen energiapuun tuotto olisi tältä kannalta tarkasteltuna kaksin - kolminkertainen eli 0,6-1,0 m³/ha per vuosi. Tällöin se vastaisi seutukunnan alueella energiapuumäärää 120 000 – 200 000 m³/vuosi.

KTM energiapuutavoite on 2010 alueellamme on 50 000 m³/vuosi.

Harvennushakkuiden energiapuusaanto per hehtaari vaihtelee 5 – 40 m³/ha.

Öljytuotteiden lämmityskäyttö on maassamme puuksi muunnettuna noin 11 Mm³.

Energiapuun käyttö 2003 oli 2,2 Mm³. KTM:n tavoite 5,0 Mm³ vuonna 2010 vastaa 35 % osuutta öljyn lämmityskäytöstä.

Vertailun vuoksi todettakoon, että liikenteen käyttämä öljytuotemäärä on 2,4-kertainen lämmityskäyttöön verrattuna.

3.4. ENERGIAPUUN HINTA

Puuraaka-aineiden vertailuhinnat ilman arvonlisäveroa ovat Metsäntutkimuslaitoksen selvitysten /2/ (MT 17.03.-04) mukaisesti Pohjois-Pohjanmaalla seuraavat (€/m³):

Laji	Kantohinta	Hankintahinta
Mäntytukki	44,6	47,2
Kuusitukki	38,0	45,2
Mäntykuitu	13,1	23,7
Kuusikuitu	18,0	25,9
Koivukuitu	12,6	23,6

Energiapuuta hankitaan monella eri tavalla. Biowatti Oy maksaa esimerkiksi metsänomistajille energiapuusta kantohintaa 17 €/ha, mistä saannolla 14 m³/ha kertyy kantohintaa 1,2 €/ha.

Toisaalta metsänomistajat ovat esittäneet kantohintaa 2 €/m³ hehtaariperusteisen hinnoittelun asemesta. Tällöin arvellaan energiapuutarjonnan nousevan 50 % nykytasosta.

Metsäkoneyrittäjät ovat valmiita toimittamaan hakerankaa hintaan 15 €/m³. Hakkeen hinta lämpökeskuksilla on noin 9 €/MWh vastaten irtokuutiometrille hintaa 5,4 €/i-m³ ja muunnettuna kertoimella 2,5i-m³/m³ se vastaisi kiintokuutiometrihintaa 13 €/m³.

3.5. TURVEVARAT

Suomen turvetuotanto oli 2003 kokonaisuudessaan 23,4 Mm³, josta Pohjois-Pohjanmaan osuus oli noin 38 % vastaten 9,0 Mm³. Pohjois-Pohjanmaan turvetuotantoala on noin 14 000 ha vastaten energiamäärää 6 000 GWh.

Sadan kilometrin säteellä, R100 on mahdollista lisätä jyrshinturpeen nostoa noin 1,5 – 2,0 Mm³/vuosi. Jos siis pellettitehtaan tuotanto olisi 100 000 tn/vuosi tarvitsisi se raaka-aineeksi 1000 ha turvealueen tuotannon. Turvetta on 100 km säteellä saatavissa moninkertaisesti tämä määrä.

Turpeen pelletointi onnistuu noin 15 % kosteuspitoisuudessa. Pienessä mittakaavassa turvepelletin tuotanto ei ole kilpailukykyistä. Suuremmissa pellettitehtaissa, esimerkiksi Vapon Haukinevan pellettitehtaalla jyrshinturpe kuivataan 15 % kosteuteen ennen pelletointia.

Turvepelletin tuhkapitoisuus on noin kymmenkertainen puuhun verrattuna, mistä johtuen se ei ole sopiva pienten, kevytöljyä korvaavien kattiloiden polttoaineeksi. Suuremmissa kattiloissakin tarvitaan 10 – 20 % osuus puuperäisiä polttoaineita, jotta savukaasujen puhdistus onnistuisi normien mukaisesti.

Jyrshinturvetta on alueella 100 000 ton/a tehtaan tarvetta varten. Vientimarkkinoilla esim. Ruotsissa on kysyntää turvepelletille suurten, sähköä tuottavien voimalaitosten polttoaineeksi. Osaltaan tähän vaikuttaa Ruotsin valtion turpeen käyttöä suosiva verotuspolitiikka. Suomessa käyttöä rajoittaa se, että verokohtelu turvepelletille on vielä avoin.

Turpeen ennustetut energiavarat / 4 / on arvioitu Geologian tutkimuskeskuksen raportissa 156, josta **liitteessä no 3** on Pohjois-Pohjanmaan alueelle arvioitu 2281 TWh. Teknisesti käyttökelpoisia turvevaroja on vastaavasti yhteensä noin 5000 Mm³, **liite no 4**, vastaten noin 40 % maamme turvevaroista.

Eräänä pellettivaihtoehtona on VTT Prosessit / 5 / tutkinut turpeen ja puun seospolttoa, jonka pienhiukkaspäästöt < 2,5 myy, ovat puuta ja turvetta vähäisemmät.

3.6. PELLETIN RAAKA-AINEKUSTANNUKSET

Jyrsinturpeen hinta KTM:n energiakatsauksen 1/2004 mukaisesti on keskimäärin 9 €/MWh käyttökohteella, josta puristussuhteella 5 saadaan turvepelletin raaka-ainehinnaksi 42 €/ton.

Puupellettiin tarvitaan laskennallisesti 2,5 m³/tonni pellettiä. Hakkeesta tuotetun pellettiraaka-aineen hinta on 10 €/MWh, josta kertyy samoin pelletin raaka-ainekustannus 47 €/tonni. Eri polttoaineiden ominaisuudet on esitetty **liitteessä no 5**.

Pelletin hinta Suomessa on arviolta 30 - 50 % pienempi kuin EU:n suurimmissa pelletin käyttäjämaissa Ruotsissa ja Itävallassa johtuen valtiomme öljyn hintaa tukevasta politiikasta.

Puupelletin ja kevytöljyn vertailuhinnat Suomessa, Ruotsissa ja Itävallassa on esitetty seuraavassa:

	Suomi	Ruotsi	Itävalta
- Puupelletti €/ton	140	160	180
- Puupelletti €/MWh	29	34	38
- Kevytöljy €/MWh	44	80	50

Hinnoittelusta selviää, että verotuskohtelusta johtuen kevytöljy on suhteellisesti halvinta Suomessa heikentäen näin kilpailevan puu-/turvepelletin käyttömahdollisuuksia.

Pelletti on öljyyn verrattuna noin 35 % halvempi ja niin ollen kilpailukykyinen.

Pelletin valmistus ja markkinointi tulee kyetä suorittamaan hintaan (29 – 10) €/MWh = 19 € / MWh. Siinä on haastetta erikokoisille tuotantolaitoksille.

Puupelletin raaka-ainehinta lähenee mäntykuitupuun hintaa, joten on odotettavissa, että metsäteollisuudessa tapahtuu energiapuun- ja kuitupuumarkkinoiden uusjakoa.

Keskeinen ongelma lieneekin se, millä energiapuun kantohinnalla voidaan taata riittävä raaka-aineen saanti puupellettiin erikoistuvalla tuotantolinjalla. Toinen ratkaiseva tekijä käytön lisääntymiselle on luonnollisesti se, mitä maksaa märän raaka-aineen kuivaus ja jauhatus ennen pelletointia ja mikä on kevyen polttoöljyn kanssa kilpailevan pelletin markkinahinta.

3.7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Jyrsinturve-esiintymiä ja nostovalmiita turvesoita on selvitysalueella 1,5 – 2,0 Mm³ vuosituotantoa vastaava määrä. Tämä riittäisi kolmen 100.000 –150.000 t/v kokoisen pellettitehtaan raaka-aineeksi.

Turvepelletti vaatii lisäksi noin 20 % puupellettiä voimalaitoskäytössä savukaasujen kalkkikäsittelyn minimoimiseksi.

Sahojen sivutuotteet menevät nykyisin suoraan polttoaineeksi. Osa sahojen sivutuotteista, arviolta noin 95 000 pellettitonin vuosituotantoa vastaava määrä olisi ostettavissa puupelletin raaka-aineeksi. Markkinat määräävät hintatason.

Energiapuun tarjonta riippuu myös kantohintapolitiikasta. Arviolta jo 20 prosentin korotus kiintokuutiohintaan nostaisi energiapuun tuotantoa 50 prosenttia. Energiapuun korjuulaitteistojen kehittyminen mahdollistaa kannattavan ympärivuotisen korjuun, mikä on edellytys tavoitteen 5,0 Mm³ 2010 saavuttamiseksi.

Edelleen edellyttää energiapuuhun perustuva pellettituotanto raaka-aineen kuivauksen ennen pelletointiä. Luonnonkuivauksella ei tavoitteisiin tulla yltämään.

Valmistuksen ja myynnin rajakustannukset ovat noin 19 €/MWh vastaten 90 €/ton.

Jos puupellettiä tuotetaan 50 000 ton per vuosi, tarvitaan raaka-ainetta vuosittain 125 000 m³. Tarkastellun R50 seutukunnan metsät ovat noin 500 000 ha, jolloin niistä on vuosittain otettavissa energiapuuta esimerkiksi pelletin raaka-aineeksi 170 - 400 000 m³.

Koska Raahen terästehtaan yhteydessä kuivausenergiaa on saatavissa, olisikin mahdollista rakentaa sekä jyrsinturvetta, että energiapuuta hyödyntävä yhteensä vähintään 150 000 tonnia pellettiä vuodessa tuottava laitos. Tehtaan toiminta työllistäisi raaka-ainehankintoihin välittömästi arviolta 80 henkilöä.

4. RAUTARUUKKI OYJ, RAAHEN TERÄSTEHTAAN POISTOENERGIAT

4.1. EDELLYTYKSET

Energian käyttäjänä on tarkasteltu märkiä raaka-aineita käyttävää turve- ja puupellettitehdasta, jonka vuosituotanto olisi 100 000 tonnia turvepellettiä ja mahdollisesti 50 000 ton/a puuperäisiä pellettejä. Tehtaan sataman puoleisella alueella on kolmiomainen 2 ha vapaa tontti, joka olisi käytettävissä mm. pellettitehdasta varten.

Terästehdas edellyttää, että yhteistyöhön poistoenergian käyttäjäksi saadaan riittävän suuri toimija. Vaadittu vuotuisen energiatehon tulisi olla vähintään 4 MW, vastaten vuosienenergiamäärää 30 GWh. Toisena ehtona esitetään, että energian käytön tulisi olla ympärivuotista ja mahdollisimman tasaista, jolloin käytöstä on vähiten haittaa terästehtaan prosesseille.

Terästehdas on selvittänyt tähän hankkeeseen liittyen eräiden poistoenergioiden, sintraamon poistoilman ja masuunikaasun vaatimia investointi- ja energiakustannuksia siirrettyinä edellä mainitulle tontille. Tonttialue sijaitsee maantien vieressä ja sen läheisyydessä on myös junavaunujen purkupaikalla varustettu rautatie.

Tehdasalueelta on saatavissa seuraavissa kappaleissa esiteltyjä poistoenergioita, joita voidaan hyödyntää alueella. Yhteenveto on esitetty **liitteessä no 6** :

4.2. SINTRAAMON JÄÄHDYTYSILMA

Jäähdytysilmaa syntyy, kun sintraamon kolmen sintrauslinjan tuottama punahehkuinen sintteri jäähdytetään ilmalla jäähdytystorneissa. Kunkin linjan ilmamäärä on 150 000 nm³/h. Yhdeltä sintrauslinjalta on saatavissa 300 - 150 C lämpötilaerolla noin 8 MW teho. Toiset kaksi sintrauslinjaa tuottavat kaukolämpöä Raahen Energia Oy:lle Raahen kaupunkiin sekä juuri uusittuna matalapainehöyryä tehtaan omaan käyttöön.

Jäähdytysilma on pölypitoista, kiintoainepitoisuus noin 50 mg/nm³, koostumukseltaan normaalia ilmaa. Sintraamo sijaitsee sataman lähellä, jolloin etäisyys tehdastontille on 450 m. Sintrauslinjojen käyttöaste on 95%, joten energian saanti on turvattu.

Kaikkiin suoraa kaasua käyttäviin kuivausprosesseihin liittyy poistokaasun puhdistusprosessi, jota käsitellään kustannusten yhteydessä.

Sintraamon jäähdytysilmasta voidaan lämpö siirtää myös suljettuna piirinä höyryn tai kuumaöljyn välityksellä. Tällainen vaihtoehto mahdollistaisi välillisen, epäsuoran kuivausprosessin, jolloin myös höyrytoimiset kuivausprosessit tulisivat kysymykseen. Tällöin vältetään poistokaasujen puuttuessa niiden puhdistukselta. Menetelmä on tulossa käyttöön Suomessa kahteen Vapon pellettikuivaamoon. Kuivaushöyryn lämpötila on helposti säädettävissä käyttämällä masuunikaasua lisäpolttoaineena.

4.3. COWPER- ELI INERTTIKAASU

Cowper- eli inerttikaasu on hapetonta, happipitoisuus alle 1,0 %, masuunikaasun polttamisesta jäävää savukaasua. Savukaasua saadaan esimerkiksi, kun masuunien palamisilman esilämmittimet, Cowper - uunit kuumennetaan 1100 C masuunikaasua polttamalla.

Kaasu on lämpötilaltaan 170 – 230 C, siis hapetonta ja puhdasta, sillä kiintoainepitoisuus on alle 10 mg/nm³ (=normaalikuutiometriä lämpötilassa 20 astetta celsiusta). Kaasumäärä on 220 000 nm³/h per masuuni joka vastaa noin 8 MW lämpötehoa. Kaasu on hiilen palamistuote jolloin sen hiilidioksidipitoisuus onkin varsin huomattava 0,917 kg/nm³.

Mikäli kaasua käytetään 4 MW tehoisesti 8000 tuntia vuodessa, siirtyy samalla hiilidioksidipäästöjä 1,6 Mton per vuosi. Cowpereiden etäisyys kolmiotontilta on noin 750 m.

Uunien käyttö on jaksottaista, jolloin kaasua on saatavissa tunnin ajan kahden ja puolen tunnin jaksoissa. Tämä edellyttää useamman uunin rinnakkaiskäyttöä.

4.4. MASUUNIKAASU

Masuunikaasu on masuuniprosessissa syntyvä hiilen palamistuote. Se on pääasiallinen terästehtaan voimalaitoksen polttoaine. Masuunikaasun lämpöarvo on 3,5 MJ/nm³ eli 0,97 kWh/nm³.

Masuunikaasua polttamalla saataisiin 8 400 nm³/h kaasuvirralla lämpöteho 8,0 MW, mikä riittäisi kuivausprosesseihin. Masuunikaasun palamislämpötila nousee 1 300 C. Näin kuuma kaasu ei sovellu suoraan käytettäväksi suorakuivausprosesseissa vaan

vaatii sekoitusväliaineen tai nesteen / höyryn siirtoainekseen. Masuunikaasun mahdollinen haaroituspiste sijaitsee 800 m osoitetulta tontilta.

4.5. INERTTI- JA MASUUNIKAASUYHDISTELMÄ

Eräänä kuivauskaasuvaihtoehtona on sekoittaa poltettu masuunikaasu em. inerttikaasun kanssa, jolloin seossuhteella voidaan säätää kuivauskaasun lämpötilaa sopivaksi kuivausprosessin kannalta. Polttaminen voidaan tehdä myös pellettitehtaan alueella, jolloin tarvitaan erilliset putkistot inertti- ja masuunikaasulle.

Jos esimerkiksi 110 000 nm³/h, 200 C kuumaan inerttikaasuun sekoitetaan 4200 nm³/h masuunikaasun palamistulos, saadaan tulokseksi 130 000 nm³/h kuivauskaasua lämpötilaltaan 300 C ja kuivausteholtaan 8 MW.

4.6. KOKSAAMON SAVUKAASUT

Terästehtaan koksaamolta on käytettävissä savukaasuvirta 100 000 nm³ tunnissa, lämpötilaltaan 350 C. Savukaasuvirran lämpöteho 120 C käytettynä on 8,5 MW.

Koksaamo sijaitsee kuitenkin 2 000 m etäisyydellä satamasta, joten suora kaasun siirto ei tule kysymykseen. Lämpöenergia on toki mahdollista hyödyntää välillisesti höyry- tai kuumaöljyprosessina.

4.7. NORMALISOINTIUUNI 1

Kaasuvirta on 10 000 nm³/h, lämpötila 300 C, teho 0,7 MW. Normalisointiuunit sijaitsevat valssaamolla noin 2 000 m etäisyydellä satamasta. Lämpövirta voitaneen hyödyntää paikallisesti.

4.8. NORMALISOINTIUUNI 2

Sijaitsee myös valssaamolla, kaasumäärä 1 500 nm³/h, lämpötila 700 C ja tehoarvio 0,3 MW. Hyödynnettävissä paikallisesti tai ulkopuolisesti. Normalisointiuuni 2 sijaitsee Rautaruukin alueen ulkoreunalla. Katso liite no 1.

4.9. HÖYRY 8 BAR, 5 TON/H

Terästehtaalta on valmiina 8 ja 30 bar höyrylinjat öljysäiliöalueelle, joka sijaitsee sataman läheisyydessä. Höyryä, 8 bar on arvioitu riittävän 5 ton/h, lämpötila noin 170 C. Jos lauhdelämpötila on 100 C, saadaan 5 ton/h höyrymäärästä noin 3 MW kuivausteho, mikä rajoittaa kuivauskäyttöä.

4.10. HÖYRY 30 BAR, 1 TON/H

Öljysäiliöalueella on käytettävissä myös 1 ton/h kapasiteettinen 30 bar höyryputkisto. Höyryn lämpötila on noin 230 C. Kapasiteetista saatava kuivausteho jää alle 1 MW.

4.11. RAAHEN ENERGIA OY, KAUKOLÄMPÖ

Terästehtaalta on olemassa Raahen Energia Oy:n osittain omistama ja käytössä oleva kaukolämpölinja satama-alueelle. Linjan koko on NS 200 / 150 / 125 ja ympärivuotinen menoveden lämpötila taataan 115 C.

Kaukolämpö on hyödynnettävissä puutavarakuivaamoissa lämmön lähteenä. Lämpötila on liian matala pelletin raaka-aineen kuivaukseen.

4.12. ENERGIOIDEN YHTEISKÄYTTÖ

Puualan käsittelytarpeissa kuuman ilman / inerttikaasun ja höyryjen yhdistelmät mahdollistavat esimerkiksi kuumakuivauksen sekä puuaineksen lämpökäsittelyn. Samoin kaukolämpö-höyry yhdistelmä on toimiva puutavaran kuivauksessa. Masuunikaasu mahdollistaa yli 1 000 C lämpötilojen käyttösovellutukset.

4.13. JOHTOPÄÄTÖKSET

Poistoenergioiden alustava hintatarkastelu osoittaa, että ne ovat kilpailukykyisiä ja hyödynnettävissä monilla teollisuuden aloilla. Lisäarvoa energiavaltaisten teollisuusalojen sijoittumiselle Raahen satamaympäristöön.

Tavoitteena jatkotoimenpiteille on saada suuri energian pääkäyttäjä, jonka toiminta mahdollistaisi monipuolisen poistoenergiavalikoiman sisältävän putkilinjaston rakentamisen satama-alueelle.

Terästehtaan läheisyys voi aiheuttaa ajoittain pölypäästöjä, jotka täytyy huomioida alueen toimintoja suunniteltaessa.

Raahen kaupunki ja Pohjois-Pohjanmaan liitto selvittää kevään –05 kuluessa erillisessä hankkeessaan tarkemmat eri energiavaihtoehtojen kustannuslaskelmat. Tällöin määriteltäneen todelliset poistoenergioiden myynti- ja siirtohinnot.

5. ISÄNTÄLINJAN RAAKA-AINEEN KUIVAUS

5.1. KUIVAUSMENETELMÄT

Pelletin raaka-aineen kuivauslaitteistoista on esitetty jaottelu esiselvityksessä sivu 30 kuten myös TKK, Henrik Holmbergin esitelmässä Puupolttoaineiden kuivaus / 2 /.

Suomessa on käytössä sahanpurulle lähinnä rumpukuivaus suorana kuivausmenetelmänä pienemmässä mittakaavassa.

Luleå Energi Ab käyttää pellettitehtaallaan Luulajassa lämpölaitoksen 450C savukaasulla toimivaa myötävirtaan tapahtuvaa suoraa rumpukuivausmenetelmää.

Vapo on kuivannut turvetta turvepelletin raaka-aineeksi Haukinevan tehtaallaan vajaan vuoden ajan. Kuivaus tapahtuu höyryllä Atlas-Stord kiekkoaijalla. Kokemukset menetelmästä ovat hyviä. Vastaava kuivaaja puupelletin raaka-ainetta, sahanpurua varten on hankkeilla Vapon Ilomantsin tehtaalle.

Pienet, niin sanotut isäntälinjan pelletöintikoneet ovat teholtaan 0,15 - 1,0 ton/h. Koneet vaativat kuivan, noin 15 % kostean raaka-aineen pelletöintiä varten. Pienitehoisia raaka-aineen kuivauslaitteita ei ole saatavilla toistaiseksi.

5.2 KESKEISET KUIVAUSPARAMETRIT

Kosteuden poistaminen pelletöitävästä raaka-aineesta tapahtuu kosteusveden höyrystämisen avulla. Suurissa kuivauslaitteissa käytetään yleisesti vesikilon höyrystämisen ominaisenergia-arvoa 0,85 kWh. Pienissä sovellutuksissa katson arvon 1,0 kWh / kg vettä olevan kohtuullinen.

Pelletin raaka-aineen kuivumisnopeuteen vaikuttavat monet tekijät. Ensimmäiseksi korostaisin raaka-aineen lähtökosteutta.

Tuoreella puulla kosteus vaihtelee vuodenajan ja kasvukauden mukaan. Esimerkiksi metsähakkeen vuotuinen kosteusvaihtelu on 40 – 55 %m / 3 / välillä energiatihedden vaihdellessa 0,7 – 0,8 MWh/i-m³.

Sahanpurun ja kuoren osalta vaikuttaa lähtökosteuteen varastointitapa. Ulkovarastointi ilman katosta nostaa lähtökosteuden 50 => 70 %, jolloin kuivaa puukiloa kohti on kuivattava kaksi kiloa vettä. Näin ollen raaka-aine on syytä varastoida katoksen alle.

Kuivauskaasun lämpötila ja kaasumäärä vaikuttavat suoraan kuivausnopeuteen. Hakkeen keinokuivauksessa käytetään tavanomaisesti 100 C kaasun lämpötilaa. Puuperäisille aineille voidaan myötävirtauksessa käyttää yli 300 C lämpötiloja.

Kaasun virtausnopeus nopeuttaa kuivausta tiettyyn rajaan saakka, mutta kostautuu huonompana ominaisenergian kulutuksena.

Kuivumisnopeuteen puuhakkeella oleellisimmin vaikuttava tekijä on kuivattavan hakeaineen paksuus.

Sitä voidaan tarkastella partikkelin pinta-alan ja tilavuuden suhteena:

Esimerkiksi:

Tyyppi	Koko	P-ala/Til m ² /m ³
Hirsi	230 mm	20
Lankku	2 x 4 ”	60

Lauta	1 x 4 ”	120
Hake	15x20x40	280
Hake	5x15x20	630
Viiltohake	1 x 10x20	1300

Lisäksi puusyiden suunnassa kosteus siirtyy yli kaksi kertaa nopeammin kuin poikkisuunnassa. Tätä on käytetty perinteisesti hyväksi lastulevyteollisuudessa.

5.3 VIILTOHAKETUS

Rakensimme 2,2 kW oksahakkurista viiltämällä toimivan koehakkurin lisäämällä ja suuntaamalla terät siten että leikkaus tapahtui viiltävästi iskevän leikkauksen asemasta. Näin valmistetulla viiltohakkeella, **liite no 8**, saatiin 200 C inerttikaasulla kuivausajat vastaamaan sahanpurua.

Lisäksi viiltävän hakkurin energian tarve on noin 30 % pienempi kuin tavanomaisella hakkurilla.

Kun viilto suoritetaan noin 45 kulmassa syihin nähden, murenee hake kuivauksen yhteydessä pelletöintiin sopivaan karkeusasteeseen, eikä erillistä vasaramurskausta ilmeisesti tarvita.

5.4 RUUVILEIJUKUIVAINKOEILU

Rautaruukki Oy rakensi I masuunin yhteyteen Cowper-uunille no 4 **liitteen no 7** mukaiset NS 300 / NS 100 inerttikaasuyhteet, joista uunin 1,5 tuntia kestävän lämmitysjakson aikana saatiin kuivauskaasuksi + 150 - + 200 C kuivaa inerttikaasua. Inerttikaasuhan on masuunikaasun palamistuote, joka sisältää alle 1 % happea. Kaasulla voitiin suorittaa Cowperi-uunin lämmitysjakson loppuvaiheessa noin tunnin pituisia kuivauskokeita sekä ruuvileijukuivaimella että pelkällä leijukuivaajalla.

Tämän selvityksen keskeisenä tavoitteena oli rakentaa ja kokeilla 0,2 – 1,0 ton/h tuotannolle tarkoitettuja puuraaka-aineen kuivauslaitteita.

Kuivausmenetelmänä käytettiin suoraa kuumakaasukuivausta, leijupetisovellutuksena niin, että materiaali syötettiin kierukkaruuvien avulla.

Kuivaava inerttikaasu syötettiin omalla paineellaan, **liitteet no: 10 – 12**, minkä lisäksi laite varustettiin taajuusmuuttajakäyttöisellä kiertokaasupuhaltimella. Myös kierukan syöttönopeus oli säädettävissä taajuusmuuttajalla.

Leijupetimenetelmään päädyttiin, koska suora kaasukuivaus on tehokas ja riittävän suuri kaasun kuivauslämpötila on yksinkertaisesti saavutettavissa. Edelleen kuivauksen tehokkuus on helposti todennettavissa ja säädettävissä poistokaasun lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella.

”Pajaolosuhteissa” suoritettiin sähkölämmitteisellä kuumalla ilmalla kuivauskokeita. Tällöin kyettiin 50 %m kostea sahanpuru kuivaamaan 3 minuutin aikana pelletöintikosteuteen.

Kuivain osoittautui tyydyttävästi toimivaksi varsinkin ”märästä” päästään. Raaka-aineen kuivuttua alle 30 % kosteuteen sen ominaispaino pieneni niin, että vakio puhalluspaineella kuiva pää kuohui ruuvin yläpuolella ja märkä pää päästi osan kaasusta ruuvien poistopuolelta ohitse.

Ruuvien pohja, puhallussäleikkö oli tasarakoinen. Poistuvan kaasun lämpötilassa päästiin noin 80 C, mikä vastaa RH 50 %. Näin ollen laitteen hyötysuhde oli vain 50 % poistokaasun kokonaislämpösisältöön verrattuna.

5.5 LEIJUKUIVAAJA

Seuraavassa koeversiossa korvattiin kierukkaruuvi reikälevyllä, mikä suurensi kuivaajan otsapinta-alan 0,34 m². Laitte kuvat **liitteessä 9 ja 14**

Kuivaaja varustettiin kahdella taajuusmuuttajakäyttöisellä puhaltimella, joista toisella siirrettiin kuumaa, 200 C inerttikaasua ja toisella säädettävästi joko inertti- tai kiertokaasua.

Materiaalin kulku kuivaajalla toteutettiin kaasun ohjauksella. Laitteistolla ajettiin eri kehitysvaiheiden kuluessa 16 kuivauskertaa. Poistuvan inerttikaasun lämpötila saatiin laskemaan noin 50 C, mikä vastaa suhteellista kosteutta 70 %. Tällöin poistokaasun energiasisällöstä on seinämähäviöt huomioimatta siirtynyt poistohöyryyn 70 %, mitä on pidettävä hyvänä saavutuksena.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että poistokaasuista yleensä kaukolämpökäytössä saadaan talteen 30 – 70 % välillisten lämmön siirtolaitteiden avulla.

Raahessa, lokakuun 30. päivänä 2004

Eero Lehtola

LIITTEET:

- no 1: Metsätilastojen vertailu VMI9
- no 2: Pohjois-Pohjanmaan metsien rakenne VMI8
- no 3: Turpeen ennustetut energiavarat
- no 4: Teknisesti käyttökelpoiset turvevarat
- no 5: Polttoaineiden ominaisuuksia
- no 6: Rautaruukki: Poisto- ja käyttöenergiavaihtoehdot
- no 7: Rautaruukki Oy: Inerttikaasuyhteet
- no 8: Viiltohake, lähikuva
- no 9: Leijutuskoelaite
- no 10: Ruuvileijukuivain
- no 11: Ruuvileijukuivain, lähikuva
- no 12: Ruuvileijukuivain, koetilanne
- no 13: Leijukuivain, koetilanne
- no 14: Leijukuivain, lähikuva

- LÄHTEET: no 1: Metla, Metsäntutkimuslaitos, Lisätiedote 14.10.2004
- no 2: Maaseudun tulevaisuus 17.03 2004
- no 3: Puuenergian teknologiaohjelma 1999 – 2003
- no 4: Geologian tutkimuskeskus, Suomen turvevarat 2000
- no 5: Puun käyttöseminaari 2004: VTT Prosessit, prof. Veli Linna
- no 6: Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke - Esiselvitys
- no 7: TKK, Henrik Holmberg: Puupolttoaineiden kuivaus

Liite no 1

METSÄTILASTOJEN VERTAILU: SUOMI – POHJOIS-POHJANMAA - R 50 KM

Pohjois-Pohjanmaan metsäpinta-ala on 16 % koko maan metsäpinta-alasta.

Viimeinen R 50 sarakkeessa on laskettu puuston arvot 50 kilometrin keruusäteeltä Pohjois-Pohjanmaan metsäarvoihin perustuen..

	<i>Suomi</i>	<i>PPM</i>	<i>R 50 km</i>
<i>Metsien pinta-alat:</i>	<i>20 Mha</i>	<i>3,5 Mha</i>	<i>0,5 Mha</i>
<i>Kokonaispuusto</i>	<i>1 600 Mm3</i>	<i>200 Mm3</i>	<i>30,0 Mm3</i>
<i>Vuotuinen kasvu</i>	<i>70 Mm3</i>	<i>8,8 Mm3</i>	<i>1,3 Mm3</i>
<i>Hakkuut 2003</i>	<i>54,7 Mm3/a</i>	<i>4,2 Mm3/a</i>	<i>0,6 Mm3/a</i>
<i>Energiapuuresurssit K:0,3</i>	<i>6 Mm3/a</i>	<i>0,6 Mm3/a</i>	<i>0,15 Mm3/a</i>
<i>Energiapuuresurssit K:1,0</i>	<i>20 Mm3/a</i>	<i>2,0 Mm3/a</i>	<i>0,5 Mm3/a</i>
<i>Toteutunut käyttö 2003</i>	<i>1,7 Mm3/a</i>	<i>0,10 Mm3/a</i>	<i>0,04 Mm3/a</i>
<i>KTM tavoite 2004</i>	<i>2,2 Mm3/a</i>	<i>0,22Mm3/a</i>	<i>0,055 Mm3/a</i>
<i>KTM tavoite 2010</i>	<i>5,0 Mm3/a</i>	<i>0,50 Mm3/a</i>	<i>0,125 Mm3/a</i>
<i>Energiapuun arvo 2010</i>	<i>100 M€</i>	<i>10,0 M€</i>	<i>1,00 M€</i>
<i>Urakoitsijamäärä 2010</i>	<i>2 000</i>	<i>300</i>	<i>50</i>

Pellettitehdas 50 000 tn/a tarvitsee puuraaka-ainetta 0,12 Mm3/a.

K:0,3 = Vuosittainen energiapuusaanto on 0,3 m3/ha,

K:1,0 = Vuosittainen energiapuusaanto on 1,0 m3/ha.

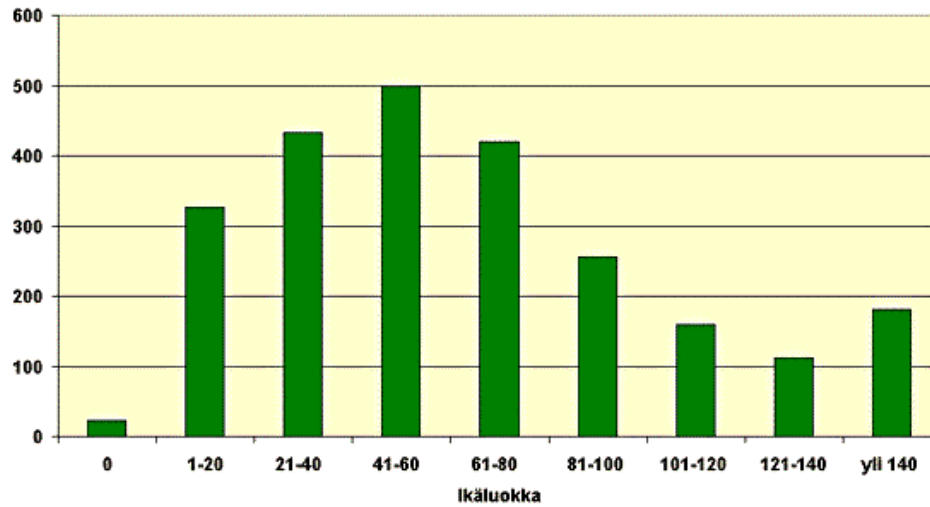
Hakkuuylijäämästä ja metsien nuoresta rakenteesta johtuen tulisi jokaiselta metsähehtaarilta ottaa vuosittain harvennuspuuta 1,0 m3 kymmenen vuoden ajan, jotta ikäluokkavinoutuma saataisiin oikaistua.

POHJOIS- POHJANMAAN METSÄT

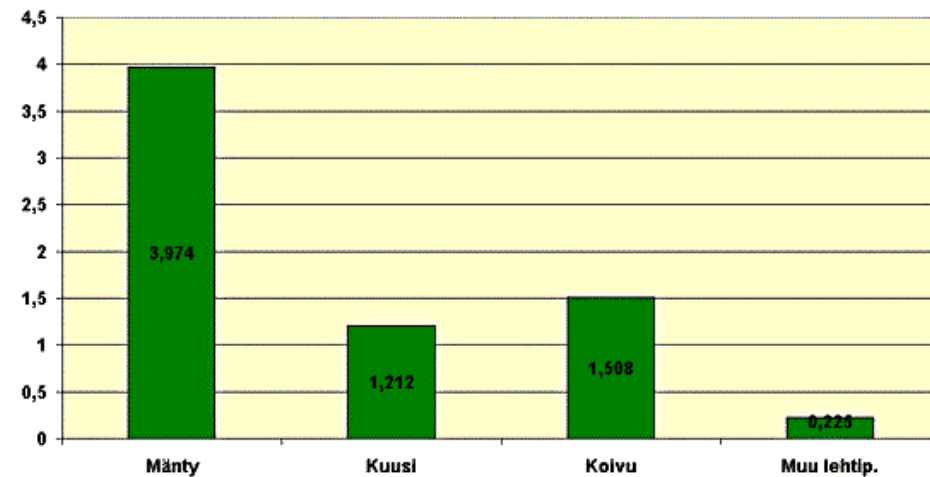
Liite no 2

Pinta-ala,
1000 ha

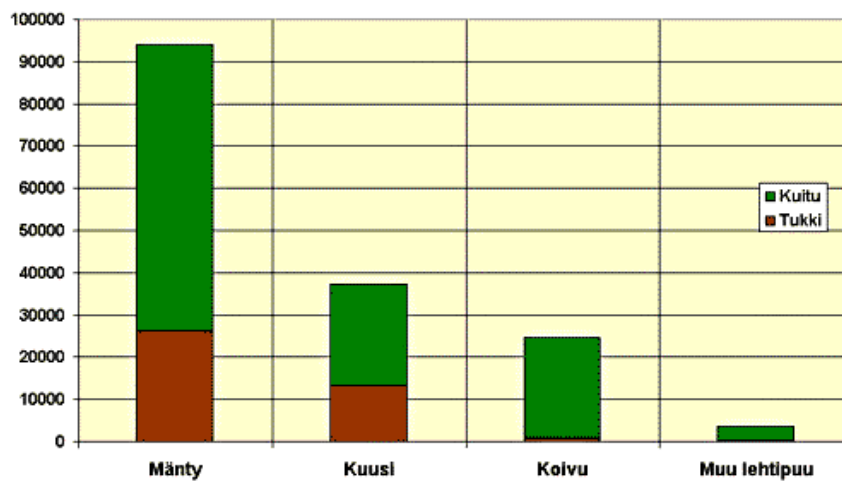
Metsämaan ikäluokat

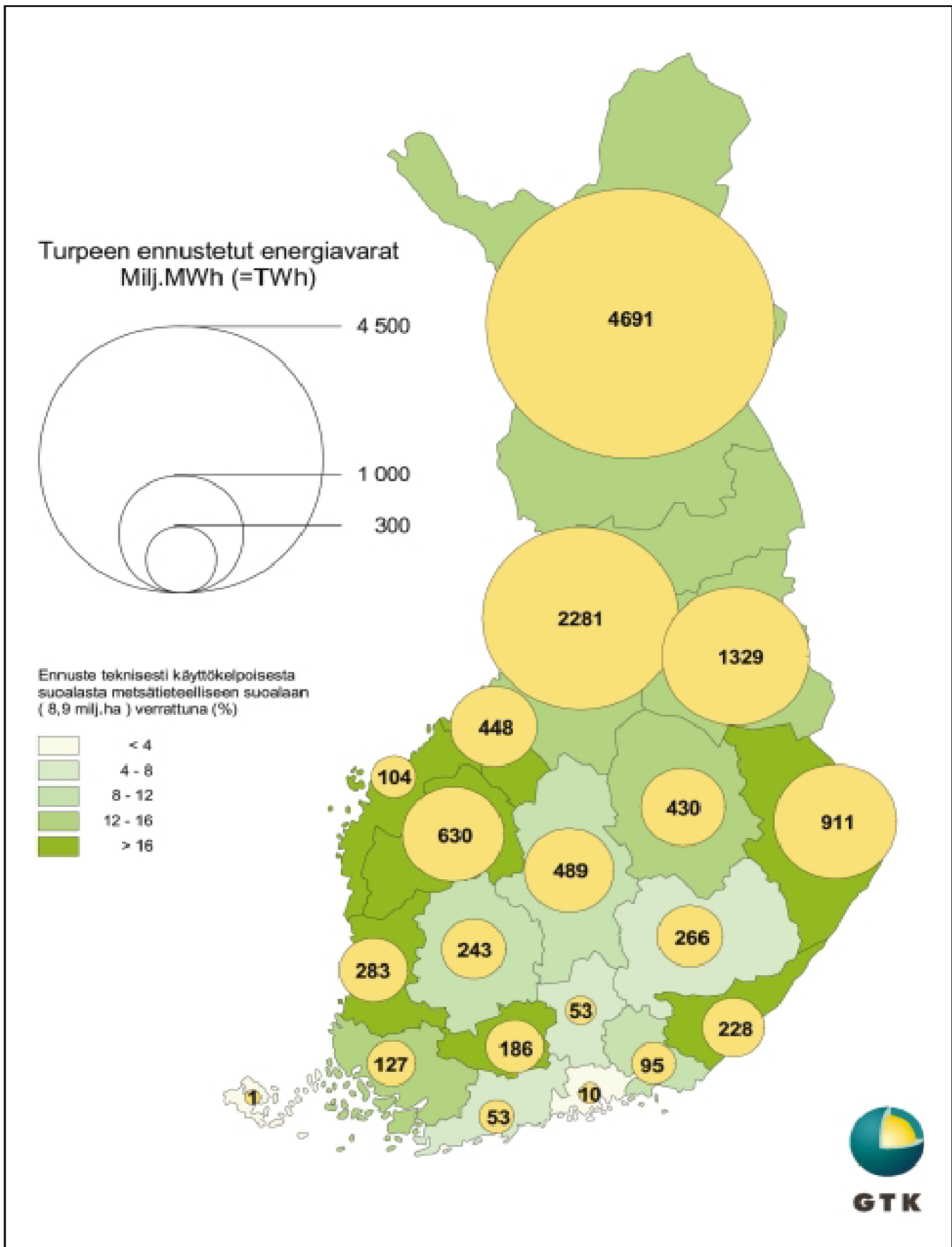
Kasvu,
milj. m³/v

Kokonaiskasvu puulajeittain

Tilavuus,
1000 m³

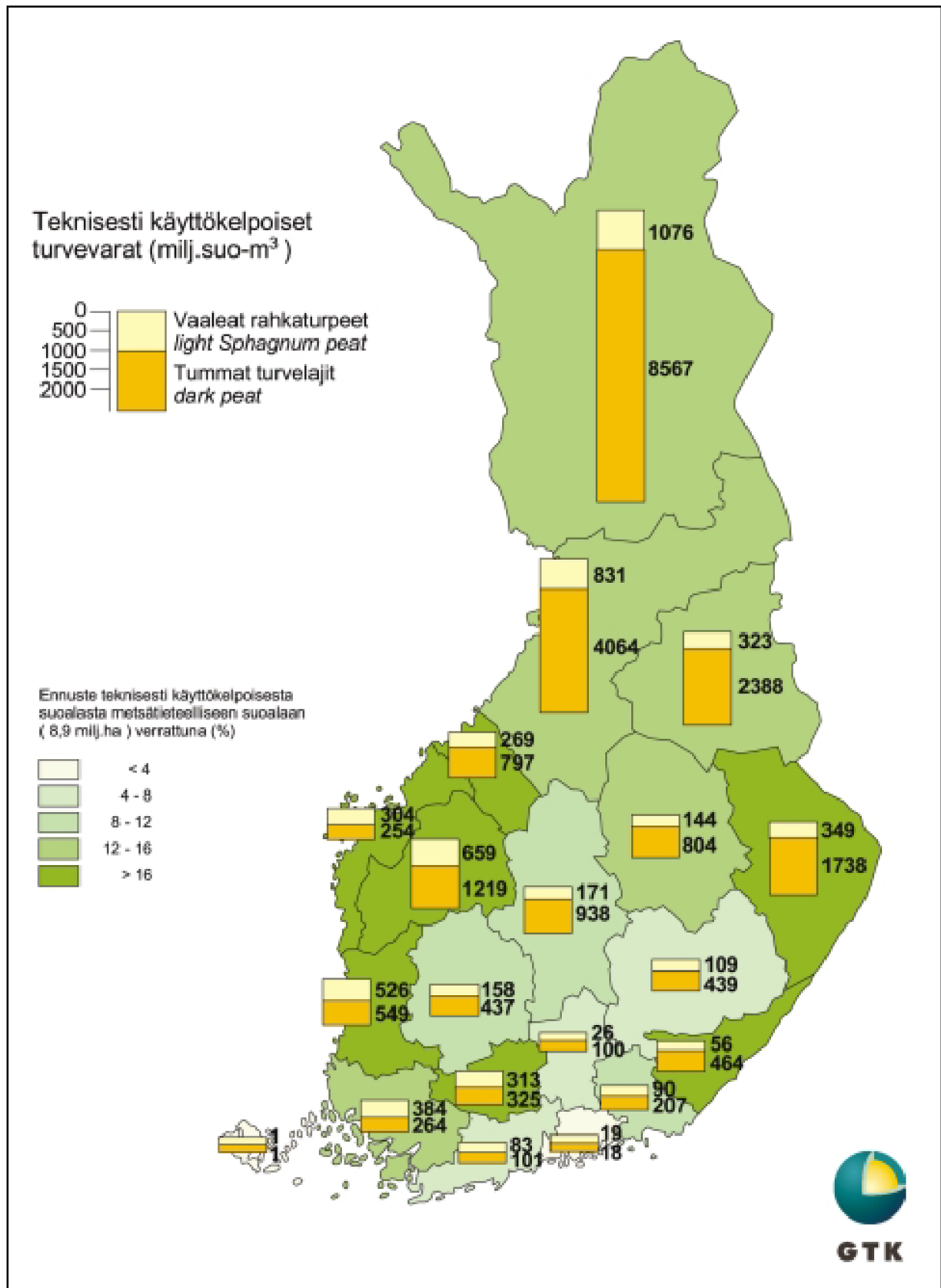
Puuston kokonaistilavuus puutavaralajeittain





Kuva 48. Ennuste teknisesti käyttökelpoisen turpeen energiavaroista maakunnittain (milj. MWh).

Fig. 48. Estimated energy reserves (million MWh) of technically suitable peat reserves by province.



Kuva 47. Ennuste teknisesti käyttökelpoisista turvevaroista maakunnittain (milj. suo-m³). Turvevarat on jaoteltu vaaleisiin rahkaturpeisiin ja tummiin turvelajeihin.

Fig. 47. Estimated volume of technically suitable peat reserves (million m³). Peat reserves have been divided into light Sphagnum peat and dark peat forming species. See Fig. 46, p. 77.

Liite no 5: Polttoaineiden ominaisuuksia

Tyypillisiä polttoaineiden tehollisia lämpöarvoja ja tiheyksiä

(Lähde: KTM:n Energiatilastot ja VTT Energia)

Mittayksikkö	GJ	MWh	toe	t/m ³	euroa/MWh
Polttoaine					
Raakaöljy tonni	41,868	11,63	1,00	0,855	3,0
Raskas polttoöljy tonni	40,60	11,27	0,970	0,955	24,0
Kevyt polttoöljy tonni	42,50	11,80	1,015	0,845	44,0
Dieselöljy tonni	41,50	11,53	0,991	0,845	76,0
Nestekaasut tonni	46,30	12,86	1,106	0,580	
Kivihiili tonni	25,211	7,003	0,602	0,800	11,0
Koksi tonni	29,30	8,139	0,700	0,750	
Maakaasu 1km ³	36,00	10,00	0,860	0,732	16,0
Masuunikaasu 1km ³	3,79	1,053	0,091	5-9,0	
Koksikaasu 1km ³	16,70	4,639	0,399		
Mustalipeä tonni	11,70	3,250	0,279	1,415	
Koivupilke p-m ³	5,40	1,50	0,129	0,400	21,3
Sekapilke p-m ³	4,51	1,25	0,107	0,350	20,0
Polttohake i-m ³	2,88	0,80	0,069	0,300	10,0
Sahanpuru i-m ³	2,16	0,60	0,052	0,300	5,0
Kutterin lastu i-m ³	1,80	0,50	0,043	0,100	
Havupuun kuori i-m ³	2,16	0,60	0,052	0,300	5,0
Koivun kuori i-m ³	2,52	0,70	0,060	0,350	5,0
Puupelletit tonni	16,92	4,70	0,404	0,690	29,0
Palaturve i-m ³	5,04	1,40	0,120	0,380	9,8
Jyrsinturve i-m ³	3,24	0,90	0,077	0,320	9,3
Biokaasu nm ³	14,4 - 28,8	4 - 8	0,344 - 0,688		

Kiintokuutiometri = m³. Yksi kiintokuutiometri vastaa noin 2,5 irtokuutiometriä

Irtokuutiometri = i-m³. Yksi irtokuutiometri on noin 0,40 kiintokuutiometriä eli 0,4 m³

Pinokuutiometri = p-m³ tarkoittaa kehysmitoiltaan 1 m³:n tiiviisti pinottua, yleisimmin pilkkeiden muodostelmaa.

Yksi pinokuutiometri on keskimäärin 0,67 kiintokuutiometriä eli 670 litraa.

POHJOIS-POHJANMAAN PELLETTIHANKE

Liite no 6

RAUTARUUKKI OYJ RAAHEN TERÄSTEHDAS

POISTO - JA KÄYTTÖENERGIAVAIHTOEHDOT

Energia	L-tila/C	Delta T/C	Teho/MW	Soveltuvuus
Sintraamon jäähdytys- Ilma				
150 000 nm ³ /h	300	150	8,0	Kuumakuivaus
Inerttikaasu				
220 000 nm ³ /h	230	130	8,0	Kuumakuivaus
Masuunikaasu				
5 000 nm ³ /h	1300	1100	4,5	Lämpökäsittely
Inerti- ja masuunikaasu				
110 000 nm ³ /h ik 4 200 nm ³ /h mk	300	150	8,0	Kuumakuivaus
Koksaamon savukaasu				
100 000 nm ³ /h	350	230	8,5	Kuumakuivaus
Koksikaasu				
1 000 nm ³ /h	1700	1500	0,5	Polttoleikkaus
Normalisointiuuni 1				
10 000 nm ³ /h	300	200	0,7	Kuumakuivaus
Normalisointiuuni 2				
1 500 nm ³ /h	700	600	0,3	Lämpökäsittely
*Höyry 8 bar				
5 ton/h	170	70	3,0	Höyrykäsittely
*Höyry 30 bar				
1 ton/h	230	130	1,0	Höyrykäsittely
**Kaukolämpö				
140 m ³ /h	115	40	6,5	Lämminilmakuivaus

* Rakennettu öljysäiliölle asti

** Rakennettu Presteelille asti

Liite 7: Inerttiyhteet



Liite 8: Viiltohaketta (lähikuva)

VIILTOHAKETTA, LÄHIKUVA

LIITE NO 8



Liite 9: Leijutuskoelaite



Liite 10: Ruuvileijukuivain



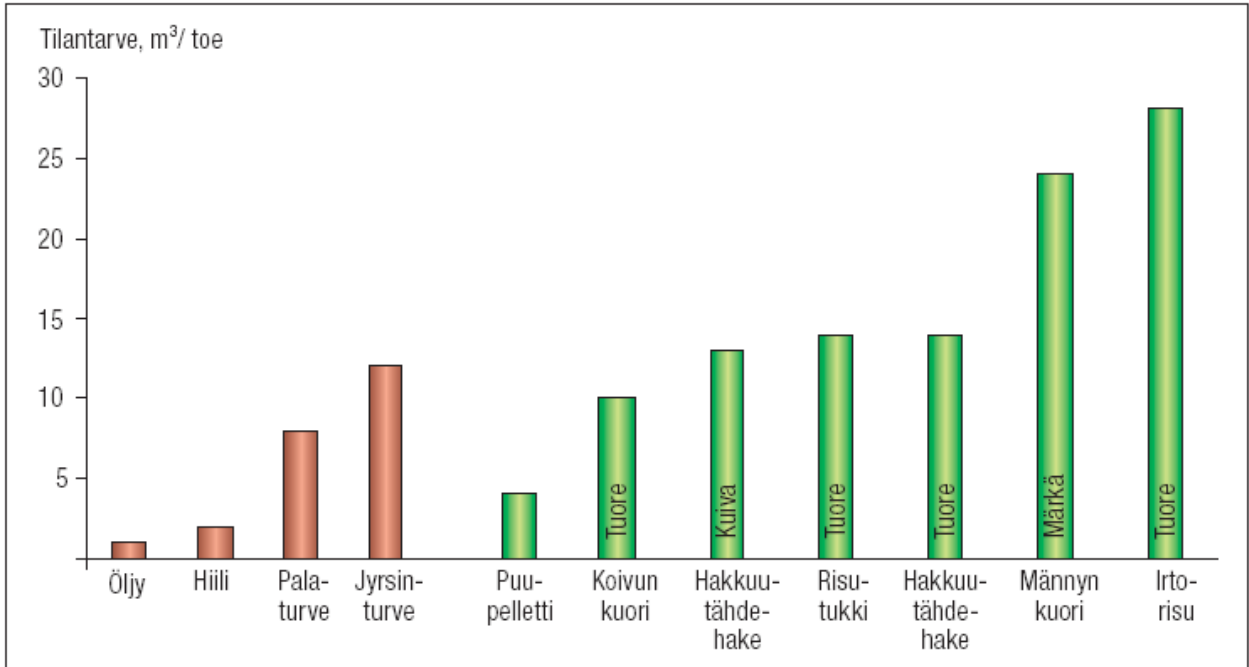
Liite 11: Ruuvileijukuivain, lähikuva



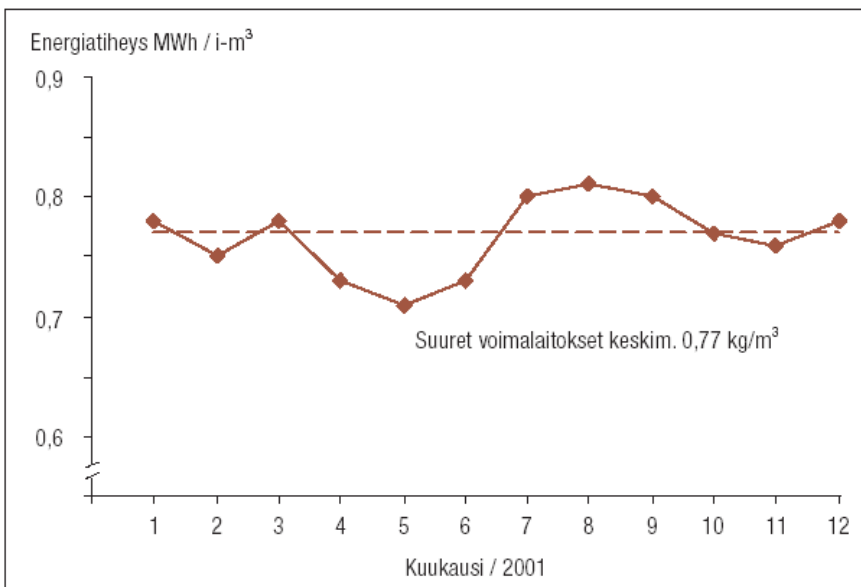
Liite 12: ruuvileijukuivain, koetilanne.



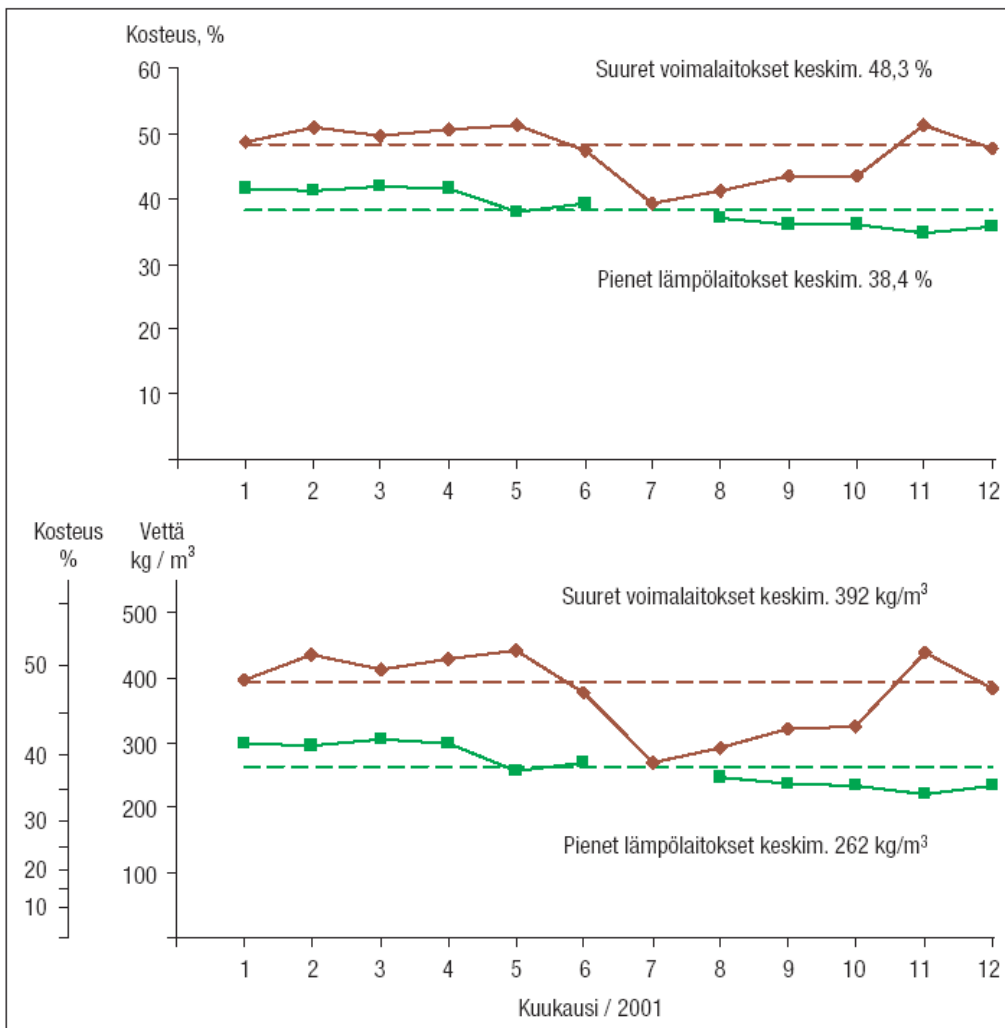
Liite 13: Kosteuden vaikutus lämpösisältöön



Kuva 58. Polttoaineitten suhteellinen tilantarve autokuljetuksessa.



Kuva 57. Metsähakkeen keskimääräinen energiateiheys vuonna 2001 kolmen suuren voimalaitoksen keskiarvona (33).



Kuva 55. Metsähakkeen kosteuden vaihtelu vuoden 2001 aikana neljän suuren voimalaitoksen ja seitsemän pienen lämpölaitoksen keskiarvona (33).

Liite 14: leijukuivain, koetilanne



Liite 9

Pohjois-Pohjanmaan pellettihanke
Timo Karjalainen

22.3.2005

Pulkkilan aluelämpö

Laskelma perustuu eräiden Pulkkilan liike- ja toimistorakennusten muuttamiseksi puuenergialle. Rakennuksia on kaikkiaan kolme kappaletta, joiden rakennustilavuus on 14 000 m³. Rakennusten vaatima huipputehon tarve on 250 kW. Energiankulutus on nykyisin 250 MWh, joka tuotetaan kahdella lämpökeskuksella, joissa polttoaineena on kevyt polttoöljy.

Investointi käsittää myös lämpölinjan rakentamisen n. 30 metrin matkalle (DN 40). Kiinteistöihin asennetaan myös lämmönvaihdinpaketit, joiden kustannuksista vastannee lämmönostaja.

Laskelmat esitetään pelletti- ja hakevaihtoehdoille, joille molemmille laskenta tehdään huipputehon eli 250 kW:n ja 150 kW tehon mukaisina. Lämpökeskukset toteutetaan lämpökonttiratkaisuina. Pienempi lämmöntuotantoteho vastaa noin 60 % huipputehosta, joten huipputehon ja mahdollisen kesäajan on käytettäisiin myös jompaa kumpaa nykyistä öljykattilaa. Pienemmällä kontilla voidaan ajaa hyvin 40 kW:n teholla verrattain hyvällä hyötysuhteella.

Lähtötiedot

Kaikkien tarkasteluvaihtoehtojen investoinnit lasketaan tasapoistoin 15 vuoden maksuajalle ja 4 %:n korolle.

Hakevaihtoehdon kynnyskysymys on lämpöyrittäjän tai lämmitystyöstä vastaavan henkilön löytyminen. Koska lämpökonttien hakkeen syöttösiilon tilavuus on pieni, kontin lähelle tarvitaan hakkeen välivarasto, jota lämpökonttia syötetään etukuormaimella. Lasketuissa hakevaihtoehdoissa välivaraston kustannus otetaan huomioon. Joissain tapauksissa lämpökonttiratkaisu voidaan toteuttaa rinneratkaisuna, jossa hakekuorma voidaan kipata suoraan hakesiiloon. Tällöin hakesiilon koko pitää olla riittävän iso, jotta täysi kuorma saadaan hyvin mahtumaan hakesiiloon.

Pellettivaihtoehdoissa siilojen tilavuuden lasketuissa esimerkeissä ovat riittävät pelletti-toimitusten kannalta. Suuremmassa 250 kW:n lämpökontissa on 39 m³ siilokoko, joka edellyttää kolmea täyttökertaa vuodessa ja pienemmän 150 kW:n kontin siilokoko 15 m³ vaatii noin 7 täyttökertaa vuodessa. Käytetty polttoaineen hinta on arvonlisäveroton.

Laskennan tuloksena saadaan seuraavat lämmöntuotantokustannukset (ks. liitteet)

Lämpökontin koko	Pelletti €/MWh	Hake €/MWh
250 kW	54,00	53,20
150 kW	50,90	49,30

Tarkastelua

Pienemmällä lämpökonttivaihtoehdolla energia tulee halvemmaksi kuin suuremmalla konttikoolla. Energiaa tarvitaan lähes pelkästään lämmitykseen, on energiankulutus epätasaista vuoden aikana. Suuremmalla konttivaihtoehdolla huipun käyttöaika jää alhaiseksi.

Hakevaihtoehto olisi kannattavin vaihtoehto eteenkin jos haketoimituksia olisi lähialueella muuallekin ja polttoaineen hankinnan logistiikka saataisiin täten kokonaisuutena järkeväksi. Kannattaisi selvittää, olisiko mahdollista ostaa hakepolttoaine siiloon toimitettuna. Lämpökontin fyysinen ympäristö ratkaisee hyvin pitkälle suoraan siiloon toimituksen mahdollisuuden.

Hyvä vaihtoehto olisi toteuttaa energian tuotanto pienemmällä pellettikonttiratkaisulla.

Liite 1

Pulkkilan lämpökeskus

Timo Karjalainen/22.3.2005

Pelletti, 250 kW

Lähtötiedot:

Lämpökontin teho	250 kW
Pellettien hinta	21,25 €/MWh
Kevytöljyn hinta	38,00 €/MWh
Hyötysuhde	90 %
Energiasta tuotetaan pelleillä	100 %

Taloustarkastelu:

Maksuaika	15 v
Korko	4 %

Investointi

lämpökontti 250 kW	60 000	sis alv
Varastosiilo 39 m ³	0	
Rakennustekniset työt	2 000	
Kanaali	4 000	
Putkityöt kattilahuoneessa	2 030	
Sähköt., valvonta	5 000	
Suunnitelmat, asiakirjat	3 000	76 030 €
Avustusprosentti	20	
Yhteensä, €	<u>60 824</u>	

Kiinteät kustannukset

Vuotuiset pääomamenot	5 471
Huollot, korjaukset, vakuutukset	<u>1 200</u>
Yhteensä, €/v	<u>6 671</u>

Muuttuvat kustannukset

Polttoaine

- pelletit	5 903
- öljy	0
Muut kulut	919
Yhteensä, €/v	<u>6 821</u>

Yksikkökustannus 53,97 €/MWh

Huipunkäyttöaika	1000 h
Tuotettu lämpöenergia	250 MWh
Tuotetaan pelletillä	250 MWh

Pulkkilan lämpökeskus

Timo Karjalainen/22.3.2005

Hake, 250 kW

Lähtötiedot:

Lämpökontin teho	250 kW
Hakkeen hinta	12,00 €/MWh
Kevytöljyn hinta	38,00 €/MWh
Hyötysuhde	90 %
Energiasta tuotetaan hakkeella	95 %

Taloustarkastelu:

Maksuaika	15 v
Korko	4 %

Investointi

lämpökontti 250 kW	60 000	sis alv
Varastosiilo 39 m3	0	
Rakennustekniset työt	22 000	
Kanaali	4 000	
Putkityöt kattilahuoneessa	2 030	
Sähköt., valvonta	5 000	
Suunnitelmat, asiakirjat	3 000	96 030 €
Avustusprosentti	20	
Yhteensä, €	<u>76 824</u>	

Kiinteät kustannukset

Vuotuiset pääomamenot	6 910
Huollot, korjaukset, vakuutukset	1 200
Yhteensä, €/v	<u>8 110</u>

Muuttuvat kustannukset

Polttoaine	
- pelletit	3 166
- öljy	528
Muut kulut	<u>1 500</u>

Yhteensä, €/v 5 193

Yksikkökustannus 53,21 €/MWh

Huipunkäyttöaika 950 h
 Tuotettu lämpöenergia 250 MWh
 Tuotetaan hakkeella 238 MWh

Pulkkilan lämpökeskus

Timo Karjalainen/22.3.2005

Pelletti, 150 kW

Lähtötiedot:

Lämpökontin teho 150 kW
 Pellettien hinta 21,67 €/MWh
 Kevytöljyn hinta 38,00 €/MWh
 Hyötysuhde 90 %
 Energiasta tuotetaan pelleteillä 90 %

Taloustarkastelu:

Maksuaika 15 v
 Korke 4 %

Investointi

lämpökontti 150 kW	45 410	sis alv	
Varastosiilo 15 m3	0		
Rakennustekniset työt	2 000		
Kanaali	4 000		
Putkityöt kattilahuoneessa	2 030		
Sähköt., valvonta	5 000		
Suunnitelmat, asiakirjat	3 000		61 440 €
Avustusprosentti	20		
Yhteensä, €	<u>49 152</u>		

Kiinteät kustannukset

Vuotuiset pääomamenot	4 421
Huollot, korjaukset, vakuutukset	908
Yhteensä, €/v	<u>5 329</u>

Muuttuvat kustannukset

Polttoaine	
- pelletit	5 417
- öljy	1 056
Muut kulut	919
Yhteensä, €/v	<u>7 391</u>

Yksikkökustannus 50,88 €/MWh

Huipunkäyttöaika	1500 h
Tuotettu lämpöenergia	250 MWh
Tuotetaan pelletillä	225 MWh

Pulkkilan lämpökeskus

Timo Karjalainen/22.3.2005

Hake, 150 kW

Lähtötiedot:

Lämpökontin teho	150 kW
Pellettien hinta	12,00 €/MWh
Kevytöljyn hinta	38,00 €/MWh
Hyötysuhde	90 %
Energiasta tuotetaan hakkeella	90 %

Taloustarkastelu:

Maksuaika	15 v
Korko	4 %

Investointi

lämpökontti 150 kW	45 410	sis alv
Varastosiilo 39 m3	0	
Rakennustekniset työt	22 000	
Kanaali	4 000	
Putkityöt kattilahuoneessa	2 030	
Sähköt., valvonta	5 000	
Suunnitelmat, asiakirjat	3 000	81 440 €
Avustusprosentti	20	
Yhteensä, €	<u>65 152</u>	

Kiinteät kustannukset

Vuotuiset pääomamenot	5 860
Huollot, korjaukset, vakuutukset	908
Yhteensä, €/v	<u>6 768</u>

Muuttuvat kustannukset

Polttoaine	
- hake	2 999
- öljy	1 056
Muut kulut	1 500
Yhteensä, €/v	<u>5 554</u>

Yksikkökustannus

49,29 €/MWh

Huipunkäyttöaika	1500 h
Tuotettu lämpöenergia	250 MWh

Tuotetaan hakkeella

225 MWh