

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutusohjelma

TUTKINTOTYÖ

Manne Viljamaa

**POLTTOPUUN TUOTTAMINEN PIENKÄYTTÖÖN JA SEN KANNATTAVUUS  
YRITYKSEN NÄKÖKULMASTA TARKASTELTUNA**

Työn ohjaaja

Tuntiopettaja Pekka Hanhimäki ja tuntiopettaja Miia Seilonen,

Työn teettäjä

Projektipäällikkö Markku Oikarainen, Tampereen ammattikorkeakoulu,  
Rakentaminen ja metsätalous, Konttila-projekti

Tampere 2007

Viljamaa, Manne. 2007. Polttopuun tuottaminen pienkäyttöön ja sen kannattavuus yrityksen näkökulmasta tarkasteltuna. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, metsätalouden koulutusohjelma. 47 sivua + 18 liitettä.

Työn teettäjä Markku Oikarainen, Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakentaminen ja metsätalous, Konttila-projekti

Asiasanat polttopuun pienkäyttö, yrittämisen kannattavuus, pinomitta, pienvarasto, vaihtokasettimenetelmä

## TIIVISTELMÄ

Polttopuun pienkäytöllä tarkoitetaan puun polttamista pienkiinteistöjen lämmitämiseksi ja tunnelman luomiseksi. Monissa omakotikiinteistöissä puun polttamisen mahdollisuus on varalämmitysmuotona, ja päälämmityksenä käytetään sähköä tai öljyä. Tämän osin käyttämättömän polttolaitepotentiaalin käyttöönotto on taloudellisesti järkevää. Energian hinnan noustua, on puun polttaminen noussut kannattavaksi ja polttopuun kysyntä on kasvanut. Polttopuun pienkäytön edistäminen lisää osaltaan bioenergian käyttöä ja mahdollistaa maa- ja metsätalouden työmahdollisuuksien monipuolistamista.

Polttopuun pienkäyttöä on tutkittu runsaasti, ja polttopuun tuottamisesta ja käytämisestä on runsaasti tietoa. Erilaisissa tutkimuksissa on tutkittu mm. polttopuuyrittämisen malleja, polttopuun tuottamisen tehostamista, sekä polttopuun laadun parantamista. Tutkimuksissa on todettu, että polttopuun tuottamisen kannattavuuden keskeisiä ongelmia ovat mm. polttopuuerien pienuus, polttopuun varastoiminen omakotikiinteistöissä, ja polttopuuerien mittaus- laatu- ja hintaongelmat. Yhtenä vaihtoehtona polttopuukaupan hinnoitteluperustaksi on esitetty toimituserän energiasisältöä ja puun sisältämän kosteuden mittaamista. Tämän menetelmän luotettavuuden todentaminen on asiakkaan näkökulmasta kyseenalaista, ja siksi polttopuuta tulisi toimittaa asiakkaalle pinottuina sopivan kokoisina erinä. Polttopuu toimitetaan useimmiten asiakkaalle kuormina tai irtokuutioina säkeissä, jolloin asiakas voi pettyä saamaansa puumäärään, kun se pinotaan asiakkaan varastoon. Pinomitalla toimitetulle puulle olisi tämän vuoksi todennäköisesti kysyntää, mutta menetelmän käyttöönotto edellyttäisi erilaista polttopuun tuottamisen mallia, mitä tällä hetkellä pääsääntöisesti käytetään. Polttopuun pinoaminen asiakaspinoiksi jo tuotantovaiheessa edellyttäisi tehokkaan ja taloudellisen polttopuun pakkauskoneen käyttöönottoa eli lisäinvestointia valmistusprosessiin. Tällaisessa polttopuun tuottamisen ja käyttämisen ketjussa polttopuu toimitetaan asiakkaalle pinomitalla vaihtokasettimenetelmällä ja varastoidaan pienvarastossa. Tämä nostaisi väistämättä polttopuun hintaa loppukäyttäjälle, ja yrittäjän riskit kasvaisivat. Olennaista on selvittää, kuinka paljon asiakas olisi valmis maksamaan lisähintaa paremmasta palvelusta, ja kuinka säilytetään polttopuun tuottamisen kannattavuus.

Viljamaa, Manne. 2007. The production of firewood for residential use and its profitability from the venture's point of view. Tampere Polytechnic- University of Applied Sciences, Forestry education program. 47 pages + 18 appendices.

Orderer: Markku Oikarainen, Tampere Polytechnic - University of Applied Sciences, Construction and Forestry, Konttila-project

Keywords: Residential use of firewood, profitability, firewood stacking, small-scale storage, exchange cassette method

## **ABSTRACT**

The small-scale use of firewood refers to burning it both for residential heating and for creating a cosy mood. In many houses, it is possible to burn firewood for extra heating, while the main heat source is either oil or electricity. It is economically reasonable to increase the usage of this burning device potential. All energy sources have become more and more expensive. Therefore the residential use of firewood has become more economic solution and the demand of wood has increased. Encouraging the household use of firewood increases the production of bioenergy and increases the versatility of job opportunities among agriculture and forestry.

In the literature, there are many studies of production and household use of firewood. For example, there are profitability studies of different types of ventures, studies of improving effectiveness of firewood production and studies of improving firewood quality. The researchers have concluded that the main problems in residential firewood production are: too small production amounts, the difficulty in storing firewood at homes and problems in measurements, quality and costs. As a solution to the problems mentioned, it has been suggested that firewood's energy and moisture contents should be measured. However, the customer cannot verify the reliability of this measuring method. Therefore, it would be ideal to deliver the firewood in a stacked form. Nowadays the wood is in most cases delivered as loose loads or in sacks. When the loose firewood is stacked for storage, its amount can be a disappointing surprise to the customer. Based on these observations, it is probable that there would be demand for stacked firewood. Delivery of stacked wood would mean a different model of firewood production than conventionally used. The stacking process would need effective, economic stacking equipment, which in turn, means greater investments. The delivery of firewood could be based on an exchange cassette system, in which the empty cassette is replaced with a filled one by the vendor. This would inevitably increase the price of the firewood, as well as increase the risks of the vendor. It is essential to find out how much the customer is willing to pay extra for the improved service and how to keep the production profitable.

## ALKUSANAT

Haluan kiittää yhteistyöstä työni tilaajan sekä työni ohjaajien kanssa. Lisäksi haluan kiittää tämän tutkimustyön tekemisessä auttaneita yrityksiä ja yhteistyötahoja. Ilman heidän antamia tietoja tämän tutkimustyön tekeminen ei olisi ollut mahdollista.

Lempäälässä 18.4.2007

---

Manne Viljamaa

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	TERMIT .....	6
1.2	TUTKIMUKSEN TAUSTAT .....	8
2	PUUSTA PILKETTÄ .....	12
2.1	Polttopuuyrittämisen luonne .....	12
2.2	Polttopuun valmistuksen menetelmiä .....	14
2.3	Polttopuun kuivatuksen menetelmiä .....	17
2.3	Polttopuun pienkäyttö .....	17
2.4	Pilke polttoaineena .....	18
2.5	Koivukuidun riittävyys .....	19
3	AINEISTO .....	20
4	YRITYSTOIMINNAN KUVAUS SEKÄ KUSTANNUSTEKIJÄT .....	21
4.1	Tuotantomenetelmän perusteet ja teoria .....	21
4.2	Hankinta- ja toimintaketjun kustannustekijät ja kannattavuuslaskelman perusteet .....	23
5	LASKELMAT JA TULOKSET .....	25
5.1	Tontti ja toimitilat .....	27
5.2	Ostettavat laitteet ja koneet .....	28
5.3	Raaka-aineen hankinta .....	28
5.4	Valmistus, pakkaaminen ja kuivaus .....	30
5.5	Oheistoiminnat ja jälleenmyynti .....	34
5.6	Markkinointi ja jakelu .....	35
6	KUSTANNUSALASKELMAN TULOKSET .....	36
7	TULOSTEN ANALYSOINTI .....	37
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	43
	LÄHTEET .....	45
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

### 1.1 TERMIT

**Polttopuun pienkäyttö** (household used of firewood) on puun käyttöä pieni-  
muotoisesti pienkiinteistössä esimerkiksi omakotitalossa, joko päälämmitys-  
vaihtoehtona tai korvaavana lämmitysvaihtoehtona tai tunnelman luojana.

**Polttopuu** (firewood) on tulisijassa tai polttolaitteessa poltettava puu usein  
koivusta valmistettu pilke.

**Pilke** (chipped firewood) eli klapi on pyöreästä rankapuusta katkaistu ja hal-  
kaistu, usein 25–33 senttimetriä pitkä ja noin 5 senttimetriä paksu koivuklapi,  
joka soveltuu polttamiseen sellaisenaan.

**Vaihtokasettimenetelmä** (changing box method) on menetelmä, jossa poltto-  
puu valmistetaan kehikkoon, ja toimitetaan asiakkaalle vaihtokehikossa eli –  
kasetissa. Asiakas maksaa kasetin hinnan, ja hänelle hyvitetään tyhjä kasetti  
uuden polttopuuerän toimituksessa.

**Pienvarasto** (small storage) on pieni, tilavuudeltaan 1-2 kuutiometrin poltto-  
puuvarasto.

**Yhdistelmävarasto** (combination storage) on polttopuuvarasto, jonka yhtey-  
dessä on pienkiinteistön roskasäiliö ja mahdollisuus jätteiden lajittelu- ja kier-  
rätysvarastointiin.

**Hankintakauppa** (sale at delivered price) on puun kauppamuoto, jossa myyjä  
vastaa puun korjuu- ja metsäkuljetuskustannuksista.

**Pystykauppa** (standing sale) on menetelmä, jossa ostaja vastaa puun korjuu-  
ja metsäkuljetuskustannuksista ja hoitaa kyseisen toimenpiteen vastuut.

**Motopuu** (harvested firewood) tarkoittaa hakkuukoneella valmistettua puutavaraa.

**Manupuu** (manually cut firewood) tarkoittaa moottorisahalla valmistettua puutavaraa.

**Irtokuutio** (cubic metre) on ns. heittokuutio eli puut ovat vapaamuotoisessa kasassa.

**Pinokuutio** (stacked cubic metre) eli kehyskuutio on mahdollisimman tiivis ja siinä kappaleet ovat järjestyksessä. Kappaleiden väliin jää rakoja ja ilmaa kappaleiden erilaisista muodoista johtuen.

**Kiintokuutio** (solid cubic metre) on todellinen kokonaistilavuus, mikä saadaan, kun kappaleiden väliin ei jää ilmarakoja, usein pyöreän puun mittaamisessa käytetty yksikkö.

## MUUNTOKERTOIMET

**m<sup>3</sup>** = 1 kiintokuutiometri on noin 2,5 irtokuutiometriä

**i-m<sup>3</sup>** = 1 irtokuutiometri on noin 0,40 kiintokuutiometriä

**p-m<sup>3</sup>** = 1 pinokuutiometri on noin 0,65 kiintokuutiometriä

Tässä työssä käytetään polttopuun mittayksikkönä pääasiassa pinokuutiometriä (p-m<sup>3</sup>), ja määrää on useissa yhteyksissä havainnollistettu myös irtokuutioina (i-m<sup>3</sup>). Pyöreän puun eli rangon mittayksikkönä on käytetty kiintokuutiometriä (m<sup>3</sup>).

## 1.2 TUTKIMUKSEN TAUSTAT

Maa- ja metsätalousministeriö asetti vuonna 1999 julkaisussaan Kansallinen metsäohjelma 2010 tavoitteeksi vuosittaisen energiapuun käytön lisäämisen (Kansallinen metsäohjelma 2010). Energiapuun käytön lisääminen on osa kokonaiskehitystä, jolla tavoitellaan puun kokonaiskäytön kasvua, työllisyyden parantamista ja kotimaisen energian ja uusiutuvien energiamuotojen taloudellista hyödyntämistä sekä niihin liittyvien teknisten ratkaisujen kehittämistä.

2000-luvun alun aikana energian hinta ja saatavuus ovat nousseet keskeiseksi osaksi yhteiskunnallista keskustelua. Samaan aikaan on keskusteltu ilmastonmuutoksesta ja kasvihuoneilmiön voimistumisesta. Kotimaisille uusiutuville ja hiilidioksidineutraaleille energiamuodoille on avautunut uusi aika ja niiden mahdollisuudet, mutta myös käytön rajoitukset, on tiedostettu.

Polttopuun pienkäyttö on pieni osa puuenergian kokonaiskäytöstä (Energian käyttö ja lähteet 1917-2007). Suomalaisissa pientaloissa suurimmassa osassa on puun polttoon tarkoitettu tulisija, ja usein tulisijat ovat vajaakäytössä lisä- ja varalämmitysvaihtoehtoina. Lähes poikkeuksetta uusiin pientaloihin rakennetaan varaava tulisija esimerkiksi takka tai leivinuuni varajärjestelmäksi. Tämä mahdollistaa polttopuun käytön lisäämisen hajautetusti jo olemassa olevalla polttolaitteistolla ilman lisäinvestointeja. Käytön lisäys toimii pienenä osana biopolttoaineiden kokonaiskäytön maksimoinnissa.

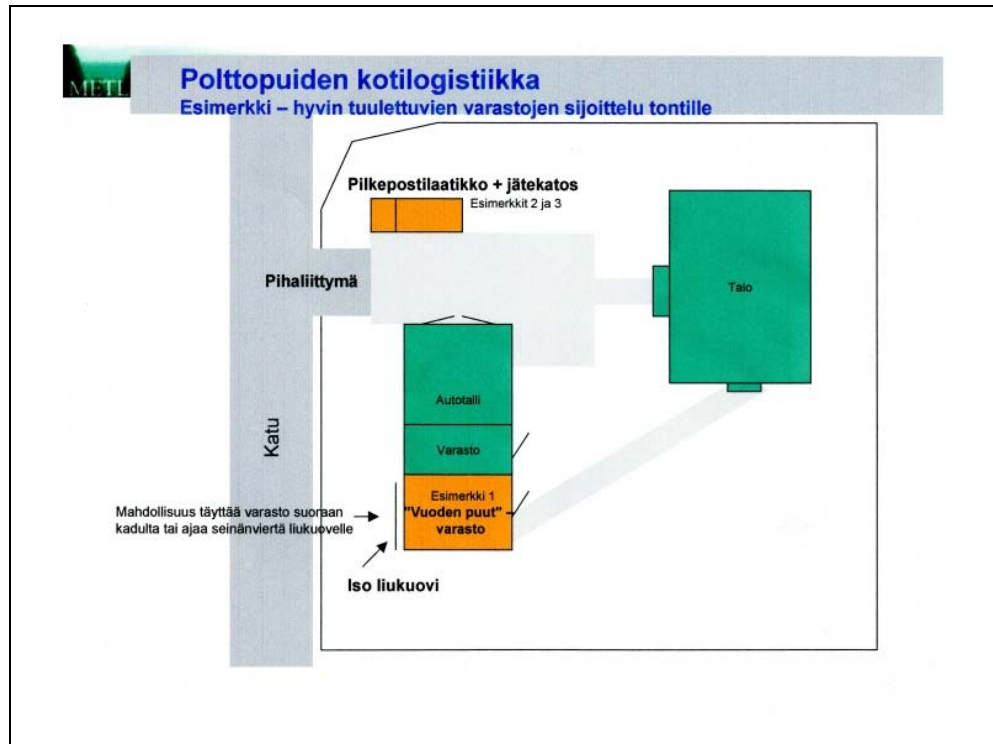
Tavoitteiden saavuttamiseksi on tehty paljon tutkimuksia erilaisissa hankkeissa. Merkittävimpiä toimijoita tutkimus- ja kehitystyössä ovat olleet Maa- ja metsätalousministeriö, Tekes, Työtehoseura, Metsäkeskukset, Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja Joensuun yliopisto. Tutkimuksista ja hankkeista on esitetty ajankohtaisia tuloksia, jotka ovat pääosin julkisia ja yleisesti käytettävissä (Julkaisut ja linkit 2006.)



Tampereen ammattikorkeakoulussa aloitettiin syksyllä 2005 Konttila 1-projekti, jossa tavoitteena oli löytää polttopuun pienkäytön ongelmiin ratkaisuja ja käynnistää alalle yritystoimintaa (Leino, Perttula & Viljamaa 2006). Syksyn ja talven 2005–2006 aikana toteutettiin polttopuun käyttäjille asiakaskysely sekä polttopuuyrittäjille suunnattu kysely yhteistyössä Pirkanmaan Metsäkeskuksen Halkoliiteri-hankkeen kanssa. Asiakaskyselyn tuloksena saatiin paikallista tietoa polttopuun käytön ongelmista ja asiakkaan suhtautumisesta varastoratkaisuihin sekä ladotun tai pakatun polttopuun käyttöön. Polttopuuyrittäjille suunnatulla kyselyllä kerättiin tietoa yrittäjien kokemuksista Metsäkeskuksen Halkoliiteri-palvelun asiakkaina sekä saatiin tietoa paikallisten polttopuuyrittäjien toiminnasta ja yrittäjien yhteistyöhalukkuudesta.

Sekä Konttila 1-projektin että muiden toimijoiden tutkimusten tulokset ovat pääpiirteittäin samansuuntaisia. Tutkimuksissa on todettu, että asiakkaat haluaisivat ostaa laadukkaampaa polttopuuta mutta ilman lisäkustannuksia. Myös erilaiset varastoratkaisut kiinnostaisivat polttopuunkäyttäjiä. Polttopuun pienkäytön keskeisiä, ja osin yhä ratkaisemattomia, ongelmia ovat polttopuun tuotannon kalleus, polttopuun pakkaustekniikan puuttuminen, pienten erien kuljetusten kannattamattomuus sekä polttopuun varastointi omakotitaloissa. (Leino ym. 2006.)

Tässä tutkimustyössä esitetään varastojen valmistusta osaksi toimintaa. Valmistettavan varaston lähtökohtana on Konttila 1-projektissa keväällä 2005 esittämäni ajatus, että polttopuun varastointi ja käyttö tulisi yhdistää kotilogistiikkaan toimivaksi ratkaisuksi. Kotilogistiikka käsittää kotitalouden piirissä tapahtuvien tavaransiirtojen sekä syntyvien jätteiden hallintaa. Siinä polttopuuta varastoitaisiin ns. yhdistelmävarastossa jätekatoksen yhteydessä, missä olisi mahdollisuus myös jätteiden ja kierrätysmateriaalien pienimuotoiseen lajitte luun ja välivarastointiin. Tutkimukseni aikana olen myöhemmin löytänyt kyseisen ajatusmallini seminaariesityksestä, joka on esitetty syksyllä 2005 (Kuva 1). Tämä osoittaa, että kotilogistiikkaan yhdistämien on varteenotettava vaihtoehto myös tutkijoiden mielestä.



**Kuva 1.** Polttopuun varastointi kotilogistiikkaan yhdistettynä (Sikainen 2005)



**Kuva 2.** Polttopuun säilytystä omakotipihalla

Polttopuun ominaisuuksiin liittyy, että puut tulisi säilyttää ulkona. Usein polttopuuvaresto, jos sellainen kotitaloudessa on, sijaitsee takapihalla tai muuten hankalassa paikassa, johon on varsinkin talvella hankala päästä. Varaston täyttö on hankalaa, samoin puiden nouto. Usein taajama-alueella on liian ahtaat tontit suurempien pihavarastojen sijoittamiseksi, ja siksi varastopaikkaa ei ole lainkaan, ja usein polttopuut lojuvat autokatoksen seinustalla tai pihalla vuotavan peitteen alla (Kuva 2).

Omakotitalouden polttopuun vuotuinen käyttötarve on melko pieni. Pieni varasto mahtuu paremmin tontille, ja se voi olla julkisivultaan kauniimpi. Useissa omakotitaloissa on talouskohtainen roskasäiliö sijoitettu kauniisti portinpieleen sievään roskakatokseen. Yhdistelmävarasto voisi olla parhaimmillaan samankaltainen (Kuva 3).



**Kuva 3.** Omakotikiinteistön roskasäiliön katos

Yhdistelmäkatoksen käyttöön liittyisi seuraavanlaisia etuja: polttopuut olisivat aina helposti noudettavissa ja samalla voisi viedä katokseen roskapussin, jättepaperia, kierrätysmetallia tai kartonkia tms. Yhdistelmäkatoksessa voisi säilyttää samalla hiekoitussepeleitä lähellä käyttökohdetta. Polttopuut voitaisiin

helposti tuoda varastoon, ja kotitalouden kierrätysjätteet olisi helppo ottaa mukaan kauppareissulla kierrätykseen palautettavaksi.

Polttopuuta tulisi toimittaa ensisijaisesti asiakaslähtöisesti polttopuunkäyttäjän toiveiden mukaan. Asiakkaat haluavat pääasiassa hyvälaatuista koivupilkettä, ja sen määrän tulisi olla asiakkaan todettavissa välittömästi toimitushetkellä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus on esittänyt polttopuun myynnin perusteeksi menetelmää, jossa myytävän pilke-erän energiasisältö olisi määritetty (VTT ehdottaa...2006). Tämä tietäisi lisäkustannuksia pilkkeen tuotantoon, ja lisäksi menetelmä ei olisi asiakkaan näkökulmasta hyvä, sillä asiakkaalla ei ole käytännössä mahdollisuutta todentaa energiasisällön oikeellisuutta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Konttila 1-projektissa asetettua tavoitetta eli polttopuuyrittämisen toimintamallia, jossa yrittäjä tuottaa polttopuut asiakkaalle siistinä valmiina käytettäväksi, pinottuna ja mahdollisesti varaston kanssa toimitettuna. Toimintamallin kannattavuutta arvioidaan olemassa olevien yritysten toimintamallien pohjalta polttopuuyrittäjiä haastatteleamalla ja selvittämällä kustannustekijöitä vaiheittain polttopuun tuotantoketjussa ja varastojen valmistuksessa. Polttopuun pakkaamisen kannattavuuden ja ladottuna toimitetun polttopuun arvon määrittämiseksi tutkitaan asiakastapausten perusteella ladontaan käytettävää aikaa sekä pakattua puuta toimittavan yrittäjän käyttämän menetelmän kustannuksia. Polttopuuyrittämisen kannattavuuden arvioimiseksi muodostetaan laskentataulukko, joka voi toimia osana mahdollista liiketoimintasuunnitelmaa. Laskentataulukko koostetaan polttopuunvalmistuksen eri vaiheiden kustannuslaskelmista, joilla voidaan simuloida polttopuuyrittämisen kannattavuutta erilaisilla toimintamenetelmillä erilaisilla tuotantomäärittämillä.

## 2 PUUSTA PILKETTÄ

### 2.1 Polttopuuyrittämisen luonne

Polttopuuyrittäminen on yksinkertaista liiketoimintaa, johon monella alkutuotannon parissa työskentelevällä on mahdollisuus. Perinteisesti polttopuu on valmistettu omasta metsästä maatilatalouden tarpeisiin, ja osa tuotannosta on

myyty tilan ulkopuolelle. Viime vuosina polttopuuyrittämisestä on tullut myös muiden kuin maatilayrittäjien lisäyrittämysmuoto. Polttopuita valmistetaan sivutoimisesti myös metsäkone-, rakennus-, mökkipalvelu-, metsäpalvelu- ja kuljetusyrittäyksissä.

Polttopuuyrittäjille tehdyssä kyselyssä on todettu, että yrittäminen ei ole kovin kannattavaa polttopuusta saatavan alhaisen hinnan ja merkittävien hankinta- ja valmistuskustannusten takia. Myös kuljetusten kannattamattomuus ja harmaa talous eli veroton polttopuunmyynti koetaan ongelmaksi. Tilannetta hankaloittaa asiakkaiden mielipide, että polttopuu on liian kallista ja usein laadultaan epämääräistä. (Leino ym. 2006.)

Polttopuun korkea laatu tarkoittaa kuivaa, tasalaatuista, roskatonta ja homeetonta pilkettä, joka saadaan käyttämällä vain laadukasta raaka-ainetta, käyttämällä hyvään pilkontajälkeen pystyviä kalliita pilkekoneita ja oikeita kuivaus- ja varastointimenetelmiä. Kalliit investoinnit vaativat suuren tuotantomäärän, mikä tarkoittaa riskiä siitä, että kaikkea ei saadakaan markkinoitua asiakkaille. Käytännössä ongelmien ratkaisuksi ei löydy yhtä yksittäistä tekijää. Ratkaisumalleiksi on tarjottu monia vaihtoehtoja, ja niitä yhdistelemällä ja olemassa olevia tilanteita hyödyntämällä polttopuuyrittäminen voi olla kannattavaakin. Vakavan ja laajamittaisen polttopuuyrittämisen kannattavuuden esteenä voi olla pientoimijoiden suuri määrä ja alhaiset myyntihinnat.

Ongelmien syitä kuvaa mielestäni hyvin erään sivutoimisen polttopuuyrittäjän yrittäjäkyselyn yhteydessä kertoma selostus, miksi ammattimainen polttopuuyrittäminen ei voi olla kovin kannattavaa:

”Usein polttopuuyrittäjä on eläkeläinen, joka on toiminut aiemmin maatalousyrittäjänä. Hänellä on omaa metsää ja hänellä on maatilataloudessa vähennetty konekalusto käytettävissä. Eläkeläinen tykkää puuhastella metsässä - ovathan metsänhakuutyöt osaltaan terveellistä liikuntaa, joka pitää sekä mielen että ruumiin virkeänä. Metsänhoito on tärkeää toimintaa metsän kasvun kannalta, polttopuiksi valitaan välissä kasvaneita ja alle jääneitä puita, jotka joka tapauksessa tulisi poistaa. Tarinassa tähän mennessä ei ole kertynyt

yhtään kuluja, jotka kohdistuisivat polttopuuyrittämiseen. Myös pilkekone on jo olemassa, koska tilalla käytetään edelleen pilkettä rakennusten lämmittämiseen. Myös polttopuun myynti tapahtuu samaa kaavaa noudattaen. Puut myydään tutuille, ja eihän tutulta voi ottaa kovin korkeata hintaa. Lisäksi eläkeläinen on tyytyväinen pieneen eläkkeeseen, eikä halua monimutkaistaa asioita pidättämällä puunmyynnissä asiakkaalta arvonalisäveroä. Yhtenä tekijänä on, että puusta saadaan omalla työllä vain vähän enemmän tuloa, mitä siitä olisi saatu myymällä puu puutavarayhtiölle, ja siihen tyydytään.”

## 2.2 Polttopuun valmistuksen menetelmiä

Polttopuuyrityksissä polttopuu valmistetaan useimmiten klapeiksi eli pilkkeiksi. Yhtenä vaihtoehtona on polttopuun tekeminen rangoista haloiksi, ja vasta kuivauksen jälkeen klapeiksi. Tämän menetelmän etuna pidetään asiakkaalle toimitetun puumäärän tarkempaa arviointia haloista mitattuna ennen pienimistä klapeiksi. Menetelmä ei ole kuitenkaan kustannustehokas, koska se lisää työvaiheita, joita ovat erikseen katkaisu metrin pölkyksi, halkaisu halkomakoneella, ja ladonta pinoihin kuivatusta varten. Tämä menetelmä jäänee kokonaan pois ammattimaisesti harjoitetusta polttopuuyrittämisestä lähitulevaisuudessa, mutta säilynee edelleen isäntälinjan polttopuun valmistusmenetelmänä.

Yleisin menetelmä polttopuun käyttövalmiiksi tekemiseksi on valmistusketju, missä polttopuuranka syötetään käsin pilkekoneeseen, ja pilkekoneella valmistetaan pilkettä tehokkaasti trukkilavan päälle asetettuun kehikkoon, jossa pilke saadaan verkkosäkkiin irtotavarana (Kuva 4).





**Kuva 4.** Polttopuuta valmistetaan yleisimmin verkkosäkkeihin trukkilavoille

Trukkilavalla olevaan säkkiin mahtuu noin 1,4 irtokuutiota pilkettä, ja lavaa voidaan siirtää trukkipiikeillä kuivatukseen, varastointiin ja myös asiakkaalle ilman, että pilkettä tarvitsee käsitellä ylimääräisiä kertoja. Useimmiten pilkelaivat varastoidaan ulkona pinoissa ja kuivumisen jälkeen lavat peitellään presuilla. Menetelmän etuja on tehokkuus, ja pienet kustannukset toimitusyksikköä kohden. Myös polttopuun kuivaus onnistuu tyydyttävällä tavalla säkkimenetelmää käyttäen. Huonoja puolia on, että asiakas voi kokea saaneensa erilaisen määrän pilkettä, mistä polttopuuyrittäjä laskuttaa tai puut voivat sinistyä varastoinnin aikana ulkona varastoitaessa.

Polttopuun valmistusketjuun on tullut viime vuosina uusia joitakin uusia ratkaisuja. Pilkekoneista on tehty tehokkaampia, ja ne kykenevät tuottamaan siististi katkaistua ja tasakokoista pilkettä sekä poistamaan suurimman osan valmistuksessa syntyvästä roskasta. Tehokkuutta on parannettu kaksivaiheisella halkaisulla, suuremmalla ja nopeammalla halkaisuvoimalla sekä käyttämällä useampaan osaan halkaisevia vaihtoteriä. Yksi ratkaisu roskattoman pilkkeen valmistamiseksi on Terästäkomo Oy:n valmistama Palax Cleaner- roskarumpu

(Palax-klapikoneet 2007). Roskarumpu yhdistetään pilkekoneen jatkoksi erillisenä koneena, ja pilkkeet kulkevat pyörivän ritilälieriön läpi, jolloin roskat puotavat pois. Muuten roskaa voidaan poistaa kuljetintekniikalla tapauskohtaisesti valmistutettujen ritiläseulojen avulla tai itse klapikoneessa olevalla roskanpoistoritilällä.

Suomessa on useita polttopuun toimittajia, jotka pakkaavat pilkkeen piensäkeihin, laatikoihin tai kehikoihin. Tämä edellyttää edelleen käsin pakkaamista, joka on hidasta ja kallista. Polttopuun valmistuksen automatisointi on edennyt siihen vaiheeseen, että myös koneellinen pakkaus on teknisesti mahdollista. Iisalmelainen yritys on valmistanut toimivan pilkkeen pakkaamiseen soveltuvan laitteen, joka on koekäytössä kahdessa eri polttopuuyrityksessä. Laitteen kehittelyyn on osallistunut polttopuuyrittäjiä ja Työtehoseura, ja sen rahoituksessa on ollut mukana yrityksen lisäksi Keksinösäätiö. Laitteelle on haettu patenteja ja se tuotaneen markkinoille protovaiheen jälkeen. Kustannustehokas pakkausautomaatio lisääisi polttopuuyrittämisen mahdollisuuksia etenkin suurien määrien tuottajille. (Kuva 5).



**Kuva 5.** Polttopuun pakkauskone

(Rönkkö 2007)



### 2.3 Polttopuun kuivatuksen menetelmiä

Useimmiten polttopuu kuivataan luonnonkuivauksella ulkona aurinkoisessa ja hyvin tuulettuvassa paikassa kevät- ja kesäaikaan. Kuivien ilmojen päättyessä polttopuut siirretään varastokatokseen tai peitellään pressulla, ja kuivuminen jatkuu jos olosuhteet ovat hyvät. Suomessa kuivumiselle edullinen aika on kuitenkin lyhyt ja epämääräinen, ja joinakin kesinä kuivuminen on ollut olosuhteista johtuen mahdotonta. Useat polttopuuyrittäjät pitivät kuivatusta ongelmallisena, ja osalla on ratkaisuna pilkkeiden varastointi aumassa, katoksessa tai varastossa, missä myös kuivuminen voi tapahtua. Suurimmat toimijat tai ne yrittäjät, joilla on mahdollisuus koneelliseen kuivatukseen, käyttävät lämminilmakuivuria pilkkeiden kuivattamiseksi. Tämä mahdollistaa kuivatusprosessin aina riippumatta sääolosuhteista. Tehokas lämminilmakuivuri on kuitenkin kallis ja pelkästään pilkkeiden valistukseen tehtynä kannattamaton investointi (Tappura 2007). Kustannustehokas ratkaisu on käyttää luonnollista aurinkolämpöä, jota kerätään varastohallin rakenneratkaisujen avulla ja kierrätetään varastohalliin puhaltimien avulla. Tällä menetelmällä saavutetaan paras kuivatuksen kustannustehokkuus silloin, kun aurinkoenergiaa on tarjolla maaliskuulta syyskuulle eli lähes koko sen ajan, kuin polttopuita valmistetaan (Enqvist 2007).

### 2.3 Polttopuun pienkäyttö

Suomessa on noin 2,2 miljoonaa tulisijaa, ja niissä käytetään vuosittain noin 6,1 miljoonaa kuutiometriä polttopuuta. Tästä omakotitaloissa poltetaan noin 3,1 miljoonaa kuutiometriä. (Sevola, Peltola & Moilanen 2003.) Polttopuun valmistaminen ja käyttäminen kuuluu monen suomalaisen arkeen ja vapaa-aikaan, ja kotitalouksissa käytettävä polttopuu hankitaan ja valmistetaan usein itse mahdollisimman halvalla. Niillä, jotka käyttävät polttopuuta paljon esimerkiksi omakotitalon lämmitykseen, on usein omia ratkaisuja polttopuun hankkimiseksi. Usein polttopuuta käytetään lisälämmönlähteenä kovimpien talvipakkasten aikaan, tai pienimuotoisesti vain tunnelman luoja. Tutkimusten mukaan pienkiinteistöissä käytettävä vuotuinen polttopuumäärä kiinteistöä kohti on kuitenkin pieni (Leino ym. 2006), ja usein polttopuun pienkäyttäjät

hankkivat polttopuunsa polttopuuyrittäjiltä. Monissa pienkiinteistöissä on pää-  
lämmitysmuotoina öljy- tai sähkölämmitys ja energian hinnan kallistuminen on  
tuonut polttopuun käytön kilpailukykyiseksi ja kannattavaksi pienkiinteistön  
omistajalle (Puulämmityksen hyödyt 2004).

#### 2.4 Pilke polttoaineena

Käytetyin polttopuun muoto pienkäytössä on klapi eli pilke, mikä on 25–33  
senttimetrin pituinen halkaistu puun osa. Halutuin polttopuupilke on koivua,  
koska sen sisältämä lämpöarvo on suurin puun tilavuuteen nähden (Lämpöarvo  
kertoo... 2004). Muiden energioiden hintojen nousun myötä polttopuun käyttö  
on tullut kannattavaksi etenkin sähkö- ja öljylämmitteisissä taloissa. Metsäkes-  
kusten internetsivuilla on käytettävissä energialaskuri, jonka avulla voi laskea  
puulla tuotetun energian hintaa sekä vertailutaulukko, jolla eri energiamuotojen  
hintaa voi tarkastella (Energiälaskuri 2005; Metsäkeskusten energialaskuri  
2005).

Jos koivuklapin hinta on 45 euroa irtokuutiometriltä ja polttolaitteen hyötysuh-  
de 65 prosenttia, on puulla tuotetun energian hinta Metsäkeskuksen laskurin  
mukaan 6,75 senttiä kilowattitunnilta. Tällöin puun polttaminen on selvästi  
kannattavaa verrattuna suoralla sähköllä tuotettuun lämmitykseen. Kyseisellä  
polttopuun hinnalla voidaan todeta, että öljyn hinnan ollessa noin 60 senttiä lit-  
ralta tai sähköhinnan ollessa noin 6,87 senttiä kilowattitunnilta, on poltto-  
puun käyttö korvaavana lämmönlähteenä kyseenalaista (Metsäkeskusten ener-  
gialaskuri 2005). Polttopuun käyttöön liittyy aina myös lisätyötä, mikä tulee  
huomioida lämmitysratkaisuja tehtäessä.

Puun polttaminen aiheuttaa päästöjä, joista merkittävimpiä ovat pienhiukkas-  
päästöt. Käytettäessä hyvällä hyötysuhteella toimivaa polttolaitetta, ja poltetta-  
essa oikealla polttotekniikalla kuivaa polttopuuta, päästöjen määrää voidaan  
merkittävästi vähentää. Merkittävimmät päästöt syntyvät poltettaessa puuta  
panospolttona kiukaissa ja erillisissä tulisijoissa. Keski-Euroopassa on käytös-  
sä päästömääräykset myös puun pienpolttoon, ja Suomessa asiaa vasta tutki-  
taan. Todennäköistä on, että tulevaisuudessa Suomessa asetetaan puunpoltolle

päästörajat myös pienkäytössä, mikä voi vaikuttaa polttopuun pienkäytön kannattavuuteen. Suomessa tutkimuksia on tehty Kuopion yliopiston johdolla. (Hytönen, Jokiniemi, Kolsi, Kouki, Linna, Nuutinen, Oravainen, Pyykönen, Raunemaa, Sippula, Taipale, Tissari, Tuomi, Vesterinen & Vuori 2005.)

## 2.5 Koivukuidun riittävyys

Pirkanmaan alueellisessa metsäohjelmassa Pirkanmaan hakkuumahdollisuuksia arvioidaan seuraavasti: ”Metsien hakkuita voidaan puuntuotannollista kestävyyttä vaarantamatta lisätä tuntuvasti. Hakkuiden taso voidaan nostaa nykyisestä n. 4 miljoonan kuutiometrin hakkuukertymästä 4,8 miljoonaan kuutiometriin. Hakkuiden lisämahdollisuus kohdentuu mäntytukkiin sekä mänty- ja lehtikuitupuuhun. Kuusen hakkuumahdollisuus vähenee lievästi. Puunkäyttö energian tuotantoon voidaan kaksinkertaistaa.” (Pirkanmaan Metsäohjelma 2006-2010.)



**Kuva 6.** Polttopuun raaka-ainetta löytyy harvennuskohteilta

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pieniläpimittaista lehtipuuta on runsaasti Pirkanmaan metsissä. Koivukuitupuun on usein sekapuuna havupuuvältaisissä metsissä, ja kelpoista koivukuitua kertyy erityisesti harvennushakkuiden yhteydessä (Kuva 6). Koivukuitu on usein pieniläpimittaista ja leimikkokohtaiset kertymät ovat pieniä. Tämän vuoksi koivukuidun hankintakustannukset voivat nousta korkeiksi. Valtakunnan metsien inventoinneissa on todettu lehtipuusekametsien osuuden kasvu, ja koivuvaltaisten metsien osuus on kasvanut 1990-luvun puolivälin jälkeen (Tomppo 2002, s. 18). Suomeen on tuotu viime vuosina runsaasti lehtikuitupuuta Venäjältä. Tuontia on perusteltu kotimaisen puun kalleudella, sekä puun saannin riittämättömyydellä. Venäjän tuonnin vähentymisen vuoksi, myös kotimaisen koivukuitupuun kysyntä lienee kasvussa. Paikalliset polttopuuyrittäjät kykenevät kuitenkin hyödyntämään pienetkin erät lähialueidensa koivukuitupuun tarjonnasta taloudellisesti, ja ne voivat olla teollisuudelle vartenotettavia kilpailijoita. Toisaalta teollisuudelle voi olla hyötyä toimia polttopuuyrittäjän kanssa yhteistyössä, jolloin pienet ja teollisuudelle kalliit puuerät voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti polttopuuna. Todennäköisesti kilpailu kiristyy ja koivukuitupuun hinta nousee tulevaisuudessa, mikä vähentää polttopuuyrittämisen kannattavuutta, mutta puun riittävyyden ei pitäisi olla ongelma.

### 3 AINEISTO

Tälle tutkimustyölle olennainen lähdeaineisto on pääosin löydettävissä verkkojulkaisuuksina internetin välityksellä. Merkittävin tutkimustyötä edistävä taho on Tekes eli teknologian ja innovaatioiden kehityskeskus. Tekes on ollut mukana useissa polttopuuhun liittyvissä hankkeissa, ja tälle tutkimustyölle olennaisin lähdeaineisto on pääosin löydettävissä Tekesin Puupolttoaineiden pientuotanto ja -käyttö 2002–2006 -ohjelmasta. Tutkimustyöhön liittyvät verkkojulkaisut ovat löydettävissä kyseisen ohjelman internetsivustoilta (Julkaisut ja linkit 2006). Polttopuun tuottamiseen ja käyttämiseen liittyvien tutkimusten toteuttajien mm. VTT:n ja Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusjulkaisuja on esitetty alan seminaareissa, joiden seminaariaineistot ovat luettavissa Tekesin internetsivuilta (Puupolttoaineiden pientuotannon ja -käytön panostusalueen seminaareja

2007). Aineistoa on erittäin runsaasti myös painettuina julkaisuina ja lehtiartikkeleina metsätalouden sekä konealan lehdissä.

Teoria-aineiston ja valmiiden tutkimustulosten lisäksi käytetään polttopuu-yrittäjien sekä laitevalmistajien haastatteluista saatua tietoa. Polttopuu-yrittäjistä on saatu tietoa Konttila 1-projektin yrittäjäkyselystä, sekä on haastateltu erikseen yrittäjiä Mikko Tappura Metsä-Tappura Oy:stä sekä Kimmo Lipponen Metsäurakointi Lipponen Kimmo ja Risto -yrityksestä. Raaka-aineen hankintakustannuksia on selvitetty Etelä-Pirkanmaan metsänhoitoyhdistykseltä metsäneuvoja Juha Lehtoselta (Lehtonen 2007), metsäkoneyrittäjältä Pentti Pietilältä PJP Metsäexpertit Oy:stä (Pietilä 2007) ja puun hintatietoja tilastoista Metsäntutkimuslaitokselta. Tutkimustyötä varten on saatu todellisia tarjouksia polttopuun valmistukseen käytettävistä laitteista ja koneista sekä varastohallista. Pilkekoneista saatiin alustavat tarjoukset Agrimarketista Maatalouskesko Oy:stä Hakki ja Palax -pilkekoneista. Halliratkaisusta saatiin tarjous Tilax Oy:ltä, ja käytettyjen koneiden hintoja selvitettiin Agrimarketin ja Maatalouskesko Oy:n käytettyjen koneiden myynnistä. Kuivuriratkaisusta haastateltiin yrittäjiä Mikko Tappuraa Metsä-Tappura Oy:stä sekä Markku Enqvistiä T:mi Kotkan polttopuusta. Pakkauskoneesta tietoja saatiin laitteen kehittelijältä Veijo Rönköltä Vejetek T:mi -yrityksestä. Haastatteluista saatua tietoa ei voi yleistää, mutta käytetty tieto on hankittu luotettavista lähteistä, ja haastateltujen yritysten toiminta on lähellä sitä yritystoimintamallia, mitä tällä tutkimustyöllä selvitetään.

## 4 YRITYSTOIMINNAN KUVAUS SEKÄ KUSTANNUSTEKIJÄT

### 4.1 Tuotantomenetelmän perusteet ja teoria

Tässä tutkimustyössä tutkitaan yrityskonseptia, joka hyödyntää polttopuun hankinnassa jo olemassa olevia yrityksiä ja toimijoita. Polttopuun raaka-aineena käytetään koivua, ja se hankitaan lähialueilta metsäpalveluyrityksiltä, metsänhoitoyhdistykseltä ja suoraan metsänomistajilta metsäkone- ja kuljetusyritysten hoitaessa puun hakkuu- ja kuljetusvaiheet. Yrityksessä valmistetaan pilkettä tehokkaalla uudella pilkekoneella, ja pilke seulotaan roskarummussa

irtoroskien poistamiseksi. Yritys kuivaa pilkkeet osin luonnonmenetelmällä, mutta myös hallikuivuria hyödyntämällä, ja varastoi polttopuut säältä suojaan varastohallissa. Polttopuu pakataan koneellisesti käyttöyksiköistä muodostuviin toimituskokonaisuuksiin eli polttopuukasetteihin. Yrityksellä on valmius toimittaa pilkettä myös perinteisillä tavoilla asiakkaan tarpeiden mukaan. Yritys myy pilkettä valmistuspaikalla suoraan käyttäjille sekä toimittaa osan tuotannosta jälleenmyyntiin. Yritys valmistaa ja myy varastoratkaisua, joka toimii osana vaihtokasettimenetelmää. Yritys ulkoistaa pienten polttopuuerien kuljetuksen asiakkaille, mutta yrityksellä on valmius suurtenkin erien toimittamiseen. Yritys voi laajentaa toimintaansa mm. pelletin, polttolaitteiden tai polttopuuvarastojen jälleenmyynnillä. Yrityksellä on osana toimintaa lämmöntuotantoa hakelaitoksella, sekä muuta metsäalaaan liittyvää toimintaa.

Merkittävä ongelma on polttopuuerän pienuus. Polttopuun jakelu ns. jäätelöautomenetelmällä on mahdollista, mutta kallista ja vaikea toteuttaa eriaikaisten polttopuun tilaustarpeiden takia. Polttopuuyrittäjän ei kannata toimittaa pieniä eria ilman kuljetusmaksua, joka taas muodostuisi asiakkaalle liian suureksi. Tässä tutkimuksessa käytetään ratkaisua, että asiakas ostaa puut nippuina tai säilytyskasettiin ladottuina nippuina myyntipisteestä ja vie ne itse kotivarastoon. Tällöin puut ovat helposti käsiteltävässä muodossa niin, että asiakas pysyy viemään pienen erän puita helposti ilman raskaita apuvälineitä.

Tavoiteltavin vaihtoehto on, että asiakkaalla on oma auto ja mahdollisesti peräkärri, mihin asiakas itse lastaa polttopuuerän. Peräkärrien puuttuessa asiakkaalle voi tarjota peräkärriä vuokrattavaksi. Isompien erien käsittelyn nopeuttamiseksi on hyvä, jos puita voidaan nostaa noin trukkilavallinen kerralla kuljetusvälineeseen. Kotivarastoon puut voidaan purkaa käsin nopeasti nippuina tai esim. nokkakärrien avulla käsiteltävissä olevissa kaseteissa, ja edelleen käyttöön puut voidaan siirtää kätevissä nipuissa.

Edellä kuvattu menetelmä edellyttää polttopuun eli tässä tapauksessa pilkkeen pakkaustekniikan käyttöönottoa. Yksi edellytys menetelmän käyttöönottoon on, että sille on kysyntää riittävästi, ja että kuntien rakennus- ja kaavamääräyk-

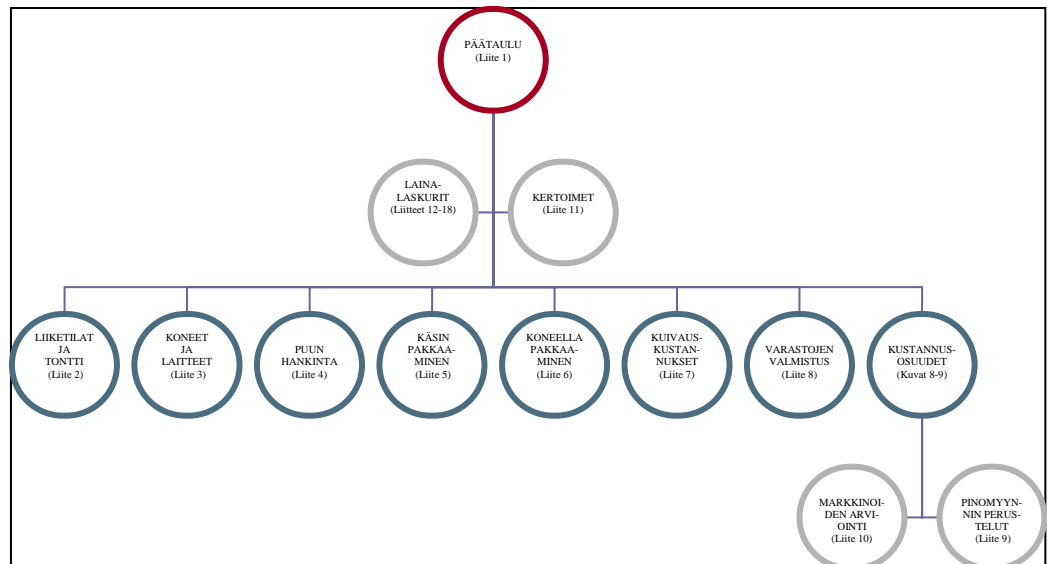
set eivät estä pienvaraston käyttöönottoa. Menetelmällä pakattua polttopuuta voidaan varastoida muussakin paikassa esimerkiksi autokatoksen seinustalla seinätelineessä tai muualla hyvässä suojassa. Polttopuuyrittäjälle voi olla etu, että asiakkaalle myydään samalla sekä puut että polttopuuvarasto, ja asiakas ostaa myöhemminkin kyseiseltä yrittäjältä polttopuunsa hyväksi havaitulla menetelmällä. Lisäksi edellytyksenä on edelleen, että toimiva myyntipaikka ja mahdollisesti valmistuspaikka ovat lähellä kauppoja tai ostoskeskuksia, mistä ihmiset ostavat päivittäistavaran. Lisäksi polttopuun hinta ei saa olla merkittävästi kalliimpi, kuin markkinoilla yleisimmin käytetyssä irtokuutio-myyntimenetelmässä on. Merkittävästi kalliimpi tarkoittaa, että asiakas tilaa mieluummin halvempaa ja huonolaatuisempaa polttopuuta irtokuormana, kuin ostaa hyvälaatuisia ja valmista ladottua ja pakattua pilkettä. Huoltoasemilla myytävät polttopuupussit ovat usein liian kalliita, ja niiden käyttö lämmityskäyttöön ei ole mitenkään kannattavaa.

#### 4.2 Hankinta- ja toimintaketjun kustannustekijät ja kannattavuuslaskelman perusteet

Toiminnan kannattavuuden laskemiseksi tarvitaan kyseisen toimintamallin investointikustannusten laskentaa, ja lisäksi lasketaan muuttuvien kustannuksien määrää tietyllä toiminta- ja tuotantovolyymilla. Merkittävimmät investointikustannukset muodostuvat toimipaikan tontin, rakennusten, koneiden ja laitteiston hankinnasta. Muuttuvien kustannusten osalta merkittävin osa on raaka-aineen hankinta sekä työvoimakustannukset. Kustannuslaskelmissa käytetään verottomia realistisia yksikköhintoja, ja työvoimakustannuksissa huomioidaan kokonaiskustannukset sivukuluineen. Polttopuun tuottamisen kustannukset lasketaan työvaiheittain, ja laskentajärjestys etenee loogisesti alkaen metsästä päätyen asiakkaalle luovutukseen. Kannattavuutta arvioidaan työvaiheittain, ja lopuksi eri vaiheet esitetään kokonaiskustannuksina tuotettua polttopuumäärää kohti esitettynä (€p-m<sup>3</sup>). Toiminnan laajuutta arvioidaan laskemalla yhteen kunkin työvaiheen työmäärä, ja lähtökohtana pidetään, että kokonaistyömäärä olisi sopiva yhden työntekijän vuotuiseksi työmääräksi. Koska yrityksen toimintaan kuuluu muutakin kuin polttopuun tuottamista, kustannusten kohdistettavuutta esitetään käyttöaste prosentilla. Käyttöaste prosentti kertoo, kuinka paljon kyseistä kustannustekijää voidaan kohdistaa kyseiseen toimintoon. Esimer-

kiksi tuotanto- ja varastohallista vain 50 % on polttopuuntuotannon käytössä, joten kustannuksistakin huomioidaan vain 50 % polttopuuntuotantoon kohdistuvaksi.

Laskenta suoritetaan Microsoft Excel 2003 -laskentaohjelmalla, ja jokainen osavaihe esitetään omalla lehdellään (Kuva 7). Kustannusten kokonaisvaikutus esitetään pääsivulla ja kustannusten vaikutusta havainnollistetaan taulukoilla sekä kaaviokuvilla. Tarvittavan lainapääoman kustannukset lasketaan investointieräkohtaisilla lainalaskureilla, joilla saadaan ns. tasaerän (lyhennys ja korko vuodessa) suuruus kullekin lainamäärälle tapauskohtaisella takaisinmaksujalla ja korkoprosentilla.



**Kuva 7.** Laskentaohjelman kaaviomalli (Liitteet 1-18)

Jotta yritystoiminta olisi kannattavaa, tulisi yrityksen tuottaa kannattavasti hyödykettä, jolle on riittävä kysyntä (Raatikainen 2004). Hyödykkeiden tuotannon kannattavuus esitetään tietyille volyymeille laskettuna tulosten arvioinnissa ja loppupäätelmissä. Tässä tapauksessa riittävän kysynnän arvioimiseksi on käytetty Konttila 1-projektin asiakaskyselyn tulosta, missä 13 % prosenttia talouksista kyselyalueella oli kiinnostunut yrityksen toimintamallin mukaisista polttopuun toimitus- ja varastointimenetelmistä. Asiakaskyselyn tulosten mukaan Pirkanmaalla Tampereen lähiympäristössä pitäisi olla asiakaspotentiaalia yli 15 0000 pinokuution vuotuiselle tuotannolle ja lähes 2500 taloutta olisi



kiinnostunut pienestä puuvarastosta tai yhdistelmävarastosta. Koska suurin osa polttopuusta toimitetaan irtotavarana, ja asiakkaat haluaisivat puunsa pinottuina, olisi vapaiden markkinoiden määrä reilu 5000 pinokuutiota vuodessa, kun huomioidaan toimivien yritysten pinomitalla toimittavien osuus. (Liite 10)

## 5 LASKELMAT JA TULOKSET

Ensimmäiseksi on laskettu tarvittavien investointien kiinteät kustannukset eli käyttöomaisuuteen sitoutuva pääoma. Investointimäärä on pyritty muodostamaan sellaiseksi, mikä tarvitaan, kun perustetaan polttopuu yritys, jonka tuotantovolyymi on täysin ammattimaisella tasolla. Lähtökohtana on sellainen vuotuinen tuotantomäärä ( $p\text{-m}^3$ ), joka tarvitaan yhden työntekijän työllistämiseksi. Ammattimainen tuotantomäärä voisi olla yli tuhat pilkekuutiota vuodessa. Yhden työntekijän yhden vuoden normaali työmäärä on noin 240 työpäivää, ja 8 työtuntia työpäivää kohden. Yhden työntekijän vuotuiseksi työmääräksi saadaan siten noin 1920 tuntia.

Laitteiden ja koneiden käyttöastetta arvioidaan tuotantomäärän mukaan ja koneiden tuotantotehokkuuden mukaan. Olennaista on, kuinka paljon vuodessa tuotetaan polttopuuta, ja kuinka paljon tehokäyttötunteja kertyy koneille laitevalmistajien arvioimien tuotantotehokkuuksien mukaan. Tarvittavan kuivatus- ja varastointikapasiteetin määrittämiseksi on arvioitu polttopuun myyntimäärät kuukausittain, ja sen mukaan suurin valmisvarasto, mikä tarvitaan arvioidun kysynnän tyydyttämiseksi. Tuotantorakennusten kuoletusajaksi määritetään 20 vuotta ja käytettäväksi lainakoroksi 5 prosenttia, pilkekoneiden pitoajaksi 10 vuotta ja lainakoroksi 5 prosenttia, sekä kuljetusvälineiden ja muiden tarvittavien koneiden pitoajaksi 5 vuotta ja lainakoroksi 6 prosenttia. Lainojen kustannukset lasketaan kullekin toiminnolle erikseen lainalaskureilla liitteissä 12-18 (Honkanen 2007). Varastojen rakentamiseen ja muuhun toimintaan tarvittavien pientyökalujen käyttöikä on yksi vuosi.

Muuttuvat kustannukset lasketaan tarvittavan tuotantomäärän mukaan syntyvistä raaka-aine-, työpalkka-, kilometri-, käyttötunti-, korjaus-, ja huoltokustannuksista sekä toimisto- ja markkinointikuluista. Tuotettavaa polttopuu-

pinokuutiometriä kohden tarvitaan raaka-ainetta noin 1,5 kiintokuutiometriä, jonka hinnaksi lasketaan ostettavan puun keskikoon mukainen markkinoiden ajankohtainen hinta €/ m<sup>3</sup>, mikä sisältää hakkuun ja metsäkuljetuksen sekä jatkokuljetuksen tuotantopaikalle. Matkakuluja kertyy, kun hankitaan raaka-ainetta puun myyjiltä, ja käydään metsässä arvioimassa ostettavan puun soveltuvuutta toimintaan, ja ohjataan ostetun puun toimittamista tuotantopaikalle. Tuotantoon liittyviä käyttötuntikuluja syntyy sähköllä käytettävistä koneista, sekä tuotannossa tarvittavien muiden koneiden polttoaine- ja huolto- ja korjauskustannuksista. Muista kustannuksista arvioidaan vuotuiset kustannukset esimerkiksi vakuutus- ja toimistokulujen osalta.

Yrityksen kannattavuuden arviointi ei voi perustua pelkästään kulujen laskentaan, vaan tarvitaan myös tuloja. Polttopuu ja varastot myydään markkinoilla vallitsevan hintatason mukaan, ja myyntikatteeksi pyritään saamaan minimitulostavoite. Tämä tarkoittaa, että myynneistä saatavan tulon tulee kattaa kaikki syntyneet kaikki kustannukset, myös palkkakustannukset. Jos minimitulostavoite ylittyy, tarkoittaa se sijoitetulle pääomalle kertynyttä voittoa, mikä on riittävä, jos se ylittää nykyään sijoitusmarkkinoilta keskimäärin sijoitetulle pääomalle saatavan tuottoprosentin.

Laskelmissa käytetään työn tuntipalkkana 12 euroa tunnilta, ja palkkoihin lisätään 65 prosentin sivukulut, jotka kattavat työantajamaksut ja pakolliset vakuutukset. Käytetty tuntipalkka vastaa keskimääräistä työntekijän tuntipalkkaa, jolla saadaan noin 2000 euron kuukausipalkka. Sähkönkäyttökustannukset lasketaan 8,2 sentin kilowattituntihinnalla, mikä on arvio sähköenergian hinnasta ja siirrosta yhteensä.

Kaikki esitettävät laskelmat on tehty ilman arvonlisäveroa. Laskelman tuloksena saatu polttopuun hintaan on lisätty arvonlisävero, ja puun määrän yksikkö on muutettu myös irtokuutioiksi tulosten vertailtavuuden helpottamiseksi.

## 5.1 Tontti ja toimitilat

Yritystoiminnan tarpeisiin ostetaan sopivalta paikalta pieni teollisuustontti, jonka hinnaksi arvioidaan 4,5 euroa neliöltä, ja tontin hinnaksi 10 000 euroa Ylöjärvellä pyydettyjen teollisuustonttihintojen mukaan (Teollisuustonttien hinnat 2007). Tontille rakennetaan toimitilat pystytettävään teollisuushalliin. Teollisuushalli on Tilax Oy:n toimitusmallin mukainen 10x30 metrin teräsrunkoinen eristettävissä oleva peltihalli, jonka kustannusarvio on 80 000 euroa. Peltihalli jaetaan tuotantotilaan, kuivaustilaan ja toimistotilaan. Toimistotila rakennetaan lämpimäksi, ja kuivaustilaan koteloidaan vanerista ilmakehät. Hallin piha-alue jätetään murskepinnalle kustannussyistä. Kuivaustila jaetaan osastoihin, ja kuivaustiloja käytetään myös valmiin polttopuun varastotiloina. Tontin sekä liiketilan rakennuksen kustannukset on eritelty liitteessä 2.

Tontin ja hallin kustannukset ovat merkittäviä, ja polttopuuyrittämisen kannattavuuden kannalta olisi eduksi, jos toimintatilat olisivat olemassa jo esimerkiksi maatalouden toiminnan yhteydessä. Sellainen yrittäjä, joka kykenee hyödyntämään vanhan käyttökelpoisen toimitilan saa merkittävän kilpailuedun. Tässä laskelmassa tontti- ja toimintatilojen kustannuksia ei ole otettu kokonaan polttopuutoiminnan kuluiksi, koska yrityksellä on myös muita toimintamuotoja, ja tämä mahdollistaa toiminnan kannattavuuden. Yrityksen muita toimintoja ovat metsäpalvelutoiminnot ja pienimuotoinen puunjalostustoiminta. Nämä työllistävät erikseen yhden työntekijän.

Tontin ja toimitilan ostamiseen ja rakentamiseen liittyvät kustannukset on rahoitettu pankkilainalla, ja takaisinmaksuaikana on käytetty 20 vuotta. Lainan nostokuluja ja lainan hoitokuluja ei ole lisätty kustannuslaskentaan. Kokonaiskustannuksiksi saadaan 10 %:n kustannusylijätysvaraus huomioiden investointikustannuksiksi 117 700 euroa tuotantohallista. Näistä kohdistuu polttopuutoimintaan 50 % ja käyttöaika ja lainakulut huomioimalla saadaan vuotuisiksi kustannuksiksi yhteensä 4722 euroa. Tämä tarkoittaa 1500 p-m<sup>3</sup>:n vuotuisella polttopuun tuotantomäärällä 3,15 euron kustannusta tuotettua pinokuutiota kohti. Toimiston investointikustannukset ovat 7535 euroa, josta vuotuisiksi

kustannukseksi saadaan 328 euroa, käyttökustannukset 715 euroa vuodessa, ja kustannukset pinokuutiota kohti ovat 0,22 ja 0,24 euroa. (Liite 1.)

## 5.2 Ostettavat laitteet ja koneet

Toimintaa varten hankitaan maataloustraktori metsävarustuksella, johon kuuluu metsäohjaamo, puutavaranosturi ja metsäperävaunu. Tällä koneella voidaan tarvittaessa tuoda raaka-ainetta toimipaikalle, ja konetta voi käyttää apuna eri työvaiheissa polttopuun valmistusprosessissa mm. puutavaranosturin ja etukuormaajassa olevien trukkipiikkien avulla. Lisäksi koneella voidaan tarvittaessa viedä asiakkaalle polttopuuta tavallisen kipattavan peräkärryn avulla. Koneen käytön kustannuksia on laskettu traktorin käyttöajan mukaan kerrotulla tuntikustannusarviolla. Tuntikustannus kattaa koneen polttoainekulut, huolto- ja korjauskustannukset sekä työntekijän palkkakulut. Laskelmissa ei ole huomioitu mahdollista asiakastoimitusta eikä koneelle ole laskettu tuloja. Laskelmassa on käytetty todellisia laitteita, jotka ovat olleet käytettyinä myynissä tämän laskelman teon aikana.

Toiminnassa tarvitaan lisäksi pakettiautoa ja kuomullista peräkärriä, joilla voidaan kuljettaa mm. rakennustarvikkeita ja pakettiautolla tehdään raaka-aineen hankintaan liittyviä ajoja. Pakettiautoa ja peräkärriä käytetään varastojen komponenttien asiakaskuljetuksiin sekä tarvittaessa polttopuun kuljettamiseksi asiakkaalle. Lisäksi peräkärriä voidaan vuokrata asiakkaalle. Pakettiautolle ja peräkärrielle ei ole laskettu tuloja tässä laskelmassa. Kuljetusvälineiden investointikustannuksiksi saadaan 66 000 euroa, josta kohdistuu polttopuutoimintaan 7622 euron vuotuinen kustannus eli 5,08 euroa pinokuutiolle. Kuljetusvälineiden käyttökustannukset ovat 12 155 euroa vuodessa, ja 8,10 euroa pinokuutiota kohti. (Liite 1.)

## 5.3 Raaka-aineen hankinta

Polttopuun tuotantoon tarvittava puu hankitaan lähiseudulta ja siihen ostetaan tarvittava määrä sopivan kokoista koivukuitupuuta. 1500 pinokuution tuotta-

miseksi tarvitaan noin 1000 kiintokuutiota raaka-ainetta. Puut ostetaan korkeintaan 50 kilometrin etäisyydeltä toimipaikasta, jotta kuljetuskustannukset eivät nousisi liian korkeiksi. Puut hankitaan pääasiassa suoralla kaupalla metsänomistajilta pystykaupalla, mutta myös metsänhoitoyhdistyksen, muiden metsäyhtiöiden ja metsäpalveluyritysten kautta. Puut korjataan hakkuukoneella ja metsätraktorilla tehtynä tien varteen, ja työn suorittaa metsäkoneyrittäjä omalla kalustollaan sopimuksen mukaan. Pieni osa puusta ostetaan ns. hankintakaupalla, jossa puun myyjä toimittaa omalla työllään tai kustannuksellaan puut tien varteen, josta polttopuuyritys ostaa puut hankintakauppahinnalla.

Puunhankinnan kokonaiskustannus on laskettu arvioimalla ensin hankittavan puun määrän osuudet kokoluokittain ja laskemalla sitten korjuun eli hakkuun ja metsäkuljetuksen kokonaiskustannukset käytetyn korjuutaksataulukon avulla. Keskimääräiseksi hinnaksi korjuulle on saatu 16,9 euroa kiintokuutiometrille, ja puun keskijäreudeksi on saatu 83,5 litraa. Puun koon havainnollistamiseksi on esitetty taulukko, jonka mukaan keskimääräinen puu on läpimitaltaan 13 senttimetriä rinnankorkeudelta ja pituudeltaan noin 14 metriä (Kuitupuiden tilavuustaulukko 2002).

Korjuun taksataulukon perustana on käytetty metsänhoitoyhdistyksen käyttämää korjuun taksataulukkoa (Lehtonen 2007), ja sitä on muutettu ajantasaiseksi korottamalla kuutiokohtaisia hintoja kussakin luokassa kahdella eurolla. Puun hankinta keskittyy pääasiassa nuoriin metsiin ja harvennuksille, mistä saadaan sopivan kokoista ja hyvälaatuista koivukuitua polttopuun valmistukseen. Puunhankinta on jaettu pystyhankinnan ja tienvarsihankinnan osuuksiin, ja laskelmassa on käytetty arvioituna 60 prosenttia pystyhankinnan osuutena ja 40 prosenttia tienvarsihankinnan osuutena, joista on saatu vastaavat kuutiomäärät kokonaishankinnasta pystyhankintaa 603 ja tienvarsihankintaa 402 kuutiometriä. Osa pystyhankinnasta tulee kemera-kohteilta, ja sen osuus on 20 prosenttia pystykaupoista. Kemeratukea voi saada korjuun kustannuksiin 7 euroa kuutiometrille, jos hakkuukohde täyttää kemeratuen kriteerit ja puu käytetään energiantuotantoon (Kemera-opas 2005). Kemeratuki mahdollistaa puunhankinnan pieniläpimittaisilta kohteilta, joissa korjuun kustannukset nousisivat muuten liian korkeiksi.

Puun ostohintana käytetään Metsäntutkimuslaitoksen ylläpitämän kuukausittaisen puunmyyntitilaston helmikuun 2007 hintoja (Puun hinnat 2007), joihin on lisätty kaksi euroa korotusta kuutiota kohti raaka-aineen haltuunsaamisen varmistamiseksi. Koska puunhankinta pystykaupalla kohdistuu pieniläpimittaisiin harvennuksiin, tulisi pystyhinnan olla todellisuudessa alhaisempi, mitä tässä laskelmassa on käytetty. Oston ja korjuun kustannukseksi saadaan esitetyllä kustannusrakenteella keskimäärin 30,6 euroa kiintokuutiometriä kohti tienvarteen toimitettuna.

Puut kuljetetaan polttopuun valmistuspaikalle puutavaran kuljetusautolla, ja palvelu ostetaan kuljetusyrittäjältä. Kustannukset on laskettu arvioimalla kuljetussuoritteen aika kuormaa kohti, ja arvioimalla kuinka paljon puusta kuljetetaan pelkästään vetoautolla tai yhdistelmällä. Kuljetusyrittäjän tuntitaksa on 55 euroa tehdystä työtunnista, ja kuljetuksen kustannukseksi saadaan 3,4 euroa yhdistelmällä kuljetettuna ja 9,2 euroa vetoautolla kuljetettuna kuutiometriä kohti. Keskimääräisen kuljetuskustannuksen laskemiseksi on arvioitu, että kuljetusyrittäjä ajaa puolet ajomäärästä pelkällä vetoautolla, ja siten saadaan keskimääräiseksi kustannukseksi 8 euroa kuutiometriä kohti.

Puunhankinnan kokonaiskustannukseksi saadaan esitetyllä tavalla laskettuna 38,6 euroa kiintokuutiometriä kohden polttopuun toimituspaikalle tuotuna. Tämä sisältää puun oston, puun korjuun tienvarteen, työnjohtokulut sekä maantiekuljetuksen valmistuspaikalle. (Liite 4.)

#### 5.4 Valmistus, pakkaaminen ja kuivaus

Polttopuun valmistamiseksi tarvitaan pilkekone ja puruimuri, puun syöttöpöytä, roskarumpu ja lisäkuljetin. Pilke valmistetaan yhden työntekijän työpanoksella ensin pilkkeeksi kasalle, mistä pilke pakataan automaattisella pakkauskooneella. Pilkkeen valmistusta ja pakkausta ei voi suorittaa yhtä aikaa. Pilkkeen valmistukseen hankitaan Maaselän kone Oy:n valmistama Hakki Pilke 2x32 GreenSpeed automaattipilkekone (Hakki pilkekoneet 2007), sekä saman valmistajan puun syöttöpöytä ja lisäkuljetin. Roskien poistoon hankitaan Terästa-

komo Oy:n valmistama Palax Cleaner suurtehopuhdistaja (Palax klapikoneet 2007). Pilkekoneeksi valitaan Hakki, koska se on riittävän tehokas ja edullisempi, kuin järeämmän kokoluokan Palax Mega Power 100S SM. Pilkettä valmistetaan pääasiassa pieniläpimittaisesta puusta, jolloin ei tarvita järeintä ja tehokkainta pilkekoneetta. Koko valmistusketjun koneiden hinnaksi on saatu uusien koneiden tarjoushintojen mukaan 23 900 euroa. (Liite 3.)

Pilkkeen valmistuksen kustannusten laskemiseksi on laskettu koneen tuotantotehokkuuden ja tuotantomäärän mukaan pilkekoneen vuotuinen käyttöaika. Käyttäjän mukaan on laskettu koneenkäyttäjän työkustannus ja koneen käyttämän sähkönkulutuksen mukainen käyttökustannus. Muiden kulujen laskemiseksi on arvioitu huolto- ja korjausaika, sekä huolto- ja korjauskustannukset. Pilkekoneen tuottavuutena on käytetty 10 irtokuutiometriä tunnissa. Tuottavuuteen vaikuttaa käytetyn puun järeys ja laatu. Irtokuutiot on muutettu pinokuutioiksi, jolloin tehokkuudeksi saadaan noin 6 p-m<sup>3</sup> tunnissa. Tällä tehokkuudella ja 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä saadaan 246 käyttötuntia vuodessa, ja 90 prosentin käyttöasteella saadaan työajaksi 270 tuntia tuotantomäärää kohti vuodessa. Huolto- ja korjausajaksi on arvioitu puoli tuntia työpäivää kohti, jolloin saadaan kyseiseksi työajaksi noin 15 tuntia vuodessa. Muuttuviksi kustannuksiksi saadaan yhteensä esitetyillä lähtöarvoilla noin 6040 euroa 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärää kohti. (Liite 3.)

Pakkaamisen kannattavuutta on arvioitu tutkimalla asiakkaan käyttämää työaika ja työtehokkuutta polttopuun pinoamiseen irtokuutioista pinokuutioiksi säilytyspaikkaan tietyissä tapauksissa. Laskelman perusteella asiakkaalla menee noin yksi tunti pinoamiseen pinokuutiota kohti. Tulosta on tarkasteltu Konttila 1-projektin asiakaskyselyn tulosten avulla, minkä mukaan voidaan todeta, että asiakas käyttää polttopuun käsittelyyn aikaa 1,5 tuntia pinokuutiota kohti (Leino S. ym. 2006). Jos pinoamisen työkustannus on 15 euroa tunnilta, saadaan pinoamisen kustannukseksi noin 15 – 26 euroa pinokuutiota kohti. Näin ollen voidaan olettaa, että asiakas olisi valmis maksamaan valmiiksi pinotusta polttopuusta korkeampaa hintaa, kuin irtokuutioina toimitetusta. (Liite 5.)

Pilkkeen pakkaamisen kustannuksien laskemiseksi on vertailtu käsin pakkaamisen ja koneellisen pakkaamisen vaihtoehtoja. Käsin pakkaamisen kustannuslaskelman lähtökohtana on lehtiartikkeli jossa polttopuuyrittäjä mainitsee pakkaamisen kannattavuudesta, että pakkaaminen on kannattavaa, kun ”kolme miestä pakkaa kaksi rekkakuormaa päivässä” (Polttopuulla kysyntää 2005). Laskelmassa on oletettu, että rekkakuorman tilavuus on 50 kuutiometriä, johon pakataan 40 pinokuutiometriä pilkettä pahvilaatikoissa eli ns. puupäkeissä. Kolme työntekijää pakkaa yhteensä 80 p-m<sup>3</sup> polttopuuta päivässä, heidän tuntipalkkansa on 12 euroa tunnilta ja sivukuluiksi lisätään 65 prosenttia. Kun työpäivän pituus on kahdeksan tuntia, saadaan työtehokkuudeksi 3,3 p-m<sup>3</sup> tunnissa ja työkustannukseksi 5,9 euroa pinokuutiota kohti. Pakkaamisen muut kustannukset muodostuvat pakkaustelineestä, pakkauspahvilaatikosta sekä trukkilavakustannuksista. Pakkausmateriaalikustannuksiksi saadaan 18,1 yrittäjän ilmoittamaa lavallista kohti eli 16,9 euroa pinokuutiota kohti. Käsin pakatun polttopuun pakkauskustannukset ovat yhteensä 22,9 euroa pinokuutiota kohti. Pakatun puun myynnin kannattavuutta on arvioitu yrittäjän ilmoittaman myyntihinnan perusteella. Näin pakattu puu on kallista, eikä sitä kannata käyttää lämmityskäyttöön. Yrittäjän näkökulmasta sen myynti on kannattavaa, jos pakatulle puulle on näillä hinnoilla kysyntää (Liite 5).

Koneellinen pakkaaminen on ollut jo pitkään monen polttopuutuottajan haaveena, mutta käytännön sovellukset ovat olleet toistaiseksi liian kalliita. Koneellisesta pakkaamisesta on olemassa hyvin vähän tietoa, koska sitä ei käytetä yleisesti. Koneellisesta pakkaamisesta ei ole myöskään tutkimustietoja käytettävissä. Polttopuun pakkauskonetta on kehitelty viime vuosina Koillis-Savossa, missä pakkauskoneen kehittäilytilauksen on jättänyt nilsiäläinen polttopuuyritys iisalmelaiselle insinööri-toimistolle (Savolainen koivupilke...2005). Laitteesta on nyt käytössä toinen kehitysversio, ja sitä kehitetään Keksintösäätiön rahoittamana yhdessä polttopuuyrittäjien ja Työtehoseuran kanssa (Kuva 5). Laitteesta on käytettävissä tietoa, että polttopuu pakataan muovikiskoon, 30 x 30 x 33 senttimetrin paketiksi, ja pakkaamisen tehokkuus on noin kuusi pinokuutiota tunnissa. (Lipponen 2007; Rönkkö 2007) Pakkauskoneen hinta on valmista-



jan ilmoituksen mukaan 20 000 euroa (Rönkkö 2007). Laitteella pakataan 1500 p-m<sup>3</sup> vuodessa, jolloin saadaan pakkausajaksi 250 tuntia vuodessa. Kun laitteen käyttöaste on 80 prosenttia, saadaan pakkaustyöajaksi 300 tuntia. Näillä työ- ja käyttöajoilla laskettuna saadaan työkustannukseksi 5940 euroa vuodessa, ja laitteen käyttökustannukseksi 369 euroa vuodessa. Huolto- ja korjausajaksi on arvioitu tunti työpäivää kohti, jolloin saadaan huolto- ja korjausajaksi 38 tuntia vuodessa. Varaosakustannuksiksi on arvioitu 200 euroa, jolloin saadaan yhteensä huolto- ja korjauskustannukseksi 942,5 euroa vuodessa.

(Liite 6.)

Polttopuu pakataan muovikiskoilla pakattuihin nippuihin, jotka ladotaan käsin pakkauskehikoihin, joita on yhden trukkilavan päällä kolme kappaletta. Kehikossa on 9 nippua, ja lavalla on yhteensä 27 nippua. Pakkauskiskon hintana käytetään 2 senttiä kappaleelta, pakkauskehikon hintana 15 euroa kehikolta, ja trukkilavan hintana 5 euroa lavalta. Yksi toimitusyksikkö on lavallinen eli 3 kehikollista polttopuuta. Tämän yksikön tilavuus on noin 0,8 p-m<sup>3</sup>. Edellä esitetyllä tavalla laskettuna ja 1500 p-m<sup>3</sup>:n vuotuisella tuotantomäärällä saadaan koneellisen pakkaamisen koko kustannukseksi 10,44 euroa pinokuutiota kohti.

(Liite 6.)

Polttopuun kuivauksen kustannuksia on arvioitu kahdella eri menetelmällä. Ensimmäisen vaihtoehdon lähtökohtana on Kotkan polttopuun kehittämä aurinkoenergiaa hyödyntävä alipaineilmakuivuri. Siinä kuivaustehokkuudeksi saadaan 1000 pinokuutiota kolmessa viikossa (Enqvist 2007). Menetelmässä polttopuuta kuivataan hallissa, joka kerää auringon tuottamaa lämpöä, ja sitä johdetaan ilmakehällä ja puhaltimilla avustettuna kuivattavan polttopuuerän läpi. Menetelmä on yksinkertainen, eikä se tarvitse suuria investointeja. Investointeja tarvitaan lähinnä ilmakehien rakentamiseen ja sähköpuhaltimiin. Kustannuslaskelmassa lasketaan kuivausaika annetulla kuivaustehokkuudella, ja puhaltimien ottotehon ollessa 9 kW saadaan energiankulutukseksi 4536 kW. Kun sähkön hinta on 8,2 senttiä kilowattitunnilta, ja käyttö- ja huoltotöihin käytetään tunti kuivausvuorokautta kohti, saadaan menetelmän kuivauskustannukseksi 0,79 euroa pinokuutiota kohti. (Liite 7.)

Tässä kokonaiskustannuslaskelmassa käytetään kuivausmenetelmää, johon syötetään lisälämpöä vieressä olevasta hakelämpölaitoksesta, mutta muuten menetelmä on Kotkan polttopuun käyttämän kaltainen. Tällä kyseisellä menetelmällä saadaan korkeampi tehokkuus kuivatukseen, ja nopeampi polttopuun käsittelyaika myyntivalmiiksi. Tämä puolestaan pienentää valmiin varaston määrää ja siihen sitoutuvia pääomakuluja. Kuivauskustannuslaskelman perustana on arvio myynti- ja varastointimääristä kuukausittain. Myynti- ja varastoarvioiden perusteella on arvioitu sopiva kuivausyksikön koko, mitä käytetään laskelmissa. Lisälämmöllä kuivattu puuerä kuivuu oletuksen mukaan kymmenen vuorokauden aikana, jolloin kuivatuksen tehokkuudeksi saadaan 150 p-m<sup>3</sup>:n kuivatuserissä ja 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä 1,3 p-m<sup>3</sup> tunnissa. Tästä lasketaan kuivausaika 1167 tuntia vuodessa, ja voidaan laskea sähkönkäyttökulut, kun sähkön käyttömäärä on 10500 kWh vuodessa ja sähkön hinta 8,2 senttiä kilowattitunnilta. Sähkön käyttö lisääntyy edellä kuvattuun menetelmään verrattuna, koska puuta kuivataan useissa pienissä erissä. Kun aurinkoenergiaa ei ole saatavana, tarvitaan lisälämmönsyöttöä, minkä määräksi on arvioitu keskimäärin 40 kW kuukaudessa jatkuvana syöttönä kuivaustuntia kohti. Lisälämmön hintana on käytetty kaukolämmön keskimääräistä myyntihintaa 4 senttiä kilowattitunnilta. Lisälämmön energiamäärä saadaan kertomalla kuukausittainen kuivaustuntimäärä lisälämpömäärällä, jolloin saadaan lisälämmönkulutukseksi 32667 kWh. Käyttö- ja huoltoajaksi arvioidaan tunti kuivausvuorokautta kohti, jolloin käyttö- ja huoltoajaksi saadaan noin 83 tuntia, ja 12 euron tuntipalkalla ja 65 prosentin sivukuluilla työkustannukseksi 1650 euroa vuodessa. Kuivauskustannukseksi saadaan edellä esitetyillä lähtöarvoilla ja 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä noin 2,1 euroa pinokuutiota kohti. (Liite 7.)

### 5.5 Oheistoiminnot ja jälleenmyynti

Polttopuuyrittämisen rinnalla on usein mahdollisuus muuhunkin kuin polttopuun tuottamiseen. Tässä tapauksessa on simuloitu polttopuun valmistusprosessi, joka käyttäisi vaihtokasettimenetelmää polttopuun käsittelyssä. Jotta tämä menetelmä olisi asiakkaan käytettävissä, tulisi asiakkaalle tarjota menetelmään soveltuva varastointiratkaisu. Varastoratkaisuksi esitetään elementteinä

toimitettava ja asiakkaalle pystytettävä pienvarasto, johon mahtuisi kaksi toimitusyksikköä polttopuuta eli noin 1,6 pinokuutiota. Varasto on puurunkoinen ja puuverhoiltu ja pohjamaalattu, ja siinä on huopakatto. Laskelman lähtökohdiana on, että polttopuuta myydään 1500 p-m<sup>3</sup>, ja asiakkaat käyttävät keskimäärin 4 pinokuutiota vuodessa. Oletuksena on, että joka viidennelle asiakkaalle myydään varasto ensimmäisenä vuonna, jolloin myydään 75 varastoa. Varaston materiaalimenekki ja tarvittavat työkalut ja rakentamiseen tarvittava aika perustuu arvioon. Materiaalien hinnaksi saadaan 207 euroa varastoa kohti, ja yhden varaston rakennusajaksi arvioidaan 12 tuntia, sekä myyntiin käytettäväksi ajaksi yksi tunti varastoa kohti. Tällöin saadaan työkustannukseksi noin 257 euroa varastoa kohti ja varaston kokonaiskustannukseksi 472 euroa esiteyllä lähtöarvoilla laskettuna. Varaston verolliseksi myyntihinnaksi asetetaan 610 euroa ilman vaihtokasetteja. Vaihtokasettien kustannusvaikutus on laskettu pakkaamisen kuluina, joten asiakkaan ostaessa puuta yritykseltä, vaihtokasettien hintaa ei erikseen veloiteta. (Liite 8.)

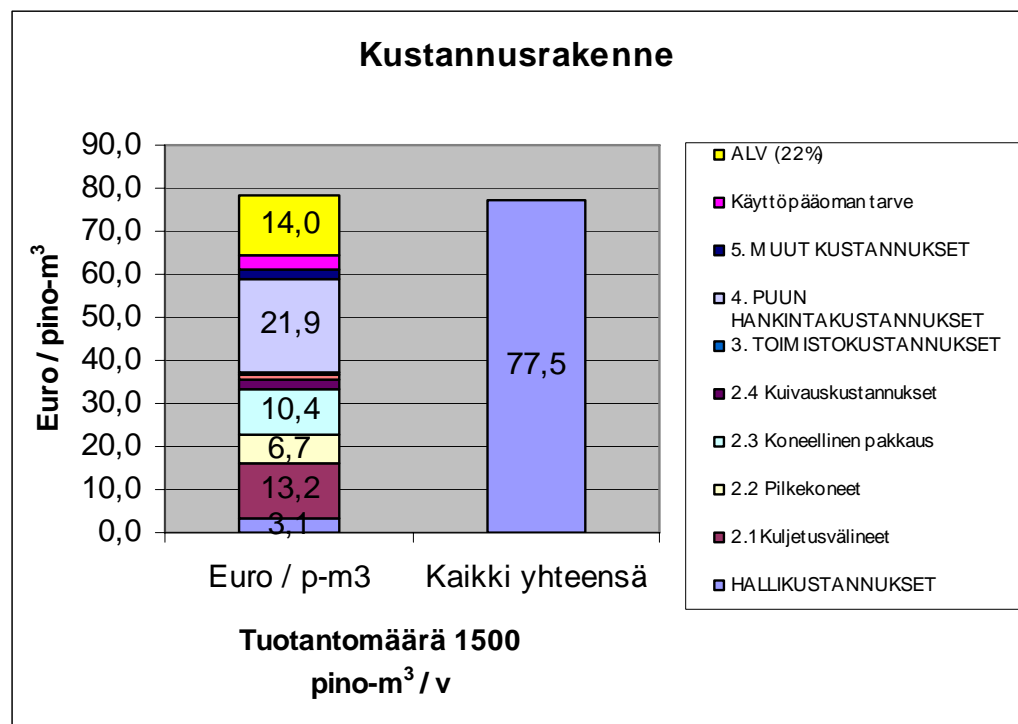
## 5.6 Markkinointi ja jakelu

Markkinoinnin kustannukset on huomioitu päätaulun laskennoissa osiossa muut kustannukset (Liite 1). Markkinointi tapahtuu mainoksilla paikallislehden kautta sekä uutisoinnilla tiedotusvälineissä. Markkinointiin on varattu 1000 euroa kattamaan mainonnan kulut vuodessa. Polttopuun jakelua ei ole näissä laskelmissa tarkasteltu. Ideana on, että asiakas kykenee kuljettamaan itse polttopuunsa käyttöpaikalle. Asiakkaan halutessa polttopuut valmiiksi toimitettuna, pienet erät kuljetetaan pakettiautolla ja peräkärriellä, sekä suuret erät traktorilla ja peräkärriellä, ja siitä veloitetaan asiakasta sopimuksen mukaan. Maksuperusteena voi käyttää tuntiveloitusta, mikä voisi olla 35 euroa tunnilta. Mikäli asiakas käyttää puun kuljettamiseen yrityksen peräkärriä, veloitetaan asiakasta sopimuksen mukaan. Tällöin on huomioitava, että peräkärrien kustannuksiin tulisi lisätä vakuutus, joka kattaisi mahdolliset vahingot vuokratyössä. Mikäli yrityksen tuotantomäärä kasvaa, on mahdollista, että asiakaskuljetuksiin täytyy käyttää ostopalvelua kuljetusyrittäjältä, joka hoitaisi kuljetukset pienkuorma-autolla. Tämä on välttämätöntä etenkin, jos kuljetusmatkat ovat pitkiä ja yrityksen työntekijällä tai työntekijöillä ei ole aikaa asiakastoimituksiin.

## 6 KUSTANNUSALASKELMAN TULOKSET

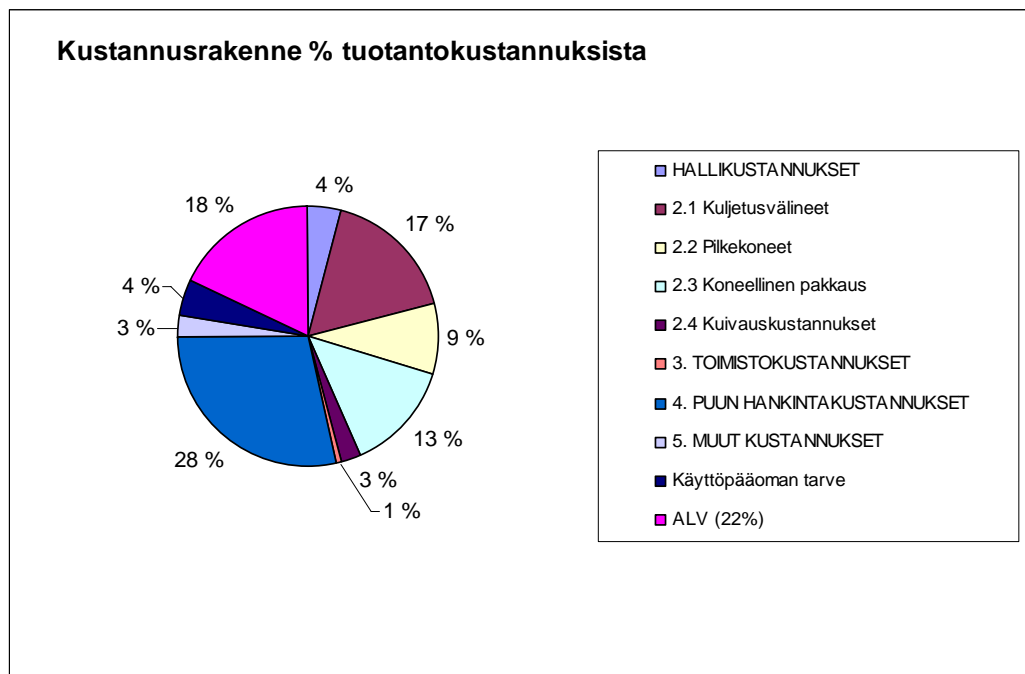
Kustannuslaskelmat on esitetty koontina päätaulussa (Liite 1), jossa lasketaan kustannusvaikutukset vaiheittain. Laskelmissa käytetty solun keltainen taustaväri kuvaa syöttöarvoa, jota voidaan muuttaa erilaisten laskelmien tekemiseksi. Punainen solun taustaväri kuvaa laskelmasta saatavaa lopputulosta. Laskelman tuloksia arvioitaessa käytetään lähtökohtana 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärää vuodessa. Toiminnan aloittamiseksi tarvittaisiin 252 683 euron pääoma, josta polttopuutoimintaan kohdistuu 167 636 euron investoinnit. Kokonaiskustannukseksi tulisi 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä 95 230 euroa vuodessa. Käyttöpääoman tarve olisi yhteensä 30 007 euroa.

Laskelman lopputuloksena saadaan kustannukset tuotettua pinokuutiometriä kohti (Kuva 8). Kun kustannuksiin lisätään arvonlisäveron osuus, saadaan myyntihinta polttopuulle, mikä vähintään tulisi saada polttopuun myynnistä pinokuutiosta, jotta toiminnan kaikki kulut saadaan katettua (Liitteet 1-8).



**Kuva 8.** Koivupilkkeen tuottamisen kustannusrakenne pinokuutiota kohti

Tuloksena on saatu verolliseksi kustannuksiksi 77,5 euroa pinokuutiota kohti eli 48 euroa irtokuutiota kohti, kun polttopuun tuotantomäärä on 1500 p-m<sup>3</sup> vuodessa. Tällä hinnalla myytäessä toiminnan kulut tulevat katettua, mutta sijoitetulle pääomalle ei saada tuottoa. Tarkasteltaessa kustannusrakennetta tuotettua pinokuutiota kohti, voidaan todeta, että suurimmat kustannusosuudet muodostuvat puun hankinnasta (28 %), kuljetusvälineistä (17 %), pakkaamisesta (13 %) ja pilkekoneista (9 %) (Kuva 9). Kuivauskustannusten osuus on eroteltuna vain käyttökustannusten osalta, kuivurin investointikustannukset sisältyvät hallin kustannuksiin.



**Kuva 9.** Koivupilkkeen tuottamisen kustannusrakenne prosentteina

## 7 TULOSTEN ANALYSOINTI

Markkinoilla myytävän polttopuun hinta on yleensä noin 45 euroa irtokuutiota kohti, joka muutettuna on noin 67 euroa pinokuutiota kohti (Leino ym. 2006). Tämä puu on useimmiten irtotavarana toimitettua (Liite 9). Laskelman lopputulos on lähellä asetettua tavoitetta, mikä oli nykyinen markkinahinta lisätynä pakkaamisen lisäarvolla eli noin 10 – 15 euroa pinokuutiota kohti. Tällöin saadaan puun hinnan vaihteluväliksi 77 – 82 euroa pinokuutiolta. Laskelmaa voidaan pitää näiltä osin melko realistisena.

Yrityksen myynnistä osa on varastojen myyntiä, jolle on laskettu myyntikatteenksi 28 euroa varastolle 1500 p-m<sup>3</sup>:n polttopuun tuotantomäärällä. Pelkkä pilkkeen tuotanto ei ole niin kannattavaa kuin varastojen tuotanto, mikä toimii osin edellytyksenä puun myynnille, sekä tuo kokonaistoiminnalle kannattavuutta.

Kannattavuuslaskelma osoittaa, että toiminta on kannattavaa 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä, mutta samalla vuotuinen työmäärä kasvaa lähes 2200 tuntiin, mikä on yhdelle työntekijälle melko paljon vuodessa. Polttopuun tuotanto työllistää, ja käytettäessä laskennassa työkuukausien määränä 11 kuukautta, ja 21,5 työpäivää kuukautta kohti, saadaan työpäivän pituudeksi 9,4 tuntia työpäivässä. 1250 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä vuotuiseksi työmääräksi saadaan noin 1900 tuntia, jolloin työpäivän pituudeksi saadaan 8 tuntia, mitä voidaan pitää sopivana työmääränä. Kun tuotantomäärä pienenee, kasvaa tuotantokustannusten osuus tuotettua pinokuutiota kohti, jolloin 1250 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä verolliset kustannukset ovat 83,70 euroa pinokuutiota kohti ja 51,90 euroa irtokuutiota kohti.

Laskelmissa esitetyllä 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärällä investoitu kalusto on vajaakäytössä. Esimerkiksi pilkekoneen vuotuinen käyttötuntimäärä on vain 246 tuntia. Koneita voidaan käyttää huomattavasti suuremman vuotuisen tuotantomäärän valmistamiseksi. Jos tuotetaan 5000 p-m<sup>3</sup>, vuotuinen kokonaistyömäärä vastaa kolmen työntekijän työpanosta, ja pilkekoneen vuotuiseksi työmääräksi tulee 820 tuntia. Samalla verolliset tuotantokustannukset putoavat noin 56 euroon pinokuutiolta tai 35 euroon irtokuutiolta. Ongelmaksi muodostunee suuremmalla tuotantomäärällä markkinaongelmat. Kustannustehokkuutta lisääisi, jos useampi polttopuuyrittäjä valmistaisi pilkkeensä yhdellä samalla koneella.

Tarkasteltaessa toiminnan mielekkyyttä tulisi toiminnalle laskea jonkin verran katetta eli sijoitetulle pääomalle korkoa. Samalla on arvioitava onko laskelmissa käytetty tuntipalkka 12 euroa tunnilta riittävä. Myyntitarvelaskelmassa voidaan tarkastella annetun myyntihinnan vaikutusta tuotto prosenttiin sekä annetun tuotto prosenttien vaikutusta myyntihintaan. Normaalina tuotto-odotuksena

voidaan pitää nykykoroilla noin neljän prosentin tuottoa. Mikäli halutaan otetulle riskille katetta, tulisi sijoitetulle pääomalle saada tuotto prosentiksi enemmän kuin neljä prosenttia. Tähän ei tämän laskelman mukaan päästä, sillä laskeuttaessa myyntihinta viiden prosentin tuotto-odotuksella, tulisi polttopuita myydä noin 91 euron verollisella kuutiohinnalla, kun tuotantomäärä on 1250 p-m<sup>3</sup> vuodessa. Jos lähtöarvona käytetään 1500 p-m<sup>3</sup>:n tuotantomäärää, työtä joutuu tekemään hieman enemmän, ja viiden prosentin tuotto-odotuksella tulisi polttopuita myydä noin 83 euron verollisella pinokuutiohinnalla, mikä on asiakkaiden mielestä todennäköisesti liian suuri. Toiminnan saa näyttämään kannattavalta, jos tyytyy pienempään tuotto-odotukseen ja tekee vuodessa hieman ylitöitä ja vuotuisena tuotanto- ja myyntimääränä on 1500 p-m<sup>3</sup>. Kun käytetään polttopuun myyntihintana realistista 77,5 euron myyntihintaa pakatulta pinokuutiolta, jää polttopuun tuotanto lähes katteettomaksi, ja koko toiminnan tuotoksi yksi prosenttia sijoitetulle pääomalle. Tämä voi olla tyydyttävä tavoite, jos toiminnalla taataan työllisyys yhdelle työntekijälle ja työntekijä omistaa itse polttopuuyrityksen.

Polttopuuyrittäminen tässä tutkintotyössä esitetyllä tavalla voi olla kannattavaa, jos esitetyt laskelmat pitävät paikkansa. Laskelmissa on käytetty lähtöarvoina mahdollisimman luotettavia lähteitä, mutta osa lähtöarvoista perustuu olettamukseen ilman käytännön varmaa tietoa. Kriittisesti tarkasteltuna tulisi kiinnittää huomiota etenkin kuivaus- ja pakkauskustannuksiin. Pakkauskustannuksista puuttuu varma tieto pakkauskoneen käytön prosessista sekä pakkauskoneen käytön ongelmista, joita varmasti vielä laitteessa on. Näitä voi tutkia vain, kun laite on toiminnassa, ja sillä päästään testaamaan käytännössä, mitä voi vaikuttaa mm. polttopuupilkkeen kokovaihtelu tai laatuvariaatio. Merkittäviä tekijöitä ovat työkustannukset pakkausprosessissa. Jos polttopuuta voidaan valmistaa ja pakata automaattisesti yhden työntekijän valvonnassa, putoavat työvoimakustannukset puoleen pilkkeen tuotantoprosessissa.

Kokonaisuutena yritysidea voi olla erittäin haavoittuva, jos asiakkaat eivät ole kuitenkaan valmiita maksamaan laadukkaasta pinotusta ja pakatusta polttopuusta. Asiakasvarastojen valmistus ja myynti on sinänsä riskitöntä toimintaa, mutta uuden varastointimenetelmän sekä polttopuun käyttölogistiikan omak-

suminen ei tapahtune hetkessä. Varaston hinnaksi muodostuu 610 euroa, mikä on melko korkea hinta sen kokoon nähden. Varastomenetelmän idea on vaikeasti suojattavissa ja helposti kopioitavissa, jolloin kilpailu voi pienentää tuotteen valmistamisen kannattavuutta. Varastointimenetelmässä käytetyn pakkauskehikon kustannus perustuu alustavaan arvioon. Jos oletettu 15 euroa kehikolta ei riitä valmistuskustannuksiin, kohoaa menetelmän hinta liian korkeaksi. Toisaalta kehikko voi osoittautua turhaksi, jos asiakkaat ovat valmiita kuljettamaan polttopuunsa käyttöyksiköissä eli nipuissa ja polttopuuta voidaan pakata automaattisesti käyttönippuina trukkilavan päälle ja pakata toimitusyksiköksi kääremuovin avulla. Tällöin pakatun polttopuun tuottamisen kannattavuus parantuisi huomattavasti.

Jos pilkkeen myyntihintana käytetään 77,5 euroa pinokuutiolta eli noin 48 euroa irtokuutiolta saadaan energiasisällön hyötyhinnaksi noin 7,1 senttiä kilowattitunnilta, jos pilkettä poltetaan 65 prosentin hyötysuhteella. Jos öljyn hinta on 60 senttiä litralta, saadaan energian hyötyhinnaksi sama noin 7,1 senttiä kilowattitunnilta. Tällöin puun käyttö lämmittämiseen ei liene kannattavaa öljyn korvaavana energianlähteenä. Sen sijaan puun käyttö on kannattavaa suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. Jos puuta poltetaan lämmityskattilassa, jonka hyötysuhde on 80 prosenttia, voi puunpolto olla kannattavampaa myös varaavan sähkön korvaajana. (Taulukko 1.)

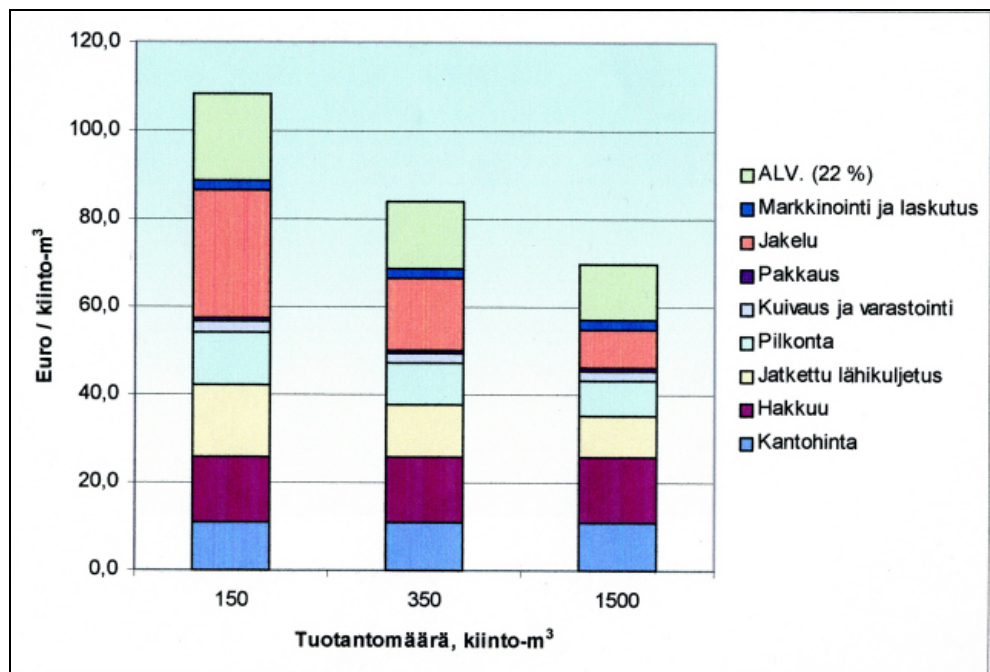
**Taulukko 1** Eri energiamuotojen käytön kannattavuus lämmittämiseen

Energiamuoto hinta / yks	Hyötysuhde %	Energian hinta /yks	Energian hinta <b>snt</b> / kWh	Vuotuinen energian käyttö kWh	Hinta vuodessa €	
Öljy <b>snt / l</b>	85	60	7,1	20 000	1412	Halvin
Koivupilke <b>€/ i-m<sup>3</sup></b>	85	48	7,1	20 000	1530	2.
Varaava sähkö <b>snt / kWh</b>	65	6,5	7,7	20 000	1892	3.
Suora sähkö <b>snt / kWh</b>	98	10	10,2	20 000	2040	Kallein

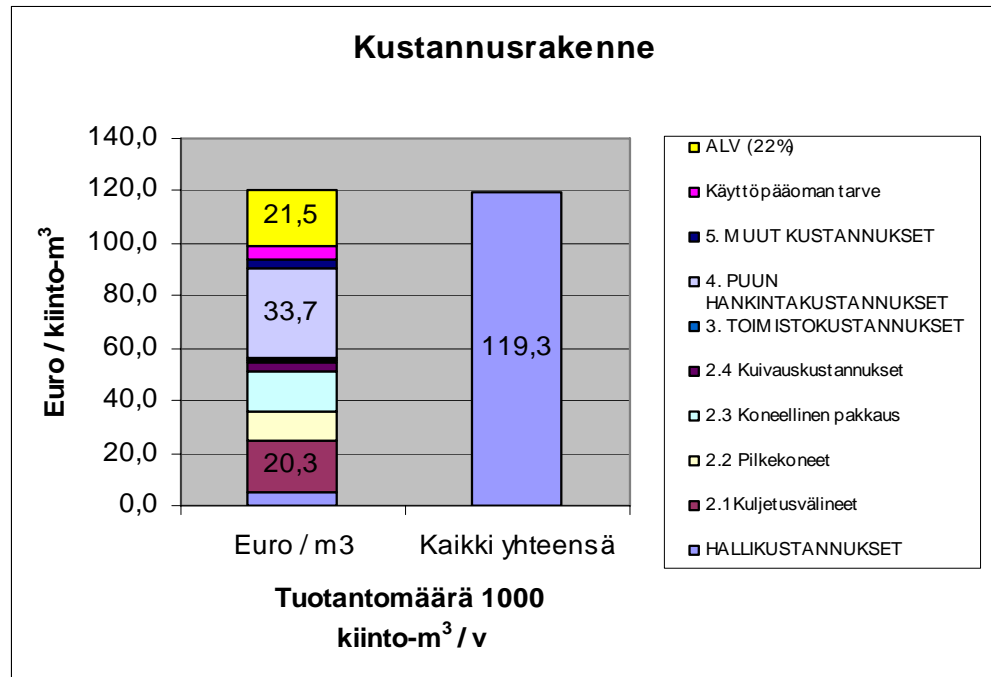
(Metsäkeskusten energialaskuri 2007)



Arvioitaessa tulosten vastaavuutta aiemmin tehtyihin tutkimuksiin voidaan todeta, että ne ovat osin ristiriitaisia. Polttopuun raaka-ainekustannukset ovat suurin yksittäinen tekijä myös Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksen mukaan (Kuva 10). Siinä puun kantohinta ja hakkuukustannukset ovat noin 35 euroa kiintokuutiometriä kohti ilman työnjohtokuluja, kuivaus- ja varastointi 2,2 euroa ja pakkauskustannukset 0,7 euroa kiintokuutiota kohti. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan ne olisivat 33,7 euroa, 8,0 ja 16,1 euroa kiintokuutiometriä kohti, kun kuivaus- ja varastointikustannukseksi lasketaan kuivaus- ja liiketilakustannukset (Kuva 8).

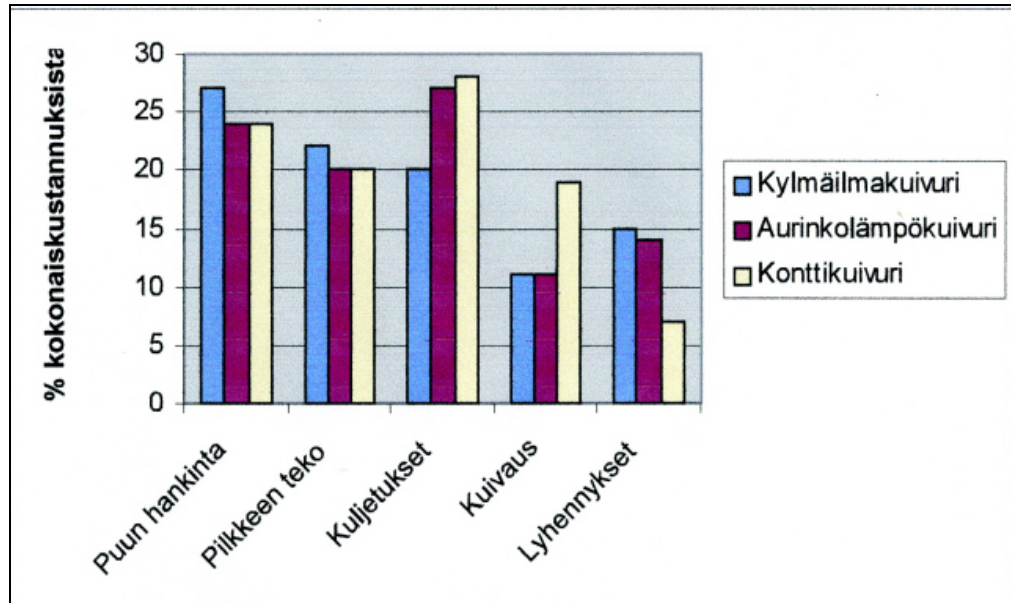


**Kuva 10.** Polttopuun tuotantomäärän vaikutus kustannusrakenteeseen ja kustannusrakenne kiintokuutiota kohti (Sikainen 2005)



**Kuva 11.** Polttopuun tuotannon kustannusrakenne kiintokuutiota kohti

Merkittävä ero on pakkaus kustannuksissa, mikä selittynee pakkauskoneen kustannuksena käytetyllä korkealla hinnalla ja lainakuluilla. Metlan tutkimuksessa ei ole huomioitu lainkaan halli- tonttikustannuksia, korjuun kemera-tukia, ja kuivaus ja pakkausmenetelmistä ei ole tarkempia tietoja. Vertailtaessa kokonaiskustannuksia, Metlan tutkimuksesta täytyy vähentää jakelun osuus pois (8,9 €/m<sup>3</sup>), jolloin saadaan 60,9 euroa verolliseksi kokonaiskustannukseksi. Tässä tutkimuksessa saatiin tulokseksi 119 euroa kiintokuutiolle (Kuva 11), mikä osoittaa että käytetty menetelmä ei ole halvin mahdollinen, ja mahdollisesti kustannukset on laskettu varovaisuusperiaatteella yläkanttiin tai menetelmä on todella kallis. Toisaalta Metlan tutkimuksen osalta mainittiin, että tulokset ovat vain suuntaa-antavia ja näin on myös tämän tutkimuksen osalta. Tässä tehdyssä tutkimuksessa on huomioitava suuri alkupääoman tarve ja lainapääoman osuus sekä korkokustannukset, mitkä selittävät osaltaan suuremmat kustannukset. Tarkasteltaessa kuivauskustannuksia (Kuva 9) saadaan niiden osuudeksi noin 5 prosenttia, jos liiketilöiden kustannus jaetaan tasan varastoinnille ja kuivatukselle. Rinteen tutkimuksen laskelmissa kuivatuskustannusten osuudet ovat noin 11 prosenttia kylmäilma- ja aurinkolämpökuivuria käytettäessä ja noin 19 prosenttia konttikuivuria käytettäessä tuotantokustannuksista (Kuva 12), mikä on ristiriidassa saatuun tulokseen ja aiempaan vertailuun nähden.



**Kuva 12.** Puupolttoaineiden kuivatusmenetelmien vertailu (Rinne 2002)

Kuivatuskustannuslaskelmissa käytetty lisälämmön määrä suhteessa käytettyyn aikaan ei liene realistinen, sillä käytettäessä lämminilmakuivuria polttopuun kuivatukseseen tarvitaan 200 kilowatin teho viiden vuorokauden kuivausajan saavuttamiseen täysin tuoreesta 20 prosentin kuivaustulokseen (Tappura 2007). Tosiasia lienee, että aurinkolämpö- ja konttikuivurin yhdistelmällä saavutetaan kuitenkin tiettyjä etuja kustannusten noustessa maltillisesti, ja että konttilämpökuivuri on liian kallis investointi vain polttopuun kuivaamiseksi.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkintotyössä on tarkasteltu polttopuuyrittämisen kannattavuutta lämpöyrittäjyyden ja metsäpalveluyrittäjyyden rinnalla melko pienimuotoisena toimintana. Muita hyviä toimintoja polttopuuyrittämisen rinnalla ovat pelletin jälleenmyynti, erilaisten lämmitysjärjestelmien jälleenmyynti, ja erilaisten pienen piharakennusten myynti. Näistä on paljon esimerkkejä olemassa olevissa polttopuuyrityksissä. Polttopuuyrittämisen mahdollisuuksia voi parantaa, jos pystytään luomaan useamman toimijan yritysketju, joka tuottaisi polttopuuta suuremmalla volyymilla yhdessä toimipisteessä. Monet polttopuuyrittäjät ovat halukkaita yrittäjäyhteistyöhön, mutta usein halutaan pitää kannattavin osaluokan oma yrityksen hallinnassa. Tämän vuoksi tulevaisuudessakin on pieniä

polttopuuyrittäjiä, jotka investoivat turhaan kalliisiin laitteisiin, ja ylläpitävät kannattamatonta toimintaa muun yrittämisen ohella.

Polttopuuyrittämisen suurimpia ongelmia on harmaa talous. Jos polttopuun käyttö saataisiin kotitalousvähennyksen piiriin, vähentäisi se varmasti pimeää kuititonta kauppaa. Yksi mahdollisuus polttopuuyrittämisen kannattavuuden parantamiseksi olisi arvonlisäveron keventämien bioenergian myynnissä. Nämä tekijät ovat kuitenkin vaikeita poliittisia päätöksiä vaativia, ja tuskin toteutuvat lähitulevaisuudessa. Polttopuuyrittämiseen vaikuttaa jonkin verran nykyinen kemera-tuki, ja sen muuttuminen vuoden 2007 jälkeen on edelleen avoimena. Suomen metsätalouden tulevaisuudelle on tärkeää nuorten metsien hoito ja metsien harventaminen, ja energiapuun kasvattamien ainespuun seassa saanee oman asemansa metsähoidollisissa toimenpiteissä. Olisi kansallinen tappio, jos metsänhoitoon ei panostettaisi myös yhteiskunnan varoja ainakin metsäneuvonnan tarjoamiseksi sekä bioenergian käytön tukemiseksi.

Polttopuuyrittämiseen liittyy tunnetta, ja monelle maa- ja metsätaloudessa toimineelle se on yksi pakollinen omavaraistoiminto, joka pitää säilyttää läpi elämän haaveena ja viimeistään eläkkeellä toteuttaa. Kaikesta huolimatta polttopuuyrittäminen on vakavaa ja monessa mielessä tärkeää toimintaa, ja kovalla yrittämisellä siinä on mahdollisuus tulevaisuudessakin. Näen mahdollisena, että tutkintotyössä esitetyllä yritystoimintamallilla olisi mahdollisuuksia Pirkanmaan talousalueella yritystoiminnan aloittamiseksi.

## LÄHTEET

Kemera-opas 2005. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja Metsäkeskus Pirkanmaa. 50 s.

Kuitupuiden tilavuustaulukko. Tapion taskukirja 2002. Maastoliite. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Jyväskylä 2002. 20 s.

Leino, S., Perttula, K. & Viljamaa, M., Konttila 1 -projekti. Asiakaskysely polttopuun käyttäjille sekä yrittäjäkysely polttopuuyrittäjille 2005-2006 [Projektiaineisto]. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakentaminen ja metsätalous. Tampere 2006.

Raatikainen, Leena. Liikeideasta liikkeelle. Edita Prima Oy. Helsinki 2004. 152 s.

Tomppo, Erkki. Suomen metsävarat. Tapion taskukirja 2002. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Jyväskylä 2002. 555 s.

## Sähköiset lähteet

Energian käyttö ja lähteet 1917-2007 [Verkkosivut]. Tilastokeskus. Tuotteet ja palvelut. Helsinki 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.stat.fi/tup/suomi90/maaliskuu.html>

Energialaskuri [Verkkosivut]. Metsäkeskus 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.halkoliiteri.com/sivu/energiaskuri/?lc=&pl=1&pmc=0,613496932515337&pval=1&imc=1&ival=45&teho=100&chv=4&navi=1,2,42>

Hakki pilkekoneet [Verkkosivut]. Maaselän kone Oy 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.maaselankone.fi/alku.html>

Hytönen, K., Jokiniemi, J., Kolsi, A., Kouki, J., Linna, V., Nuutinen, I., Oravainen, H., Pyykönen, J., Raunemaa, T., Sippula, O., Taipale, R., Tissari, J., Tuomi, S., Vesterinen R. & Vuorio K. 2005.) Puun polton pienhiukkaspäästöt. Loppuraportti [Verkojulkaisu]. Kuopion yliopisto 2005. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.uku.fi/laitokset/ifk/PIPOLoppuraportti2005.pdf>

Julkaisut ja linkit [Verkkosivut]. Tekes 2006. Projektien julkaisuja. [Viitattu 4/2007]. Saatavissa: <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Pienpuu/fi/julkaisutjalinkit.html>

Kansallinen metsäohjelma 2010 [Verkkodokumentti]. Maa- ja metsätalousministeriö. Metsätalous. Helsinki 1999 [Viitattu 4/2007]. Saatavissa: [http://www.mmm.fi/kmo/asiakirjat\\_raportit/kansallinen\\_metsaohjelma.pdf](http://www.mmm.fi/kmo/asiakirjat_raportit/kansallinen_metsaohjelma.pdf)

Lämpöarvo kertoo lämmitystehosta [Verkkosivut]. Motiva Oy 2004. Tietoa puulämmityksestä. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
<http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/tietoapuulammityksesta/lampoarvokertoolammitystehosta.html>

Metsäkeskusten energialaskuri [Verkkosivut]. Metsäkeskus 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
<http://www.kase.fi/metsakeskukset/kaakkois/Energialaskuri/energialaskuri.html>

Palax-klapikoneet [Verkkosivut]. Terästäkomo Oy 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
[http://www.maaselankone.fi/index2.php?sivu=hakkipilke\\_2x\\_greenspeed](http://www.maaselankone.fi/index2.php?sivu=hakkipilke_2x_greenspeed)

Pirkanmaan metsäohjelma 2006-2010 [Verkkodokumentti]. Pirkanmaan metsäkeskus 2006. [Viitattu 4/2007]. Saatavissa:  
[http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/F8C20472-C694-46F2-826D-8EAA62B9A278/5833/mets%C3%A4ohjelma\\_ver3.pdf](http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/F8C20472-C694-46F2-826D-8EAA62B9A278/5833/mets%C3%A4ohjelma_ver3.pdf)

Polttopuulla kysyntää. Valokaari 2/2005 8 s. [Verkkajulkaisu]. Oulun seudun sähkön ja lämmön asiakaslehti. [Viitattu 4/2005]. Saatavissa:  
[www.oulunseudunsahko.fi/file.php?67](http://www.oulunseudunsahko.fi/file.php?67)

Puun hinnat [Verkkosivut]. Metsäntutkimuslaitos 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/mo/puunhinnat.htm>

Puupolttoaineiden pientuotanto ja -käyttö 2002-2006 [Verkkosivut]. Tekes. Teknologiaojelmat. Helsinki 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
<http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Pienpuu/fi/etusivu.html>

Puulämmityksen hyödyt [Verkkosivut]. Motiva Oy 2004. Tietoa puulämmityksestä. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
<http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/tietoapuulammityksesta/puulammityksenhyodyt.html>

Puupolttoaineiden pientuotannon ja -käytön panostusalueen seminaareja [Verkkosivut]. Tekes 2007. Tapahtumia. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa:  
<http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Pienpuu/fi/tapahtumia.html>

Rinne, Sami. Puupolttoaineiden kuivatusmenetelmien kartoitus. Diplomityö. [Verkkajulkaisu] Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Jyväskylä 2002. [Viitattu 4/2007]. Saatavissa:  
[http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Puuenergia/fi/Dokumenttiarkito/Viestinta\\_ja\\_aktivointi/Julkaisut/PROJEKTIT/Rinne\\_Sami\\_Puupolttoaineiden\\_kuivatusmenetelmien\\_kartoitus.pdf](http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Puuenergia/fi/Dokumenttiarkito/Viestinta_ja_aktivointi/Julkaisut/PROJEKTIT/Rinne_Sami_Puupolttoaineiden_kuivatusmenetelmien_kartoitus.pdf)

Savolainen koivupilke Keski-Eurooppaan. Metsäsavo 11/2005 16 s. [Verkkopublikaisu]. Metsäkeskus Pohjois-Savon asiakaslehti. [Viitattu 4/2007]. Saatavissa: [http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/891A7C0D-4A17-4B73-B4C9-62699F5CFD27/0/metsasavo2\\_2005\\_lowres.pdf](http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/891A7C0D-4A17-4B73-B4C9-62699F5CFD27/0/metsasavo2_2005_lowres.pdf)

Sevola, Y., Peltola, A., & Moilanen, J. Polttopuun käyttö pientaloissa 2000/2001 [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 894. ISBN 951-40-1882-6, ISSN 0358-4283. Vantaa 2003. [Viitattu 4/2007]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/polttopuu01.htm>

Sikainen, Lauri. Kehittyvä pilkebisnes [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. Joensuu 2005 [Viitattu 4/2007]. Saatavissa: <http://www.keti.fi/dman/Document.phx/~keti/Julkinen/ecoteekki/Sikanen?cmd=download>

Teollisuustonttien hinnat [Verkkosivut]. Ylöjärven kaupunki 2007. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: [http://www.ylojarvi.fi/yritykset/yritystontit/teollisuustonttien\\_hinnat/](http://www.ylojarvi.fi/yritykset/yritystontit/teollisuustonttien_hinnat/)

VTT ehdottaa pilkekaupan perusteeksi energiasisältöä [Verkkosivut]. VTT 2006. Tiedonantoja. [Viitattu 4/2007]. Luettavissa: <http://www.vtt.fi/uutta/2006/2006082301.jsp>

### **Haastattelut**

Honkanen, Matti. Nordea Pankki Suomi Oyj. Puhelinhaastattelu 8.4.2007

Enqvist, Markku. Kotkan polttopuu. Puhelinhaastattelu 26.3.2007

Lehtonen, Juha. Etelä-Pirkanmaan metsänhoitoyhdistys. Haastattelu 13.3.2007

Lipponen, Kimmo. Metsäurakointi Lipponen Kimmo ja Risto. Puhelinhaastattelu 26.3.2007

Pietilä, Pentti. PJP. Metsäexpertit Oy. Puhelinhaastattelu 11.4.2007

Rönkkö, Veijo. Vejetek T:mi. Puhelinhaastattelu 28.3.2007

Tappura, Mikko. Metsä-Tappura Oy. Haastattelu 11.4.2007

## LIITTEET

1. Kustannuslaskelman päätaulukko
2. Tontin ja hallin sekä toimiston investointikustannukset
3. Kuljetusvälineiden ja pilkekoneiden kustannukset
4. Puun hankintakustannukset
5. Käsin pakkaamisen kustannukset
6. Koneellisen pakkaamisen kustannukset
7. Kuivaamisen kustannukset
8. Varaston valmistuksen kustannukset
9. Pinomyynin perustelut Konttila 1 –projektin mukaan
10. Markkinoiden arviointi Konttila 1-projektin mukaan
11. Polttopuun tilavuusmuuntokertoimet ja puun polton kannattavuuslaskenta
12. Lainan lyhennykset ja korot hallin investointikuluille
13. Lainan lyhennykset ja korot toimiston investointikuluille
14. Lainan lyhennykset ja korot kuljetusvälineiden investointikuluille
15. Lainan lyhennykset ja korot pilkekoneiden investointikuluille
16. Lainan lyhennykset ja korot pakkauskoneen investointikuluille
17. Lainan lyhennykset ja korot muiden koneiden ja laitteiden investointikuluille
18. Lainan lyhennykset ja korot käyttöpääoman kuluille