



# jamk.fi

## Viljankuivaus hakkeella

Case: Metsämäen tila

Lauri Saarimäki

Opinnäytetyö

Joulukuu 2017

Luonnonvara- ja ympäristöala

Agrologi (AMK), maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

JAMK University of Applied Sciences

Tekijä(t) Saarimäki, Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2017
	Sivumäärä 38	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Viljankuivaus hakkeella</b> <b>Case: Metsämäen tila</b>		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinot		
Työn ohjaaja(t) Jyrki Kataja		
Toimeksiantaja(t) Metsämäen tila		
Tiivistelmä <p>Vuosien saatossa pienten maatilojen kilpailukyky on heikentynyt keskimääräisen tilarakenteen muututtua suuremmaksi. Maatiloilla tehtävien laajennuksien tavoitteena on pienentää kiinteiden kustannuksien suhteellista osuutta, jotta heikentyneellä tuotteen myyntihinnalla saadaan tulosta aikaan.</p> <p>Vilja täytyy kuivata varastointikelpoiseksi ennen sen myyntiä markkinoille. Sopiva varastointikosteus on 14 %. Suomessa puintikosteus on keskimäärin 15-25 % riippuen korjuuajan sääolosuhteista. Metsämäen tilan päätuotantosuunta on viljanviljely. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko Metsämäen tilan järkevää siirtyä käyttämään viljankuivauksen energianlähteenä haketta kevyen polttoöljyn sijaan.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin tilan olosuhteiden soveltuvuutta suunniteltavalle investoinnille SWOT-analyysin sekä kustannuslaskelmien avulla. Tutkimusaineisto kerättiin teemahaastatteluilla yhteensä neljältä tilalta, joilla on kokemusta bioilmauunilla kuivaamisesta. Tavoitteena oli, että haastatteluista saatavan tiedon tulisi tukea mahdollisimman paljon selkeää käyttäjää, jolla ei ole aiempaa kokemusta kyseisistä laitteista.</p> <p>Haastatellut yrittäjät kertoivat tavoitelleensa säästöjä sekä omavaraisuutta siirtyessään biopolttoaineisiin. Haastateltavilla oli 160-220 hehtaarin pinta-aloilta viljoja kuivattavana. Metsämäen tilan nykyisellä viljelypinta-alalla ja viljamäärällä ei laiteinvestointi tällä hetkellä ole taloudellisesti kannattavaa. Laitteiston käyttö sesonkiajan ulkopuolella tai viljelypinta-alan nousu tekisi investoinnista kannattavan. Polttoaineiden kustannusten herkkyyssanalyysivertailu osoittaa kannattamattomuutta kevyt polttoöljyn hinnan laskiessa, kun taas kevyt polttoöljyn hinnan noustessa muuttuisi investointi kannattavammaksi.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Viljankuivaus, hake, viljankuivaus hakkeella, energiatehokkuus		
Muut tiedot		

Author(s) Saarimäki, Lauri	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2017  Language of publication: Finnish
	Number of pages 38	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Grain drying with woodchips</b> <b>Case: Metsämäki farm</b>		
Degree programme Agricultural and Rural Industries		
Supervisor(s) Kataja Jyrki		
Assigned by Metsämäki farm		
Description  <p>The competitiveness of small farms has weakened over the years, as the average size of farms has grown. The goal of extensions on farms is to reduce the relative share of fixed costs so that the reduced sales price of the product can be profitable.</p> <p>Grains must be dried for storage before selling it to the markets them. A suitable moisture for storage is 14 %. In Finland, the harvesting moisture is on average from 15 to 25 % depending on weather conditions during harvesting. The main production sector of the Metsämäki farm is grain growing. The purpose of the study was to find out whether it is reasonable for the Metsämäki farm to convert to using woodchips in grain drying instead of light fuel oil.</p> <p>The study investigated the suitability of the farm conditions for the planned investment through SWOT analysis and costings analysis. The data was collected with a theme interview from a total of four farms with experience in bio-air-stove. The goal of the study was that the information from the interviews should support as much as possible users who have no previous experience with those devices as much as possible.</p> <p>The interviewed entrepreneurs said they wanted cost savings and self-sufficiency when changing to biofuels. The interviewees had 160-220 hectares of grain to be dried. With the current cultivation area and the amount of grain of the Metsämäki farm, the equipment investment isn't currently profitable. The use of the equipment outside the season or the increase in the cultivation area would make the investment profitable. The comparative sensitivity analysis of the fuel cost correlation demonstrates the unprofitable nature when the light fuel oil prices sink while the rising light fuel oil prices would make the investment more profitable.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  Grain drying, woodchip, grain drying with woodchips, energy efficiency		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>Termit ja lyhenteet .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Johdanto .....</b>	<b>4</b>
1.1 Taustat.....	4
1.2 Tutkimustavoite.....	5
<b>2 Viljankuivaus .....</b>	<b>6</b>
2.1 Viljan säilyvyys.....	6
2.2 Viljankuivauksen historia.....	7
<b>3 Säilöntämenetelmät .....</b>	<b>8</b>
3.1 Yleistä .....	8
3.2 Ilmakuivaus.....	9
3.3 Muut säilöntämenetelmät .....	11
<b>4 Kuivurityypit Suomessa .....</b>	<b>11</b>
4.1 Eräkuivuri.....	11
4.2 Muut kuivurityypit.....	13
<b>5 Polttoaine .....</b>	<b>14</b>
5.1 Kevyt polttoöljy .....	14
5.2 Hake.....	15
5.3 Omavaraisuus .....	17
<b>6 Investointivaihtoehdot .....</b>	<b>17</b>
6.1 Tutkimusmenetelmä .....	17
6.2 Haastattelu 1, Alfa-Flame 600 kW.....	18
6.3 Haastattelu 2, Alfa-Flame 600 kW.....	19
6.4 Haastattelu 3, Biofire + MEPU 500 kW.....	20
6.5 Haastattelu 4, Biofire + Arska 800 kW.....	21
<b>7 Tulosten arviointi .....</b>	<b>23</b>
<b>8 Johtopäätökset.....</b>	<b>26</b>
<b>9 Pohdinta.....</b>	<b>30</b>

<b>Lähteet .....</b>	<b>32</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>34</b>

## **Kuviot**

Kuvio 1. Ilmauunin toimintaperiaate .....	6
Kuvio 2. Viljan säilyvyys lämpötilaan ja kosteuden suhteessa.....	7
Kuvio 3. Erilaisten säilöntämenetelmien kustannuksia verrattuna viljamäärään .....	8
Kuvio 4. Veden haihduttamiseen tarvittava kevyt polttoöljyn määrä.....	9
Kuvio 5. Kollodisesti sitoutuneen veden kuivatus siemenestä .....	10
Kuvio 6. Viljaa kierrättävä eräkuivuri .....	12
Kuvio 7. Kuivauskenno täynnä viljaa sekavirtauskuivurissa.....	13
Kuvio 8. Jatkuvatoiminen kuivuri .....	14
Kuvio 9. Hakkeen kulutus viljan kosteuteen verrattuna, keskisato 3500 kg/ha.....	16
Kuvio 10. Hakkeen kulutus haastattelutiloilta .....	24
Kuvio 11. Kustannusten muuttumisen vaikutus investoinnin takaisinmaksu-aikaan ...	28
Kuvio 12. Investointikustannuksen muuttuminen .....	29

## **Taulukot**

Taulukko 1. TTS-Manager, työmenekki polttoaineen kuljettamiseen.....	16
Taulukko 2. Hakkeen tuottamisen kustannukset (Metsämäen tila).....	17
Taulukko 3. SWOT-analyysi haastatteluista .....	23
Taulukko 4. SWOT-analyysi Metsämäen tilasta .....	27

## Termit ja lyhenteet

Elevaattori	Viljan siirtoon käytettävä kuppihihna, joka saa voimansa sähkömoottorilta.
Kuhilas	Viljalyhteistä pinottu kasa pellolla, jonka tarkoituksena on esikuivattaa viljaa.
Kuivaamo	Rakennus, sisältää kuivurin uunihuoneen ja varastosiilot.
Kuivuri	Kuivurikoneisto, sisältää kuivauskennoston, uunin, puhaltimet ja elevaattorin sekä tekniikan toimimiseen.
Rahtikuivaus	Viljan kuivaaminen tuntiveloituksella maatilan ulkopuoliselle toimijalle.
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (Vahvuudet, Heikoudet, Mahdollisuudet ja Uhat)

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustat

Maatilalla viljankuivausta tarvitaan, jotta pellostä puitava vilja säilyisi varastossa hyvälaatuisena. Suurin osa Suomessa puiduista viljoista kuivataan. Muita varastointitapoja ovat ilmatiivissäilöntä, haposäilöntä ja murskesäilöntä. (Jokiniemi 2016.) Markkinoille myytävän viljan hinta on ollut alhainen ja viljelyssä käytettävien tuotantopanosten hinnat ovat nouseet viime vuosina. Mitä pienemmillä kustannuksilla viljanviljelyn pystyy toteuttamaan, sitä parempi tuotto siitä on mahdollista saada. Viljan kuivaamisen kuluja pystytään pienentämään monilla tavoilla, jos on suunnitellaan hyvin. (Peltonen, Kittilä, Rätty, Kirkkari & Koivula 2005, 4-14.)

Opinnäytetyössä selvitetään, onko Metsämäen tilalla kannattavaa siirtyä hake-toimiseen polttimeen nykyisestä öljypolttimesta. Uusiutuvien energiavarojen käyttö on selvästi nousussa Suomessa. Kotimaisen energian, kuten puuhakkeen, käyttö kohentaa Suomen energiaomavaraisuutta. Opinnäytetyön kirjallisuustutkimuksessa perehdyttiin öljyn ja hankkeen polttoteknisiin ominaispiirteisiin.

Maatilataloudessa investointien toteuttaminen säännöllisesti on todella merkittävää. Investoinnilla pyritään lisäämään tuloja sekä vähentämään kustannuksia. Oikeiden investointien toteuttaminen parantaa maatilan tehokkuutta niin sadon, työn kuin energian käytössä. Investointien tuottavuutta arvioidaan kannattavuuden perusteella. (Pellinen 2005, 42.)

Metsämäen tila sijaitsee Keski-Suomessa, Keuruulla. Tilalla lopetettiin maidontuotanto 2014 ja sittemmin on viljelty pelkästään viljaa. Tilalla kuivataan viljaa noin sadan hehtaarin alueelta, joista rahtikuivauksen osuus on noin 20 %. Satotasoa pyritään nostamaan vuosittain parantamalla peltojen kuntoa vesitalouden ja ravinteiden näkökulmasta. Tilalla kaikki varastokuivattu vilja myydään markkinoille rehukauppaan sekä lähitiloille eläinten rehuksi. Hahmottamisen helpottamiseksi liitteessä 1 on Metsämäen tilan asemakaava sekä valokuva kuivurista.

## 1.2 Tutkimustavoite

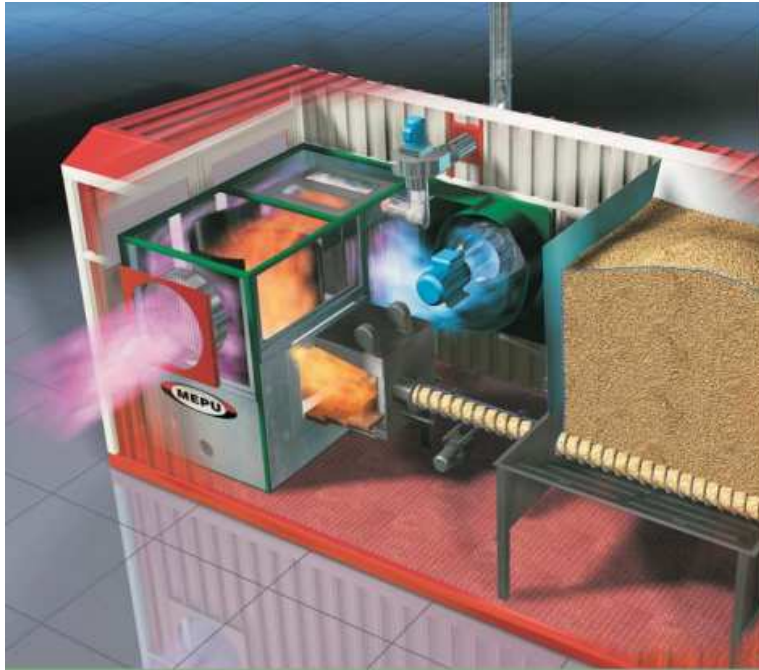
Opinnäytetyössä tutkittiin, sopiiko bioilmauunikontti Metsämäen tilalle viljankuivaukseen. Työssä selvitettiin kustannuslaskelmin sekä teemahaastatteluin, onko kannattavaa investoida laitteistoon. Soveltuvuutta tutkittiin teemahaastattelemalla neljää käyttäjää, joilla on kokemusta samanlaisista laitteistoista. Kohderyhmä tavoitettiin laitevalmistajien avulla, samalla laitevalmistajilta pyydettiin tarjoukset laitteistosta. Tutkimuskysymykset pohjautuivat SWOT-analyysin periaatteisiin. Edellä mainittu tutkimusmalli on hyvin laaja tapa selvittää tutkittavaa asiaa. Näin saadaan hyvin todenmukainen käsitys mahdollisesta investoinnista. On hyvin riskialtista tehdä suuri investointi, jos ei ole kokemusta kyseisestä hankinnasta. Haastatteluissa käytettiin valmiiksi mietittyjä kysymyksiä (ks. liite 2), joiden perusteella saatiin riittävä tietoperusta kyseisistä laitteista. Teemat rajattiin tutkimukseen siten, että tulokset olisivat mahdollisimman hyödyllisiä Metsämäen tilalle.

Valmistajat rajattiin sellaisiin, joilta saa valmiin hakelämpölaitoskontin. Tehovaatimuksena hakekeskukselle oli vähintään 300 kW. Konttiratkaisu tulisi olemaan tilalle edullisin investointivaihtoehto. Rakennustyötä ei tarvitse juuri tehdä, kun valitaan konttiratkaisu. Lämpölaitoksen tulisi olla helppokäyttöinen, toimintavarma sekä edullinen. Nämä kolme näkökulmaa ovat tärkeimmät valintaperusteet, kun Metsämäen tilalla tutkitaan tulevaa investointia. Lisäksi valintaan vaikuttavat tuotteen kotimaisuusaste, huoltovarmuus (varaosien saatavuus), energiatehokkuus sekä kokemukset laitteistosta. Laitteiston monikäyttöisyys sekä laajennusvara edesauttavat valittaessa valmistajaa sekä mallia.

Metsämäen tilalla on mahdollisuus laajentaa viljelyalaa. Tämä nostaisi kuivauskapasiteetin tarvetta sekä samalla mahdollisesti laskisi kuivauskustannuksia hehtaaria kohden. Kuitenkin suurimpana kriteerinä tulevat olemaan investointikustannukset. Metsämäen tilalla automaattiratkaisujen tulee olla uutta, sillä vanhaan tekniikkaan ei olla halukkaita investoimaan. Tavoitetakaisinmaksuaika Metsämäen tilalla olisi investoinnille enintään kymmenen vuotta, jonka jälkeen puhdasta tulosta pystyttäisiin tekemään samalla laitteistolla 5-10 vuotta. Bioilmauunilla saadaan tuotettua kuivurin



lämmöntarve kokonaisuudessaan. Bioilmauunin toimintaa on havainnollistettu kuviossa 1.



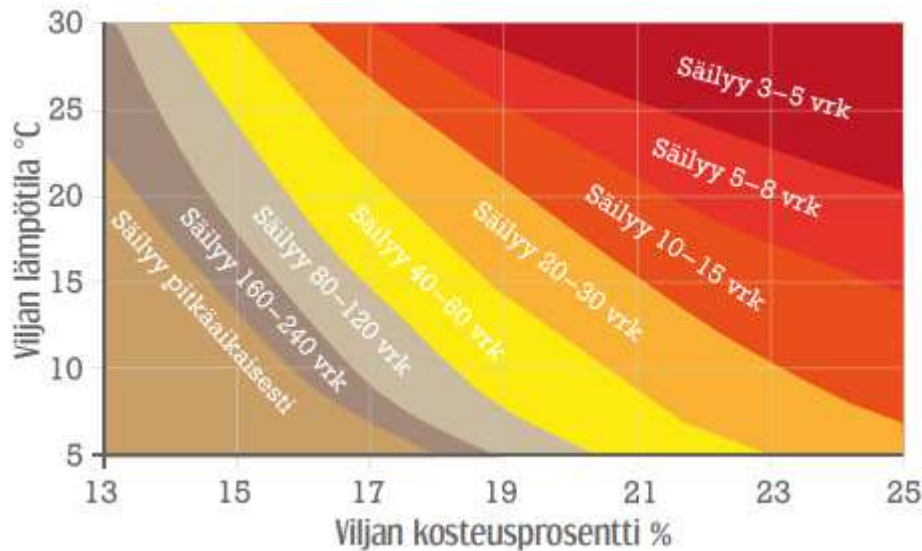
Kuvio 1. Ilmauunin toimintaperiaate (Piipari & Koivisto 2009, 13)

## 2 Viljankuivaus

### 2.1 Viljan säilyvyys

Suomen olosuhteissa puintikosteus jyvissä on 15-30 %. Puintikosteus on yleensä noin 20 %, riippuen lajikkeesta ja kelistä. (Viljojen puinnit edenneet hitaasti 2017.) Puitu vilja alkaa lämmetä välivarastossa ollessaan tiiviinä. Viljan ravintoaineet alkavat hajo- ta. Tämä johtuu viljan varastoaineita ravinnokseen käyttävien pieneliöiden lisäänty- misestä viljaerässä. Rungas pieneliöstö aiheuttaa viljaerän pilaantumista, jonka seu- rauksena viljan laatu kärsii ja määrä vähenee. Jotta pieneliöiden lisääntyminen saa- daan lakkautettua ja viljasato varastoitua turvallisesti, on korjatun sadon pilaantu- mistekijät minimoitava. Pieneliöiden lisääntymistä pystytään estämään asettamalla seuraavat tekijät kohdalleen: varastointikosteus, lämpötila, hapensaanti ja happa- muus. Vaikuttamalla näihin tekijöihin voidaan viljasadon varastointiaikaa pidentää. (Peltola & Kallioniemi 1988, 11-12.)

Kuten kuviossa 2 on esitetty, vilja ei säily vääränlaisissa olosuhteissa useita vuorokausia. Viljaa voidaan tuulettaa eli puhalttaa kylmää ilmaa välivarastoon. Tämä toimenpide estää viljan lämpötilan nousemisen, joka taas hidastaa pilaantumisprosessia. Viljan lämpötila ja kosteus mitataan viljaerän keskeltä. (Peltola & Kallioniemi 1988, 8-9.)



Kuvio 2. Viljan säilyvyys lämpötilaan ja kosteuden suhteessa (Ahokas & Jokiniemi n.d., 3)

## 2.2 Viljankuivauksen historia

Suomessa viljasadon säilyvyyden takaaminen vaatii huomattavasti enemmän työvoimaa ja energiaa verrattuna eteläisimpiin ja lämpöisempiin maihin. Suomi on pohjoisimpia maita, jossa pystytään viljelemään viljaa. Ennen maatalouden koneellistumista viljan viljely oli hyvin käsityövaltaista. Viljasato kasattiin pelloille kuhilaiksi odottamaan tuulta ja auringonpaistetta, joka kuivatti satoa. Kuhilas on viljalyhteistä kasattu kasa, jonka päällä on lyhde- tai pystyhattu. Pellolla tapahtuneen alkukuivauksen jälkeen seuraavana vuorossa oli riihen parsilla tapahtuva lyhteiden loppukuivaus. Lyhteet puitiin varstoilla eli vilja irrotettiin korsista hakkaamalla. Tämä riitti viljasadon säilymiseen, satoa varastoitiin yleensä riihillä. (Törmä 2009, 5-6.)

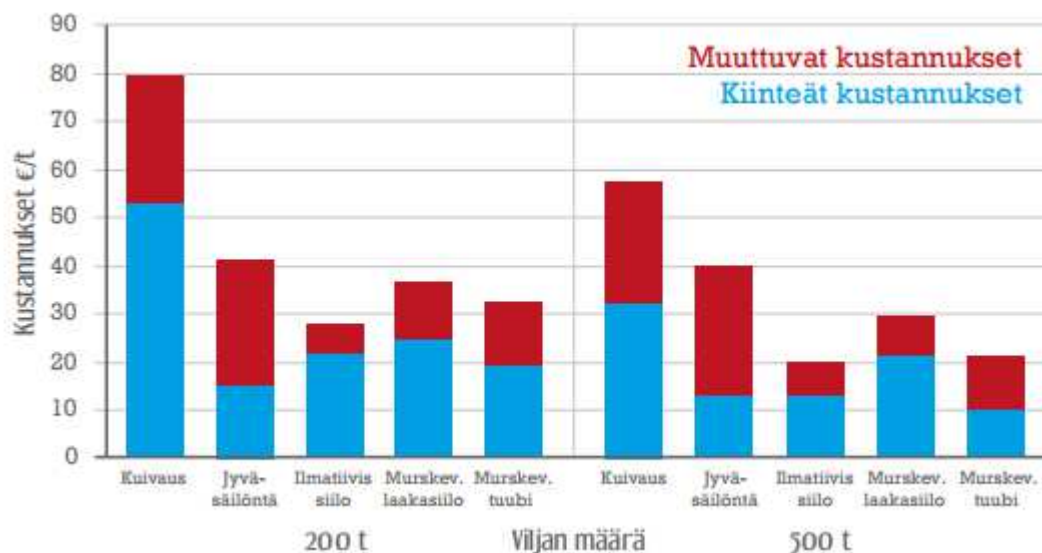
Puimakoneet alkoivat yleistyä Suomessa 1900-luvun alussa. Koneellistumisen myötä riihikuivauksen kapasiteetti kävi riittämättömäksi, kun satoa saatiin korjattua entistä isommalta alalta. Pelkkä ulkokuivaus sekä riihikuivaus eivät riittäneet enää viljasadon säilymiseen. Ratkaisu kuivausmenetelmän parantamiseen oli tuolloin kuivaus-

kaappi tai -laatikko. Luonnollisella vedolla toimivia kuivureita rakennettiin paljon 1900-luvun alussa, ja 1950 niitä oli Suomessa käytössä n. 25000 kappaletta. Näiden laitteiden seuraajat olivat lava- ja säkkikuivurit. (Törmä 2009, 5-6.) Lava- ja säkki-kuivurit ovat toiminnaltaan pieniä eräkuivureita, joihin puhalletaan lämmintä ilmaa. Lavakuivureita valmistettiin aina 1980-luvulle saakka, jonka jälkeen niiden valmistus lopetettiin tehokkaamman ratkaisun saapuessaan markkinoille. Riihikuivauksessa sekä lava- että säkkikuivureissa energianlähteenä käytettiin halkoja. Nykyisin viljaa kuivataan pääsääntöisesti siilomaisissa kuivureissa, joissa kuivausilman energianlähteenä on yleensä kevyt polttoöljy. (Törmä 2009, 5-6.)

### 3 Säilöntämenetelmät

#### 3.1 Yleistä

Erilaiset säilöntämenetelmät mahdollistavat korjatun viljasadon varastoimisen tilalla. Kuviossa 3 on esitetty pylväsdiagrammien avulla kuinka paljon keskimäärin viljansäilöntä aiheuttaa kustannuksia eri menetelmillä ja eri määrillä. Kuten kuviosta huomaa, viljankuivaus on kiinteiltä ja muuttuvilta kustannuksiltaan kalleinta.



Kuvio 3. Erilaisten säilöntämenetelmien kustannuksia verrattuna viljamäärään (Jokiniemi 2016, 53)

### 3.2 Ilmakuivaus

Viljan säilöminen kuivausmenetelmällä mahdollistaa viljan käytön siementavarana, eli itävyys säilyy muita menetelmiä verraten huomattavasti paremmin. Viljan kosteus saa olla enintään 14 %, jotta haitalliset pieneliöt kuolevat viljan säilyessä kuitenkin elinvoimaisena. Myös viljan mallastuminen ja leipoontuminen edellyttävät elävää viljaa, jota ei saada muilla säilöntämenetelmillä. (Kallioniemi & Peltola 1988, 11.) Kylmäilmakuivauksessa viljan läpi puhallettavaa ulkoilmaa ei lämmitetä. Tämä toimintamalli kestää noin 5-15 kertaa lämminilmakuivausta kauemmin. (Kallioniemi & Peltola 1988, 18.)

Kuumailmakuivauksessa siemenmassan lävitse puhalletaan kuumaa ilmaa, joka saa siemenet kuivamaan. Viljan kuivaamisessa veden irrottaminen jyvistä on fysikaalinen tapahtuma, jossa käytetään lämpöenergiaa hyväksi. Vesikilon haihduttamiseen tarvittava energiamäärä, eli höyrystämisen energia, on 2500 kJ. Näin ollen yhden vesikilon haihduttamiseen tarvitaan 0,058 kg kevyt polttoöljyä, kun kevyt polttoöljyn energiasisältö yhdessä kilossa on 43 000 kJ. Kuviossa 4 on laskelma vesikilon haihduttamisesta. (Esala 2009, 7.)

$$\frac{1 \text{ Kg Öljy}}{1 \text{ Kg Vesi}} = \frac{43000 \text{ kJ}}{2500 \text{ kJ}} = 0,058 \text{ Kg}$$

Kuvio 4. Veden haihduttamiseen tarvittava kevyt polttoöljyn määrä (Esala 2009, 7)

Vesi on sitoutuneena puinti hetkellä oleviin jyviiin kidevetenä, kolloidisena paisunta-  
vetenä ja fysikaalis-mekaanisesti sitoutuneena. Kidevettä eli kemiallisesti sitoutunut-  
ta vettä ei tarvitse, eikä myöskään saa, poistettua jyvistä. Kidevesi on jyvän sisäma-  
teriaaleissa, ja se vaatisi jopa kolminkertaisen määrän haihduttamiseen nähden  
energiaa kuivaakseen. (Esala 2009, 7.) Kolloidisesti sitoutunut paisuntavesi eli fysi-  
kaalis-kemiallisesti sitoutunut vesi on osmoottisesti sitoutunut jyvämateriaaliin. Tä-  
män veden kuivattaminen jyvämateriaalista on lämminilmakuivauksen tavoite. Haih-  
dutusenergian lisäksi tarvitaan noin 1800 kJ/kg lisää energiaa, jotta jyvämateriaalit  
saadaan kuivaksi eli yhteensä 4,3 MJ/kg vesikiloa kohden. Tämä tekee yhteensä 0,1  
kg kevyt polttoöljyä vesikiloa kohden, kuten kuviossa 5 on laskettu. (Esala 2009, 7.)

$$\frac{1 \text{ Kg Öljy}}{1 \text{ Kg Vesi}} = \frac{43000 \text{ kj}}{4300 \text{ kj}} = 0,100 \text{ Kg}$$

Kuvio 5. Kollodisesti sitoutuneen veden kuivatus siemenestä (Esala 2009, 7)

Lisäksi jyvässä voi olla fysikaalis-mekaanisesti sitoutunutta vettä, joka saadaan pois-  
tettua aina kuivauksen yhteydessä. Tässä tilanteessa vesimolekyylit ovat aivan jyvän  
pinnalla suurissa kapillaareissa. Ilmiö johtuu sateista ja suuresta ilmankosteudesta.  
Tässä kuivaamiseen kuluu korkeintaan 800 kJ energiaa. Yleensä fysikaalis-mekaanista  
vettä ei viljaerässä ole. (Esala 2009, 7.)

Oletetaan, että keskivertoisena vuonna viljankosteus puintihetkellä on 22 %, eli vilja-  
kilossa on 220 g vettä. Tavoitteena on saada 14 %:n kosteus, joten viljakilossa on yli-  
määräistä vettä 8 % eli  $220 - 14 \cdot 10 = 80 \text{ g}$ . 10 000 kg:n viljaerästä on poistettava  
 $10\,000 \text{ kg} \times 0,08 \text{ kg} = 800 \text{ kg}$  vettä. Yhden vesikilon haihduttamiseen tarvitaan 0,158  
kg kevyttä polttoöljyä, 800 kg:n haihduttamiseen tarvitaan  $800 \times 0,158 = 126,4 \text{ kg}$   
kevyttä polttoöljyä. Laskennallisen kulutuksen lisäksi on huomioitava kuivurikohtai-  
nen hyötysuhde. Teoriassa tarvittava energiamäärä on todennäköisesti pienempi  
kuin todellisuudessa. (Esala 2009, 7.) Kuivauksessa kaikkea lämpöenergiaa ei saada  
hyödynnettyä. Hukkaan menevän energian määrä voi olla 10-40 %. (Jokiniemi 2016,  
39.)

### 3.3 Muut säilöntämenetelmät

Muita säilöntämenetelmiä käytettäessä viljaa ei kuivata. Viljasato voidaan tuoresäilöä, tuoresäilöntää käyttävät yleensä rehuviljan käyttäjät. Viljan itävyys ja leipoutumisominaisuudet eivät kestä näitä säilöntämenetelmiä. (Kirkkari ym. 2005, 10.) Ilmatiiivissäilöntä on säilöntätapa, jossa happea ei ole viljasiilossa varastoinnin aikana. Tämän takia viljasiilo on hyvin tiivis. Happi kuuluu viljasiilosta, kun viljassa olevat pieneliöt ja vilja ”hengittävät” sitä. Kun happi on kulunut pois, pieneliöiden kasvaminen estyy. Maitohappokäyminen alentaa viljan pH:ta. (Peltola & Kallioniemi 1988, 7.)

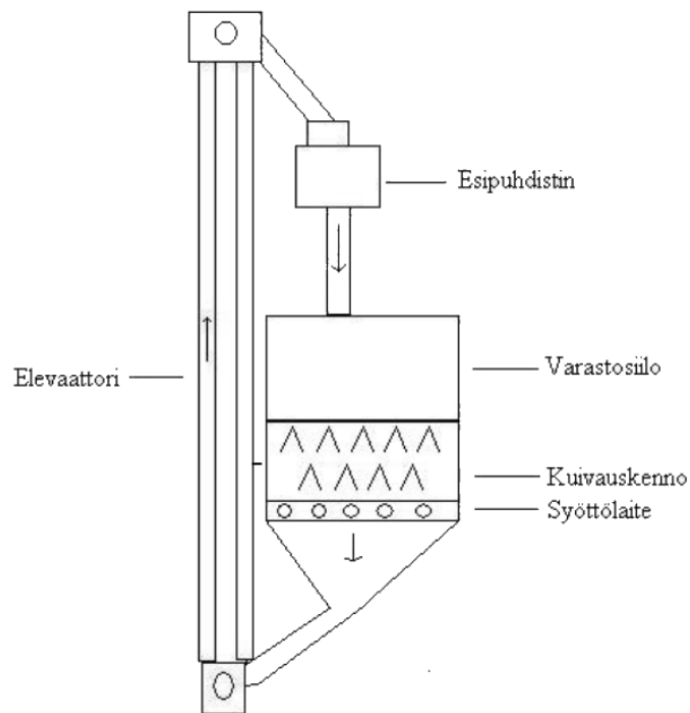
Happosäilöminen eli tunnetummalta nimeltä murskesäilöntä on menetelmä, jolla saadaan vilja säilymään muuttamalla viljan pH:ta happamammaksi. Viljan happamuus lasketaan säilöntäaineilla noin neljään pH-asteikolla, tällöin pieneliöiden lisääntyminen loppuu. Säilyvyyden parantamiseksi yhdistetään happosäilöntämenetelmään yleensä ilmatiiivissäilöntä sekä murskesäilöntä. (Peltola & Kallioniemi 1988, 7.)

## 4 Kuivurityypit Suomessa

Kuivurit jaotellaan lämmönkäyttömahdollisuuden mukaan lämmin- ja kylmäilma-kuivureihin. Toimintatavaltaan lämminilmakuivurit jaetaan eräkuivureihin ja jatkuva-toimisiin kuivureihin.

### 4.1 Eräkuivuri

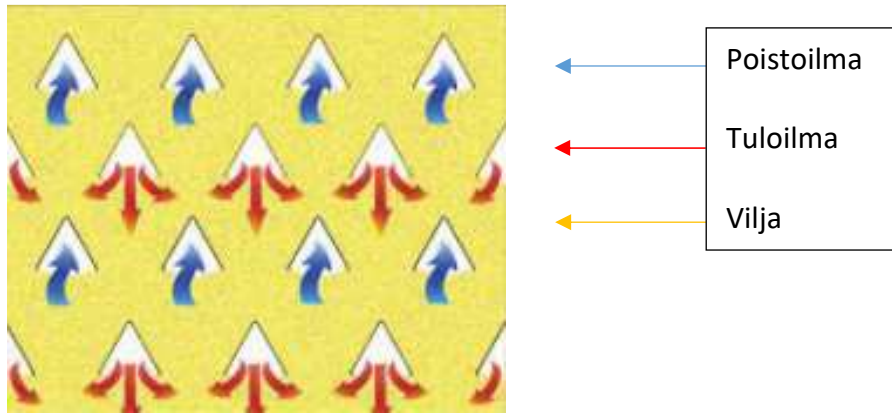
Eräkuivuri kuivattaa tietyn määrän viljaa kerrallaan. Viljamassaa ei lämmitetä tyhjen-nyksen, täytön tai jäähtyksen aikana. Suomessa yleisin lämminilmaviljankuivauksen kuivurimalli on viljaa kierrättävä kennokuivuri. Vilja valuu ylhäältä alas kuivurissa, samaan aikaan alas valunut vilja saadaan takaisin ylös elevaattorin avulla. Kuviossa 6 on eräkuivurin toiminta. (Peltola & Kallioniemi 1988, 60.)



Kuvio 6. Viljaa kierrättävä eräkuivuri (Lötjönen & Pentti 2005, 38)

Eräkuivurissa viljankuivaus kokonaisuudessaan kestää yleensä noin 5-15 tuntia. Kuivausajan pituus riippuu siitä, kuinka kuivaksi vilja kuivataan, mikä on viljan lähtökosteus ja millainen on käytettävä kuivurilaitteisto. Kuivurissa on tarkoitus saada viljaerä kiertämään yhden kerran tunnissa. Näin saadaan kuivauserästä tasaisen kuiva ja sekoittunut viljaerä ilman lämpövaurioita. (Lötjönen & Pentti 2005, 42.)

Kennokuivuri on kerroksista koottu kuivuri, joka sisältää kuivauskerroksia sekä varastokerroksia, kuten kuviossa 6 on esitetty. Kuivauskerroksien sisällä on harjakerroksia, joiden sisällä liikkuu kuivauksen aikana ilmaa. Joka toisessa harjakerroksessa kulkee lämmitettyä kuivausilmaa, ja joka toisessa viileätä poistoilmaa. Kuviossa 7 on esitetty harjakerroksien toiminnasta. Lämmin ilma kuivattaa viljaa, jolloin kosteus poistuu poistoilman mukana.

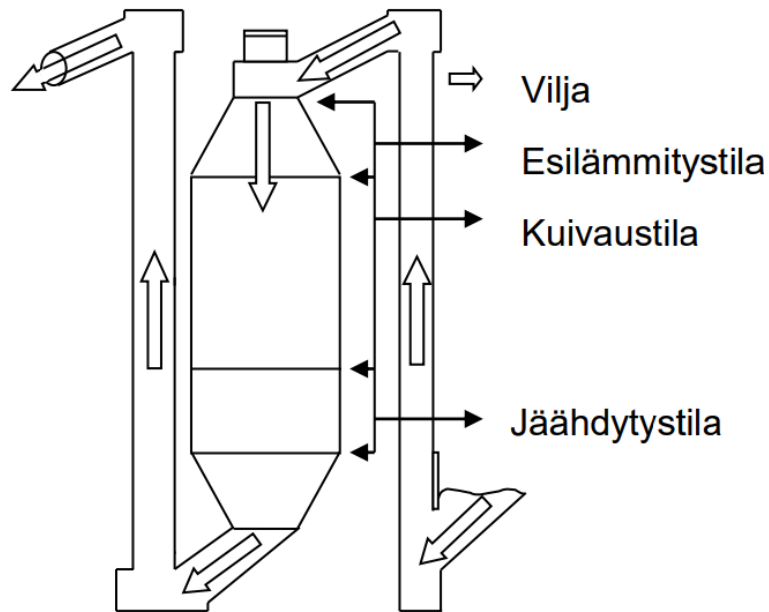


Kuvio 7. Kuivauskenno täynnä viljaa sekavirtauskuivurissa (Jokiniemi 2016, 24)

## 4.2 Muut kuivurityypit

Jatkuvatoiminen kuivuri on nimensä mukainen eli kierrättää jatkuvasti uutta viljaa. Tässä menetelmässä on hyvin oleellista, että kuivattavaa viljaa on koko ajan saatavilla, sillä muuten ei saada tasaista kuivauserää. Kuivuri ei ulkonäöllisesti poikkea huomattavasti eräkuivurista. Suurimmat eroavaisuudet eräkuivuriin on kaksielevaattoriisuus: toinen elevaattori menee varastosiiloon ja toinen tuo uutta tavaraa kaatokuilusta. Toiminnallisia eroja on enemmän. Jatkuvatoimisessa viljaerä kulkee vain yhden kerran kuivurista lävitse, sitä ei kierrätetä uudestaan. Kuivurikoneistossa on samanaikaisesti kuivauskennoja sekä jäähdytyskennoja, kuten kuviossa 8 on esitetty. Poikkeustilanteessa, kun lähtökosteus ylittää 30 %, voi olla tarvetta kierrättää vilja uudelleen kuivurin lävitse ennen varastointia, jotta saadaan viljaerä riittävän kuivaksi. (Lötjönen & Pentti 2005, 42.)





Kuvio 8. Jatkuvatoiminen kuivuri (Peltola & Kallioniemi 1988, 64)

Verkkolavakuivurit ja lavakuivurit ovat vähemmän käytettyjä kuivurimalleja Suomessa nykyään, sillä niiden käyttökapasiteetti on pieni. Pienen käyttökapasiteetin omaava kuivuri tarkoittaa pienempää kuivattavaa satoa ja enemmän mekaanisesti hoidettavaa työtä. Suuressa mittakaavassa näiden toteuttaminen on hankalaa, sillä automatisointi on hankalaa. Molemmat edellä mainituista kuivureista ovat hyviä kuitenkin, jos tilalla kuivataan erikoiskasveja pieniä määriä. (Peltola & Kallioniemi 1988, 64.)

## 5 Polttoaine

### 5.1 Kevyt polttoöljy

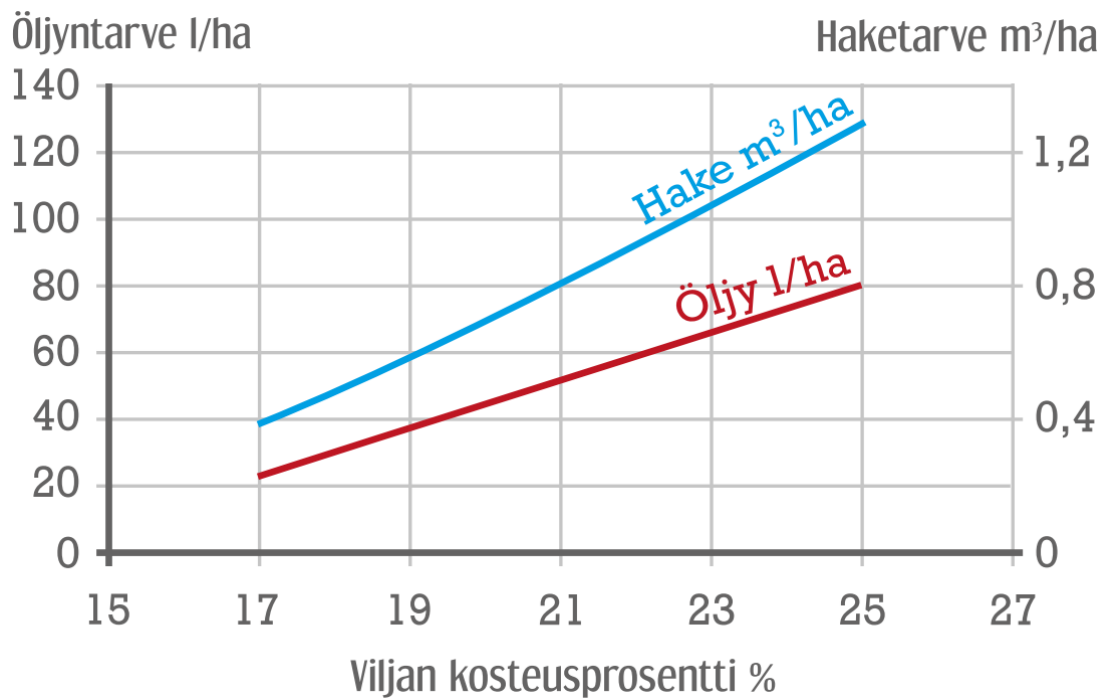
Öljyä syntyy miljoonien vuosien varrella sedimentin alle hautautuneista muinaisista mereneliöistä ja esihistoriallisista kasveista. Paine ja kuumuus muuttavat jäännökset nestemäiseksi ja kaasumaiseksi hiilivedyksi, jota voidaan hyödyntää energianlähteenä. Öljy on fossiilinen polttoaine, ja se on maailman käytetyin liikennepolttoaine, koska sitä on helppo varastoida ja kuljettaa. Mikään muu helposti saatavilla oleva aine ei ole niin kevyttä ja turvallista käyttää, että olisi samalla energiasisällöltään yhtä tehokasta. (Öljy energianlähteenä 2017.)

Polttoöljyn käyttäminen on viljankuvauksessa helppoa. 25 vuoden ajan Metsämäen tilalla on kuivattu viljat öljyllä, helppotoimisuus ja kustannustehokas laitteisto on vakuuttanut käyttäjät. Öljyn hinta vuonna 2017 syyskuussa oli tilasäiliöön tuotuna 87 senttiä/litra, sisältäen arvonlisäveron. Polttoainetta kului Metsämäen tilalla viljankuivaukseen noin 10 000 litraa. Viljankuivauksen polttoainekustannus oli noin 8700 €.

## 5.2 Hake

Hake on kokopuusta, rangoista, hakkuutähteistä tai muusta puuaineesta hakkurilla tehtyä polttoainetta. Hakepalan tavoitepituus on keskimäärin noin 3-4 cm. (Alakan-gas 2000, 4.) Viljankuivauksen kannattavuutta on tutkittu jo vuosikymmeniä sitten. VAKOLAn (Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen) tutkimuksesta selviää, että kotimaisia biopolttoaineita on tutkittu ja todettu kannattavaksi tietyn kuivausmäärän ylittyessä. Tutkimus kannustaa kotimaisiin energianlähteisiin siirtymistä lämminilma-kuivauksessa. Poltettavaa puuainesta voidaan kerätä metsästä 1,5 m<sup>3</sup> hehtaarilta. Tämä määrä hakkeena on 4,5 i-m<sup>3</sup>. Määrässä on huomioitu markkinakelpoisen ainespuunmyynti niin, että jäljelle jäävä haketarvepuu olisi kuitupuuta, lahoppuuta ja risuja. (Ahokas, Mäkelä & Suurinkeroinen 1983, 6.)

Hakkeen kulutus Metsämäen tilalla lämmitykseen on vuosittain noin 150-200 m<sup>3</sup>. Hake tehdään pääsääntöisesti energiapuusta. Energiapuut varastoidaan metsäteiden varteen ja keväisin ne tuodaan kovan maan aikaan tilan hakevaraston läheisyyteen. Liitteessä 2 on maatilan asemapiirustus, josta näkyy jo olemassa olevan hakevaraston sijainti. Hakevarastoon mahtuu noin 300 m<sup>3</sup> haketta. Mahdollisen investoinnin jälkeen hakkeen kulutus olisi yli 300 m<sup>3</sup> joka vuosi. Hakkeen kulutuksen nousemiseen on varauduttava hakettamalla väliaikaiseen varastoon tai kärryihin viljankuivauksen sesonkiaikaa varten. Oletetaan, että viljan keskisato on 3500 kg/ha, viljankosteus 22 %, hakkeen kosteus 30 % ja hakkeen tilavuuspaino 200 kg/m<sup>3</sup>. Tavoitteena on saada viljan kosteus 14 %:iin. Näillä arvoilla laskiessa haketta kuluisi 0,9 m<sup>3</sup>/ha. Hakkeen kulutus suhteessa viljankosteuteen kuivaamisessa on havainnollistettu kuviossa 9.



Kuvio 9. Hakkeen kulutus viljan kosteuteen verrattuna, keskisato 3500 kg/ha (Ahokas & Jokiniemi 2017, 18)

Hakkeen kuljettamisessa ja varastoinnissa on suurempi työmenekki verrattuna öljyn vastaaviin toimenpiteisiin. TTS-Managerilla laskettu työmenekki hakkeen siirtämisestä päähakevarastolta hakepolttimen varastolle on 3,3 tuntia/vuosi. Kun traktorin kustannukset ovat noin 15 €/tunti ja kuljettajan palkkio 15 €/tunti saadaan kokonaiskustannukseksi hakkeen kuljetukselle 99 €/vuosi. Tilalla laskennassa käytetään seuraavia tietoja: kokonaismatka 200 metriä, kuormakoko 2 m<sup>3</sup>, keskinopeus 5 km/h ja siirrettävän hakkeen määrä 150 m<sup>3</sup>. Talukoon 1 on laskettu työmenekki TTS-Managerin avulla. Hakkeen tuottaminen Metsämäen tilalla maksaa taulukon 2 esitettyjen lukujen mukaisesti.

Taulukko 1. TTS-Manager, työmenekki polttoaineen kuljettamiseen

Työ	Kone	h/v	%
Etukuormaja 150 m <sup>3</sup> , 0,2 km	2 m <sup>3</sup> , 5 km/h	3	100
Yhteensä		3	100

Taulukko 2. Hakkeen tuottamisen kustannukset (Metsämäen tila)

<b>Metsämäen tilan hakkeen tuottamisen vuotuiset kustannukset</b>		
Puutavaran korjuu metsästä tien varteen	7	€/m <sup>3</sup>
Puutavaran kuljettaminen pähakevarastolle	3	€/m <sup>3</sup>
Puutavaran peittäminen vesisateelta	0,3	€/m <sup>3</sup>
Puutavaran haketus	3,3	€/m <sup>3</sup>
Hakevaraston käyttökustannukset	0,1	€/m <sup>3</sup>
Puutavaran myyntimenetykset	5	€/m <sup>3</sup>
<b>Yhteensä</b>	<b>18,7</b>	<b>€/m<sup>3</sup></b>
Haketettava määrä vuodessa 300 m <sup>3</sup>	5610	€
Josta viljankuivauksen osuus 150 m <sup>3</sup>	2805	€

### 5.3 Omavaraisuus

”Puu on uusiutuva ja ympäristöystävällinen biopolttoaine” (Viirimäki 2010). Puu on bioenergiaa, joka on erittäin tehokasta polttoainetta energiataseen näkökulmasta. Hakkeen tuottaminen energiayksikköä kohden vaatii vain 4-5 % fossiilisia polttoaineita, mikä on hyvin vähän. Puun käyttäminen lämmönlähteenä ei lisää kasvihuonepäästöjä, toisin kuin fossiiliset polttoaineet. Kotimaisen, taloudellisen sekä uusiutuvan energialähteen käyttäminen on järkevää, ja sillä on hyvä saatavuus. (Viirimäki 2010, 5.) Maataloudessa tulisi olla hyvin omavarainen, jotta ulkoiset tekijät eivät hallitsisi kannattavuustekijöitä niin voimakkaasti. Esimerkiksi öljyn hinnan voimakas nousu voi aiheuttaa suuria riskejä maatalouden kannattavuudelle, jos siitä ollaan riippuvaisia.

## 6 Investointivaihtoehdot

### 6.1 Tutkimusmenetelmä

Haastattelut tehtiin yhteensä neljälle maatilalle, joilla on sopivat bioilmauuni vaihtoehdot Metsämäen tilalle. Laitteistojen valmistajat antoivat yhteystiedot kyseisistä maanviljelijöistä. Haastattelut litteroitiin tekstimuotoon. Litteroinnin jälkeinen tiivistäminen tapahtui siten, ettei merkittävää muutosta päässyt tapahtumaan aineistolle. Haastattelut tehtiin luottamuksellisesti, joten aineisto on jätetty avoimeksi. Tilaa ei pystytä näin ollen tunnistamaan näiden kuvailujen perusteella. Haastattelut tapah-

tuivat Jorma Kanasen (2015, 156) esittämällä tavalla siten, että taltiointi oli varmasti onnistuttava. Kanasen ohjeet taltiointiin olivat äänen nauhoitus, aineiston litterointi lähes välittömästi haastattelun jälkeen sekä hyvä aikataulutus. Näitä noudattamalla aineiston keruu eteni luontevasti. Tallenteiden kuunteleminen jälkikäteen mahdollistaa yksityiskohtien tarkistamisen.

## 6.2 Haastattelu 1, Alfa-Flame 600 kW

Viljatilalla on kolme kuivurikoneistoa. Pienin kuivurikoneisto on 120 hehtolitrin öljypolttimella varusteltu kennokuivuri. Kaksi muuta kennokuivuria ovat samassa rakennuksessa tilavuudeltaan 240 hl sekä 180 hl. Kuivausenergian nämä kuivurit saavat Alfa-Flame M17 kontista, joka on hankittu tilalle vuonna 2017. Investointikustannus oli ollut noin 70 000 € (alv 0 %). Tähän summaan oli saatavilla 40 % investointiavustus. Investointipäätökseen oli johtanut kokemukset muutamalta tilalta. Nämä olivat olleet hyvin tyytyväisiä laitteiston toimintavarmuuteen ja suosittelivat investoimaan tähän. Tilalla on käytetty 800 kilowatin öljypoltinta viljankuivukseen. Sopivan laitteiston löytyessä oli investointipäätös hyvin kannattavaa polttoainekustannuksia vertaillessa. Yhteensä tilalla kuivataan 230 hehtaarilta korjattavat kevät- ja syysviljojen sadot.

Tilalla polttoaine hankitaan omasta metsästä. Hakkeeksi käytetään ainoastaan noin viiden metrin mittaista kuitu- ja lahoppuuta. Tilalla saadaan talven ajaksi lisää työtä hakemateriaalin hakemisesta metsästä. Täyskasvuinen puuaines on helppoa käyttää ja hakkeesta saadaan tasalaatuista, jolloin pystytään ottamaan kaikki tehot irti Alfa-Flame M17 kontista. Laitteiston säätäminen on paljon helpompaa, kun käytetään tasalaatuista haketta. Tilalla käy kerran vuodessa kuorma-autohakkuri, muutamassa tunnissa saadaan vuoden tarpeet hakevarastoon. Vuodessa haketa kuluu noin 220 m<sup>3</sup>. Hakkeen siirtäminen kuivauskaudella biokonttiin on vaivatonta. Biokontti on noin 20 metrin päästä hakevarastosta, biokonttia on täytettävä päivittäin. Yleensä aikaa siihen menee noin 10 minuuttia.

Investointi on ollut tilalla todella kannattava ja tarpeellinen. Investoinnissa päästään jopa 3-4 vuoden takaisinmaksuaikaan, koston syksyn ansiosta säästettiin kevyttä polttoöljyä todella paljon. Jos vuonna 2017 olisi kuivattu polttoöljyllä, olisi tilan kan-

nattavuus kärsinyt roimasti. Isäntä kehui, että tämä investointi on ollut hänen ural-  
laan paras ja kannattavin. Lisäsäästöjä saadaan, jos biokonttia käytetään kiinteistön  
lämmitykseen talviaikana. Laitteistossa on valmiina vesikierto, joten sen pystyy hel-  
posti yhdistämään valmiisiin vesikiertojärjestelmiin. Näin saataisiin myös talviajalle  
tehokasta käyttöä. Maatilalla ei oltu vielä löydetty käyttökohdetta hallilämmitykseen.  
Konttia pystyy isännän mielestä siirtämään vaivattomasti 100 kilometriä, sopiva paik-  
ka löytynee tulevaisuudessa helposti. Kontin talvikäyttöpaikka löytyminen riippuu  
hyvin paljon oikeanlaisesta markkinoinnista.

### 6.3 Haastattelu 2, Alfa-Flame 600 kW

Kuivausmäärä vuosittain haastattelutilalla noin 200 hehtaarin viljasato. Kuivurilait-  
teistona on Antti-teollisuuden valmistama kuivurikaappi, jonka tilavuus on 500 hl.  
Kuivuri on valmistunut vuonna 2012. Kuivurikaappi saa lämpöenergian Alfa-Flame  
M17 biokontista, jonka teho on 600 kW (hyvällä hakkeella 800 kW). Haketta on syö-  
tetty kuivurin energianlähteenä syksystä 2017 lähtien. Haketta kului noin märkänä  
kuivauskautena noin 400-500 m<sup>3</sup> Ennen haketta tilalla on kuivattu viljaa öljyllä noin  
50 vuotta, ja sitä ennen energianlähteenä on käytetty puuta.

Tilalla biokontti ratkaisu oli luontevaa, sillä rakennuskustannukset pysyivät pieninä ja  
ylimääräistä työtä ei investoinnista juuri koitunut. Biokontti ei tarvitse rakennuslu-  
paa. Alfa-Flame ratkaisuun päätyminen oli tilalle edullisin vaihtoehto. Muilla valmis-  
tajilla saman kokoluokan biokontit olivat huomattavasti kalliimpia sekä vaativat  
enemmän rakennustyötä. Muun muassa ilmaputkistoja olisi toisten valmistajien rat-  
kaisuilla täytynyt suurentaa, joka olisi tuonut lisäkustannuksia. Biokontin hankinta  
kustannukset olivat 70 000 € (alv 0 %). Tähän summaan oli saatavilla 40 % investoin-  
tiavustus, omaksi kustannukseksi jäi 42 000 €.

Raaka-aine kerätään omien peltojen ja teiden varsilta. Huonolaatuinen puuaines on  
juuri sopivaa hakekäyttöä ajatellen. Vuoden aikana puuaines ehtii kuivamaan riittä-  
västi. Puuaines varastoidaan karsimattomana hyvin tuulisessa paikassa. Haketus ta-  
pahtuu urakoitsijan kuorma-autohakkurilla. Kolmen tunnin aikana saadaan haketet-  
tua 400-500 m<sup>3</sup>. Hake varastoidaan pääosin ulkona, biokontin lähistöllä. Tilalla käyte-  
tään hakkeella toimivaa keskuslämmitystä, hakevaraston koko on noin 200 m<sup>3</sup>. Tähän

varastoon saadaan ylimääräinen hake kuljetettua välivarastosta tarvittaessa. Hakkeella kuivaaminen on huomattavasti edullisempaa kuin öljyllä.

Biokontti soveltuu hyvin myös hallin lämmitykseen, puhallus saadaan säädettyä pienemmälle taajuusmuuttajien avulla. Hallilämmitys toimisi automaattisesti termostaatin avulla. Näin ollen laitteistoa voidaan käyttää muuhunkin kuin viljankuivaukseen. Risuhakkeen käyttö aiheuttaa ongelmia toisinaan järjestelmässä. Ruuvilta toiselle putoavat oksanpätkät tukkivat hakkeen kulun, jonka jälkeen polttoprosessi saattaa katketa. Lisätyötä aiheutuu oksien pois heittämisestä kontin hakesiilon pohjalta täytön yhteydessä. Konttia täytetään aamuin illoin traktorin etukuormaajalla. Tuhka-astian tyhjennetään noin kolmesti kuivauskauden aikana. Tuhkaa muodostuu yhteensä 2-3 kuutiota.

#### 6.4 Haastattelu 3, Biofire + MEPU 500 kW

Tilalla kuivataan keskimäärin vuodessa 220 hehtaarin viljasato. Näistä noin 160 ha kuivataan kuivurilla, johon vuonna 2016 rakennettiin hakepoltin. Kuivurin tilavuus on 150 hehtolitraa. Investointi tehtiin, koska öljypoltin (250 kW) muuttui toimintakelvottomaksi loppukuivauskaudella 2015. Tarkkojen investointilaskelmien sekä avustushakemusten (40 %) myöntämisen jälkeen, alkoi kustannuksiltaan 112 000 € (alv 0 %) investoinnin rakentaminen. Tilalla oli mahdollisuuksia ja osaamista rakentaa itse tarvittava rakennus. Investoinnin laskettu takaisinmaksuaika oli 6-7 vuotta. 2017 syksyn huono sää pudotti takaisinmaksuaikaa vuodella, joten investointi tulee maksamaan itsensä mahdollisesti jo 5-6 vuodessa.

Polttimessa on Biofiren valmistama palopää, jonka teho on 500 kW. Poltin on asennettu MEPU:n palopesään, josta kuuma ilma saadaan puhallettua kuivuriin. Laitteisto on nykyiseen tarpeeseen nähden mitoitettu suureksi, jotta tulevaisuudessa on mahdollista lisätä käyttöä. Tämä mahdollistaa huonolaatuisen risuhakkeen polton ongelmitta. Myöskään huonommalla kelillä tehot eivät lopu kesken, koska ylimääräistä tehokapasiteettiä pystyy hyödyntämään haasteellisissa kuivausolosuhteissa. Hake-raaka-ainetta kerätään omien peltojen ja teiden varsilta. Kuitu- ja lahoppuuta käytetään myös raaka-aineena. Ulkopuolinen hakettaja käy tilalla 1-2 kertaa vuodessa. Haketuksen hinta on 3,35 €/m<sup>3</sup>.

Kuivaamoon viereen rakennetussa lämpökeskuksessa on 250 m<sup>3</sup> kokoinen hakevarasto, johon voi kipata karrystä suoraan haketta. Kuivauskaudella 2017 haketta kului tilalla noin 180 m<sup>3</sup>. Hakkeen kustannukseksi on laskettu 15 €/m<sup>3</sup>. Varastossa pohjalla on Biofiren 3x3 metrinen tankopurkain, joka kuljettaa hakkeen samassa rakennuksessa sijaitsevalle hakepolttimelle. Hakkeen kulkua tankopurkaimelle täytyy ajoittain avustaa etukuormaajalla, jotta sen toiminta ei keskeydy ja hakkeen syöttö säilyy tehokkaana. Tilalla ei tarvita ylimääräistä hakkeen kuljettamista varastolle kuivauskauden aikana.

Laitteisto on toiminut tilalla todella hyvin ja isäntä on ollut investointiin tyytyväinen. Laitteiston käyttöönottovaiheessa ohjausautomaatiikan ohjelmistot jouduttiin uusimaan, mutta huolto toimi moitteettomasti. Muutamia pienempiä toimintahäiriöitä on matkalla tullut, kuten kostean esipuhdistusjätteen tarttuminen polttimen pinnoille. Tämä sai viljelijän lopettamaan esipuhdistusjätteen käytön biouunissa. Nuohoaminen vei liian suuren aikaresurssin pintisesongin aikana. Palopää rasittuisi liian paljon, jos nuohoaminen jätettäisiin pois.

Hakelaitteisto reagoi nopeasti lämmöntarpeeseen. Kuivuria täytettäessä hakeuuni ei ala itsestään nostamaan lämpötilaa taukolämpötilalta (5 % täydestä tehosta), tämä täytyy itse käynnistää kuivurin ollessa puolillaan. Isäntä haluaisi tähän automaattisen ratkaisun, jotta ylimääräisiltä käyntikerroilta säästyttäisiin kuivaamalla. Viljaerän jäähdytysaika on tilalla noin 1,5 tuntia, jos erä ei ole kutistunut huomattavasti. Ennen hakeratkaisulla kuivattaessa, jäähdytykseen kului saman verran aikaa.

Hakkeella kuivaamisesta on muodostunut hyvä kokemus tilalle. Laitteisto on ollut kannattava investointi, sillä kevyt polttoöljyn hinnan nousu on odotettavaa. Isäntä nauttii, kun pääsee käyttämään oman metsän antimia, eikä päästöjäkään (laskennallisesti) synny niin paljon. Tilalla ollaan suunnittelemassa uutta kuivuripakettia, investointi toteutetaan muutaman vuoden päästä. Jo olemassa olevaa hakelaitteistoa hyödynnetään investoinnissa.

## 6.5 Haastattelu 4, Biofire + Arska 800 kW

Tilalla viljellään vuosittain 200 hehtaarin alueella kevät- ja syysviljoja sekä öljykasveja. Tilalla on tavoite saada vähintään miljoona kiloa viljaa kuivaukseen. Tilalla on 600 hl



Antin kennokuivuri sekä vieressä on vanha Jaakko 200 hl. Kummatkin saavat kuivauslämmön Biofiren 800 kW polttimelta ja Arskan palopesältä. Tilalla on pienentynyt rahtikuivauksen määrä, sillä vielä muutama vuosi sitten tilalla oli 300 ha kuivattavana. Nämä kuivattiin 1000 kW öljypolttimella vielä syksynä 2014. Öljypoltin on tilalla vielä varalla, jos hakepolttimeen tulisi suurempi häiriö. Nykyinen hakeratkaisu on hieman pidentänyt kuivausaikoja. Tämä oli tiedossa uutta poltinta mitoittaessa pienemmälle teholle. Kuitenkaan tästä ei ole merkittävää eroa muodostunut.

Tilalla hake tuotetaan omien peltojen ja kanavien varsilta kerätyistä puuaineista. Haketta tarvitaan kuivauskaudella 200-300 m<sup>3</sup> riippuen hakkeen laadusta sekä puintikosteudesta. Tilan hakevarasto aivan kuivurin lähellä, matkaa on noin 20 metriä. Hakevarastoon mahtuu noin 400-500 m<sup>3</sup> haketta. Polttimen varaston koko on noin 30 m<sup>3</sup>, tämä varasto täytyy täyttää lähes päivittäin etukuormaajalla. Tilalla poltetaan esipuhdistusjätteet, jos niiden kosteus on maksimissaan 25 %. Esipuhdistusjätteet tulevat suoraan kuivaajan esipuhdistimelta hakesiiloon. Märkänä syksynä esipuhdistusjätteet jäävät kiinni polttimen palopäähän ja se aiheuttaa lisätyötä puhdistuksessa. Tästä syystä märkänä aikana ei polteta esipuhdistusjätettä. Tilalla pidetään kuivauskauden aikana kuivauslaitteistoa valmiudessa taukotuli asennossa, vaikka kuivattavaa ei tulisikaan muutamaan päivään. Kuivauksen alkaessa ei tarvitse huolehtia sytytykö hake polttimessa. Taukotulen ylläpitämisen kustannukset ovat pienemmät muutaman päivän ajan verrattuna uudelleen sytyttämiseen, joten tämä toimintamalli on osoittautunut kannattavaksi tilalla. Laitteiston käyttö on ollut helppoa, ja varaosia on hyvin saatavilla. Tuhkaa laitteistossa syntyy niin paljon, että tuhkaruuvi jouduttiin asentamaan jälkikäteen. Tuhkaruuvien käyttö pienentää ihmistyönmäärää.

Investoinnin kustannukset olivat 170 000 €, josta investointiavustusta saatiin 50 000 €. Investoinnin kustannusta nosti suuren hakevaraston rakentaminen kuivaamon viereen. Mikäli kevyt polttoöljyn hinta nousee tulevaisuudessa, on investointi entistä kannattavampi tilalle. Viljatilalla on oltu tyytyväisiä investointiin ja sen tuomiin kustannussäästöihin.

## 7 Tulosten arviointi

Aineisto litteroitiin useasti nauhalta, sillä keskustelussa oli aina muutakin kokemuksia kerrottavana kuin haastattelukysymys. Kuten haastatteluista voidaan nähdä, kaikilla tiloilla on oltu todella tyytyväisiä investointiin. Kustannusten pienentyminen tiloilla oli suurimpana investointiperusteena. Toinen merkittävä syy oli kotimaisen polttoaineen käyttäminen. Puun käyttö energianlähteenä on huomattavasti ympäristöystävällisempää kuin kevyt polttoöljyn käyttö. Teemahaastattelujen tulokset ovat esitetty nelikenttäanalyysissä taulukossa 3.

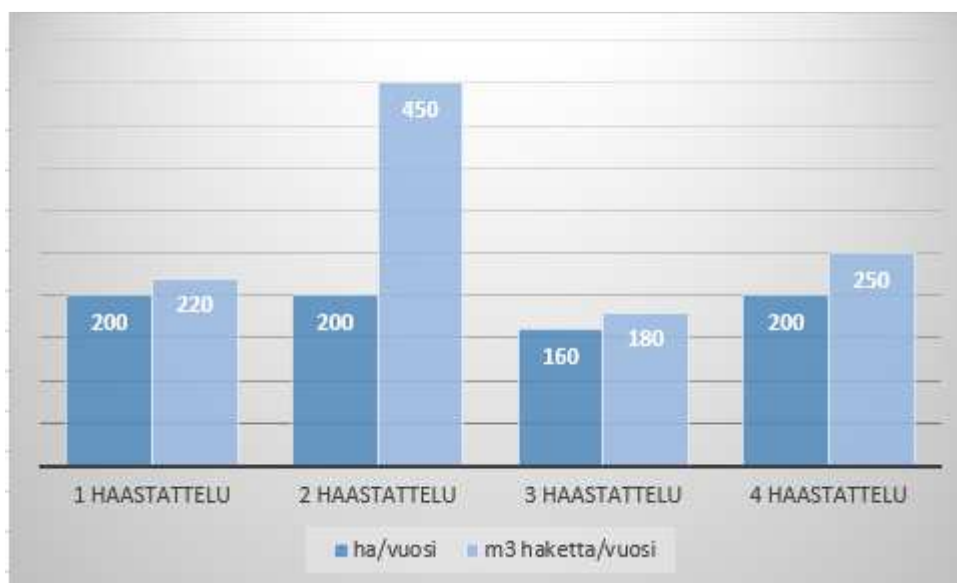
Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuivauskustannusten edullisuus</li> <li>• Hakkeen saatavuus omasta metsästä, teiden sekä peltojen varsilta</li> <li>• Omavaraisuus</li> <li>• Kilpailukyky</li> <li>• Uusiutuvat luonnonvarat</li> <li>• Investointilaskelmat</li> <li>• Takaisinmaksuaika</li> <li>• Hakevaraston sijainti</li> <li>• Vanha poltin varalla</li> <li>• Hakkeen hinta 15€/m<sup>3</sup></li> <li>• Esipuhdistusjätteen poltto kuivana vuotena.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus</li> <li>• Hakesiilon täyttö</li> <li>• Hakkeen heikko laatu</li> <li>• Polttimen mitoitus pieneksi</li> <li>• Viljan laatu</li> <li>• Märkä esipuhdistusjäte.</li> </ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monikäyttöisyys</li> <li>• Laajennusmahdollisuus</li> <li>• Huonot viljavuodet-&gt; hakkeen kulutus</li> <li>• Kevyt polttoöljyn odotettava hinnannousu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viljamarkkinat</li> <li>• Hakkeen kustannusten nousu</li> <li>• Rahtikuivauksen loppuminen</li> <li>• Urakoitsijan hinnannousu</li> <li>• Kevyt polttoaineen hinnan laskeminen</li> </ul>

Taulukko 3. SWOT-analyysi haastatteluista

### Vahvuudet

Kuten taulukossa 3 on esitetty, vahvuudet hallitsevat analyysia. Tämä kertoo haastattelijoiden laitteistoinvestoinnin ja käyttämisen onnistumisesta. Hakevaraston on oltava hyvin lähellä, ettei kustannuksia tule liikaa kuljettamisesta. Hakkeen tuottamisellakin saadaan hyvin paljon eroja. Jokaisella tilalla on omanlaisensa metsäva-

rannot sekä pellon- ja teidenreunus puustonsa. Hakkeen tuottamisen kannattavuuteen vaikuttaa tilan oma panostus ja kalusto sekä mahdollisuudet. Urakoitsijan käyttäminen haketuksessa ei ole tavatonta eikä välttämättä kannattamatontakaan. Käytettäessä pientä varastoa polttimen vieressä on sitä täytettävä useammin, jos käytettävä hake on huonolaatuista. Tämä sitoo työvoimaa sesonkiaikana huomattavan määrän, sillä kuivausta ei saa keskeyttää. Kuviossa 10 on esitetty haastateltavien hakkeenkulutusta kuivauskaudella. Hakkeen laadun ollessa lähellä parhainta mahdollista, sitä vähemmän haketta tarvitaan. Laatuun vaikuttavat palakoko, kuivuus ja irtotiheys.



Kuvio 10. Hakkeen kulutus haastattelutiloilla

Haastattelujen perusteella jokaisella tilalla oli ollut jotain ongelmaa laitteiston ensikäytössä: rikkoutuneita laitteita, väärin säädettyjä lämpötilatietoja sekä muita käyttöä haittaavia asioita. Kuitenkin kaikkiin näihin vikoihin oli nopeasti saatavilla ratkaisut. Haastattelujen perusteella investointilaskelmat on tehty huolellisesti riskejä huomioiden. Laskettu takaisinmaksuaika on jokaisessa tapauksessa alle 10 vuotta, mikä on hyvä.

### Heikkoudet

Haastattelutilalla kaksi käytetään irtotiheydeltään pientä risuhaketta ja näin ollen kulutus on paljon suurempi kuin muilla. Hake ei ole laadultaan hyvää ja näin ollen haketta joudutaan polttamaan suurempi määrä verrattuna laadukkaaseen hakke-

seen. On otettava huomioon, että varaston täyttäminen sekä tuhka-astian tyhjennys aiheuttavat lisätyötä. Hakepolttimen mitoitus liian pieneksi pidentää kuivausaikoja, jolloin pahimmillaan viljan laatu heikkenee. Kuivureiden mitoitus tulee tehdä tarkoin ja riskejä arvioiden, jotta ylikuormittumiselta vältyttäisiin. Heikkoutena tutkimuksessa nousi esiin suuri investointikustannus. Laitteiston hankintahinta on huomattavasti kalliimpi verrattuna uuteen öljypolttimeen. Investoidessa riskit takaisinmaksuajan pidentymiseen ovat suuret.

### **Mahdollisuudet**

Biokonttiratkaisun rakennuskustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin kiinteiden kuivurirakennelmien. Lisäksi liikuteltavien rakennelmien jälleenmyyntiarvoa pidettiin parempana sekä monikäyttöisyys olisi joustavampaa. Toki on otettava huomioon se, tuleeko näitä kontteja todella käytettyä muualla. Haastateltavat eivät osanneet sanoa, löytyykö käyttökohdetta tulevaisuudessa talviajoille, sillä tämä vaatisi hyvää markkinointia. Laitteistoa käytettäessä hallilämmitykseen olisi saatava vähintään 500 €/kuukausi puhdasta tuloa, jotta päästäisiin lähemmäksi toivottuja takaisinmaksuaikoja. Kuitenkin on otettava huomioon alueella toimiva kaukolämmitysverkosto ja kilpailtava kuntakohtaisen hinnaston kanssa. Tämä voi tarkoittaa jopa sitä, että kuukausituotto voisi nousta korkeammaksikin.

Kevyt polttoöljyn markkinahinnannousu vaikuttaisi investointiin todella positiivisesti. Jos uusiutuvien energioiden kannattavuus paranisi, se motivoisi muitakin viljelijöitä kyseiseen vaihtoehtoon.

### **Uhat**

Investoinnin toteuduttua öljyn hinnanmuutos on merkittävää. Jos öljyn hinta laskee, investoinnin takaisinmaksuaika pitenee, sillä investoinnin kannattavuutta verrataan kevyen polttoöljyn hintaan. Samoin hakkeen kustannusten nouseminen vaikuttaa investoinnin takaisinmaksu-aikaan. Esimerkiksi jos raaka-aineesta saataisiin parempi hinta myymällä, se muuttaisi investoinnin kannattavuutta.

Takaisinmaksuajan pitkittyessä investoinnin kannattavuus voi laskea paljon, jos riskiä ei ole otettu huomioon tarpeeksi. Tämä voi laskea maatalan kannattavuutta merkittävästi. Rahtikuivauksen loppuminen heikentää suunniteltua takaisinmaksuaikaa, mikä voi nostaa kustannuksia huomattavasti.

## 8 Johtopäätökset

Laitteistovaihtoehdoissa ei ollut kuin muutama valmistaja, joilla on valmis konttiratkaisu saatavilla viljankuivaukseen. Kuitenkin teho-hintasuhdetta verraten muilla valmistajilla oli kalliimmat laitteistot kuin Alfa-Flamella. Liitteessä 3 laskelmassa 1 on Alfa-Flame hakekeskuksen kustannuksilla laskettu kannattavuus Metsämäen tilalle. Tämä kannattavuuslaskelma osoittaa investoinnille nykytilanteessa 39 vuoden takaisinmaksuaikaa, joka on hyvin pitkä. Rahanarvomuuotos otetaan huomioon 5 % korkokannalla nykyarvolaskelmassa. Laskettaessa pienemmällä korkokannalla, rahanarvomuuotosta ei oteta riittävästi huomioon. Investointi Alfa-Flamen kontilla (ks. liite 4) tulisi maksamaan 70 000 €, johon on myönnettävissä investointituki. Investointituella saadaan rakennuksen kustannuksista poistettua 35 % (Maatalouden investointituen määrä 2017). Kannattavuuslaskelma 2 löytyy liitteestä 3, jossa on laskettu kannattavuus, jos seuraavat tekijät muuttuvat edullisempaan suuntaan: pinta-ala, hakkeen hinta, kevyt polttoöljyn hinta sekä puintikosteus. Näiden muuttuvien tekijöiden ansiosta investoinnintakaisinmaksuajaksi saataisiin 8,7 vuotta.

Bioilmauunikontin vuokraus talviajaksi hallilämmityskäyttöön, muuttaisi investoinnin takaisinmaksuaikaa lyhyemmäksi. Tämä tarkoittaisi parempaa takaisinmaksuaikaa investoinnilla. Kun tähän lisättäisiin vielä talviajankäyttö, muuttuisi investoinnintakaisinmaksuaika 8,2 vuoteen (ks. liite 3, laskelma 2). Metsämäen tilan soveltuvuutta on tutkittu nelikenttäanalyysissä, joka on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. SWOT-analyysi Metsämäen tilasta

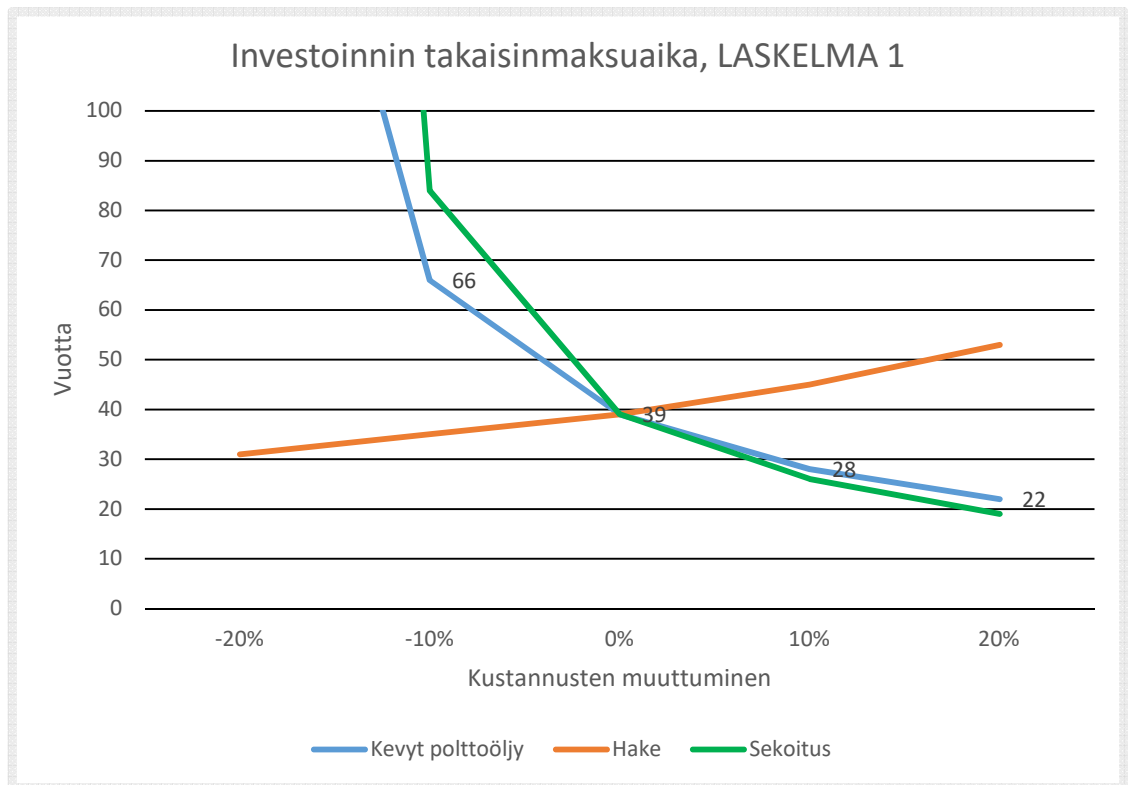
Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omavaraisuus</li> <li>• Hakkeen käyttö entuudestaan</li> <li>• Hakkeen saatavuus</li> <li>• Tehon riittävyys, Huonolaatuinen hake ei tuota ongelmia</li> <li>• Hakkeen tuottamisen ulkoistaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus</li> <li>• Hakevaraston sijainti</li> <li>• Kuivurin koko 160 hl</li> <li>• Hakkeen hinta 18,70 €/m<sup>3</sup></li> </ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laajennettavuus talvikäyttöön</li> <li>• Laajennettavuus toiseen kuivuriin <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tilavuus +250 hl</li> </ul> </li> <li>• Tehovarojen riittävyys</li> <li>• Öljyn hinnan nousu</li> <li>• Pinta-alan lisääminen</li> <li>• Heikko puintikosteus</li> <li>• Maatalouden investointiavustus</li> <li>• Hakkeen hinnan lasku määrän noustessa</li> <li>• Investointituki, tuen nousu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus</li> <li>• Polttoaine kustannusten muutos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Haketuksen kustannus</li> <li>○ Raaka-aineen kustannus</li> <li>○ Polttoöljyn halpeneminen</li> </ul> </li> <li>• Investointikustannuksen nousu</li> <li>• Rahtikuivauksen loppuminen</li> <li>• Investointituen loppuminen</li> </ul>

### Vahvuudet

Metsämäen tilalla pystytään tuottamaan kohtuullisen edullisesti kuiturungoista haketta. Hakkeesta saadaan tällöin tasalaatuisempaa ja polttoprosessi on tehokkaampaa. Vuosittain hakeraaka-ainetta on tarpeeksi saatavilla. Maatilan hallirakennus sekä asuinrakennukset lämmitetään Ala-talkkarin 100 kW hakekonttiratkaisulla, joten hakkeen joustava käyttö tilalla on hyvin mahdollista. Tarkkoja määriä ei tarvitse haketta vuosittain, sillä hakevaraston käytössä pystytään joustamaan.

### Heikkoudet

Laitteistojen investointikustannukset ovat hyvin suuret, verrattuna uuteen öljypolttimeen (15 000 €). Pienellä viljatilalla ei ole kannattavaa siirtyä käyttämään biopolttoaineita viljankuivauksessa, ellei polttoöljyn hinta nouse merkittävästi. Laajemat kannattavuuslaskelmat 1 ja 2 löytyy liitteestä 3. Hakkeen tuottaminen Metsämäen tilalla on verrattaen kalliimpaa kuin haastattelutiloilla. Metsämäen tilan ratkaisu ei sido omaa työvoimaa juurikaan.



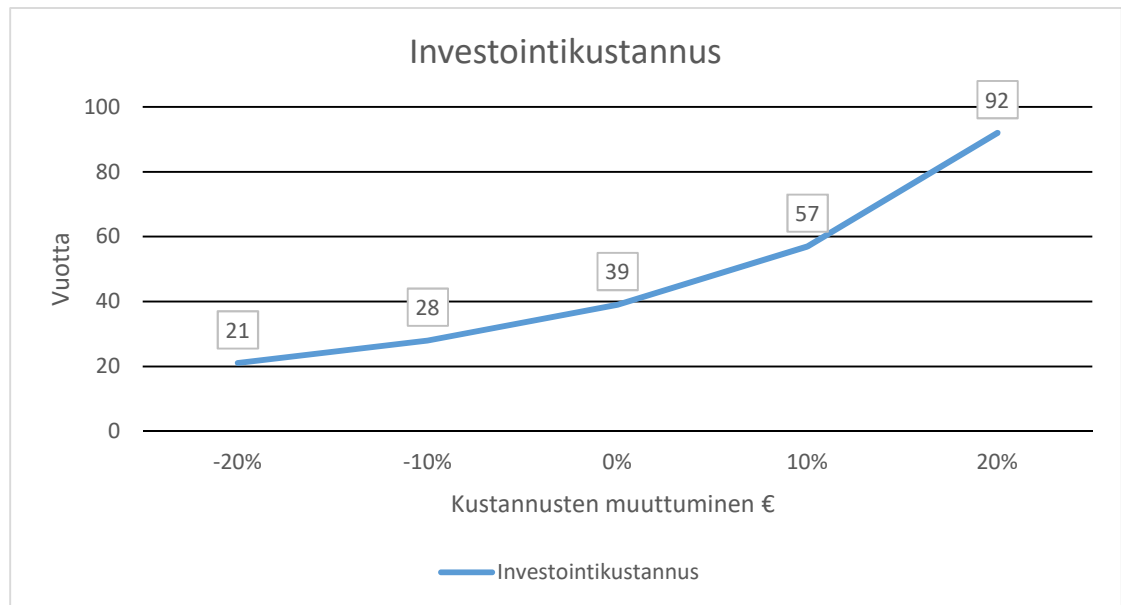
Kuvio 11. Kustannusten muuttumisen vaikutus investoinnin takaisinmaksuaikaan

### **Mahdollisuudet**

Kevyen polttoöljyn hinnan muutosta on tutkittu kuviossa 11. Herkkyysanalyysin avulla on tutkittu takaisinmaksuaikaa. Jo +20 % hintamuutos kevyessä polttoöljyssä saa investoinnin huomattavasti kannattavammaksi, sillä takaisinmaksuaika muuttuu 22 vuoteen 39 vuodesta. Jos kevyt polttoöljyn hinta on pysyvästi nousussa, voi se johtaa investointiin. Uusiutuvien luonnonvarojen käytön voisi olettaa yleistyvän vuosien saatossa. Tämä nostaisi hakkeen käyttöarvoa myös pienemmässä mittakaavassa.

Laitteistoinvestoinnit ovat useita kymmeniä tuhansia euroja, joten investointi on pitkän pohdinnan ja laajojen laskelmien tulos. Laitteiston kustannusten muuttuminen on havainnollistettu kuviossa 12. Kuten siitä voidaan havaita, jo 10 % investointikustannusten lasku vaikuttaa laitteiston takaisinmaksuaikaan 11 vuotta. Syy investointikustannusten laskuun voi olla yleistymisen, sillä tuotantokustannukset laskevat ja laitetta voidaan myydä halvemmalla. Investointituen määrä saattaa tulevaisuudessa nousta, joka samalla tavoin parantaisi kannattavuutta. Samanlaisessa tilanteessa olevien tilojen tulee tarkkailla laitteistojen kustannuksia, sillä hinnan lasku voi olla syy investoinnin tekemiselle. Näillä perusteilla investoinnin toteuttamisen takaisinmak-

suaikaan tulee olla vahva usko tulevaisuudesta. Vastaavasti investointikustannusten nousu vaikuttaa uhkana viljankuivauksen kannattavuudelle.



Kuvio 12. Investointikustannuksen muuttuminen

### Uhat

Kevyt polttoöljyn hinnanmuutos tulevaisuudessa voi romahduttaa investoinnin todella kannattamattomaksi. Kuten kuviossa 11 on esitetty, jo 10 % hinnanlasku kevyt polttoöljyssä lisää investoinnin takaisinmaksuaikaa 27 vuodelle. Haastateltavat uskoivat, ettei kevyt polttoöljyn hinta tulisi laskemaan ikinä. Tämä on kuitenkin vain väite, jota ei pysty todistamaan. Investointikustannusten nousu vaikuttaa takaisinmaksu-aikaan huomattavasti, kuten kuviossa 12 on esitetty. Investointikustannuksen lasku on hyvin epätodennäköistä tulevaisuudessa.

Metsämäen tilan kennokuivuri on kooltaan 160 hl. Se on noin kolme kertaa pienempi kuin keskimäärin haastattelutiloilla. Viljelykasvien tuleentumisajat tulee huomioida todella tarkasti, jotta pienellä kuivurilla voitaisiin kuivata 150 hehtaarin viljat laatu-tappiosta kärsimättä. Rahtikuivauksen ajoitus omien puintien yhteyteen voi olla hyvin haastavaa. Satotappiot täytyy osata pitää asetettujen rajojen sisällä, jotta molemmat osapuolet ovat tyytyväisiä. Muussa tapauksessa yhteistyö voi kärsiä.



## 9 Pohdinta

Tutkimus onnistui mielestäni kohtuullisen hyvin, sillä lopputuloksesta löytyy kaikki ne tiedot mitä asetettiin tavoitteeksi. Opinnäytetyön aikataulutus ei mennyt suunnitellusti, tämä johtui liian kireäksi suunnitellusta aikataulusta. Ennen aikataulun suunnittelua olisi pitänyt tietää mihin on ryhtymässä, sillä opinnäytetyö osoittautui luultua työläemmäksi. Jos aloittaisin opinnäytetyön alusta, perehtyisin paremmin aikaisempiin alan tutkimuksiin ja niiden esille tuomiin haasteisiin. Tutkimuksesta tulisi laadukkaampi, jos panostaisi enemmän tietoperustaan sekä haastatteluihin.

Tutkimustuloksia voidaan pitää luotettavina, kannattavuuslaskelmia lukuun ottamatta. Tarkkojen tilakohtaisen laskelmien tekeminen vuosittain on lähes mahdotonta, sillä laskemissa tulisi huomioida vuodessa tapahtuvat muutokset. Tämän takia laskelmat perustetaan keskiverto vuosien tuloksiin. Laskelmat sekä niiden toteutuneet tulokset eli takaisinmaksuajat ovat kuitenkin hyvin suuntaa antavia. Pienen haastatteluryhmän vastaukset olivat melko yhteneväisiä. Haastateltaviksi valikoitui sellaisia tiloja, joilla oli laitteiston mitoitus tehty sopiviksi. Haastattelut tukivat hyvin toisiaan, tuoden esille useita näkökulmia. Saatuihin kokemuksiin kuivuri-investoinneista oltiin tyytyväisiä. Opinnäytetyön alkuvaiheessa päätettiin tutkimuksellinen osuus toteuttaa teemahaastatteluina sekä kirjallisuustutkimuksena. Teemahaastatteluissa olisi voitu korostaa SWOT-analysointi menetelmää, ja näin saada parempia näkökulmia tutkimukseen. Haastattelujen toteuttaminen puhelinhaastatteluina aiheutti muutamissa tapauksissa hankaluuksia. Haastattelut olisivat saattaneet onnistua paremmin puintisesongin ulkopuolella, jotta haastateltavilla olisi ollut enemmän aikaa vastata haastatteluihin. Kuitenkin haastateltavat olivat pääosin innoissaan vastaamassa haastattelukysymyksiin. Haastattelut suoritettiin pienelle joukolle, sillä näin saatiin kohdennettua haastattelut juuri opinnäytetyön tavoitteen mukaisiin investointeja toteuttaneisiin tiloihin. Niinpä haastattelujen tuloksissa ei esiinny paljon vaihtelua, mikä taas olisi suuremmalla otannalla ollut todennäköisempää.

Tutkimuksessa saatiin selville investoinnin soveltuvuus samankaltaisille tiloille kuin Metsämäen tila. Investointi ei laskelmien perusteella vaikuta kannattavalta Metsämäentilalle keskiverto vuonna. Tulos oli nykytilanteen öljynhintaan verraten sellainen kuin odotinkin. Tämän kokoluokan kuivaamossa ei saada niin suurta kannattavuutta

kuin 2-3 kertaa suuremmissa. Sellaisena vuonna, jolloin kevyt polttoöljyn hinta kohoaisi ja puintikosteus olisi suurempi, tulisi investoinnista huomattavasti kannattavampi. Nämä asiat muuttuessaan voivat johtaa investointiin, jota on tässä opinnäytetyössä tarkasteltu.

Jatkotutkimuksissa voitaisiin tutkia, kuinka bioilmaunikonnteja voitaisiin käyttää muualla kuin viljan kuivauksessa. Näin saataisiin selvemmat kannattavuuslaskelmat konnttien käytöstä, pohjautuen asiakkaiden ja maatalojen yhteisiin kokemuksiin. Maatalojen kannattavuus täytyy miettiä tarkoin, jotta ylimääräiset kustannukset saataisiin leikattua pois.

## Lähteet

Ahokas, J., Jaakkola, S., Jokiniemi, T. & Turunen, M. 2014. Energy consumption in different grain preservation methods. University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences. [http://agronomy.emu.ee/vol121/2014\\_1\\_9\\_b5.pdf](http://agronomy.emu.ee/vol121/2014_1_9_b5.pdf). viitattu 19.9.2017.

Ahokas, J. & Jokiniemi, T. N.d. Viljankuivaus. Viitattu 7.10.2017 [http://www.energiakatemia.fi/attachments/article/74/Viljankuivaus\\_netti.pdf](http://www.energiakatemia.fi/attachments/article/74/Viljankuivaus_netti.pdf)

Ahokas, J. Mäkelä, O. & Suurinkeroinen, J. 1983. Kotimainen polttoaine viljankuivauksessa. Vihti.

Alakangas, E., 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>

Jokiniemi, T., 2016. Energy efficiency in grain preservation. DOCTORAL THESIS IN AGROTECHNOLOGY. University of Helsinki Department of Agricultural Sciences.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kallioniemi, M. & Peltola, A. 1988. Viljankuivausopas. Työtehoseuranjulkaisuja 299. Helsinki.

Lötjönen, T. & Pentti, S. 2005. Kuivausteknologia. Teoksessa Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108. Toim. R. Palva, A-M. Kirkkari & H. Teräväinen. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto. Keuruu, 34-51.

Maatalouden investointituen määrä. 2017. verkkojulkaisu. Viitattu 1.11.2017. [http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/maatalouden\\_investointituet/Documents/tuen-maaratukikohteittain-investointituet.pdf](http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/maatalouden_investointituet/Documents/tuen-maaratukikohteittain-investointituet.pdf)

Pellinen, J. 2005. Investointivaihtoehtojen arviointi. Teoksessa Kannattava maatilayritys. Tieto tuottamaan 124. Toim. J. Pellinen, Enroth, A. & Harmoinen, T. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto. Keuruu, 42-43.

Peltola, A. 1997. Työtehoseuran julkaisu 355. Viljaa kierrättävän lämminilmakuivurin säädöt. Helsinki.

Peltola, A. & Kallioniemi, M., 1988. Työtehoseuranjulkaisu 299. Viljankuivausopas. Helsinki.

Peltonen, S., Kittilä, K., Rätty, P., Kirkkari, A. & Koivula, S., 2005. Suomalaisen viljaketjun kilpailukyky. Teoksessa Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108. Toim. R. Palva, A-M. Kirkkari & H. Teräväinen. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto. Keuruu. 34-51.

Piipari, P. & Koivisto, M., 2009. Viljankuivauksen kotimaiset vaihtoehdot. Teoksessa Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella -opas. Toim. E. Koivuniemi, H. Ala-Talkkari, J. Esala, P. Heikkilä, M. Huvinen, M. Koivisto, K. Kuronen, P. Piipari, J. Rintamaa, J. Törmä & J. Viirimäki. Helsinki: Metsäkeskus, 12-16.

Esala, J. 2009. Viljankuivauksen teoria. Teoksessa Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella -opas. Toim. E. Koivuniemi, H. Ala-Talkkari, J. Esala, P. Heikkilä, M. Huvinen, M. Koivisto, K. Kuronen, P. Piipari, J. Rintamaa, J. Törmä & J. Viirimäki. Helsinki: Metsäkeskus, 7-9.

Törmä, J., 2009. Viljankuivauksen historia. Teoksessa Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella -opas. Toim. Koivuniemi, E., Ala-Talkkari, H., Esala, J., Heikkilä, P., Huvinen, M., Koivisto M., Kuronen, K., Piipari, P., Rintamaa J., Törmä, J. & Viirimäki, J., Helsinki: Metsäkeskus, 5-6.

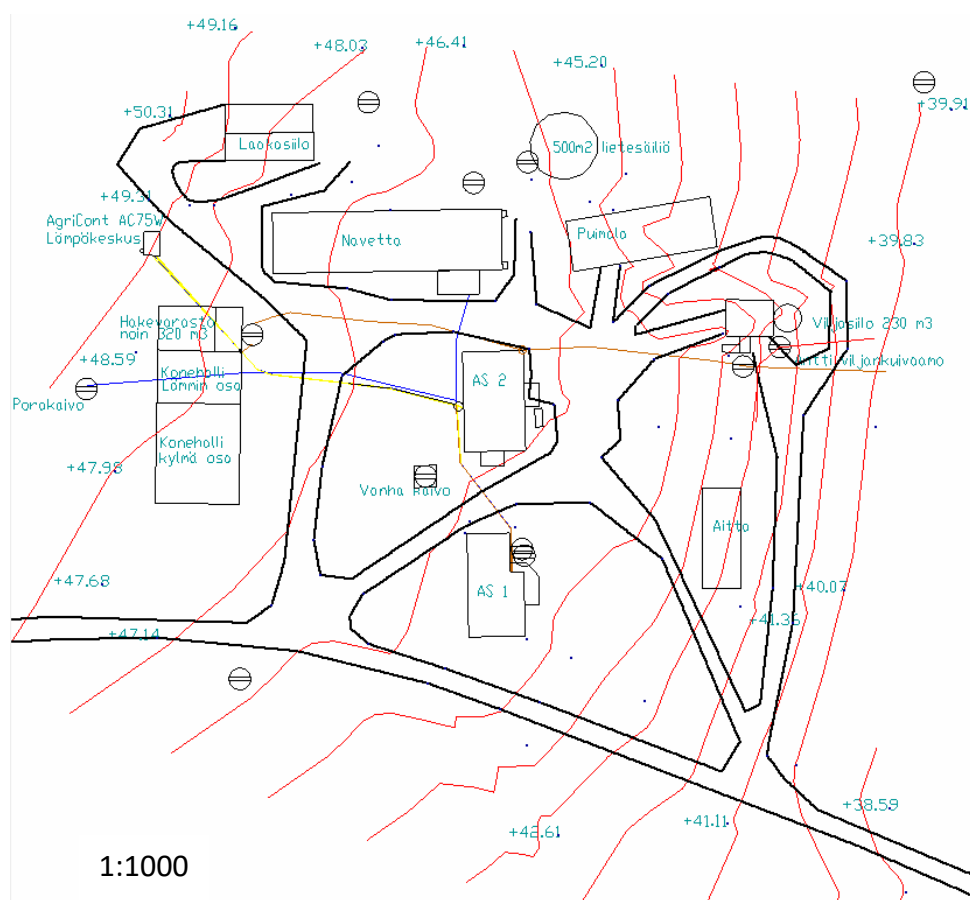
Viirimäki, J. 2010. Yleistietoa puuenergiasta. Teoksessa Maatilan hakelämmitys -opas. Toim. U. Hassinen, J. Hiitelä, E. Koskiniemi, P. Moilanen, J. Somerpalo, K. Turkia & T. Vanhala. Helsinki: Metsäkeskus, 5-6.

Viljojen puinnit edenneet hitaasti. 2017. Tiedote. Proagrian verkko-sivut. Viitattu 1.11.2017. <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/viljojen-puinnit-edenneet-hitaasti-1240>

Öljy energianlähteenä. 2017. Verkkojulkaisu. Öljy- ja biopolttoaineala. viitattu 16.11.2017. <http://www.oil.fi/fi/tietoa-oljysta/oljy-energiالاhteena>

## Liitteet

Liite 1. Metsämäen tilan kuivuri sekä asemakaava



## Liite 2. Tutkimuskysymykset

1. Millainen kuivurilaitteisto sekä bioilmauuni teillä on käytössä? (valmistaja, malli sekä teho/koko)
2. Minkä takia päädyitte investoimaan kyseiseen malliin? (Hinta, ominaisuudet, laatu, laajennusvara)
3. Montako vuotta olette kuivanneet bioenergialla? (paljonko vuosittain hehtaareja, sa-totasotavoite)
4. Onko laitteisto toiminut tänä aikana hyvin? (huoltojen määrä, toimintavarmuus)
5. Mitä polttoainetta käytätte? (Määrä, hinta, laatu, alkuperä)
6. Paljonko aiheutuu lisätyötä bioenergiasta? (helppokäyttöisyys, varaosa- ja tukiver-kostot)
7. Tärkeimmät syyt bioenergia siirtymiseen?
8. Kuinka nopeasti hakelaitteisto reagoi lämmöntarpeeseen verrattuna öljypolttimeen? (satsien vaihto, 0-300-500kW tehon nousu?)
9. Investoinnin oletettu/toteutunut takaisinmaksuaika?
10. Muuta hyödyllistä tietoa?

## Liite 3. Kustannuslaskelmat

## LASKELMA 1

Lähtötiedot:	Vilja-ala	100 ha
	Kuivurin koko	160 hl
	Hehtaarisato varastokosteudessa	4500 kg/ha
	Kuivattava viljamäärä puintikosteudessa	501923 kg
	Puintikosteus	22 %
	Varastokosteus	13 %
	Poistettava vesimäärä	51923 kg
	Öljyn tarve	8308 l
	Hakkeen polton hyötysuhde	80 %
	Hakkeen kosteus	25 %
	Hakkeen tarve	124 m3
	Hakkeen hinta	18,70 €/m3
	Öljyn hinta	0,87 €/l
	Oman työn hinta	20,00 €/h
	Korkokanta	5 %
	Poisto aika	15 vuotta

<b>Öljyvaihtoehto</b>	
Uusi öljyuuni	15000 €
<b>Yhteensä</b>	<b>15000 €</b>
<b>Annuiteetti</b>	<b>-1 445 €</b>
Polttoaine €/vuosi	7228 €
<b>Investoinnit ja polttoaine yhteensä</b>	<b>8673 €</b>

<b>Hakevaihtoehto</b>	
Hakeuuni	70000 €
Investointituki	35 %
<b>Yhteensä</b>	<b>45535 €</b>
<b>Annuiteetti</b>	<b>-4 387 €</b>
Polttoaine €/vuosi	2324 €
Lisätyö, h	8,6 173 €
(10 min/lerä)	
<b>Investoinnit, työ ja polttoaine yhteensä</b>	<b>6884 €</b>

©Hannu Mikkola 23.2.2016

Erotus öljy - hake  
Takaisinmaksuaika 1789 €/vuosi  
39,1 vuotta

## LASKELMA 2

Lähtötiedot:	Vilja-ala	150 ha	
	Kuivurin koko	160 hl	
	Hehtaarisato varastokosteudessa	4500 kg/ha	
	Kuivattava viljamäärä puintikosteudessa	774736 kg	
	Puintikosteus	24,2 %	muutos +10%
	Varastokosteus	13 %	
	Poistettava vesimäärä	99736 kg	
	Öljyn tarve	15958 l	
	Hakkeen polton hyötysuhde	80 %	
	Hakkeen kosteus	25 %	
	Hakkeen tarve	239 m3	
	Hakkeen hinta	16,83 €/m3	€ muutos -10%
	Öljyn hinta	0,96 €/l	€ muutos +10%
	Oman työn hinta	20,00 €/h	
	Korkokanta	5 %	
	Poisto aika	15 vuotta	

<b>Öljyvaihtoehto</b>	
Uusi öljyuuni	15000 €
<b>Yhteensä</b>	<b>15000 €</b>
<b>Annuiteetti</b>	<b>-1 445 €</b>
Polttoaine €/vuosi	15272 €
<b>Investoinnit ja polttoaine yhteensä</b>	<b>16717 €</b>

<b>Hakevaihtoehto</b>	
Hakeuuni	70000 €
Investointituki	35 %
<b>Yhteensä</b>	<b>45535 €</b>
<b>Annuiteetti</b>	<b>-4 387 €</b>
Polttoaine €/vuosi	4018 €
Lisätyö, h	13,3 266 €
(10 min/lerä)	
<b>Investoinnit, työ ja polttoaine yhteensä</b>	<b>8671 €</b>

©Hannu Mikkola 23.2.2016

Erotus öljy - hake  
Takaisinmaksuaika 8046 €/vuosi  
8,7 vuotta  
Erotus öljy - hake  
Talvikäyttö +500€/kk (3 vuotena 5kk) Takaisinmaksuaika 8515 €/vuosi  
8,2 vuotta

## Liite 4. Alfaflamen tarjous



TARJOUS  
27.10.2017

Myyjä: AlfaFlame Oy  
Ojanperäntie 145  
25330 KUUSJOKI

Asiakas: xxx  
xxx  
xxx  
puh. xxx  
sähköposti xxx

Kiitämme tarjouspyynnöstänne.

Tarjoamme Teille AlfaFlame biolämpökonttia M17 seuraavasti:

- biolämpökontti 640 kW, vaihtolava-alustalla sähköistettynä
- käyttöönotto valmiina
- tekninen erittely liitteenä
- hinnat alv 0%  
  hinta: 67 500 €

Lisävarusteet:

- SMS viestit puhelimeen 700 €
- taajuusmuuttaja 15kW 1800 €
- ups akkuvarmennus automatiikalle (sähkökatkosten varalle) 285 €
- tuhkanpoistojärjestelmä pesän alta 2300 €. Ensiö- ja toisioruuvi, tuhka-astia ei sisälly toimitukseen.
- sytytysautomaatiikka 1900 € (syttyy ja sammuu termostaattiohjatusti, ylläpitokäyttö vakiona)
- saranoinnin siirto oikea kätiseksi 500 €
- käyttöönotto automaatiomiehen toimesta tilalla 55€/h

Hinta sisältää:

Käyttöönotto-opastuksen (automaatiomiehen tilalla suorittamat työt tuntilaskutuksena)

Termostaatti hallin lämmityskäyttöön

Toimitusehto: EXW vapaasti Salossa

Maksuehto: 14 pv netto toimituksesta.

Toimitusaika: sovitaan tapauskohtaisesti.

Tarjous voimassa 30.12.2017 saakka

Takuu: kaksi viljankuivatuskautta tai yksi vuosi muussa jatkuvassa käytössä.

Takuu ei koske virheellisestä käytöstä tai asennuksesta aiheutuneita vikoja.

Toivomme että tarjous soveltuu teille ja johtaisi tilaukseen

Ystävällisin terveisin

AlfaFlame Oy

Ari Inkivaara

Liitteet:

Liite 1 (tekninen erittely)

AlfaFlame Oy  
Ojanperäntie 145  
25330 Kuusjoki

puh. 044-3150870  
info@alfafllame.eu

Y-tunnus: 2540492-5  
kotipaikka: SALO  
Pankki: FI17 5410 0220 2792 47





## LIITE 1

## Tekninen erittely:

## M17-malli

- vaihtolava alusta vaijeri- ja koukkutartunnoin (huomioi kokonaiskorkeus siirrossa)
- ilmajäähdytetty liikkuvalla arinalla varustettu 640 kW:n palopää. Polttimessa ensiö- ja toisioilmapuhaltimet taajuusmuuttajilla, sekä vaihdemoottori arinan liikuttamiseen. Ilmasta ilmaan ylipainelämmönvaihdin savukaasuimurilla ja savuputkilla. Savukaasuimurissa taajuusmuuttaja ja paineen tunnistus.
- suurin sallittu kuivatusilman lämpötila 100C astetta
- 2kpl 7,5kW radiaalipuhallin (35000 m3/h, kun T=15C ja vastapaine 1000pa)
- lämpöteho 800kW saavutetaan keskinkertaisella hakkeella kost. <30%. Jos hakkeen kosteus nousee 20% -> 50% polttoaineen kulutus yli kaksinkertaistuu.
- noin 18m3 varasto, jossa neljälapainen jousipurkain, jota käytetään vaihteella.
- varastoruuvien ja poltinruuvien käyttö vaihdemoottoreilla
- tuhkanpoistojärjestelmä (lisävaruste) ensiö- ja toisioruuveilla, molemmissa vaihdemoottori
- Salgrom sammutusjärjestelmä
- PLC logiikkaohjattu ohjauskeskus kosketusnäytöllä
- hallin lämmityskäyttöön termostaatti vakiovaruste (toiminta ylläpitoliekillä)
- sytytysautomaatiikka lisävaruste. Erillisen termostaatin ohjaamana liekki sammuu ja syttyy halutusti
- kontti on teräsrunkoinen ja valmiiksi sähköistetty
- hydraulisesti nouseva tiivis katto omalla koneikolla
- varaston ja uunihuoneen välinen seinä EI60 osastoiva
- sallittu etäisyys kuivaamorakennukseen kontista on 4m
- asiakkaan lukuun seuraavat: laitteiden rahti, mahd.rakennustyö, ilmaputket asennuksineen, mahdolliset majoituskulut, sähkön syöttökaapeli 63A kontille ja ohjauskaapeli kuivurin ohjauskeskukselta kontille asennuksineen. Kuivurin ohjauskeskus antaa käskyn, koska kuivatus- ja jäähdytysvaiheet alkavat.

AlfaFlame Oy  
Ojanperäntie 145  
25330 Kuusjoki

puh. 044-3150870  
info@alfaflame.eu

Y-tunnus: 2540492-5  
kotipaikka: SALO  
Pankki: FI17 5410 0220 2792 47