

# ENERGIAPILKE-KONSEPTIN SOVELTUMINEN KÄYTÄNTÖÖN

Tuula Strömberg

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2011

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Luonnonvara- ja ympäristöala





Tekijä(t) STRÖMBERG, Tuula	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 10.1.2011
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi ENERGIAPILKE-KONSEPTIN SOVELTUMINEN KÄYTÄNTÖÖN		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) VESISENAHO, Tero		
Toimeksiantaja(t) Lämpöyrittäjyyden ja polttopuuliiketoiminnan kehittämishanke		
Tiivistelmä <p>Energiapilke-konseptin mukaan tuotetut pilkkeet myydään energiasisällön perusteella aiemman tilavuusmitan sijaan. Tämän työn tavoitteena oli tutkia pilkeyrittäjien kokemusten perusteella, soveltuuko Energiapilke-konsepti toteutettavaksi pilkeyrityksissä ja mitä parannusehdotuksia menetelmän kehittämiseksi tulee esille sekä kuinka asiakkaat kokevat energiasisältöön perustuvan pilkekaupan.</p> <p>Energiapilke-konseptin mukaista tuotantoa lähti kokeilemaan neljä pilkeyrittäjää keväällä 2010. Seurannassa mukana olleille yrittäjille etsittiin heidän tuotantomalliinsa sopivat pilkkeiden punnitus- ja kosteusnäytteiden ottomenetelmät ja niihin tarvittavat laitteet. Syksyllä uuden lämmityskauden alussa yrittäjiä haastateltiin heidän kokemuksistaan Energiapilke-konseptista. Haastattelussa kerättiin mielipiteitä konseptin eri vaiheista ja kysyttiin parannusehdotuksia konseptin kehittämiseksi. Myös asiakkailta kerättiin kokemuksia haastattelulla.</p> <p>Konseptin kehittämiseksi nousi selvimmän esiin tarve automatisoida kosteusnäytteiden kerääminen pilkekoneissa. Muita parannettavia seikkoja olivat tiedonsiirto pilkekasalta Excel-tiedostoon ja käsittely-yksiköiden massan punnitseminen niiden siirtelyvaiheessa. Tuotannon kannattavuuden näkökulmasta katsottuna nähtiin hyvin tärkeäksi tiedottaa kuluttajille energiasisältöön perustuvasta pilkekaupasta, jotta energiasisällön mukaan myytävälle pilkkeelle olisi kysyntää. Lisätyö eri vaiheissa huomattiin, mutta sitä ei pidetty merkittävänä. Energiapilke-konseptin toteuttamisesta saatiin apua pilkkeiden kuivumisen seurantaan. Saatu tieto ja kokemukset nähtiin aiheutunutta työn menekkiä suurempana hyötynä.</p> <p>Haastattelujen perusteella pilkkeiden lämpöenergisältö kiinnostaa asiakkaita, jos tietoa vain on mahdollista saada. Asiakkaat ovat laatu-tietoisia ostaessaan puuta lämmitykseen ja he tietävät, miten polttopuun sisältämä kosteus vaikuttaa puun poltto-ominaisuuteen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) pilke, klapi, polttopuu, lämpöarvo, bioenergia		
Muut tiedot		



Author(s) STRÖMBERG, Tuula	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 10.1.2011
	Pages 55	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title THE APPLICABILITY OF THE ENERGIAPILKE -CONCEPT		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) VESISENAHO, Tero		
Assigned by 'Development of heat energy entrepreneurship and firewood trade' project		
Abstract <p>The chopped-wood, which is manufactured according to the Energiapilke -concept, is sold on the basis of the energy content. The aim of this work was to investigate if the Energiapilke-concept conforms to manufacturing of chopped firewood on the grounds the experience in manufacturing of chopped firewood. It was also asked what sorts of proposals for improvement are given. This work also investigates what the customers think of the trading of chopped firewood based on the energy content.</p> <p>In spring 2010 four producers began to put to the test the production of chopped-wood according to the Energiapilke -concept. Suitable methods for weighing and collecting of samples moisture content sample and equipment needed were selected for each producer. In the autumn the producers were interviewed for their experiences of the concept. The opinions and the proposals for the improvement of the concept were asked by the interview. Some customers were interviewed, too. On the grounds of the follow-up and the interview it was estimated if it were profitable to adopt the Energiapilke -concept and what should be improved.</p> <p>The most important things still to be developed are the automatic sampling of the sawdust, the data transmission from the chopped firewood heap to the Excel -table and weighing of the chopped firewood during transfer. According to the producers it is very important that customers are informed of the firewood sold on the energy content basis in order to increase the demand. The extra work in different phases was noticed but not considered significant. The Energiapilke -concept helped the monitoring of the drying of chopped-firewood. The knowledge and learning from the experiences were considered to be more significant than the extra work, time and trouble. According to the customers the energy content of the chopped firewood is of interest, if the information is available. The customers are conscious of the quality of chopped firewood and they know how moisture affects the combustion properties of the firewood.</p>		
Keywords firewood, chopped wood, heating value, bioenergy		
Miscellaneous		

# KIITOKSET

Kiitos kaikille myötävaikuttaneille, jotka edistivät tämän työn valmistumista.

Kiitos Matti Monthan, Riitta ja Hannu Mäkinen, Ilkka Pietilä, Pasi Sironen, Tero Vesisenaho, Ari Erkkilä, Hannu Vilkkilä, Raija Hämäläinen ja vuosikurssini opiskelukaverit hyvästä yhteistyöstä.

Petäjävedellä 7.1.2011 *Tuula Strömberg*

## SISÄLTÖ

1	KOHTI LUOTETTAVAMPAA PILKEKAUPPAA .....	4
1.1	Pilkekauppa Suomessa .....	4
1.2	Käsitteitä .....	4
1.3	Tavoite ja toimenpiteet .....	5
2	ENERGIAPILKE-KONSEPTI .....	6
3	SEURANNASSA MUKANA OLLEET YRITTÄJÄT .....	7
3.1	Seuranta .....	7
3.2	Pilkkeet 15 m <sup>3</sup> :n häkkeihin .....	8
3.3	Pilkkeet 1 m <sup>3</sup> :n verkkosäkkeihin .....	9
3.4	Pilkkeet 3,2 m <sup>3</sup> :n häkkeihin .....	13
3.5	Pilkkeet kasaan .....	15
4	ENERGIAPILKE-KONSEPTIN SOVELTAMINEN .....	16
4.1	Kosteusnäytteiden otto .....	16
4.2	Kosteuden analysointi .....	20
4.3	Alkumassan punnitus .....	21
4.3.1	Punnitus koukkuvaa'alla .....	21
4.3.2	Punnitus palkkivaa'alla .....	23
4.3.3	Punnitus haarukkavaunuvaa'alla ja koukkuvaa'alla .....	26
4.4	Mittaustietojen käsittely .....	28
4.5	Kuivumisen seuranta välipunnituksin .....	28
4.6	Massan punnitus toimitettaessa .....	30
5	YRITTÄJIEN KOKEMUKSET KONSEPTIN ERI VAIHEISTA .....	31
5.1	Kokemusten kerääminen .....	31
5.2	Kosteusnäytteiden ottaminen ja kosteuden määrittäminen .....	32
5.3	Alkumassan punnitus .....	33
5.4	Tavoitemassan laskenta .....	33
5.5	Kuivumisen seuranta välipunnitusten avulla .....	34

	2
5.6 Toimituksen yhteydessä tapahtuva punnitus .....	34
6 YRITTÄJIEN EHDOTUKSET KONSEPTIN PARANTAMISEKSI .....	35
7 ASIAKKAIDEN KOKEMUKSET .....	36
7.1 Haastattelu .....	36
7.2 Polttopuun energiasisältö .....	37
7.3 Polttopuiden laatu .....	37
7.4 Pilkekaupan mittayksiköt .....	38
7.5 Polttopuiden markkinointi.....	38
8 PARANNUSEHDOTUSTEN KÄSITTELYÄ.....	39
8.1 Yrittäjä- ja asiakaspalaute.....	39
8.2 Purunäytteen keräämisen automatisointi.....	39
8.3 Tuoteseloste .....	40
9 POHDINTA .....	43
9.1 Tavoitteiden toteutuminen .....	43
9.2 Työn merkitys .....	44
9.3 Jatkotoimet .....	45
LÄHTEET .....	47
LIITTEET .....	49
LIITE 1. Haastattelukysymykset yrittäjille .....	49
LIITE 2. Haastattelukysymykset asiakkaille .....	50
LIITE 3. Tuotantoketjut.....	51
LIITE 4. Tavoitemassan laskentataulukko.....	52
LIITE 5. Kynällä täytettävä tuoteselostemalli.....	53
LIITE 6. Koivun energiasisältötaulukko .....	54
LIITE 7. Excel-taulukolla täytetty tuoteselostemalli .....	55
KUVIOT	
KUVIO 1. Pilkkeet varastoidaan häkeissä. ....	8
KUVIO 2. Japa 700 -klapikone ja rankateline .....	9
KUVIO 3. Palax 70s -pilkekone .....	10

KUVIO 4. Pilkkeet valmistetaan verkkosäkkeihin kuormalavojen päälle. ....	11
KUVIO 5. Syöttöpöytä täytetään pyöräkuormaajalla. ....	11
KUVIO 6. Pilkesäkit siirretään pyöräkuormaajalla. ....	11
KUVIO 7. Kuivat pilkkeet varastoidaan katoksessa. ....	12
KUVIO 8. Pilkkeiden jakeluun käytetään MB 1217 -kuorma-autoa. ....	13
KUVIO 9. Pilke Master -pilkekone. ....	14
KUVIO 10. Pilkkeet 3,2 m <sup>3</sup> :n verkkohäkeissä. ....	14
KUVIO 11. Pilkkeet kuivataan kasassa. ....	15
KUVIO 12. Rakenteilla oleva pilkekatos. ....	16
KUVIO 13. Japan pilkekoneesta purunäyte kerättiin maassa olevaan muoviastiaan. ....	17
KUVIO 14. Muovipussista ja -kanisterista valmistettu purunkerääjä Pilke Masterissa. ....	18
KUVIO 15. Purunäytteen pussitus. ....	18
KUVIO 16. Purunäytteen kerääminen Palax-pilkekoneesta. ....	19
KUVIO 17. Purunäytteet koottiin kannelliseen astiaan. ....	19
KUVIO 18. Purunäyte Kern MLB 50 -kosteusanalysaattorin vaa'alla. ....	21
KUVIO 19. Klapisäkkien punnitus Tamtron-koukkuvaa'alla. ....	22
KUVIO 20. Tamtron-koukkuvaaka. ....	23
KUVIO 21. Joka toinen täytettävistä säkeistä punnitaan palkkivaa'alla. ....	24
KUVIO 22. DG Gemini -palkkivaaka. ....	24
KUVIO 23. Traktorin hydraulikkaöljyn paineesta mittaavan vaa'an tulosta verrattiin palkkivaa'an tulokseen. ....	25
KUVIO 24. Pilkehäkin massan punnitus palkkivaa'alla. ....	26
KUVIO 25. Pilkehäkin punnitus Rocla-haarukkavaunuvaa'alla. ....	27
KUVIO 26. Pilkesäkin punnitus koukkuvaa'alla. ....	27
KUVIO 27. Klapisäkkien välipunnitus. ....	29
KUVIO 28. Klapisäkin välipunnitus palkkivaa'alla. ....	29
KUVIO 29. Pilkehäkin välipunnitus palkkivaa'alla. ....	30
KUVIO 30. Dini Argeo MCWN -koukkuvaaka. ....	31
KUVIO 31. Isossa BIG X 50 -klapikoneessa on sisäänrakennettu puruimuri. ....	40
KUVIO 32. Hakki Pilke -klapikoneen ulkopuolinen puruimuri. ....	40
KUVIO 33. Excel-pohjaisen tuoteselosteen etusivu. ....	42

# 1 KOHTI LUOTETTAVAMPAA PILKEKAUPPAA

## 1.1 Pilkekauppa Suomessa

Suomessa poltettiin pientaloissa 6,7 miljoonaa kiintokuutiometriä (milj. m<sup>3</sup>) puuta lämmityskaudella 2007/2008. Määrä on noussut seitsemässä vuodessa yhdeksällä prosentilla. Poltetusta puusta kolme neljäsosaa oli pilkkeitä ja halkoa. Pilkkeitä poltettiin 3,8 ja halkoja 1,1 milj. m<sup>3</sup>. Loput 1,8 milj. m<sup>3</sup> poltetusta puusta oli haketta, sahauksen sivutuotteita ja rakentamisen jätepuuta. Koivu oli puulajeista suosituin. Koivua poltettiin 2,2 milj. m<sup>3</sup>. Muita lehtipuita, mäntyä ja kuusta poltettiin kutakin vähintään 1 milj. m<sup>3</sup>. Polttopuun kokonaismäärästä 30 % poltettiin maataloilla, 60 % muissa asuinkiinteistöissä ja 10 % vapaa-ajan asunnoissa. Yhdessä pientalossa poltettiin puuta vuodessa keskimäärin 4,6 m<sup>3</sup>. Vapaa-ajan asuntojen polttopuun kulutus oli keskimäärin 1,8 m<sup>3</sup> ja maataloilla 15 m<sup>3</sup>. (Torvelainen 2009.)

Polttopuukauppaa on perinteisesti käyty tilavuuteen perustuen pino- tai irto-kuutiometreinä. Tilavuuteen perustuva polttopuukauppa on antanut sijaa erilaisille käsityksille polttopuun määrästä ja aiheuttanut väärinkäsityksiä. Irto-kuutiometreinä myyty polttopuun määrä tuntuu pinottuna pienemmältä määrältä. Lisäksi polttopuun kosteudesta tai massasta ei yleensä ole tietoa, joten puiden lämpöenergiasisältö jää epätietoisuuteen.

Polttopuukaupan selkeyttämiseksi on laadittu Energiapilke-konsepti, jonka mukaan pilkekauppaa käytäisiin energiasisältöön perustuen. Polttopuun sisältämä energiasisältö lasketaan puiden massan ja kosteuden perusteella.

## 1.2 Käsitteitä

*Pilke* sanalle on muodostunut kaksi merkitystä eri aikoina. Sotien aikaan 1940-luvulla bensiiniä riitti vain tärkeimpien kuljetusten turvaamiseksi rintamalla. Suurimmassa osassa armeijan autoja ja lähes kaikissa siviiliautoissa voimanlähteinä olivat puukaasuttimet eli häkäpöntöt. Puukaasuttimien polttoaineena käytettiin *pilkettä*. (Jermo 1974, 228.) Koivu- tai leppähalot katkottiin sirkkelillä 5–10 cm pitkiksi kiekoksi, jotka pilkottiin *pilkkeiksi*. Armeijan tarpeisiin pilkettä valmistettiin ympäri maata talkoilla. (Leiponen 1987, 272–273.)



Nykyisin pilke on synonyymi sanalle klapi. Ne ovat keskuslämmityskattiloissa ja tulisijoissa poltettavaa 0,25–0,50 m pitkää katkaistua ja halkaistua puuta. (Alakangas 2000, 17–18.) Tässä työssä pilke-sanaa käytetään tarkoittamaan samaa kuin klapi.

*Polttopuu* on yleisnimitys kaikelle puupolttoaineelle.

*Halko* on noin 1 m pitkä halkaistu tai pyöreä pölkky.

*Ranka* on yleensä pienikokoisesta puusta karsittu runko. (Alakangas 2000, 17–18.)

*Kiintokuutiometri* ( $k\text{-m}^3$ ) on kuin täyttä puuta oleva kuutio, jonka kaikki sivut ovat metrin mittaisia.  $1 k\text{-m}^3 = 2,5 i\text{-m}^3$

*Pinokuutiometri* ( $p\text{-m}^3$ ) tarkoittaa kehysmitoiltaan  $1 \text{ m}^3$  pinottua puuta.  $1 p\text{-m}^3 = 1,67 i\text{-m}^3$ .

*Irtokuutiometri* ( $i\text{-m}^3$ ) on kuin laatikko (jonka mitat ovat kaikki 1 m), jossa puut ovat heiteltyinä tai pilkekoneen täyttämänä sekaisin. (Erkkilä & Alakangas 2008, 8–9.)

### 1.3 Tavoite ja toimenpiteet

Tämän työn tavoitteena oli tutkia Energiapilke-konseptin teorian soveltumista käytäntöön pilketuotannossa. Keväällä 2010 neljä pilkeyrittäjää alkoi toteuttaa Energiapilke-konseptin mukaista tuotantoa käytännössä. Syksyllä yrittäjiltä kerättiin haastattelemalla kokemuksia konseptin eri vaiheista: kosteusnäytteiden ottamisesta, alkumassan punnitsemisesta ja loppumassan määrittämisestä. Lisäksi kerättiin yrittäjiltä saatuja parannusehdotuksia konseptin kehittämiseksi. Haastattelukysymyksistä koottiin lista, jonka mukaan haastattelu eteni (ks. liite 1). Myös asiakkailta kerättiin mielipiteitä energiasisältöön perustuvas- ta pilkekaupasta (ks. liite 2). Asiakkaiden yhteystiedot saatiin yrittäjältä, joka oli sopinut asiakkaan kanssa yhteystietojen luovuttamisesta haastattelua varten. Tulosten perusteella analysoitiin, kannattaako Energiapilke-konseptia kehittää edelleen, miten sitä tulisi kehittää ja kannattaako sitä ottaa käyttöön.

Energiapilke-konseptin kehittämisellä ja käyttöön ottamisella on merkitystä polttopuukaupassa vallitsevien väärinkäsitysten poistamiseksi. Konseptin käyttöönotolla pyritään myös pilketuotannon tehostamiseen ja kannattavuuden parantamiseen lisäämällä pilkkeiden laatua ja asiakastyytyväisyyttä. Energiasältöön perustuva polttopuun hinta mahdollistaa eri energiamuotojen hintojen vertailun. Menetelmä mahdollistaa myös aiemmin vähemmän arvostettujen puulajien myymisen lämmönlähteeksi niiden energiasisällön mukaan. Energiapilke-konsepti valmistui vuonna 2006, eikä sen soveltuvuutta käyttöön ole aiemmin tutkittu.

## 2 ENERGIAPILKE-KONSEPTI

Energiapilke-konsepti valmistui *Uusi pilkkeen käsittelykonsepti valmistuksesta asiakkaalle-PUUT46* -tutkimushankkeen tuloksena. Hanke toteutettiin Tekesin *Puupolttoaineiden pientuotannon ja -käytön panostusalueella* vuosina 2004–2005. Hankkeen päätoteuttajat olivat Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimuskeskus. Hankkeessa oli mukana myös Jyväskylän ammattikorkeakoulun Luonnonvarainstituutti. (Erkkilä, Kaipainen, Paappanen, Alakangas, Lindblad, Sikanen, Tahvanainen, Kähkönen & Airaksinen 2006, 4.)

Energiapilke-konseptin mukaan tuotetun polttopuun energiasisältö kWh/kg tunnetaan. Polttopuun energiasisältöön vaikuttaa eniten puun kosteus. Konseptin mukaan pilkkonnan yhteydessä puun puruista analysoidaan kosteus ja käsittely-yksikön massa punnitaan tyhjänä sekä pilkkeitä täynnä. Käsittely-yksikkö yksilöidään myöhempää tunnistamista varten. Mittaustiedot tallennetaan laadittuun Excel-taulukkoon. Taulukon avulla alkukosteuden ja massan perusteella voidaan laskea haluttua toimituskosteutta vastaava tavoitemassa jokaiselle käsittely-yksikölle. Puiden kuivumista seurataan välipunnituksilla. Massan ja kosteuden perusteella voidaan laskea käsittely-yksikölle tai toimittavalle pilke-erälle energiasisältö.

Yrityskohtaisesti valitaan käyttöön sopiva kosteusnäytteen keruumenetelmä ja punnitusmenetelmä. Kosteusnäytteen keruumenetelmän valinta riippuu pilke-

koneesta ja purusuihkusta. Kosteus mitataan puiden katkaisupurusta. Kosteusnäytettä kerätään yhden pilkontapäivän puruntuotannosta niin, että näyte edustaa samaa puulajia ja on samasta raaka-aineen toimituserästä. Näytteeksi kerätään joko koko päivän puruerä tai joka 30 minuutin välein pätkittävän puun katkaisupurut. Purut kerätään kannelliseen muoviasiaan, josta kosteus ei pääse haihtumaan. Purujen kosteus määritetään kosteusanalysointilaitteella. Punnitusmenetelmä valitaan käsittely-yksikön mukaan. Punnitukseen on käytettävissä erilaisia vaakoja.

## **3 SEURANNASSA MUKANA OLLEET YRITTÄJÄT**

### **3.1 Seuranta**

*Polttopuuliiketoiminnan kehittäminen* -seminaarissa keväällä 2010 tiedusteltiin polttopuuyrittäjien halukkuutta lähteä hankkeeseen mukaan kokeilemaan Energiapilke-konseptia käytännössä. Mukaan seurantaan lähti neljä pilkeyrittäjää: Matti Monthan Jyväskylän Vaajakoskelta, Riitta ja Hannu Mäkinen Saarijärveltä (Puumäkinen Oy), Ilkka Pietilä Petäjävedeltä (IP-Puu ja Kone) ja Pasi Sironen Saarijärven Pylkönmäeltä. Pilkeyrittäjät alkoivat käytännössä toteuttaa Energiapilke-konseptin mukaista pilketuotantoa ja tuottivat osan tuotannostaan konseptin mukaan. Mukaan lähteneiden yrittäjien pilketuotantoa ja -markkinointia seurattiin kesän ja syksyn aikana. Seurannan aikana mitattiin konseptin eri työvaiheisiin kuluva aikaa, mitattiin kuivumista välipunnituksin, tutkittiin uunikuivauksella luonnonkuivatun pilkkeen kosteutta ja sen hajontaa sekä kerättiin käsittely-yksiköiden sisältä kosteus- ja lämpötilahavaintoja.

Seurannassa mukana olleille yrittäjille etsittiin jokaisen tuotantomalliin sopivat pilkkeiden punnitus- ja kosteusnäytteiden ottomenetelmät ja niihin tarvittavat laitteet. Sopivien menetelmien löydyttyä yrittäjiä opastettiin laitteiden käytössä ja eri työvaiheiden suorittamisessa. Liitteessä 3 on esitetty yrittäjien nykyiset tuotantoketjut ja konseptin mukaiseen tuotantoon valitut vaihtoehdot.

Kaikille neljälle seurantaan mukaan lähteneelle pilkeyrittäjälle pilkkeen tuotanto on sivutoimista. Vuosittaiset tuotantomäärät vaihtelivat 250–500 i-m<sup>3</sup> eri

yrittäjien välillä. Eri yrittäjien tuotantoketjuissa suurin ero oli erilaisissa käsittely-yksiköissä. Pilkkeitä valmistettiin 1,4 m<sup>3</sup>:n verkkosäkkeihin, 3,2 m<sup>3</sup>:n häkkeihin, 15 m<sup>3</sup>:n häkkeihin tai maahan kasaan. Kaikki yrittäjät käyttävät pilkkeiden kuivattamiseen luonnonkuivausta.

### 3.2 Pilkkeet 15 m<sup>3</sup>:n häkkeihin

Monthan valmistaa pilkkeet Japa 700 -pilkekoneella 15 m<sup>3</sup>:n häkkeihin (ks. kuvio 1). Häkit ovat 2,0 m korkea betoniverkkoa, ja ne on kasattu neljän kuormalavan päälle. Häkin halkaisija on noin 3 metriä. Pilkehäkit kasataan päältä kuperaksi, jotta ne on helppo peittää syksyllä. Yrittäjä ostaa polttopuun raaka-aineen pystykaupalla metsänomistajilta ja korjaa puun itse. Puulaji on pääosin koivua, mutta yrittäjä valmistaa myytäviä polttopuita myös haavasta ja lepästä.



KUVIO 1. Pilkkeet varastoidaan häkeissä.

Monthanin Japa 700 -pilkekone on traktorikäyttöinen ja katkaisee puun kova-metallisella pyöröterällä. Poistokuljetin on hydraulitoiminen ja sitä voi mekaanisesti kääntää kolmeen eri asentoon. Halkaisumäntä käynnistetään vetämällä syöttöpöytä taka-asentoon. Erikokoista puuta halkaistaessa käyttäjä voi säätää halkaisuterän korkeutta painamalla jalkapoljinta. (Laitilan Rautarakenne 2010.) Yrittäjällä on käytössään myös rankateline, joka keventää puiden siirto-työtä syöttökuljettimelle. Rankateline täytetään traktorin juontokouralla. (Ks. kuvio 2.)



KUVIO 2. Japa 700 -klapikone ja rankateline

Jakelun yrittäjä suorittaa pääosin itse, vain muutama asiakas noutaa ostamansa puut. Yrittäjä pinoaa myymänsä puut peräkärryyn ja myy ne pinomotteina. Yrittäjä kuljettaa 2 p-m<sup>3</sup>:n kuormat auton peräkärryllä ja 3–8 p-m<sup>3</sup>:n kuormat traktorilla asiakkailleen. Yrittäjän apuna puunkorjuussa ja pilketuotannossa on tilapäinen kausityöntekijä. Pilkkeiden tuotantomäärä kesällä 2010 oli noin 250 i-m<sup>3</sup>.

### 3.3 Pilkkeet 1 m<sup>3</sup>:n verkkosäkkeihin

Mäkiset (Puumäkinen Oy) ostavat polttopuun raaka-aineen metsänomistajilta ja metsänhoitoyhdistykseltä. Raaka-aine on kokonaan koivukuitupuuta. Valmistetut pilkkeet ovat pääosin 33 cm pitkiä, myös pidempää valmistetaan pieniä määriä.

Yrityksessä työskentelee kaksi henkilöä. Tuotantokalustoon kuuluvat syöttöpöydällä varustettu Palax 70s -pilkekone ja pyöräkuormaaja (ks. kuvat 3–6). Polttopuun jakeluun on nosturilla varustettu MB 1217 kuorma-auto. Pilkkeiden varastoinnissa hyödynnetään aiemman sahayrityksen rakennuksia (ks. kuvio 7). Pilkkeet kuivataan ulkona ja säkit siirretään varastoon heinäkuussa. Säkit



pinotaan varastoon kolmeen kerrokseen. Ulos jääneet säkit peitetään pressuilla heinäkuun alussa. Yrittäjät valmistivat koemielessä pilkkeitä myös viiteen  $1,4 \text{ m}^3$ :n klapisäkkiin.

Yrittäjät käyttävät Palax 70s -pilkekonetta sähköllä. Pilkekonetta voidaan käyttää myös traktorilla. Palax 70s -pilkekoneessa on kovametallinen pyöröterä ja hydraulisesti toimivat syöttö- ja poistokuljettimet. Katkaisuterää ja syöttökuljetinta ohjataan pieniliikkeisellä joystick-venttiilillä. Myös halkaisuterän korkeutta voidaan säätää hydraulisesti erikokoisille puille. Poistokuljetinta voidaan kääntää viiteen eri asentoon. Kääntäminen mahdollistaa kahden säkitystelineen käytön, eikä pilkekonetta tarvitse pysäyttää säkin vaihdon ajaksi. Pilkkeet valmistetaan  $1 \text{ m}^3$ :n verkkosäkkeihin Palax Motti -säkitystelineen avulla. Säkit täytetään kuormalavan päälle. (Ylistaron Terästäkomo 2010.)



KUVIO 3. Palax 70s -pilkekone



KUVIO 4. Pilkkeet valmistetaan verkkosäkkeihin kuormalavojen päälle.



KUVIO 5. Syöttöpöytä täytetään pyöräkuormaajalla.



KUVIO 6. Pilkesäkit siirretään pyöräkuormaajalla.





KUVIO 7. Kuivat pilkkeet varastoidaan katoksessa.

Yrittäjät alkoivat pilketuotantonsa kesällä 2010. Ensimmäisen vuoden tuotantomäärä oli noin 500 i-m<sup>3</sup>. Tuotantoa on tarkoitus tulevaisuudessa kasvattaa. Pilkkeet markkinoidaan Halkoliiterin ja lehti-ilmoitusten kautta. Jakelun yrittäjät hoitavat kuorma-autolla, jossa on Hiab-nosturi (ks. kuvio 8). Seurannan ajaksi yrittäjät saivat käyttöönsä Dini Argeo MCWNT -koukkuvaa'an. Kuorma-auton lavalle mahtuu kahdeksan kuormalavalla olevaa pilkesäkkiä. Minimi toimituserä on yksi säkillinen pilkettä.

Kuljetuksen yrittäjät hinnoittelevat matkan mukaan. Täyden kuorman km-hinta on alhaisempi kuin vajaan kuorman. Kuljetuksen hinnassa ei ole lähtöhintaa. Yrittäjät hakevat asiakkaan tyhjentämät kuormalavat takaisin ohi kulkiessaan. Samalla palautuvat myös verkkosäkit. Verkkosäkit ovat palautuneet suhteellisen hyväkuntoisina takaisin. Ainoastaan suljinnarujen solmut on vaikea avata, kun säkkiä käyttää uudestaan.





KUVIO 8. Pilkkeiden jakeluun käytetään MB 1217 -kuorma-autoa.

### 3.4 Pilkkeet 3,2 m<sup>3</sup>:n häkkeihin

Pietilä (IP-Puu ja Kone) hankkii pilkkeiden raaka-aineen omasta metsästä tai ostaa sen suoraan metsänomistajilta tai metsänhoitoyhdistyksen kautta ja valmistaa pilkkeet 3,2 m<sup>3</sup>:n häkkeihin Pilke Master -pilkekoneella (ks. kuviot 9–10). Raaka-aine on koivua. Häkki kasataan 2,0 m korkeasta betoniverkosta yhden kuormalavan päälle. Pilke Master -pilkekoneen voimanlähteenä käytetään traktoria. Kalustoon kuuluvat myös kaivuritraktori, trukki, metsäperävaunu kuormaimella ja puiden jakelua varten kolmeen suuntaan kippaava auton peräkärri. Yrittäjän apuna pilketuotannossa on satunnaisesti kausiapulainen.

Pilke Master -pilkekoneessa puu katkaistaan hydraulitoimisella ketjusahalla. Teräketjulla on automaattinen voitelu. Syöttö- ja poistokuljettimet toimivat myös hydraulisesti. Pilke Masterissa on suurten puiden nostoon hydraulinen nostaja. (Agromaster 2010.) Yrittäjällä ei ole käytössä syöttöpöytää, vaan rangat nostetaan kasasta syöttökuljettimelle. Valmiita häkkeitä siirretään traktorin etukuormaajan trukkipiikeillä. Pilkkeet kuivataan ulkona ja siirretään syksyllä halliin sisätiloihin.



KUVIO 9. Pilke Master -pilkekone (Erkkilä 2010)

Polttopuiden markkinoinnin ja jakelun yrittäjä hoitaa itse. Markkinointikanavana ovat Halkoliiteri ja lehti-ilmoitukset. Pilkkeiden minimi toimituserä on  $3 \text{ i-m}^3$ . Mieluimmin yrittäjä kuljettaa kuitenkin täyden kuorman,  $6 \text{ i-m}^3$ . Kuorma on mahdollista jakaa väliseinällä myös kahteen kolmen kuution tilaukseen. Yrittäjä käyttää kuljetuksen hintana yhtä hintaa jokaista kuljetusta kohti, eivätkä kilometrit vaikuta kuljetuksen hintaan.



KUVIO 10. Pilkkeet  $3,2 \text{ m}^3$ :n verkkohäkeissä



### 3.5 Pilkkeet kasaan

Sironen hankkii polttopuun raaka-aineen omasta metsästä tai ostaa muilta metsänomistajilta. Puulajit ovat mänty, kuusi ja koivu. Vuoden tuotantomäärä on 300 i-m<sup>3</sup>. Yrittäjällä on käytössä pilkkeiden valmistukseen kaksi pilkekonetta: Japan kovametalliterällä katkaiseva pilkekone ja Pilke Masterin viiltävä pilkekone. Pilkkeet kuivataan ulkona kasassa (ks. kuvio 11). Pilkkeiden varastointiin on rakennettu pohja-alaltaan 10 m x 30 m:n katos (ks. kuvio 12). Kattokseen ovat rakenteilla vielä pressuovet tuuliverkoilla.

Yrittäjän apuna työskentelee yksi osa-aikainen työntekijä. Jakelun yrittäjä hoitaa pakettiautolla ja peräkärryllä, traktorilla ja peräkärryllä tai ulkopuolisella rekkakuljetuksella.



KUVIO 11. Pilkkeet kuivataan kasassa.



KUVIO 12. Rakenteilla oleva pilkekatos

## 4 ENERGIAPILKE-KONSEPTIN SOVELTAMINEN

### 4.1 Kosteusnäytteiden otto

Kosteusnäytteiden ottoa varten suunniteltiin eri menetelmiä eri koneille. Sopivia ratkaisuja mietittiin erilaisista laatikoista, suppiloista ja pusseista. Purunäytteen keräysastian pitää olla suljettavissa, ettei purunäyte kuivuisi tai vastavasti sateessa kastuisi. Aurinkoisella säällä näyteastia pitää siirtää varjoon.

Sirosen ja Monthanin Japa-pilkekoneista saatiin otettua kosteusnäytteet muovilaatikkoon. Muovilaatikko asetettiin pilkekoneen ja traktorin väliin maahan, ja purusuihku osui siihen. Aloitettaessa katkaista puuta, jonka puru tulee näytteeseen, pilkkoja käy laittamassa laatikon maahan koneen taakse purusuihkuun alle. Purunäytteen keräämisen jälkeen muovilaatikko käydään sulkemassa ja siirtämässä varjoon. Energiapilke-konseptin mukaan purunäyte otetaan joka puolen tunnin välein sahattavasta rangasta. Jokaista näytteenottokertaa varten purunkeräysastia viedään purusuihkuun alle ja katkaisun jälkeen käydään poistamassa ja sulkemassa. (Ks. kuvio 13.)



KUVIO 13. Japan pilkekoneesta purunäyte kerättiin maassa olevaan muoviasiaan.

Pietilän PilkeMasteriin muovilaatikko ei mahtunut rakenteiden väliin niin, että purusuihku olisi osunut laatikkoon. Yrittäjä kehitti itse sopivan purunäytteen kerääjän muovipussista ja muovisesta vesikanisterista. Kanisterin yksi reuna leikattiin auki ja kanisterin suu ja muovipussin suu teipattiin yhteen. Puru kerättiin kanisteriin, joka toimi suppilona, kun purut valutettiin muovipussiin. Purunkerääjä mahtui rakenteiden väliin, ja purunäytteenoton jälkeen pussin suu voitiin kiertää kiinni, ettei kosteus pääsisi haihtumaan pois. Samoin kuin muovilaatikko käydään purunäytepussi viemässä ennen purunäytteen ottoa koneen toiselle puolelle purusuihkun kohtaan ja poistamassa näytepurujen sahausen jälkeen. (Ks. kuvat 14–15.)





KUVIO 14. Muovipussista ja -kanisterista valmistettu purunkerääjä Pilke Masterissa



KUVIO 15. Purunäytteen pussitus

Mäkisten Palaxin pilkekoneesta purusuihku suuntautui ylhäälle koneen taakse vaakatasossa, eikä osunut maassa olevaan muovilaatikkoon. Toisen henkilön oli pideltävä muovilaatikkoa purusuihkun edessä kerätäkseen näytteen samaan aikaan, kun toinen katkoi puuta. (Ks. kuvat 16–17.)



KUVIO 16. Purunäytteen kerääminen Palax-pilkekoneesta



KUVIO 17. Purunäytteet koottiin kannelliseen astiaan.

## 4.2 Kosteuden analysointi

Yhden päivän aikana tasalaatuisesta raaka-aineesta kerätyistä purunäytteistä sekoitetaan kokoomanäyte, josta määritetään kosteus kyseiselle pilke-erälle. Samasta kokoomanäytteestä otetaan kolme rinnakkaisnäytettä, joista kosteus analysoidaan. Kolmen rinnakkaisnäytteen kosteustuloksesta lasketaan keskiarvo. Purunäytteiden kosteuden määrittämistä varten yrittäjille annettiin seurannan ajaksi käyttöön Kern MLB 50 -kosteusanalysointilaitteet (ks. kuvio18) ja yrittäjiä opastettiin niiden käytössä.

Kern-kosteusanalysointilaitteet kuivaa pienen näytteen infrapunalämmittimen avulla. Analysointilaitteen lämmitysvastus on teholtaan 400 W. Suurin mitattavan näytteen paino on 50 g ja tarkkuus 1 mg. Purunäyte kuivataan 105 ±3 °C:n lämmössä. Analysointilaitteet mittaa kuivumista vaakavälikappaleen avulla kuivauksen edetessä. Vaaka on ohjelmoitu kuivaamaan niin kauan, kunnes näytteen painon putoaminen aikayksikössä alittaa tietyn raja-arvon. Kuivauksen päätyttyä näytteen kosteus voidaan lukea näytöltä. (Gern & Sohn GmbH 2010, 4.)

Purujen kosteuden määrittämiseksi analysoitiin 3–15 gramman painoisia näytteitä. Aikaa kului näytettä kohti 20–45 minuuttia. Näytteen koko ei vaikuttanut tulokseen, ainoastaan kuluvaan kuivausaikaan. Näytteen kuivuminen analysointilaitteissa ei vienyt mittausaikaa. Mittausajan oli vain huolehdittava näytteen asettamisesta analysointilaitteeseen, sieltä pois ottamisesta ja tuloksen kirjaamisesta. Tulos jää näytölle näkyviin, kunnes se on kirjattu ylös ja näyttö nollataan.





KUVIO 18. Purunäyte Kern MLB 50 -kosteusanalysointilaitteen vaa'alla

### 4.3 Alkumassan punnitus

Energiapilke-konseptin mukaan pilke-erä on oltava punnittavissa. Verkkosäkit ja 3,2 i-m<sup>3</sup>:n häkit ovat punnittavissa ja niiden massojen punnitsemiset soveltuvat konseptiin sellaisenaan Kun pilkkeet valmistetaan kasaan tai 5 i-m<sup>3</sup>:n häkkeihin, Energiapilke-konseptia ei voi suoraan käyttää. Punnituksen yhteydessä käsittely-yksikkö saa koodin, jolla se on myöhemmin tunnistettavissa. Seurannassa koodina käytettiin numeroita.

#### 4.3.1 Punnitus koukkuvaa'alla

Monthan otti käyttöönsä aiemman pilketuotantomallinsa rinnalle toisen menetelmän, jossa pilkkeet valmistettiin klapisäkkeihin, koska suuret pilkehäkit eivät olleet punnittavissa. Energiapilke-konseptin mukaan Monthan valmisti pilkkeitä kuuteen klapisäkkiin. Näiden pilkkeiden puruista otettiin kosteusnäytteet, säkeistä punnittiin alkumassat ja pilkkeiden kuivumista seurattiin säkkien välipunnituksilla.

Klapisäkit olivat pilkkeille tarkoitettuja suursäkkejä, joissa kaksi reunaa on ilman liikkumista helpottavaa harvempaa kudosta. Säkin sangat kestävät säkin

nostamisen. Säkeissä on etiketilaput, joihin myyjä voi kirjoittaa yhteystietonsa. (Landtek Finland Oy 2010.) Säkit olivat tilavuudeltaan 1 i-m<sup>3</sup>. Säkkien massat punnittiin Tamtron-koukkuvaa'alla, joka oli kiinnitetty traktorin juontokouran puomiin. Koukkuvaa'an kapasiteetti on 2000 kg ja se saa tarvittavan virran ladattavasta akusta. Säkit numeroitiin 1–6. Numero kirjoitettiin etiketilappuun veden kestäväällä tussilla. Pilkkeiden valmistuksen jälkeen säkit nostettiin katoksen alle. (Ks. kuviot 19–20.)



KUVIO 19. Klapisäkkien punnitus Tamtron-koukkuvaa'alla



KUVIO 20. Tamtron-koukkuvaaka

#### 4.3.2 Punnitus palkkivaa'alla

Mäkisten verkkosäkit on punnittavissa kokonsa puolesta. Palax-pilkekoneen poistokuljetin voidaan kääntää eri asentoihin, mikä mahdollistaa, että toista säkkiä voidaan alkaa täyttämään pysäyttämättä katkontaa. Kevään tuotannon alussa punnittiin massa joka toisesta säkistä, koska rinnakkain olevista säkeistä vaaka oli vain toisen alla. (Ks. kuvio 21.) Myöhemmin vaaka siirrettiin sivummalle ja jokainen säkki käytiin punnitsemassa vaa'alla ennen varastopaikalle siirtämistä.

Kuormalavan ja verkkosäkin massa punnittiin DG Gemini Stad02 -palkkivaaka'alla (ks. kuvio 22). Palkkivaaka on kaksi palkkia, joiden päälle voidaan rakentaa tarvittavan kokoinen punnitustaso. Palkkivaaka'an maksimi punnitusmäärä on 2000 kg + 2000 kg ja mittaustarkkuus 1 kg. Vaaka toimii verkkovirralla tai vaihtoehtoisesti akusta tai autopistokkeesta saatavalla virralla. (Tmi



Juhani Rahkonen 2010.) Palkit kiinnitettiin kuormalavan päälle. Myöhemmissä mittauksissa palkkien päälle laitettiin teräslevy suojaamaan palkkeja. Lisäksi levy esti kuormalavan läpi työntyviä pilkkeitä vääristämästä punnitustulosta. Palkkivaa'an tarvitsema virta otettiin auton tupakansytyttimestä ja vaa'an näyttö oli pakettiauton takaosassa kirjanpitolvälineiden vieressä mahdolliselta saateelta suojassa.



KUVIO 21. Joka toinen täytettävistä säkeistä punnitaan palkkivaa'alla.



KUVIO 22. DG Gemini -palkkivaaka

Pietilän 3,2 i-m<sup>3</sup>:n pilkehäkit oli ensin tarkoitus punnita mittaamalla häkkien massat traktorin öljynpaineesta. Öljynpainetta mittaava anturi asennettiin etukuormaimen nostosylinterin letkuun T-kappaleen avulla. Hyttiin asennetulta näytöltä voitiin lukea punnitustulos. Öljynpaineesta mitattua tulosta verrattiin palkkivaaka'alla mitattuun tulokseen vesikuution avulla (ks. kuvio 23). Mittauksessa öljynpaineesta mitattu tulos ei kuitenkaan jostain syystä asettunut mihinkään arvoon, vaan muuttui koko ajan, kun kuutio oli trukkipiikeissä. Öljynpaineesta mittaamalla häkkien massat saataisiin punnittua työtä ja aikaa säästämällä, kun häkkeitä siirretään traktorilla kuivauspaikalle, varastoon tai myyntiin. Tästä punnitustavasta jouduttiin kuitenkin luopumaan ja tilalle valittiin palkkivaaka.



KUVIO 23. Traktorin hydraulikkaöljyn paineesta mittaavan vaa'an tulosta verrattiin palkkivaaka'an tulokseen.

Palkkivaaka kiinnitettiin kuormalavan päälle ja palkkien päälle laitettiin suojaaksi paksu vaneri. Vaneri nopeutti punnitusta, koska palkkeja ei silloin tarvinnut varoa niin paljoa. Vaneri esti myös kuormalavan väleistä työntyvien pilkkeiden vääristämästä punnitustulosta. Palkkivaaka sai tarvitsemansa virran akusta. Vaa'an näyttö oli kiinnitetty telineeseen vaa'an viereen, niin että punnitustu-



loksen näki traktorin hytistä, jossa punnitustulokset kirjattiin muistiin paperille. Näyttö suojattiin sateelta muovipussilla. Pilkehäkit siirrettiin traktorilla valmistuspaikalta vaa'alle ja siitä edelleen kuivauspaikalle. Pilkehäkit numeroitiin punnituksen yhteydessä kirjoittamalla lavan kulmaan numero veden kestäväällä maalikynällä. (Ks. kuvio 24.)



KUVIO 24. Pilkehäkin massan punnitus palkkivaa'alla (Erkkilä 2010)

#### 4.3.3 Punnitus haarukkavaunuvaa'alla ja koukkuvaa'alla

Sironen valmistaa pilkkeet kasaan, jonka massa ei ole punnittavissa. Energia-pilkekonseptin toteuttamiseksi tehtiin pilkekasan sisään kontrollihäkki ja -säkki pilkkeitä täyteen. Jatkossa kontrollierien välipunnituksilla selvitetäisiin samasta raaka-aine-erästä valmistettujen kasassa olevien pilkkeiden kosteus ja energiasisältö.

Kontrollieriin pilkokuista näytteistä otettiin kosteusnäyte ja häkin ja säkin massat punnittiin pilkkeiden teon yhteydessä. Pilkehäkin massa punnittiin Rocla-haarukkavaunuvaalla (ks. kuvio 25). Haarukkavaunuvaaka vaatii kovan ja tasaisen alustan. Klapisäkin massa punnittiin traktorin etukuormaajaan kiinnitettyllä koukkuvaa'alla (ks. kuvio 26).



KUVIO 25. Pilkehäkin punnitus Rocla-haarukkavaunuvaalla



KUVIO 26. Pilkesäkin punnitus koukkuvaa'alla

#### 4.4 Mittaustietojen käsittely

Pilkkeiden valmistuksen eri mittaustietojen tulosten käsittelyä varten on laadittu Excel-taulukko. Syötettäessä Excel-taulukkoon pilkkeiden teon yhteydessä pilkkeiden alkukosteus ja käsittely-yksiköiden massat, taulukko laskee tavoitemassan, joka saavutettaessa pilkkeet ovat tarpeeksi kuivia myyntiin. Pilkkeiden tavoitekosteuden saavuttamista seurataan välipunnitusten avulla. Taulukkoon merkitään pilkkeiden teon päivämäärä, erän yksilöintitieto eli koodi, tyhjän säkin tai häkin massa ja täyden häkin tai säkin bruttomassa. Taulukko laskee annetuilla tiedoilla pilkkeiden osuuden bruttomassasta. Kosteusnäytteen kolmen eri rinnakkaisnäytteen tulokset syötetään taulukkoon. Taulukko laskee tulosten keskiarvon, jota käytetään sen pilke-erän alkukosteutena. Näiden tietojen avulla taulukko laskee kyseisen käsittely-yksikön pilkkeiden kuivaainemassan kiloina. Annettaessa taulukkoon tavoitekosteusprosentti, taulukosta voi nähdä, paljonko käsittely-yksikön bruttomassa on tässä tavoitekosteudessa. Kun tavoitemassa on saavutettu, ovat pilkkeet kuivuneet tavoitekosteuteen.

Käytännössä tiedot kirjattiin pilkkeentekopaikalla paperille, josta ne siirrettiin Excel-taulukkoon. Taulukon käyttöä laajennettiin niin, että tavoitekosteutta suuremmille kosteuspitoisuuksille laskettiin käsittely-yksikön massa. Näin voitiin seurata miten pilkkeiden kuivuminen edistyy. Ja kuivumisen edistyttyä hyvin, laskettiin vielä tavoitekosteutta alempia kosteuspitoisuuksia vastaavat käsittely-yksiköiden massat. Liitteessä 4 oleva taulukko on kerätty Pietilän pilketuotannon seurannan aikana.

#### 4.5 Kuivumisen seuranta välipunnituksin

Välipunnituksilla seurataan käsittely-yksikön massan muutosta. Välipunnituksen tuloksilla saadaan selville pilkkeiden kosteus ja ovatko pilkkeet saavuttaneet tavoitekosteuden, jolloin niitä voidaan alkaa myymään. Seurannan aikana tavoitekosteutena pidettiin 18 %.

Monthanin 1 m<sup>3</sup>:n klapisäkit punnittiin samalla Tamtron-koukkuvaa'alla, jolla alkupunnituskin suoritettiin. Punnitusta varten säkit nostettiin katoksesta trak-



torin juontokouralla punnituspaikalle. Vaaka kiinnitettiin juontokouran puomiin ja säkki sangoistaan vaa'an koukkuun. (Ks. kuvio 27.) Tulos kirjattiin Excel-  
taulukoon.



KUVIO 27. Klapisäkkien välipunnitus

Mäkisten klapisäkit ja verkkosäkit välipunnittiin samalla palkkivaa'alla, millä alkumassakin punnittiin. Välipunnituksessa punnittiin viisi säkkiä. Säkit siirrettiin pyöräkuormaajalla palkkivaa'alle ja punnitustulos kirjattiin paperille. (Ks. kuvio 28.)



KUVIO 28. Klapisäkin välipunnitus palkkivaa'alla

Pietilän verkkohäkit siirrettiin välipunnitukseen palkkivaa'alle traktorilla (ks. kuvio 29). Neljällä välipunnituksella seurattiin yhdentoista häkin pilkkeiden kuivumista. Samalla välipunnituskerralla ei punnittu kaikkia yhtätoista häkkiä, vaan 2–8 häkkiä kertaa kohti. Punnitustulos kirjattiin paperille.



KUVIO 29. Pilkehäkin välipunnitus palkkivaa'alla

#### **4.6 Massan punnitus toimitettaessa**

Toimitettaessa Monthanin klapisäkit punnittiin koukkuvaa'alla.

Toimitettaessa Mäkiset punnitsivat myytävien pilkkeiden massan autonosturin koukkuun kiinnitetyllä Dini Argeo -koukkuvaa'alla (ks. kuvio 30). Vaa'assa on LCD-näyttö ja se saa voimansa neljästä AA-paristosta. Vaa'an tarkkuus on +/- 0,03 % ja kapasiteetti 1500 kg. (Dini Argeo 2010.) Punnitus tapahtui ostajan luona ja ostaja näki pilkkeiden painon vaa'alta. Myytävät pilkkeet Mäkiset kuormaavat pyöräkuormaajalla, koska se on nopeampaa kuin auton nosturilla kuormaaminen. Pyöräkuormaajassa ei ole vaakaa.



KUVIO 30. Dini Argeo MCWN -koukkuvaaka

Pietilän pilkkeiden massa punnittiin samalla tavalla, kuin välipunnituskin suoritettiin. Häkit siirrettiin traktorilla palkkivaa'alle, punnittiin ja massa kirjattiin paperille.

## 5 YRITTÄJIEN KOKEMUKSET KONSEPTIN ERI VAIHEISTA

### 5.1 Kokemusten kerääminen

Syksyllä seurannassa olleilta pilkeyrittäjiltä kerättiin kokemuksia Energiapilke-konseptista henkilökohtaisella haastattelulla. Haastattelukysymykset oli kerätty valmiiksi listaksi, jonka mukaan haastattelu eteni (ks. liite 1). Haastattelussa kysyttiin yrittäjien mielipiteitä konseptin eri vaiheista ja mahdollisia ajatuksia konseptin kehittämiseksi.



Raportin kirjoittaja ja VTT:n tutkija olivat laatineet haastattelukysymykset. Kysymyksillä pyrittiin kartoittamaan yrittäjien mielipiteitä Energiapilke-konseptista useasta eri näkökulmasta. Haastattelua varten yrittäjien kanssa sovittiin tapaaminen. Tapaamiseen tulivat mukaan raportin kirjoittaja ja VTT:n tutkija.

## **5.2 Kosteusnäytteiden ottaminen ja kosteuden määrittäminen**

Pilkkeiden tekovaiheessa purunäytteeseen kerätään joka puolen tunnin välein sahauspurua. Purunäytettä otettaessa purunkeräysastia käydään asettamassa purusuihkun kohtaan ennen katkontaa ja astia käydään poistamassa, sulkemassa ja siirtämässä varjoon katkonnan jälkeen. Palaxin pilkekoneesta ei yksin työskentelevä pysty ottamaan purunäytettä, koska purunkeräysastiaa on pideltävä purusuihkun edessä näytettä otettaessa. Purunäytteen ottaminen vaatii toisen henkilön työskentelyyn.

Työaikaseurannan mukaan purunäytteiden käsittelyyn kuluu aikaa 1,5 minuuttia /  $i\text{-m}^3$  tehtäessä pilkkeitä Japan pilkekoneilla. Palaxin pilkekoneella purunäytteenkäsittely vie 0,8 minuuttia /  $i\text{-m}^3$ . Purunäytteen käsittelyaikaan on laskettu purunäytteen kerääminen, sekoittaminen ja analysoitavan määrän erottaminen. Kosteuden määrittäminen kosteusanalysaattorilla ei sisälly edellisiin ajanmenekkeihin. Kosteuden määrittämiseen kosteusanalysaattorilta kuluu aikaa 20–45 minuuttia yhtä mittausta kohti riippuen näytteen koosta. Yhdestä purunäytteestä tehdään kolme rinnakkaista määrittystä. Analysointiin ei näytteen tekijältä kulu aikaa muuta kuin näytteen laittamiseen analysaattoriin, sieltä pois ottamiseen ja tuloksen kirjaamiseen.

Haastattelussa ilmeni, että pilkeyrittäjät eivät pitäneet purunäytteen ottoa liian aikaa vievänä tai liian työläänä. Eniten vaikeuksia tuli purunäytteen ottamisen muistamisessa. Purunäytteen ottaminen unohtui helposti, jolloin näytteenottoväli venyi puolta tuntia pidemmäksi. Yrittäjillä ei ollut näkyvillä kelloa, vaan se piti kaivaa aina taskusta, kun aikaa tarkisti.

Kaikki kosteusanalysaattoria käyttäneet yrittäjät pitivät analysaattorin käyttöä helppona ja selkeänä. Analysaattori koettiin tarkaksi ja käyttökelpoiseksi. Rin-

nakkaisnäytteiden tulokset olivat yhden prosenttiyksikön vaihteluvälillä. Kosteuden määrittämiseen kuluva aika ei pidetty merkittävänä. Näytteen asettamiseen, analysaattorista pois ottamiseen ja tuloksen kirjaamiseen kului vain noin minuutti aikaa. Analysaattori suoritti mittauksen ja säilytti tuloksen näytöllä siihen saakka, kunnes tulos oli kirjattu ja näyttö nollattu.

### 5.3 Alkumassan punnitus

Isojen 3,2 m<sup>3</sup>:n verkkohäkkin punnitus oli hidasta, koska häkit olivat huteria ja niitä piti käsitellä varovasti, jolloin punnitukseen kului paljon aikaa. Häkin punnitukseen kuluva aika kelloitettiin tilanteessa, jossa yrittäjä työskentelee yksin, eikä kukaan toinen ole neuvomassa sivusta vaa'alle ajoa. Punnitukseen kului aikaa noin 6 minuuttia yhtä häkkiä kohti.

Pienempien verkkosäkkien massan punnitukseen kuluva aika ja työtä yrittäjät eivät kokeneet liiallisena. Säkkejä ei kaatunut ja työ sujui nopeasti. Verkkosäkeistä punnittiin aluksi joka toinen. Tulosten kiinnostavuudesta johtuen alettiin punnita jokaisen verkkosäkin massa. Alkupunnitusta kehitettiin vielä niin, että verkkosäkeistä alettiin tehdä massaltaan samankokoisia. Vaa'an vieressä oli ylimääräinen pilkesäkki, josta otettiin punnittavan säkin massasta puuttuvat pilkkeet ja toisaalta taas siihen heitettiin punnittavasta säkistä pilkkeitä, jos niitä oli liikaa.

Pilkeyrittäjät olivat sitä mieltä, että etukuormaajan öljynpaineesta mittaava vaaka olisi nopea ja säästyisi aikaa ja vaivaa. Käsittely-yksikön massaa ei tarvitsisi erikseen punnita.

### 5.4 Tavoitemassan laskenta

Taulukon käytössä opastettiin yrittäjiä. Taulukko on selvä ja yrittäjien mielestä sen täyttäminen on helppoa. Taulukosta tulee esille selvästi eräkohtaisesti, minkä verran mikäkin erä painaa, kun se on kosteuden osalta myytäväksi kelpaavaa. Seurannan edetessä tietojen siirrossa pilkekasalta taulukkoon osoit-tautuivat pullonkaulaksi muistilaput, joihin alkumassat, purun kosteudet ja välipunnitukset oli merkitty. Paperilaput unohtuivat pilkekasalle, traktoriin tai au-

toon. Osa paperilapuista hävisi ja niiden mukana hävisivät myös tiedot monesta pilke-erästä.

## 5.5 Kuivumisen seuranta välipunnitusten avulla

Välipunnituksista saaduista kokemuksista tulivat esiin samat seikat, kuin alkupunnituksistakin. Isojen häkkien siirto punnitukseen vei paljon aikaa. Häkit ovat siirrettäessä huteria ja niitä kaatui vaa'alle laitettaessa. Välipunnituksia tehtäessä yrittäjä joutui myös etsimään ja valikoimaan punnittavaa häkkiä. Tähän ongelmaan yrittäjä toivoisi tietojen keruuseen tietokantaohjelmaa, joka helpottaisi, kun etsii häkkiä, minkä ottaisi punnitukseen.

Yrittäjien mielestä kuivumisen seuranta punnitusten avulla antoi heille selvän kuvan pilkkeiden kuivumisesta. On hyvä tietää, milloin pilkkeet pitää siirtää varastoon tai ne voi laittaa toimitukseen. Kesän sääolot yllättivät pilkeyrittäjät pilkkeiden nopealla kuivumisella. Työmäärää välipunnitukset lisäsivät, koska välipunnituksille piti erikseen lähteä. Välipunnituksista saatua tietoa yrittäjät pitivät kuitenkin suurempana hyötynä, kuin mitä haittaa aiheutui siihen kulu- neesta työstä ja ajasta.

## 5.6 Toimituksen yhteydessä tapahtuva punnitus

Siirrettäessä traktorilla pilkehäkkeitä palkkivaa'alle kuluu aikaa ja punnitus vaatii työtä. Traktorin etukuormaajan öljynpaineesta mittaava vaaka auttaisi ja nopeuttaisi työtä. Silloin ei tarvitsisi käyttää häkkeitä erikseen vaa'alla, vaan punnitus tapahtuisi samalla, kun häkkeitä siirrellään.

Kuorma-auton nosturiin kiinnitetyllä koukkuvaa'alla polttopuiden punnitus käy samalla vaivalla, kun kuorma puretaan asiakkaalle. Näin toimituksen yhteydessä tapahtuvasta punnituksesta ei tule muuta lisätyötä kuin massan kirjaaminen muistiin.

Toimituksen yhteydessä pilkkeiden punnitus lisää yrittäjän mielestä pilkkeiden myynnin luotettavuutta. Asiakas kokee saavansa polttopuita oikean määrän. Pilkkeiden massan mittauksesta toimitettaessa yrittäjät kokivat lisäksi hyötävänsä, kun saivat tietää, onko kuljetettavan kuorman massa laillisissa rajoissa.

## 6 YRITTÄJIEN EHDOTUKSET KONSEPTIN PARANTAMISEKSI

Yrittäjien parannusehdotukset Energiapilke-konseptin kehittämiseksi olivat hyvin samansuuntaiset. Konseptin kehittämiseksi konseptin eri vaiheiden toteuttamiseen kuluva aikaa ja työtä tulee vähentää ja toisaalta energiasäilytystä tunnetun polttopuun kysyntää lisätä tiedottamalla asiasta.

Jatkoa ajatellen kaikki yrittäjät olivat sitä mieltä, että purunäytteen otto tulisi automatisoida. Tällä säästetään työtä ja aikaa, lisäksi näyte tulee otettua oikeaan aikaan. Näin tehostetaan tuotantoa ja kosteusnäytteistä saadaan luotettavampia. Yksi parannusehdotus oli vielä pidemmälle kehitelty; purun kosteuden analysointi pilkekoneessa.

Toinen merkittävästi työtä ja aikaa säästävä konseptin parannusehdotus on pilkkeiden massan mittaaminen etukuormaajan öljynpaineesta. Tätä punnitusmenetelmää käyttäen pilkkeet voidaan punnita niitä siirrettäessä niin varastopaikalle kuin toimitukseenkin. Erillisiä työvaiheita pilkkeiden massan punnitsemiseen ei silloin tarvittaisi. Myös kuivumisen seuranta välipunnituksin näin helpottuisi ja nopeutuisi.

Tiedonsiirtoa pilkekasalta kuivumisenseurantataulukkoon ehdotettiin parannettavaksi. Muistiinpanolippujen ja -lappujen tilalle olisi kehitettävä tehokkaampi ja luotettavampi menetelmä. Tiedonsiirron parantamiseksi ehdotettiin kotitietokoneelle tietokantaa, johon pääsisi yhteyteen vaikka kännykällä.

Alkuperäisestä taulukosta saatiin tavoitemassa vain yhdelle kosteuspitoisuudelle. Seurannassa käytettiin 18 %:n tavoitekosteutta. Taulukkoon kaivattiin lisäsarakeita, joista voi nähdä myös yli ja alle 18 %:n kosteudelle pilke-erän massan. Yksi ehdotus oli, että syötettäessä taulukkoon pilke-erän paino, nähdään taulukosta suoraan pilkkeiden kosteus. Tämä auttaisi kosteuden seurannassa kuivumisen joka vaiheessa, ennen tavoitekosteutta ja sitä pienemmillä kosteuspitoisuuksilla.

Seurannassa mukana olleista yrittäjistä perinteisen mottikaupan mukaan pilkkeitä myyneet kertoivat, että asiakkaat eivät osaa vielä kysyä energiasisällön mukaan myytävää polttopuuta. Asiakkaat kysyvät ja tilaavat polttopuuta perinteisten tilavuusmittojen mukaan. Yrittäjien mielestä Energiapilke-konseptin mukaan kannattaa valmistaa polttopuuta, jos sillä on kysyntää. Kysynnän kasvattamisen tärkeimmäksi tekijäksi yrittäjät kokivat asiasta tiedottamisen. Tiedotusta tulisi antaa lehdissä, radiossa ja televisiossa. Polttopuiden mukana annettu tuoteseloste lisäisi yrittäjien käsityksen mukaan kuluttajien kiinnostusta polttopuiden sisältämää lämpöenergiaa kohtaan. Tuoteselosteessa kannattaisi olla myös vertailutaulukko eri energiamuotojen hinnoista.

## **7 ASIAKKAIDEN KOKEMUKSET**

### **7.1 Haastattelu**

Seurannassa olleiden pilkeyrittäjien asiakkailta kerättiin kokemuksia polttopuun ostamisesta. Yrittäjät olivat sopineet asiakkaansa kanssa, että heidän yhteystietonsa saa luovuttaa haastattelua varten. Haastateltavaksi saatiin kuusi asiakasta. Raportin kirjoittaja suoritti haastattelut. Neljä haastattelua tehtiin henkilökohtaisella käynnillä, yksi sähköpostilla ja yksi puhelimella. Haastattelukysymykset oli koottu listaksi (ks. liite 2), jonka mukaan haastattelu käytiin. Raportin kirjoittaja ja VTT:n tutkija olivat laatineet haastattelukysymykset. Lisäksi yrittäjiltä tuli kysymyksiä, joita he haluaisivat asiakkailleen esittää.

Kolme asiakasta osti polttopuuta tänä syksynä ensimmäisen kerran. Kaikki kolme polttopuuta aiemmin ostanutta asiakasta olivat yleensä ostaneet polttopuunsa irtomotteina. Tänäkin syksynä viisi kuudesta asiakkaasta oli tilannut myyjältä pilkettä irtomotteina. Yksi tiesi ostoksensa perustuvan punnitukseen ja kosteuden määritykseen. Ostotapahtuman yhteydessä kolme asiakasta sai tietoonsa ostamiensa pilkkeiden kosteuden ja energiasisällön, kahdelle asiakkaalle oli ilmoitettu pilkkeiden kosteuspitoisuus ja yksi asiakas oli tietoinen puiden massan muutoksesta kuivumisen aikana.



## 7.2 Polttopuun energiasisältö

Viisi asiakkaista käytti ostamaansa pilkettä asunnon tai saunan lämmittämiseen ja yksi poltti pilkkeet kodan nuotiossa. Kaikille asuntoaan lämmittävillä pilkkeiden käyttäjillä polttopuiden sisältämä lämpöenergialla oli merkitystä. Käyttäjät tiedostivat, että energiasisältö vaikuttaa polttopuista saatavan lämmön määrään ja toisaalta polttopuun kulutukseen. Nuotiossa poltettavan puun energiasisältö ei ollut käyttäjälleen yhtä merkittävä.

Neljä asiakkaista kertoi, että tieto energiasisällöstä lisää kiinnostusta polttopuun käyttöön ja erityisesti vertailuun muihin energiatuotteisiin, lähinnä sähkön hintaan. Yksi näistä neljästä osti ensimmäisen kerran polttopuuta. Toisella ensimmäistä kertaa polttopuuta ostaneella asiakkaalla ei vielä ollut tietoa polttopuun energian hintavertailusta. Tieto siitä, että polttopuidenkin energiasisältö on mitattavissa ja tiedostettavissa ja sen hintaa voidaan verrata muihin energiatuotteisiin, kiinnosti kovasti. Myös kodan nuotiossa pilkettä polttava asiakas osti polttopuuta ensimmäisen kerran. Nuotioon pilkettä ostettaessa ei tule vertailtua polttopuun sisältämän energian hintaa muihin energiatuotteisiin. Kodan nuotiopuun tärkeimmät ominaisuudet ovat, että ne ovat kuivia ja ne on pilkottu sopivan pieniksi. Näin vähennetään savuttamista. Nuotiopuiksi ostettiin koivun lisäksi mielellään myös leppää.

## 7.3 Polttopuiden laatu

Muissa polttopuun laatua koskevissa kysymyksissä asiakkaat olivat yhtä mieltä. Polttopuissa ei saa olla hometta, ei lahoa ja niiden pitää olla kuivia. Polttopuissa olevat pilkut mietityttivät hieman. Vastajista neljä kertoi, että pilkut eivät haittaa, kahden mielestä niitä ei mielellään saisi olla. Kahdelle asiakkaalle 33 cm:n pituinen pilke on sopivan mittaista, muun pituista ei tarvitse. Neljällä polttopuunostajalla olisi myös muun mittaiselle polttopuulle käyttöä. Kaksi heistä voisi polttaa takassa myös 40 cm ja yksi 50 cm pitkää polttopuuta. Yhden asiakkaan leivinuuniin mahtuisi 66 cm pitkä polttopuu. Puulajeina kaksi käyttäjää haluaa polttaa vain koivua, kolme haluaisi koivun lisäksi sekapuuta. Nuotiopuiksi kävisi sekaan myös leppä.

Polttopuiden kosteuspitoisuus oli kaikille asiakkaille selvä; märkä puu ei syty helposti, se ei pala kunnolla eikä se lämmitä niin kuin kuiva puu. Märällä puulla lämmitettäessä polttopuuta kuluu enemmän. Nuotiossa myös huomaa, että kuiva puu ei savuta niin kuin märkä puu.

Polttopuun ostajat olivat tiedostaneet hyvin, että kuivana säilyäkseen polttopuu vaatii kuivan säilytystilan. Kaikki asiakkaat varastoivat ostamansa puut puuliiterissä tai muussa varastossa.

#### **7.4 Pilkekaupan mittayksiköt**

Kaikki polttopuunostajat olivat tyytyväisiä tilauksen perusteella saamaansa puun määrään. Yksi ostaja oli nähnyt tilaamansa säkit ja tiesi minkä määrän osti. Kolmelle ostajalle toimituksen koko yllätti positiivisesti. Etukäteiskuvitelma jostain irtomottomäärästä oli pienempi, kuin mitä puita toimitettaessa tuli. Viiden asiakkaan mielestä polttopuukaupassa irtomotti on tärkeä mittayksikkö.

Yksi kertoi puiden energiasisällön ja kosteuden olevan tärkeimpiä mittayksiköitä. Energiasisältöä ja puiden massaa piti tärkeänä myös kolme muuta ostajaa, jos puiden mukana niistä voi saada tietoa. Heille oli positiivinen yllätys, että polttopuiden massa, kosteus ja energiasisältö olivat tiedossa. Tieto otettiin mielenkiinnolla vastaan ja sitä tietoa halutaan jatkossakin.

#### **7.5 Polttopuiden markkinointi**

Vain yksi ostaja oli polttopuun myyjän vakioasiakas. Yksi asiakas löysi polttopuun myyjän paikallislehden ilmoituksesta. Neljä polttopuun ostajaa käytti apunaan Internetiä. Googlen kautta haettaessa sanalla *polttopuu* pääsi Halkoliiterin sivuille, josta löytyi polttopuun myyjä. Halkoliiteri.com on polttopuun sähköinen kauppapaikka. Palvelun omistavat ja hallinnoivat alueelliset metsäkeskukset. (Metsäkeskus 2010.)

Asiakkaiden mielestä myyjän olisi hyvä ilmoittaa myytävistä polttopuista paikallislehdessä, Maakunnan Markkinoilla Keskisuomalaisessa ja Internetissä, esimerkiksi juuri Halkoliiterissä. Ilmoituksessa olisi hyvä olla mahdollinen yrityksen kotisivun osoite, josta voisi saada lisätietoa yrityksestä.

## 8 PARANNUSEHDOTUSTEN KÄSITTELYÄ

### 8.1 Yrittäjä- ja asiakaspalaute

Tarkkaan suunniteltu ja tutkittu pilkkeen tuotantomalli pääsi toteutettavaksi aitoon yritystoimintaan, sellaiseen ympäristöön, johon se on laadittu. Käytännön työskentelyn kautta saatiin arvokasta kokemustietoa konseptin soveltumisesta käytäntöön. Yrittäjiltä saadut parannusehdotukset ovat Energiapilke-konseptia rakentavasti kehittäviä. Yrittäjiltä saadun hyvän palautteen pohjalta voidaan päätellä, että Energiapilke-konsepti on hyvin toimiva malli myytävän pilkkeen tuotantoon. Energiapilke-konseptin mukaan tuotetun puun myyjä tietää mitä myy ja ostaja tietää mitä ostaa.

Myös asiakkaiden mielenkiinto polttopuun energiasisältöä kohtaan kannustaa jatkamaan Energiapilke-konseptin mukaista polttopuun tuotantoa. Syksyn haastatteluun ennätti asiakkaita lukumääräisesti vielä vähän, koska yrittäjien polttopuun myynti oli vasta käynnistymässä haastattelua tehtäessä. Jatkossa kannattaa kartoittaa lisää asiakkaiden ajatuksia pilkekaupasta. Näin saadaan pilkkeen tuotantoon merkittävin eli ostajan näkökanta esille. Samalla polttopuun ostajille voidaan tiedottaa puun energiasisällöstä ja Energiapilke-konseptin mukaan tuotetusta polttopuusta.

### 8.2 Purunäytteen keräämisen automatisointi

Purunäytteen keräämisen automatisointi oli yksi yrittäjiltä tulleista tärkeimmistä parannusehdotuksista. Yhtenä esimerkkinä mahdollisesta ratkaisusta asiaan on Maaselän Koneen Hakki Pilke -klapikoneiden puruimuri (ks. kuvat 31–32). Puruimuri saa käyttövoimansa klapikoneen hydraulikasta. Puruimuri voidaan asentaa uuteen koneeseen jo tehtaalla, mutta asiakas voi liittää puruimurin ohjeistettuna jälkiasennuksena. Big X 50 -koneessa puruimuri on vakiona koneen muotoon upotettuna. Pienemmissä koneissa asennus on ulkopuolinen, mutta "kiinteä" siten, että puruimuria ei tarvitse irrottaa siirron aikana, ainoastaan kääntää kuljetusasentoon. Lisävarusteena puruimuri on mahdollista kytkeä myös esim. traktorin hydraulikkaan, mutta asennuksessa on huomioitava, että traktorin hydraulikan öljyntuotto vastaa puruimurin vaatimuksia. (Autio 2010.)



KUVIO 31. Isossa BIG X 50 -klapikoneessa on sisäänrakennettu puruimuri.



KUVIO 32. Hakki Pilke -klapikoneen ulkopuolinen puruimuri

### 8.3 Tuoteseloste

Seurannan aikana yrittäjiltä tuli toiveita saada malli, jonka mukaan he voisivat kirjoittaa myytävien pilkkeiden mukaan tuoteselosteen. Tuoteselosteelle selvisi myös asiakashaastatteluissa tärkeä tehtävä; ostajat haluavat ostamistaan polttopuista enemmän tietoa, jos sitä vain on saatavilla. Asiakkaita kiinnostaa puiden kosteus, toimitetun erän massa ja energiasisältö. Tieto kiinnostaa, jos



sitä vain on tarjolla. Yhteistyössä yrittäjien kanssa suunniteltiin kaksi eri mallia tuoteselosteelle. Toinen on kynällä täytettävä tuoteselostepohja ja toinen on Excel-taulukkaan täytettävä tuoteseloste. Ajatuksena oli, että tuoteseloste olisi selkeä täyttää. Excel-taulukkaan täytettävä tuoteseloste kirjoitetaan kotikoneella ja kynällä täytettävän voi kirjoittaa vaikka pilkekasan reunalla tai autossa kuormanteon yhteydessä.

### **Kynällä täytettävä malli**

Kynällä täytettävän tuoteselosteen (ks. liite 5) apuna käytetään laminoitua *Koivun energiasisältötaulukkoa*, johon on laskettu valmiiksi koivun energiasisältö eri kosteusprosentteille (ks. liite 6). Lisäksi tarvitaan taskulaskin. Tuoteselosteeseen kirjoitetaan pilkkeiden pituus, polttopuun alkuperä, toimitetun erän tilavuus irtomotteina, toimituserän massa ja kosteus. Toimituserän energiasisältö saadaan kertomalla Koivun energiasisältötaulukosta oikean kosteuden kohdalta valitulla kertoimella toimitetun pilke-erän massa. Hinta toimitetulle polttopuun määrälle saadaan kertomalla myyjän käyttämä snt / kWh-hinta toimitetun erän energiasisällöllä kWh. Saatu hinta sentteinä muutetaan euroiksi jakamalla summa 100:lla. Arvonlisäveron osuus saadaan kertomalla arvonlisäveroa sisältävä hinta luvulla 0,18699.

### **Excel-taulukkaan täytettävä malli**

Excel-taulukkaan tehty tuoteselostemalli on tarkoitettu selkeäksi täyttää (ks. liite 7). Etusivulle merkitään toimitetun erän pilkkeiden pituus, toimitettujen käsittely-yksiköiden bruttomassat ja tyhjien lavojen massat. Lisäksi merkitään toimitetun erän kosteusprosentti. (Ks. kuvio 33.) Painettaessa ”Kirjoita tuoteseloste” -nappia, tiedot siirtyvät tulostettavaan tuoteselosteeseen. Taulukkaan on valmiiksi täytetty puulaji, katkaisupinnan laatu ja polttopuiden alkuperä. Etusivulle täytettyjen toimitettavaa pilke-erää koskevien tietojen perusteella taulukko laskee toimituserän tilavuuden irtomotteina, toimituserän pilkkeiden kokonaismassan sekä energiasisällön. Lukuja on muotoiltu niin, että energiasisältö on pyöristetty lähimpään sataan kilowattituntiin ja hinta lähimpään täyteen euroon. Hinnan toimituserälle taulukko laskee yrittäjän käyttämän kilowattituntihinnan perusteella. Arvonlisäveron osuuden taulukko laskee kertomalla kokonaishinnan luvulla 23 ja jakamalla tulo luvulla 123. Tuoteselosteen

loppuun on kerätty lämmitysenergian hintavertailua ja polttopuiden varastointi- ja käyttöohjeita.

## Pilke-erän toimitus

Täytä vain vaaleat sarakkeet!

Toimitetun erän pilkkeiden pituus

33 cm

Toimitettujen

lavojen Tyhjän lavan  
kokonaismassa massa, kg

lava 1.	389	28
lava 2.	403	30
lava 3.	402	26
lava 4.		
lava 5.		
lava 6.		
lava 7.		
lava 8.		
	1194	84

Kirjoita tuoteseloste

Toimitetun erän puiden massa, 1110 kg

Toimitetun erän kosteus 18 %

(ilmoitetaan prosentoin tarkkuudella)

Energiasisältö 15,1 MJ/kg

Energiasisältö 4,2 kWh/kg

Erän energiasisältö 4668 kWh

KUVIO 33. Excel-pohjaisen tuoteselosteen etusivu

## 9 POHDINTA

### 9.1 Tavoitteiden toteutuminen

Työni tavoite, selvitys Energiapilke-konseptin toimivuudesta käytännössä, toteutui seurantatyön ja kokemusten keräämisen avulla. Tavoitteenani oli myös kerätä konseptin parannusehdotuksia pilketuottajilta ja -asiakkailta. Energiapilke-konseptin seurantatyö kesän ajalta antoi minulle hyvät mahdollisuudet tutkia konseptin toimivuutta käytännössä. Pilkeseurantaan mukaan lähteneet yrittäjät olivat erittäin yhteistyöhalukkaita ja heidän kanssaan työskentely oli mutkatonta. Seurantatyön onnistuminen antoi hyvät työkalut työn tavoitteiden saavuttamiseksi. Tapasin pilkeyrittäjät useaan kertaan kevään, kesän ja syksyn aikana. Syksyllä keräsin haastattelulla vielä yhteen yrittäjien ajatukset uudesta pilkkeentekomallista. Tiivis yhteistyö teki selväksi, mitä mieltä yrittäjät olivat konseptin toimivuudesta ja mitä parannettavaa heidän mielestään siinä oli. Työni tavoitteet yrittäjien kokemusten keräämisessä ja mielipiteiden selvittämisessä toteutuivat hyvin.

Haastateltavien asiakkaiden yhteystietoja sain vain kuusi. Haastattelun ajankohtaan mennessä ei syksyn pilkekauppa ollut vielä päässyt vauhtiin, joten asiakaspalautte jäi siksi näin vähiin. Kaikki haastateltavat, joiden yhteystiedot sain pilkeyrittäjiltä, sain haastateltua. Palautteet kaikilta asiakkailta olivat hyvin toistensa kaltaisia. Asiakkaita kiinnostivat samat asiat ja pilkkeiden laatuominaisuuksista he olivat yhtä mieltä. Tältä pohjalta voin arvioida, että suppeasta aineistosta huolimatta haastattelun tulos antaa suuntaa, jonka suurempikin otos voisi tuottaa.

Neljä pilkeyritystä on vielä suppea määrä tutkittaessa uuden tuotantomallin sopimista käytäntöön. Seurantatyö oli kuitenkin tiivistä ja aikaa vievää, joten suurempaa määrää yrityksiä olisi ollut jo vaikea seurata. Seurannassa olevilla yrittäjillä olivat tuotantoketjut kaikki erilaisia, joten seurannasta saatiin tuloksia neljään erilaiseen tuotantomalliin. Tulokset ja parannusehdotukset olivat kaikilla yrittäjillä samansuuntaiset. Mitään eriviä mielipiteitä ei parannusehdotuksiin tullut. Työlle asetettu tavoite toteutui. Sain selville konseptin käyttökelpoisuuden ja tärkeimmät kehitettävät kohdat sen parantamiseksi.

Energiapilke-konsepti valmistui vuonna 2006, eikä sen toimivuutta ole aiemmin tutkittu pilkeyrityksissä. Tämä on laatuaan ensimmäinen tutkimus asiasta. Näin ollen työtä ei voi verrata aiemmin valmistuneisiin samaa aihetta käsitteleviin töihin.

Tulosten perusteella Energiapilke-konseptille on tilaus niin yrittäjiltä kuin pilkeasiakkailtakin. Konsepti sopii yrittäjille, jotka haluavat panostaa pilkkeiden tuotteistamiseen. Konsepti antaa työkalut valmistaa laadukasta pilkettä, jonka ominaisuudet tunnetaan. Konseptin mukaan tuotetulle myyntipilkkeelle voidaan kirjoittaa tuoteseloste, jolla tuotetiedot annetaan pilkeyrittäjälle.

## 9.2 Työn merkitys

Tämän työn avulla Energiapilke-konseptia voidaan kehittää edelleen ja saada siitä entistä toimivampi. Energiapilke-konseptin käytön yleistyessä tämä työ on osaltaan levittämässä luotettavamman pilkekaupan mallia, jonka mukaan toimiessaan pilkeyrittäjä tietää, mitä myy ja myös asiakas saa tiedot pilkkeiden ominaisuuksista itselleen.

Yrityskoon kasvaessa pilkkeiden raaka-aineeksi käytetään yhä enenevässä määrin koivukuitua. Kaakkois-Suomen, Etelä-Savon ja Häme-Uusimaan metsäkeskusten alueelta Työtehoseuran tekemän tutkimuksen mukaan 61 % pilkkeistä valmistettiin kuitupuusta. Tuotetusta pilkkeestä 77 % oli koivua. (Vuorio, Backman & Kettunen 2007.) Tehdyn selvityksen mukaan esimerkiksi Keski-Suomessa pilkeyrittäjillä on jo alueittaisia ongelmia hankkia koivukuitua pilketuotantonsa (Strömberg 2010). Energiasisällön mukaan käytävä pilkekauppatapa mahdollistaa myös aiemmin vähemmän arvostettujen puulajien myymisen lämmönlähteeksi. Näin tämä työ on osaltaan lisäämässä myös muiden puulajien arvostuksen lisäämistä käytävässä pilkekaupassa ja pienentämässä uhkaavaa raaka-ainepulaa.

Selvitystyö mahdollisesti lisää pilkkeiden käyttöä lämmitykseen sen kautta, että asiakkaiden saadessa tuoteselosteen sisältämää tietoa pilkkeiden energiasisällöstä kasvaa heidän kiinnostuksensa eri energiamuotojen hintojen vertailuun.



Hankkeen seurantaan on kevään 2011 aikana lähtemässä mukaan uusia pilkeyrittäjiä. Tämä työ toimii käsikirjana näille ja myös muille energiasisältöisestä pilkekaupankäynnistä kiinnostuneille pilkeyrittäjille. Myös asiakkaat voivat saada tietoa pilkkeiden tuotantotavasta tätä raporttia lukiessaan.

### 9.3 Jatkotoimet

Jatkossa seurannan antamia parannusehdotuksia tulee pohtia ja niitä pitää pyrkiä ratkaisemaan. Purun automaattisesta keräämisestä on jo malli, joka on esitetty luvussa 8. Tämän puruimurin soveltumista kosteusnäytteiden keräämiseen olisi hyvä tutkia. Kerättäisiinkö purunäyte koko päivän puruerästä vai kerättäisiinkö se puolentunnin välein pienempään astiaan? Onko muita malleja automaattiseen purunkeräämiseen?

Pilkkeiden punnitukseen käsittely-yksiköiden siirtelyvaiheessa kannattaa hakea ratkaisu traktorin tai pyöräkuormaajan öljynpaineesta mittaavasta vaa'asta. Kokeilukäytössä olleen vaa'an tuloksen heilumisen syy on hyvä tutkia, jotta yrittäjälle saadaan toimiva ja aikaa sekä työtä säästävä punnitustapa. Myös muiden pilkeyrittäjien toiminnan tehostamiseksi kyseinen vaaka olisi järkevä ratkaisu.

Tiedonkulkuun pilkekasalta pitää kehittää tietokantaohjelma, johon pääsee syöttämään tietoja vaikka kännykällä. Näin tarvittavat mittaustiedot eivät häviä lappusten mukana, vaan tallentuvat tuotantotaulukkoon.

Tuotantotaulukkoon lisättiin jo seurannan aikaan yrittäjien toivomuksesta sarakkeita, josta tavoitemassa myyntikosteutta korkeammissakin kosteuspitoisuuksissa on nähtävissä. Näin yrittäjä näkee välipunnitusten avulla, kuinka kuivuminen etenee. Myöhemmin puiden kuivettua hyvin, toivottiin vielä alhaisemmillekin kosteuspitoisuuksille tavoitemassasaraketta. Näiden jo toteutettujen taulukon parannusehdotusten lisäksi kokemusten haastatteluvaiheessa tuli esille toive, että taulukosta näkisi suoraan pilkkeen kosteuden, kun punnitustulos syötetään siihen. Uusi muoto poistaisi lisäksi monet eri tavoitepainosarakkeet, sillä punnitustuloksen kirjaamisella näkyisi suoraan pilkkeiden sisältämä

kosteus. Konseptia kehitettäessä taulukko on hyvä päivittää ehdotuksen mukaiseksi.

Tämän raportin voi antaa uusille seurantaan mukaan lähteville ja asiasta muuten kiinnostuneille pilkeyrittäjille oppaaksi konseptin järjestelyjen toteuttamiseen. Lisäksi raportin lähteisiin on kerätty eri laitteiden maahantuojien ja valmistajien kotisivujen osoitteita, joista on hyötyä suunniteltaessa laitehankintoja.

## LÄHTEET

- Agromaster Oy. 2010. Pilke Master -klapikoneen esittely. Valmistajan verkkosivut. Viitattu 11.10.2010. [Http://www.agromaster.fi/](http://www.agromaster.fi/).
- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tiedote nro. 2045. Espoo: VTT.
- Autio, J. 2010. Tuotekehityspäällikkö, Maaselän Kone Oy. Pilkekoneet tutuksi -retken tehdasvierailu Maaselän Koneelle 17.11.2010. Pilkekoneiden esittely.
- Dini Argeo. 2010. Vaakojen valmistaja. Valmistajan nettisivut. Viitattu 10.12.2010. [Http://www.diniargeo.com/](http://www.diniargeo.com/), products, mobile weighing, crane scales.
- Erkkilä, A. 2010. Erikoistutkija, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Valokuvia Energiapilke-konseptin seurannasta.
- Erkkilä, A & Alakangas, E. 2008. Tulisijapolttoaineen valmistaminen. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen julkaisu nro. VTT-R-11020-08. Jyväskylä: VTT.
- Erkkilä, A., Kaipainen, H., Paappanen, T., Alakangas, E., Lindblad, J., Sikanen, L., Tahvanainen, T., Kähkönen, T. & Airaksinen, U. 2006. Uusi pilkkeen käsittelykonsepti valmistuksesta asiakkaalle. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusraportti nro. VTT-R-04964-06. Jyväskylä: VTT.
- Gern & Sohn GmbH. 2010. Operating Manual Electronic Moisture meter, version 2.1. Viitattu 13.11.2010. [Http://www.kern-sohn.com/manuals/files/English/MLB\\_N-BA-e-1021.pdf](http://www.kern-sohn.com/manuals/files/English/MLB_N-BA-e-1021.pdf).
- Jermo, A. 1974. Kun kansa eli kortilla. 3. uud. p. Keuruu: Otava.
- Laitilan Rautarakenne Oy. 2010. Japa 700 – klapikoneen esite. Valmistajan verkkosivut. Viitattu 11.10.2010. [Http://www.japa.fi/](http://www.japa.fi/), klapikoneet, sirkkelikoneet, Japa 700, esite.
- Landtek Finland Oy. 2010. Klapisäkkien maahantuojan nettisivut. Viitattu 13.11.2010. [Http://www.klapisakki.fi/index.php](http://www.klapisakki.fi/index.php), klapisäkit, Klapisäkki Koivu-Pro.
- Leiponen, K. 1987. Kansa talkoissa. Jyväskylä: Gummerus.
- Metsäkeskus. 2010. Halkoliiteri.com palvelu uudistuu. Metsäkeskuksen nettisivut. Viitattu 4.1.2011. [Http://www.metsakeskus.fi](http://www.metsakeskus.fi), uutiset.
- Strömberg, T. 2010. Polttopuuliiketoiminnan toimija- ja markkinatilanneselvitys Keski-Suomessa. Bioenergiakeskuksen julkaisu 50. Viitattu 15.12.2010. [Https://publications.theseus.fi/handle/10024/20568](https://publications.theseus.fi/handle/10024/20568).

Tmi Juhani Rahkonen. 2010. DG-vaakojen maahantuoja. Maahantuojan nettisivut. Viitattu 27.10.2010. [Http://www.juhanirahkonen.fi](http://www.juhanirahkonen.fi), lattiavaaka / eläinvaaka.

Torvelainen, J. 2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastollinen tietopalvelu, Metsätilastotiedote 26/2009. Verkkojulkaisu. Viitattu 9.10.2010. [Http://www.finbio.fi](http://www.finbio.fi), infomateriaalia.

Vuorio, K., Backman, R. & Kettunen, A. 2007. Polttopuuyritysten liiketoiminta. Työtehoseuran tiedote, Luonnonvara-ala:metsä, 8/2007 (714).

Ylistaron Terästäkomo Oy. 2010. Palax 70s -klapikoneen esite. Valmistajan verkkosivut. Viitattu 11.10.2010. [Http://www.palax.fi/](http://www.palax.fi/), tuotteet, Palax 70s, esite.



## LIITTEET

### LIITE 1. Haastattelukysymykset yrittäjille

#### Haastattelu kokemuksista Energiapilke-konseptin toteuttamisesta, polttopuuyrittäjä

Nimi  
 Raaka-aineen hankinta  
 Puulajit  
 Pilkkeiden valmistustapa  
 Pilkkeiden valmistuslaitteet  
 Kuivausmenetelmä  
 Varastointi  
 Jakelu  
 Työvoima  
 Tuotantomäärä

#### Yrittäjän kokemukset eri konseptin vaiheesta

- kosteusnäytteiden ottaminen
- kosteuden määrittäminen
- alkumassan punnitus
- tavoitemassan laskenta taulukon avulla alkumassasta ja – kosteudesta
- kuivumisen seuranta punnitusten avulla
- toimituksen yhteydessä tapahtuva punnitus ja kosteuden sekä energiasisällön laskeminen

**Onko toimintatavasta ollut hyötyä ja jos, niin millaista (polttopuun valmistuksen, kuivauksen, kaupankäynnin kannalta)?**

**Onko puiden markkinoinnissa hyödynnetty mitattua energiasisältötietoa?**

**Yrittäjän ehdotukset konseptin parantamiseksi**

**Onko kuljetuksissa hyötyä massamittauksista?**

**Mietteitä, jo ei myy polttopuita energiasisällön mukaan**

- miksi ei myy
- mikä saisi myymään / mikä saisi lisäämään energiasisältöön perustuva pilkkeiden kaupankäyntiä?
- Yrittäjän mielipide siitä, mikä lisäisi ostajan kiinnostusta energiasisältöön perustuvaan pilkekauppaan

## LIITE 2. Haastattelukysymykset asiakkaille

### Haastattelu kokemuksista Energiapilke-konseptin toteuttamisesta, asiakas

1. Mihin mittayksikköön kauppa perustui
2. Millä mittayksiköllä yleensä olette polttopuun ostanut
3. Saitteko myyjältä tiedon pilke-erän energiasisällöstä ja kosteudesta?
4. Vastaako puumäärä etukäteismielikuvaanne tilauksen koosta
5. energiasisällön merkitys loppukäyttäjälle
6. kosteuden merkitys loppukäyttäjälle
7. massan merkitys loppukäyttäjälle
8. lisääkö tieto energiasisällöstä kiinnostusta polttopuun käyttöön ja vertailuun muihin energiatuotteisiin
9. mitkä mittayksiköt ovat tarpeellisia ostajalle?
10. Miten varastoitte puunne
11. Tiedättekö miten kosteus vaikuttaa polttopuun energiasisältöön

## LIITE 3. Tuotantoketjut

	Nykyinen toimintamalli			Pilkekonseptin mukainen toiminta				
	käsittely-yksikkö	käsittely-yksikön siirto	jakelu	käsittely-yksikkö	alkupunnitus	kosteuden analysointi	välipunnitus	punnitus toimitettaessa
<b>Monthan</b>	15 m <sup>3</sup> verkkohäkki	-	henkilöauton tai traktorin peräkärri	klapisäkki	traktorin juontokourassa koukkuvaaka	kosteusanalysointori	traktorin juontokourassa koukkuvaaka	
<b>Mäkinen</b>	1,5 m <sup>3</sup> verkkosäkki ja kuormalava	pyöräkuormaajalla	kuorma-auto	1,5 m <sup>3</sup> verkkosäkki ja kuormalava sekä klapisäkki	palkkivaaka	kosteusanalysointori	palkkivaaka	kuorma-auton nosturissa koukkuvaaka
<b>Pietilä</b>	3,2 m <sup>3</sup> pilkehäkki ja kuormalava	traktorin etukuormaajalla	henkilöauton kippaava peräkärri	3,2 m <sup>3</sup> pilkehäkki ja kuormalava	palkkivaaka	kosteusanalysointori	palkkivaaka	palkkivaaka
<b>Sironen</b>	irtopilkkeet	traktorin etukuormaajalla	pakettiauto+peräkärri, traktori+peräkärri, rekkakuljetus	kuutiohäkki, klapisäkki	haarukkavaunuvaaka, traktorin etukauhassa koukkuvaaka	kosteusanalysointori		





## LIITE 5. Kynällä täytettävä tuoteselostemalli.

### Polttopuiden tuoteseloste

**Puulaji:** Koivu

**Pituus:** \_\_\_\_\_ **cm**

**Katkaisupinta:** Sileä

**Polttopuun alkuperä:** \_\_\_\_\_

**Toimituserän tilavuus** \_\_\_\_\_ **m<sup>3</sup>**

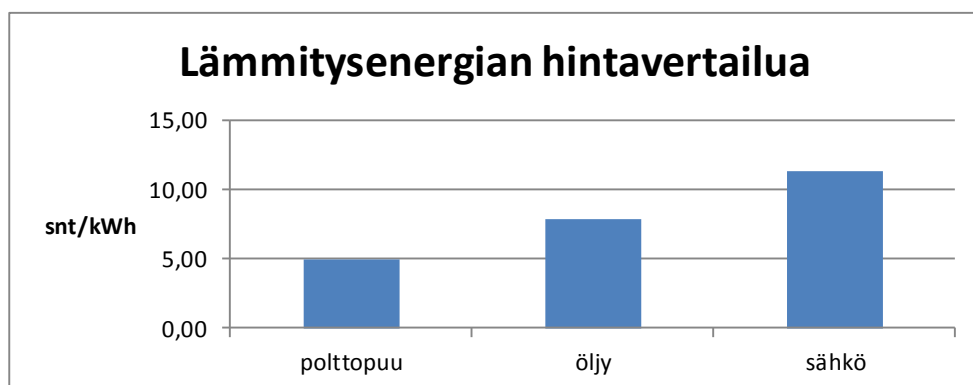
**Toimituserän paino:** \_\_\_\_\_ **kg**

**Toimituserän kosteus:** \_\_\_\_\_ **%**

**Toimituserän energiasisältö:** \_\_\_\_\_ **kWh**

**Hinta, sis. alv 23%** \_\_\_\_\_ **€** = \_\_\_\_\_ **snt/kWh**

**Alv:n osuus** \_\_\_\_\_ **€**



Lähde: Öljy- ja Kaasualan Keskusliitto, kuluttajahintaseuranta syyskuu 2010.

Vattenfall. Sähkön hinta sisältää siirron 3,48 snt/kWh, perusmaksut 13,11 €/kk ja

2,10 €/kk ja sähkön hinnan 6,00 snt/kWh, käyttöarvio 10000 kWh/v.

Vertailussa on huomioitava myös polttolaitteen hyötysuhteen vaikutus lopulliseen kustannukseen

### Polttopuiden varastointi- ja käyttöohjeita:

Varastoi polttopuut suojattuna kostumiselta. Puiden kosteuden kasvaessa, niiden energiasisältö laskee.

Tuo puut vuorokautta ennen käyttöä sisälle ja sytytä tuli päältä, niin muodostuu vähemmän savukaasuja.

Lisää tietoa turvallisesta ja tehokkaasta puulla lämmittämisestä [www.biohousing.eu.com](http://www.biohousing.eu.com)

## LIITE 6. Koivun energiasisältötaulukko

**Koivun energiasisältö**

<b>kosteus-%</b>	<b>kWh/kg</b>
25	3,789
24	3,848
23	3,908
22	3,967
21	4,027
20	4,087
19	4,146
18	4,206
17	4,265
16	4,325
15	4,384
14	4,444
13	4,503
12	4,563
11	4,623
10	4,682

## LIITE 7. Excel-taulukolla täytetty tuoteselostemalli

**PUUMÄKINEN OY**

Saarijärvi

Puhelin

040 849 6543 Riitta Mäkinen

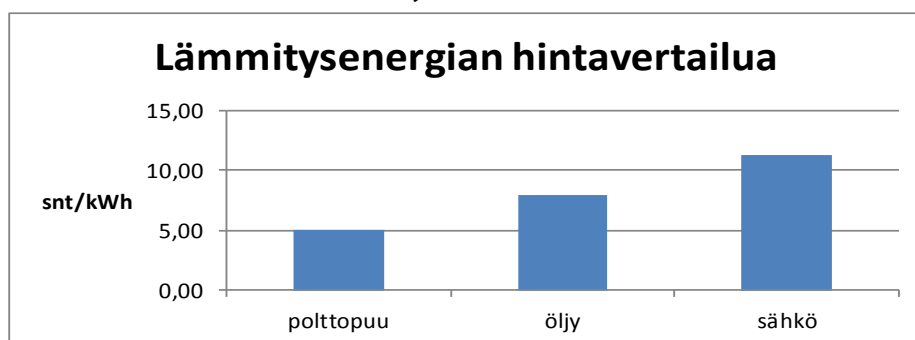
0400 227 556 Hannu Mäkinen

**Polttopuiden tuoteseloste**

<b>Puulaji:</b>	<b>Koivu</b>
<b>Pituus:</b>	<b>33 cm</b>
<b>Katkaisupinta:</b>	<b>Sirkkelikatkaistu</b>
<b>Polttopuun alkuperä:</b>	<b>Saarijärvi</b>

<b>Toimituserän tilavuus:</b>	<b>n.</b>	<b>4,6 i-m<sup>3</sup></b>
<b>Toimituserän paino:</b>	<b>1110 kg,</b>	<b>240 kg/i-m<sup>3</sup></b>
<b>Toimituserän kosteus:</b>	<b>18 %</b>	<b>± 2 %</b>
<b>Toimituserän energiasisältö:</b>	<b>n.</b>	<b>4700 kWh</b>

**Hinta, sis. alv 23%**                      **235,00 €**                      =                      **5,00 snt/kWh**  
**Alv:n osuus**                                      **43,94 €**



Vertailussa on huomioitava myös polttolaitteen hyötysuhteen vaikutus lopulliseen kustannukseen

Lähde: Öljy- ja Kaasualan Keskusliitto, kuluttajahintaseuranta syyskuu 2010.

Vattenfall. Sähkön hinta sisältää siirron 3,48 snt/kWh, perusmaksut 13,11 €/kk ja

2,10 €/kk ja sähkön hinnan 6,00 snt/kWh, käyttöarvio 10000 kWh/v.

**Polttopuiden varastointi- ja käyttöohjeita:**

Varastoi polttopuut suojattuna kostumiselta. Puiden kosteuden kasvaessa, niiden energiasisältö laskee.

Tuo puut vuorokautta ennen käyttöä sisälle ja sytytä tuli päältä, niin muodostuu vähemmän savukaasuja.

Lisää tietoa turvallisesta ja tehokkaasta puulla lämmittämisestä [www.biohousing.eu.com](http://www.biohousing.eu.com)