

Timo Ojanen ja Henri Uusi-Ranta

Kiinteän polttoaineen ilmauunit viljankuivauksessa

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja Maatalous

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja Maatalous

Tutkinto-ohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Liiketalous

Tekijät: Timo Ojanen ja Henri Uusi-Ranta

Työn nimi: Kiinteän polttoaineen ilmauunit viljankuivauksessa

Ohjaaja: Juhani Törmä

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 3

Viljankuivaus kiinteällä polttoaineella on yleistymässä Suomessa. Öljy on vielä kuitenkin yleisin energianlähde viljankuivurissa. Opinnäytetyössä käsitellään kiinteän polttoaineen ilmauuneja. Tämä aihe valittiin, koska kiinteän polttoaineen ilmauunit ovat kehittyneet viime vuosina ja aihe on kiinnostava.

Työhön on koottu eri kuivurivalmistajien valmistamat uunimallit, sekä niiden tekniset tiedot ja ominaisuudet. Kiinteän polttoaineen ilmauuneihin soveltuvat polttoainevaihtoehdot ja niiden ominaisuudet ja lämpöarvot käsitellään yksitellen. Aineisto on koottu kuivurivalmistajien esitteistä ja tuoteluetteloista.

Kannattavuus on ollut keskeinen teema ja siitä on laadittu esimerkkilaskelmia. Laskelmia on laadittu erilaisille pinta-aloille ja öljyn hinnoille. Kannattavuuteen vaikuttavat hintasuhteet ja kuivattavan viljan määrä, joista suurin muuttuja ja riskitekijä on öljyn hinta. Kannattavuuden, takaisinmaksuajan ja tehokkaan käyttöasteen saavuttamisen näkökulmasta kiinteällä polttoaineella kuivaaminen vaatii vähintään noin miljoonan kilon vuotuisen kuivattavan viljamäärän. Työhön on haastateltu viljelijöitä, jotka kuivaavat kiinteällä polttoaineella. Heiltä kysyttiin kymmenen avointa kysymystä, joihin he vastasivat vapaamuotoisesti. Tärkeimmät syyt siirtyä kiinteään polttoaineeseen viljankuivauksessa olivat kallis öljy ja mahdollisuus hyödyntää omaa haketta.

Avainsanat: kiinteä polttoaine, viljankuivaus, ilmauuni

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture, Ilmajoki

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation

Authors: Timo Ojanen and Henri Uusi-Ranta

Title of thesis: Solid fuel air ovens used in grain drying

Supervisor: Juhani Törmä

Year: 2015

Number of pages: 40

Number of appendices: 3

Grain drying using solid fuel is becoming common in Finland. However, oil is still the most common source of energy for a grain dryer. In this thesis solid fuel air ovens are investigated. We chose this subject because solid fuel air ovens have developed during the last few years and the subject is interesting.

The technical information and properties for oven models made by every dryer manufacturer have been collected together in this work. The fuel alternatives which are suitable for solid fuel air ovens and their properties and heat values are dealt with one by one. The material has been gathered from the dryer manufacturers' brochures and of product lists.

Profitability has been a central theme and an example has been drawn up of the efficiency calculations. The calculations have been drawn up for different hectares and oil prices. The price relationship and the amount of drying grain where the biggest variable and the risk factor is that the price of oil can affect profitability. From the point of view of reaching profitability: a repayment period and the efficient drying utilisation rate with the solid fuel require an annual grain amount to dry of at least about one million kilos. Farmers who dry using solid fuel have been interviewed for this work. They were asked 10 open questions which they answered in free-form. One farmer felt the most important thing was they had to move from expensive oil for grain drying for the possibility to utilise their own woodchips in a solid fuel drying oven.

Keywords: solid fuel, grain drying, air oven,

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 VILJANKUIVAUS.....	9
2.1 Viljankuivauksen historia.....	9
2.2 Viljankuivauksen teoria.....	9
2.2.1 Harjakennokuivuri.....	12
2.2.2 Sivusolakuivuri.....	13
2.2.3 Jatkuvatoiminen kuivuri.....	14
2.3 Lämminilmakuivurin säädöt.....	15
3 ILMAUUNIT.....	17
3.1 Antti-Teollisuus.....	18
3.2 Arska.....	19
3.3 AlfaFlame.....	21
3.4 Akron.....	21
3.5 Tornum.....	22
3.6 Mepu.....	23
3.7 Nordic Termo System.....	24
4 ILMAUUNIEN POLTTOAINEVAIHTOEHDOT.....	25
4.1 Nestekaasu.....	25
4.2 Bioöljyt.....	25
4.3 Hake.....	26
4.4 Puupelletti.....	26
4.5 Puubriketti.....	26
4.6 Palaturve.....	27
4.7 Turvepelletti.....	27
4.8 Vilja.....	27

4.9 Olki	27
5 TUET	29
6 KANNATTAVUUS	30
7 HAASTATTELUT	34
7.1 Haastattelu 1	34
7.2 Haastattelu 2	34
8 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	40

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Mollier -taulukko	11
Kuva 2. Ilman kulku kennokuivurissa.	12
Kuva 3. Sivusolakuivuri.	14
Kuva 4 Jatkuvatoiminen viljankuivuri	15
Kuva 5. Kuivuriuunin toimintaperiaate.	18
Kuva 6. Antti Agrosec Bioheaters kuivuriuunijärjestelmä	19
Kuva 7. Arska Etu-uuni.	20
Kuva 8. Läpileikkaus ilmauunikontista.	24
Kuva 9. Hake- ja öljy-järjestelmien kustannusvertailu.	31
Kuva 10. Hake- ja öljy- järjestelmien kustannusvertailu.	33
Taulukko 1. Antti biouunimallisto.....	19
Taulukko 2. Arska Etu-uunien tekniset tiedot.....	20
Taulukko 3. Arska EcoHeater tekniset tiedot.	20
Taulukko 4. Akronin hakelämmitteiset lämminilmakattilat.	22
Taulukko 5. Akronin pellettikäyttöiset lämminilmakattilat.	22
Taulukko 6. Haketta polttava kuivuriuuni.	23
Taulukko 7. Tekniset tiedot.....	24
Taulukko 8. Biopolttoaineiden ominaisuuksia.	28

Käytetyt termit ja lyhenteet

Bioenergia	Bioenergialla tarkoitetaan uusiutuvaa energiaa.
Diffuusio	Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan pyrkien tasapainotilaan.
Ilmauuni	Ilmauunilla tarkoitetaan ilmasta ilmaan periaatteella toimivaa viljankuivurin lämmönlähdettä.
Kiinteä polttoaine	Kiinteällä polttoaineella tarkoitetaan haketta, turvetta, pellettiä, viljaa, olkea ja brikettiä.
Kuhilas	Kuhilas on viljanlyhteistä pellolle koottu holvimainen rakenne, jossa vilja esikuivatetaan.
Sapilaat	Sapilaat on kaksi toisesta päästään teroitettua puista seivästä, joilla viljanlyhteet kuljetetaan riiehen puitavaksi.

1 JOHDANTO

Fossiilisten polttoaineiden kallistuminen on saanut viljelijät hakemaan vaihtoehtoja viljankuivaukseen. Osa viljelijöistä on kyseenalaistanut kuivauksen tarpeen kokonaan siirtymällä tuoresäilöntään. Kuivaaminen on kuitenkin Suomen oloissa tarpeen erityisesti siemen- ja leipäviljoilla. Kuivauksen toteuttamiseksi on haettu erilaisia vaihtoehtoja, kuten kuivaava sillo. Viljankuivauksen suurin muuttuva kustannus on lämpöenergia. Energiakustannuksia on mahdollista alentaa siirtymällä kiinteään polttoaineeseen käyttöön. Bioenergia ei kuitenkaan sovi kaikille tiloille, vaan edellytykset on selvitettävä tilakohtaisesti.

Viime vuosina biouunit ovat yleistyneet ja markkinoille on tullut uusia ratkaisuja. Näitä ei ole aikaisemmin selvitetty ja koostettu yhteen. Aineisto kootaan tutkimalla biouunien toimintaperiaatteita, tekniikkaa ja käyttäjäkokemuksia.

Opinnäytetyössä tavoitteena on selvittää bioenergian käyttömahdollisuudet ja kannattavuus viljankuivauksessa. Työssä selvitettiin Suomen markkinoilla olevat ilmauunit ja niiden käyttökokemuksia. Aineisto ja haastattelut on koottu keväällä 2015. Tutkimusta voidaan soveltaa kaikenlaisiin kuivausratkaisuihin joissa tarvitaan lämpöenergiaa.

2 VILJANKUIVAUS

Viljaa kuivataan sen säilyvyyden varmistamiseksi. Vilja pitää keinotekoisesti kuivata, sillä se ei kuivu luonnonolosuhteissa riittävästi. Kuivauksen tarve vaihtelee vuosittain riippuen korjuuolosuhteista.

2.1 Viljankuivauksen historia

Leikattu ja esikuivatettu vilja siirrettiin riiheen irtipuntia ja loppukuivausta varten lyhteillä. Lyhteet kuljetettiin riiheen paarimaisilla sapilailla tai köydellä taakaksi sidottuna. Myös kärryjä ja rekeä käytettiin lyhteiden kuljetuksessa. Aluksi lyhteet sidottiin käsin. Tätä vaihetta koneellistettiin itseluovuttavilla ja itsesitovilla elonkorjuukoneilla. Lyhteitä alkukuivatettiin kuhilailla ja loppukuivatettiin riihessä. Siirryttäessä puimakonepuintiin ei alkukuivatus lyhteissä seipäällä enää riittänyt säilyttämään viljaa homehtumatta. Jälkikuivausta suoritettiin riihissä mutta tämä jäi jälkeen puintitehossa. (Korhonen 2004.)

Ensimmäisiä luonnollisella vedolla toimivia kaappikuivureita valmistettiin 1900-luvun ensimmäisillä vuosikymmenillä. Lava- ja säkkikuivurit olivat yleisiä 1950- ja 1960-luvulla, mutta siirryttäessä irtoviljan käsittelyyn nämä jäivät taka-alalle. Riihikuivauksessa, kaappi-, säkki-, ja lavakuivureiden energialähteenä oli puu. Lava-kuivureihin alettiin asentaa öljyä polttavia uuneja mutta ne yleistyivät vasta 1970-luvulla lämminilma-kuivurin lämmönlähteenä. Öljyuuni on ollut yleisin lämminilma-kuivurin lämmönlähde 1970-luvulta tähän päivään. Leikkuupuimureiden yleistyessä ja siirryttäessä irtoviljan käsittelyyn säkkien jäädessä pois lämminilma-kuivaus siilotyyppisellä kuivauskoneistolla on nykyisin vakiintunut yleisimmäksi tavaksi kuivata viljaa. (Törmä 2009.)

2.2 Viljankuivauksen teoria

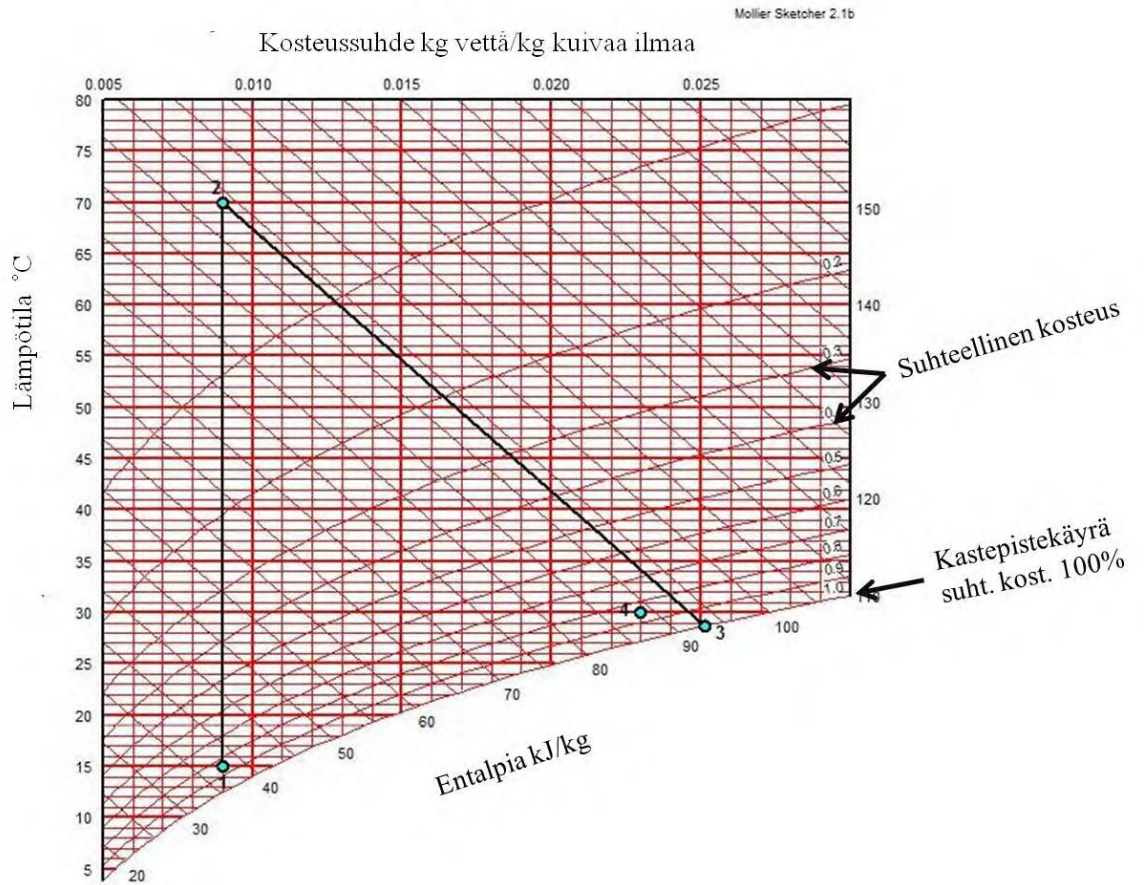
Suomessa yleisin viljan säilöntätapa on lämminilma-kuivaus. Se on useimmille tiloille soveliaim, koska se ei rajoita viljan myöhempää käytettävyyttä. Kuivattua vil-

jaa voidaan käyttää leipäviljana, siemenenä, rehuna tai teollisuuden raaka-aineena. Viljan säilymiseen vaikuttavat viljan kosteus ja lämpötila.

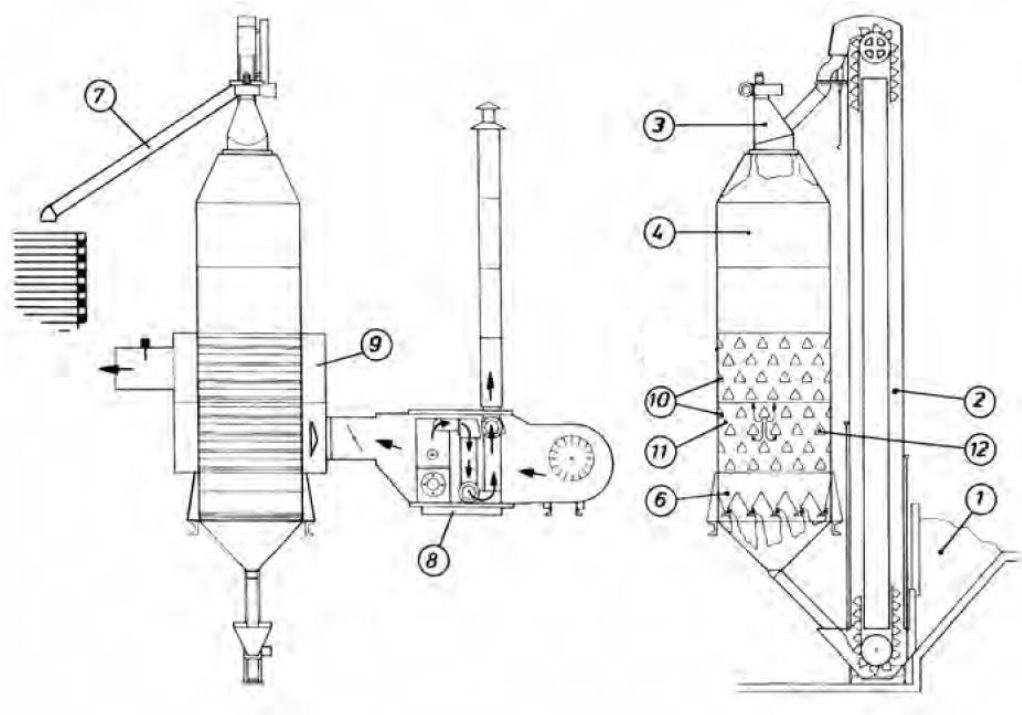
Kuivauksen tavoitteena on vähentää viljan kosteus noin 14 prosenttiin, jolloin se säilyy ja on kauppakelpoista. Viljan valkuaisaineiden, rasvojen, hiilihydraattien, entsyymien ja vitamiinien täytyy säilyttää laatunsa kuivauksessa. Vesi on sitoutunut jyvien soluihin kide- ja paisuntavetenä sekä jyvien pinnalle ja kapillaareihin pintavetenä. Kosteuden sitoutumislajit jaetaan sitoutumisenergian mukaisesti kemiallisesti, fysikaalis-kemiallisesti ja fysikaalis-mekaanisesti sitoutuneeseen veteen. Kuivausilmalla on kaksi tehtävää, tuoda lämpöenergiaa veden haihduttamiseen ja kuljettaa haihtuvaa kosteutta vesihöyryn muodossa ulos kuivurista. Yhden vesiki-
lon haihduttamiseen tarvitaan energiaa noin 2500kJ. Viljankuivurin tehtävänä on saattaa kuivausilma ja kuivattava vilja tehokkaasti yhteen. (Peltola 1997, 15- 25.)

Kuivauksen alussa vilja lämpenee ja sitoo kuivausilman lämpöä tehokkaasti. Jyvän pinnalla oleva kosteus poistuu tehokkaasti. Kuivausnopeus hidastuu jyvän pinnan kuivuttua, sillä jyvän sisällä olevan kosteuden on siirryttävä jyvän pinnalle poistuttavaksi. Kuivausnopeus hidastuu mitä kuivemmaksi vilja tulee, sillä kosteuden siirtyminen hidastuu. Veden haihtuminen sitoo lämpöä, jolloin jyvän ytimen lämpötila on aluksi melko alhainen. Kuivauksen edetessä jyvän ytimen lämpötila nousee, koska haihtuminen vähenee. (Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 66.) Kuvassa 1. on esitetty Mollier -taulukko, josta ilmenee suurin vesimäärä, jonka ilma kykenee sitomaan höyrynä eri lämpötiloissa.

Perinteisen eräkuivurin toimintaperiaate on kuvattu oheisessa kuvassa (Kuva 2.). Syöttölaite syöttää viljaa elevaattorille kuivauskaapin alapuolelta. Elevaattori nostaa viljan ylös ja pudottaa esipuhdistimen kautta takaisin kuivauskaapin yläosaan, josta vilja vähitellen taas putoaa alas. Lämmintä ilmaa puhalletaan kuivauskaapin läpi ilmakenttien kautta. Kosteus viljasta poistuu ilman mukana. Esipuhdistin poistaa viljasta roskia ja pieniä jyviä, jolloin viljasta tulee parempilaatuista.



Kuva 1. Mollier -taulukko
(Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 82.)



Kuva 2. Ilman kulku kennokuivurissa.
(Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 82.)

Kuvassa 2 esitellään numeroituna kuivurikoneisto. 1. Kaatosuppilo, 2. Elevaattori, 3. Esipuhdistaja, 4. Varastokenno, 6. Syöttölaite, 7. Purkuputki silloon, 8. Kuivuriuuni, 9. Tuloilmakanava, 10. Lämminilmaharja, 11. Ilmakkenno 12. Kylmäilmaharja

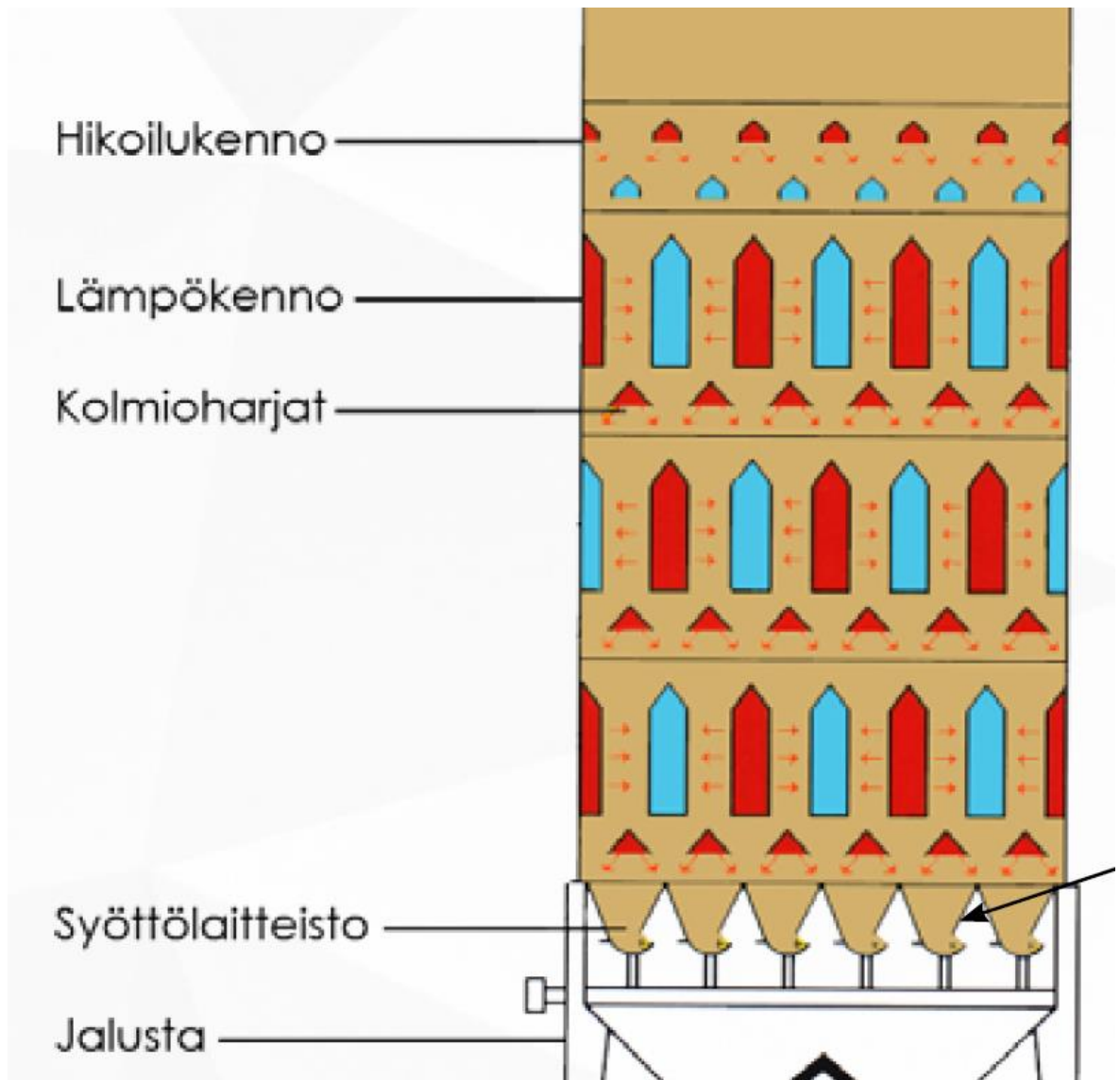
2.2.1 Harjakennokuivuri

Kennokuivuri on nykyisin yleisesti käytössä oleva lämminilmakuivurityyppi. Kuivurissa on kuivaus- ja varastokennoja. Kuivauskennoissa on ilmaharjat, joista joka toinen tuloilmaharja ja joka toinen poistoilmaharja. Kuivausilma siirtyy viljankerrosten läpi tuloilmaharjasta poistoilmaharjaan. Ilmakennot jakavat kuivausilman tasaisesti viljaan, jolloin saadaan tasalaatuinen kuivaus. (Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 79.)

2.2.2 Sivusolakuivuri

Sivusolakuivurissa vilja liikkuu alaspäin reikä- tai suomulevyjen muodostamissa solissa. Kuivausilma puhalletaan viljasolien läpi viljan virtaussuuntaan nähden poikittain. Ilmaa puhalletaan jatkuvasti samasta suunnasta tai sitten suuntaa vaihdellen eri kennoissa. (Peltola & Kallioniemi 1988, 63.)

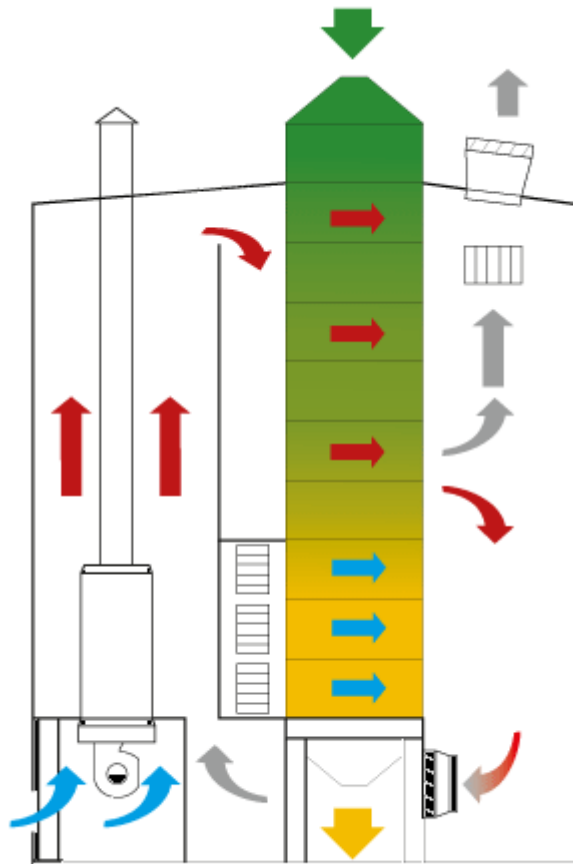
Vilja on herkin vaurioille sivusolakuivurissa, koska siinä vilja on pitkään kosketuksissa kuuman ilman kanssa. Tässä kuivurityypissä kuivausilman lämpötila on alhaisempi, ja sen seurauksena kuivauskapasiteetti on heikompi. (Peltola & Kallioniemi 1988, 63.) Kuvassa 3 esitetään sivusolakuivurin rakenne.



Kuva 3. Sivusolakuivuri.
(Viljankuivurit.)

2.2.3 Jatkuvatoiminen kuivuri

Jatkuvatoimisessa kuivurissa kuivaus tehdään jatkuvana. Viljan syöttönopeus on sellainen, että vilja on kuivurista ulos tullessaan kuivaa. Hyvin märkää viljaa kuivattaessa joudutaan kuitenkin viljaa kuivaamaan kahdessa erässä. Jatkuvatoimisessa kuivurissa ei ole erillisiä poisto- ja täyttövaiheita, jolloin sen kapasiteetti on eräkuivuria suurempi. (Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 80.) Kuvassa 4 esitetään jatkuvatoimisen viljankuivurin toimintaperiaate.



Kuva 4 Jatkuvatoiminen viljankuivuri (Products Drying 2013).

2.3 Lämminilmakuivurin säädöt

Lämminilmakuivurin säädöistä kuivausilman lämpötila on tärkein. Korkean ja tehokkaan diffuusion turvaamiseksi lämpötilan tulisi olla mahdollisimman korkea. Kuivauksen alkuvaiheessa, kun kosteus haihtuu voimakkaasti, kuivausilman lämpötila voi olla korkeampi. Loppuvaiheessa kuivattavan viljan laatutavoite määrää kuivauslämpötilan. Kuivausilman määrän on oltava riittävän suuri, koska ilma toimii sekä lämpöenergian että poistettavan kosteuden kuljettajana. Kuivausilman lämpötila ja ilmamäärä ovat yhteydessä toisiinsa siten, että lämpötila tehostaa dif-

fuusiota, haihduttaa veden, ja ilmavirta tuo lämpöenergiaa ja poistaa kosteuden. Lämminilma-kuivauksessa on sekä kuivauksen tehon, että energian kulutuksen kannalta kuivausilman korkea lämpö ja pieni ilmamäärä on edullisempi yhdistelmä kuin alhainen kuivauslämpötila ja suuri ilmavirta. Viljan kierrätyksen nopeudella voidaan vaikuttaa viljan kuivumisen tasaisuuteen sekä kuumien ilmaharjakanavien aiheuttamaan jyvän vaurioitumiseen. Kuivurin säätöjen peruseräperiaate on käyttää suurinta mahdollista kuivausilman lämpötilaa ja ilmamäärää. (Peltola 1997, 7.) Kuivausilman korkein turvallinen lämpö voidaan laskea vähennyslaskulla, 90- viljankosteus prosentti (Kallioniemi & Peltola 1988, 94).

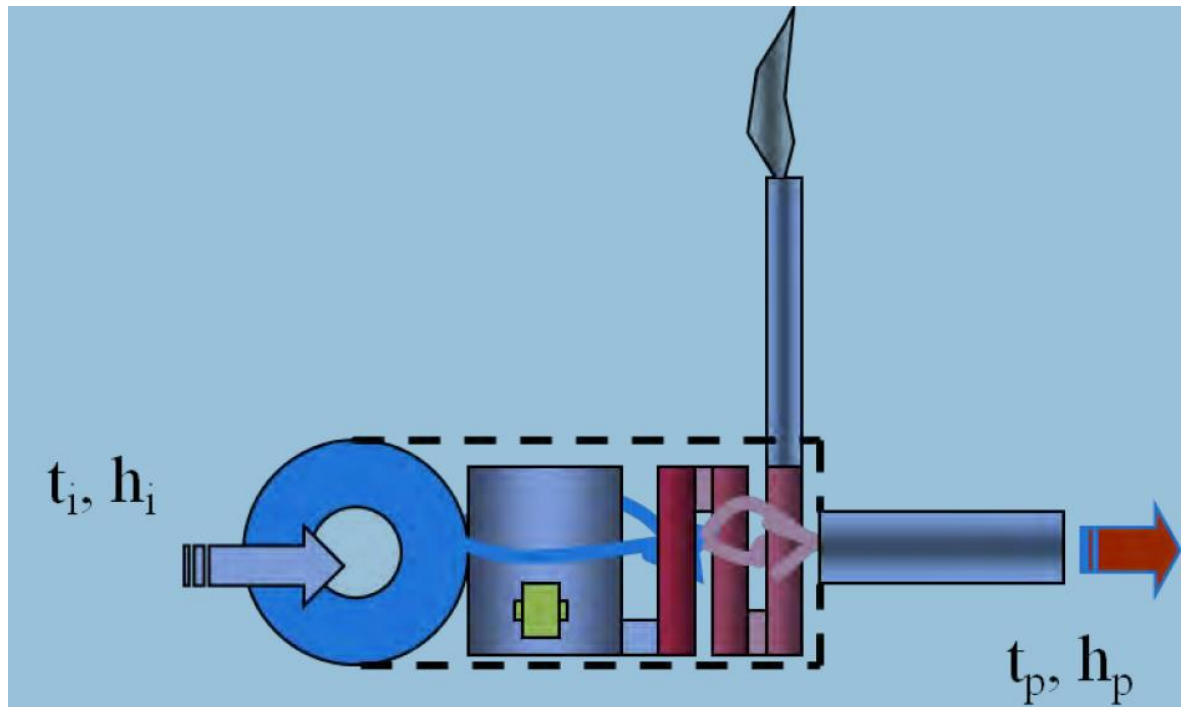
3 ILMAUUNIT

Lämminilmakuivauksessa kuivausilmaa lämmitetään kuivuriuunissa polttoainetta polttamalla. Palaminen lämmittää lämmönvaihtopintoja, joista lämpö johtuu uunin toisioilmapuolelle puhaltimelle, joka siirtää lämmön kuivauskoneistoon. Palokaasut johdetaan savupiipun kautta ulos. (Lötjönen 2005, 35.)

Kuivuriuunissa ilman lämpötilaa nostetaan, jolloin ilman vedensitomiskykyä saadaan parannettua. Kuivausilman lämpötila valitaan kuivattavan kasvilajin mukaan. Uunin puhaltimen on oltava tarpeeksi tehokas, jolloin saadaan riittävä ilmavirtaus. Kiinteällä polttoaineella toimivissa uuneissa tehon lisäys perustuu polttoaineen syöttömäärän säätämiseen. Kuivaustehon lisäksi ilmamäärällä vaikutetaan kosteuden poistonopeuteen. (Hautala ym. 2013, 69.)

Kuivauksen energiatehokkuus on mahdollista ilmoittaa eri tavoin. Yleisesti käytössä on tapa, jossa ilmoitetaan kuinka paljon yhden vesikilon poistaminen tarvitsee energiaa. Tällä tarkoitetaan energian ominaiskulutusta. Toinen vaihtoehto on verrata vastaavassa tilanteessa veden höyrystymiseen tarvittavaa energiaa kulutettuun energiaan, jolloin puhutaan kuivurin hyötysuhteesta. (Hautala ym. 2013, 71.)

Tyypillisesti kuivuriuunissa käytetään väliaineena ilmaa. Tällä saadaan aikaan edullinen ja yksinkertainen rakenne, jossa ei ole jäätymisvaaraa. Ilmauunissa on samat osat kuin vesilämmityskattilassa. Kuivuriuunissa ilma puhalletaan lämmönvaihtimen läpi kuivuriin. Ilmaa voidaan lämmittää joko öljyllä tai kiinteällä polttoaineella. (Hautala ym. 2013, 82.) Kuvassa 5 on esitetty kuivuriuunin toimintaperiaate.



Kuva 5. Kuivuriuunin toimintaperiaate.
(Hautala ym. 2013, 82.)

3.1 Antti-Teollisuus

Agrosec Bioheaters on kuivuriuunijärjestelmä, joka käyttää kotimaista bioenergiaa. Järjestelmää voidaan käyttää missä tahansa kohteessa, jossa lämpöä tarvitaan. Polttoaineena on mahdollista käyttää haketta, turvetta, pellettiä, viljaa, lajittelujätettä. Polttimeksi suositellaan liikkuva arinanaista mallia. Agrosec Bioheaters kuivuriuunien tehot ovat 300 - 800 kW käytettävästä laitekokoisuudesta ja biopolttoaineesta riippuen.

Agrosec BIO -kuivuriuuni on pystyrakenteinen, jolloin palokammio ja tuubit ovat pystysuorassa asennossa. Biopolttoaineista muodostuva tuhka kerääntyy alas ja on poistettavissa automaattisesti tuhkaruuvilla. (Agrosec Bioheaters 2011.)

Antti-Teollisuuden biouuni on yhteensopiva kaikkiin kuivurimerkkeihin. Lähes kaikkien polttolaittevalmistajien laitteet voidaan tarvittaessa yhteensovittaa biouuniin. Antti-Teollisuuden biouuni toimii ylipainetekniikalla. (Timonen 2014.) Taulukossa 1 esitetään Antti Teollisuuden biouunimalliston tekniset tiedot. Kuvassa 6 on Antti Agrosec Bioheaters kuivuriuunijärjestelmä.



Kuva 6. Antti Agrosec Bioheaters kuivuriuunijärjestelmä (Agrosec bioheaters 2011)

Taulukko 1. Antti biouunimallisto. (Kuivatukseen ja lämmitykseen)

Teho kW	Moottori kW	Ilmamäärä m ³ /h	Pituus mm	Leveys mm	Korkeus mm	Ilmaputken halkaisia mm	Paino kg
300	7,5	20400	5194	1556	2647	630	1873
400	11	25000	5421	1556	2647	630	2040
500	15	30000	5471	1556	2647	800	2072
650	15	30000	5471	1556	2647	800	2072
800	2x7,5	35000	4398	1556	2647	1000	1952

3.2 Arska

Arskan Etu-uuni sopii kaikkiin uunimalleihin ja -merkkeihin. Etu-uuni on öljykäyttöisen kuivuriuunin lisälaitte, jossa kuivausilma imetään etu-uunin läpi ja savukaasut johdetaan öljyuunin lämmönvaihtimeen öljypoltinliitännän kautta. Etu-uunia on myös mahdollista käyttää öljytoimisena. (Etu-uuni sopii kaikkiin uunimalleihin.)

Arskan EcoHeater kuivuriuunissa poltetaan kiinteää polttoainetta. Uunit toimivat joko alipaine- tai ylipainetekniikalla. Alipainetekniikka mahdollistaa monen kuivurin yhteiskäytön samaan aikaan. (Käkönen 2014.) Taulukossa 2 esitetään Arskan etu-uunien tekniset tiedot ja taulukossa 3 Arskan EcoHeater uunien tekniset tiedot. Kuvassa 7 on Arskan Etu-uuni.

Taulukko 2. Arska Etu-uunien tekniset tiedot.
(Etu-uuni sopii kaikkiin uunimalleihin.)

Poltin malli	Ilmamäärä m ³ /h VP 60mm	Pelletin kulutus kg/h	Teho kw	Savukaasu imurin teho kw	Pituus ilman palopäätä cm	Leveys cm	Korkeus cm
300	18600-24300	60	254	1,1	180	160	160/200
400	18600-24300	60-75	412	1,1	180	160	160/200
500	24300-37200	75-100	494	1,1-2,2	180	160	160/200

Taulukko 3. Arska EcoHeater tekniset tiedot.
(Markkinoiden ainoa alipaine tekniikkaan perustuva biouuni)

Poltin malli	Ilmamäärä m ³ /h (60mm VP)	Kg/h (pelletti)	Max. Lämpöteho kW	Savukaasu imurin teho kW	Pituus ilman palopäätä cm	Leveys cm	Korkeus cm
300	18600-24300	60	400	2,2	309	185	200
400	18600-24300	60-75	500	2,2	309	185	200
500	24300-37200	75-100	600	2,2	309	185	200



Kuva 7. Arska Etu-uuni.
(Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella 2013)

3.3 AlfaFlame

AlfaFlame Bioheating Systems on siirrettävä biolämpökontti viljankuivurin lämmönlähteeksi. Uuneja ja polttolaitteita myydään myös erikseen, jolloin saadaan räätälöityä jokaisen tarpeeseen oikeanlainen ratkaisu. Biolämpökontin maksimi teho on 600 kW. (Biolämpöratkaisut.)

AlfaFlame kuivuriuuni on rakennettu vaihtolavakonttiin. AlfaFlame biolämpökontti on käyttövalmis kokonaisuus. Kontissa on jousipurkaimella varustettu 15 m³:n ve-toinen polttoainesäiliö, josta polttoaine kulkee ruuvisyöttöisestä lokerosyöttimen kautta liikkuvalla porrassarinalla varustettuun palopäähän. Jäähdytyksen aikana uuni käy taukotulella, jolloin uuni antaa viiden kilowatin tehon. (Turtiainen 2014, 76-77.)

3.4 Akron

Ruotsalainen Akron valmistaa haketta ja pellettiä polttavia lämminilmakattiloita. Hakekattilassa palaminen tapahtuu liikkuvalla porrassarinalla. Hakekattiloiden teho on 400-1000 kW ja pellettikattiloiden teho 200-1000 kW. (Viljankäsittelyn tuoteluettelo.)

Akronin ilmauuni sopii kaikkiin Suomessa myytäviin kuivurimerkkeihin. Akronilla on omat polttolaitteet, jotka eivät sovi muiden valmistajien uuneihin. Akronin ilmauuni toimii ylipainetekniikalla. (Öhman 2014.) Taulukossa 4 esitetään Akronin hake-lämmitteisten lämminilmakattiloiden tekniset tiedot sekä taulukossa 5 pellettikäyt-töisten lämminilmakattiloiden tekniset tiedot.

Taulukko 4. Akronin hakelämmitteiset lämminilmakattilat. Viljankäsittelyn tuoteluettelo.

Tyyppi	Hakkeenkulutus kg/h	Nimellisteho kW	Ilmamäärä m ³ /h ilman vastapainetta	Ilmamäärä m ³ /h vastapaine 450 Pa	Tuulettimen teho kW
Bio 400 std	500 - 600	400 - 750	35000	30000	11
Bio 400 plus	600 - 1100	750 - 1000	Ei saatavana	Ei saatavana	22

Taulukko 5. Akronin pellettikäyttöiset lämminilmakattilat. Viljankäsittelyn tuoteluettelo.

Tyyppi	Pelletin kulutus kg/h	Max. teho kW	Ilmamäärä m ³ /h ilman vastapainetta	Ilmamäärä m ³ /h vastapaine 450 Pa	Tuulettimen teho kW
1250 - 200	43	200	29000	Ei saatavana	4
1250 - 300	65	300	22000	17400	5,5
1700 - 350	75	350	32000	18000	5,5
1700 - 400	86	400	35000	21000	7,5
2100 - 500	120	500	47100	34200	11
2500 - 500	120	500	39600	Ei saatavana	11
2500 - 650	140	650	54700	39600	15
Bio 400 - 700	150	700	Ei saatavana	Ei saatavana	11
Bio 400 - 1000	215	1000	Ei saatavana	Ei saatavana	22

3.5 Tornum

Chip Burner on ruotsalaisen Tornumin valmistama täysautomaattinen ilmauunikontti viljan kuivaukseen. Biolämpökontti on yhdistettävissä kaikkiin kuivurimerkkeihin. Uunissa on elektroninen valvontajärjestelmä ja tehokkaaseen palamiseen optimoitu tulipesä. Suomessa Tornum on tehnyt yhteistyötä Biofiren ja Säättötulen kanssa. (Lindholm 2014.) Taulukossa 6 esitetään Tornumin kiinteän polttoaineen kuivuriuunien tekniset tiedot.

Taulukko 6. Haketta polttava kuivuriuuni.
(Chip Burner 2014).

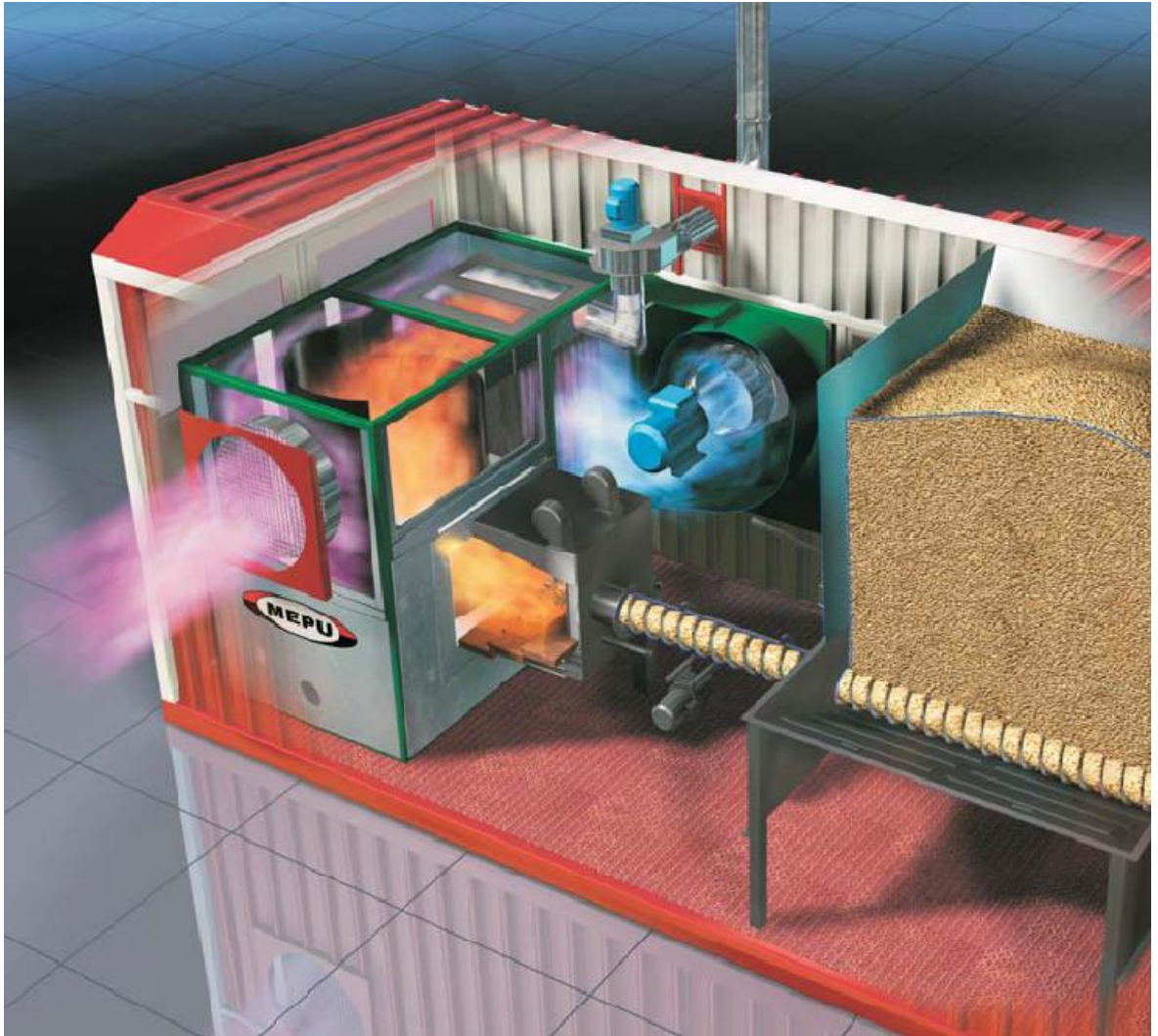
Poltinmalli	Enimmäisteho kW	Vähimmäisteho kW	Max. Lämpötila °C	Hakesäiliön tilavuus m ³
Tornum Chip Burner 700	700	70	100	35
Tornum Chip Burner 1000	1000	70	100	35

3.6 Mepu

Mepun kiinteän polttoaineen kuivuriuunit ovat varustettu Säädetulen biopoltinjärjestelmillä. Järjestelmiä valmistetaan kokoluokassa 300-650 kW. Mepulla on valikoimissa myös kontteihin asennettuja lämmitysjärjestelmiä. Polttoaineeksi soveltuvat hake, turve ja pelletti. (Hakeuunit 2014). Taulukossa 7 esitetään Mepun biouunien tekniset tiedot. Kuvassa 8 on läpileikkaus Mepun ilmauunikontista.

Taulukko 7. Tekniset tiedot.
(Viljankuivauslaitteet 2014.)

Teho kW	Max. Ilmamäärä m ³ /h	Käyttöjännite	Puhallinkoko kW	Ilmanputken halkaisija mm
300 - 650	17000 - 35000	380V/50Hz	11 - 18	630-800



Kuva 8. Lämpileikkaus ilmaunikonkosta.
(Piipari & Koivisto 2009, 12)

3.7 Nordic Termo System

Virolaisia Nordic Termo System kuumailmakattiloita käytetään viljakuivurien lämmitykseen. Kuumailmakattiloita valmistetaan teholuokissa 500 kW-3000 kW. Polttoaineena voidaan käyttää haketta pellettiä ja olkea. Laite edustajana Suomessa toimii Satabio Oy. (Nordic Termo System kuumailmakattila edustus Satabiolla.)

4 ILMAUUNIEN POLTTOAINEVAIHTOEHDOT

Suomessa lämminilmakuivureiden yleisin polttoaine on kevyt polttoöljy. Polttoöljylä on hyvä hyötysuhde, ja polttimen säädettävyys sekä tarvittava tekniikka on suhteellisen edullista. Viime vuosina puuhakkeen ja turpeen polttolaitteet ovat kehittyneet huomattavasti. Toimivuus ja säädettävyys on saatu jo lähes öljyn veroiseksi. Suurissa kuivureissa käytetään jonkin verran maa- tai nestekaasua polttoaineena. (Lötjönen 2005, 37.)

Stokeripolttimessa on mahdollista käyttää puuperäisiä polttoaineita, kuten hake, puupelletti ja puubriketit. Turvetta voidaan polttaa turvepellettinä tai palaturpeena. Peltopohjaisia polttoaineita, kuten viljat, rypsi ja rapsi sekä näiden kuivauksen yhteydessä saatava esipuhdistinjäte ovat hyödynnettävissä. Lisäksi on mahdollista polttaa näiden polttoaineiden yhdistelmiä, jolloin voidaan yhdistää eri jakeiden hyviä ominaisuuksia. (Viirimäki 2009,10.) Seuraavaksi käsitellään ilmauuneissa käytökelpoiset polttoaineet.

4.1 Nestekaasu

Nestekaasu on perinteinen kauppanimike joukolle hiilivetyjä, joita tavallisesti kutsutaan propaaniksi, butaaniksi tai näiden sekoitukseksi. Nestekaasua käytetään muun muassa maatalouden kuivausprosesseissa, kuten viljan kuivauksessa. Nestekaasu palaa täydellisesti hyvinkin yksinkertaisissa polttimissa, ja sen palamista on erittäin helppo säätää. (Tietoa nestekaasusta.) Nestekaasupolttimet ovat vielä Suomessa harvinaisia viljankuivauksessa.

4.2 Bioöljyt

Biodiesel on yleisnimitys kasviöljypohjaiselle polttoaineelle. Esteröimällä kasviöljy alkoholilla saadaan dieselmoottoriehin sopivaa polttoainetta. Rypsiöljyn lämpöarvo on 36,9 MJ/kg. (Alakangas 2000, 138.)

Ilmauuneihin on öljypolttimen tilalle saatavana moniöljypolttimia, joissa voi polttaa esimerkiksi rypsiöljyä. Näitä on käytössä jonkin verran Suomessa. (Rypsienergialla omavaraisuuteen 2007, 9.)

4.3 Hake

Hake on rangoista, kokopuusta, hakkuutähteistä tai muusta puuaineksesta hakkuurilla tehtyä polttoainetta. Haketta valmistetaan myös sahateollisuuden sivutuotteista. Tavallisesti hakelastun pituudeksi tavoitellaan 30- 40 millimetriä. Hakkeen tärkein laatuominaisuus on kosteus. (Alakangas 2000, 48.)

4.4 Puupelletti

Puupelletti valmistetaan kutterinpurusta, hiontapölystä tai sahanpurusta, joita syntyy teollisuuden sivutuotteena. Raaka-aine puristetaan yleensä sylinterin muotoiseksi rakeeksi, jossa sidosaineena toimii ligniini. Halkaisijaltaan pelletit ovat 8-12 mm ja pituudeltaan 10-30 mm. (Alakangas 2000, 18.)

Pelletin valmistuksen kannalta ihanne kosteusprosentti on alle 15 %. Pellettien irtotiheys on 600-750 kg/i-m³. Pelletin laatua kuvaa se, kuinka paljon pelletin joukossa on hienoainesta. Pelletit kestävät kosteutta huonosti, ja siksi pellettivarasto täytyy suojata sateelta. (Alakangas 2000, 76-77.)

4.5 Puubriketti

Puubriketti valmistetaan pelletin tapaan teollisuuden sivutuotteista, jotka puristetaan tiiviiksi paloiksi. Briketti muistuttaa ulkoisesti pellettiä, mutta on kooltaan suurempaa. Halkaisijaltaan briketti on noin 65 millimetriä ja pituus jopa 200 millimetriä. Puristamisen onnistumiseksi kosteuden tulisi olla 15 prosenttia. Briketin tilavuuspaino on 650 kg/i-m³. Myös muita biomassoja kuten ruokohelpeä voi briketöidä ja käyttää lämpöenergiana. (Alakangas 2000, 74.)

4.6 Palaturve

Palaturve on halkaisijaltaan 40-70 millimetriä ja pituudeltaan 50-200 millimetriä. Palaturpeen kosteus on keskimäärin 34-36 prosenttia. Palaturpeen tilavuuspaino on keskimäärin 390 kg/i-m³. Turpeen tuhkapitoisuus vaihtelee 2 ja 10 prosentin välillä. (Alakangas 2000, 90.)

4.7 Turvepelletti

Turvepelletti valmistetaan jyrshinturpeesta, joka kuivataan ja puristetaan kiinteäksi pelletiksi. Valmistustekniikka on sama kuin puupelletillä. Pelletin halkaisija on keskimäärin 8 millimetriä ja pituus 30 millimetriä. Turvepelletin kosteus on tyypillisesti 12 prosenttia. Tilavuuspaino turvepelletillä on noin 700 kg/i-m³. Tuhkaa turvepelletistä kertyy tuhkaa noin 2 prosenttia. (Korte 2005, 7.)

4.8 Vilja

Viljanjyvillä on kuiva-ainekiloa kohti lähes sama lämpöarvo kuin puulla ja oljella. Tavallisesti poltettava vilja on markkinakelvotonta tai lajittelujätettä. Jyviä voidaan polttaa jauhattuna tai sellaisenaan. Viljan polttaminen aiheuttaa lisävaatimuksia polttotekniikalle mm. liikkuva arina on välttämätön. Viljan käyttö polttoaineena voi vaatia viljan polttamista seoksena hakkeen tai turpeen kanssa. Viljalla on moninkertainen tuhkapitoisuus hakkeeseen ja puupellettiin verrattuna. Viljan poltossa kattilan konvektio- ja tulipinnoille kertyy enemmän nokea, jolloin nuohous- ja puhdistustarve lisääntyy verrattuna hakkeen ja pelletin polttamiseen. Poltettavan viljan tilavuuspaino riippuu viljan laadusta. (Kouki 2005, 70-71.)

4.9 Olki

Oljella ja puulla on lähes samanlainen alkuainesisältö ja tehollinen lämpöarvo. Oljen polttamiseen tarvitaan olkea varten suunniteltu kattila. Eri viljalajien oljen tuhkan sulamislämpötilat ovat erilaiset, jolloin kattilan arinan pitäisi toimia sulaneella

ja sulamattomalla tuhalla. Suomessa olkea hyödynnetään vielä toistaiseksi vähän. Oljen käytön suurin ongelma on sen suuri tilavuus, joka on noin 30-40 kg/i-m³. Olkea poltetaan suurkantti- ja pyöröpaaleina, silputtuna ja briketteinä. Oljen suuri tuhkapitoisuus ja pieni energiatiheys tekevät siitä muita polttoaineita hankalammaksi polttoaineeksi. Olki ei saa olla liian kosteaa, koska sen lämpöarvo alenee. (Alakangas 2000, 98-99.)

Taulukossa 8 vertaillaan biopolttoaineiden keskeisiä ominaisuuksia.

Taulukko 8. Biopolttoaineiden ominaisuuksia.

(Alakangas 2000; Olki energiantuotantoon 2014; Energia-arvot ja muuntokertoimet 2015; Polttoaineiden hintataso 2014.)

	Ranka hake	Puubri ketti	Puupel letti	Turvepel letti	Palaturve	Kaura	Kevyt polttoöljy	Olki
Kosteus %	25 - 30	8 - 10	8 - 10	8 - 15	25 - 40	14		20
Irtotiheys kg/i-m³	250 - 320	600 - 650	600 - 650	650 - 700	350 - 400	520 - 590	845	40
Energiatiheys kwh/i-m³	700 - 900	2900 - 3900	2900 - 3400	3300	1400	2200 - 2500	10000	1600
Tuhkapitoisuus %	0,5 - 2,0	0,5	0,5	2	4,0 - 6,0	5,0 - 7,0	0	4 - 7
Polttoaineen hinta snt/kwh, alv 0%	2,1		3,8	4,3	2,3	2,7 - 3,1	8,4	

5 TUET

Kuivaamoihin on haettavissa maaseutuohjelman mukaista maatalouden investointitukea. Tukea voidaan myöntää avustuksena, korkotukilainan korkotukena, valtiotakauksena tai näiden yhdistelmänä. Maatilojen investointitukien haku on jatkuvaa mutta tukipäätöksiä tehdään neljästi vuodessa. Investointitukihakemusten pitää täyttää tietyt peruskriteerit, että niitä voidaan edes käsitellä. Hakemukset pisteytetään ja laitetaan paremmuusjärjestykseen. Rahaa ei välttämättä riitä kaikkiin hankkeisiin, eikä näin ollen tuenhakija etukäteen tiedä, saako hanke tukea, vaikka hakuehdot täytyisivätkin. (Niittymaa 2015, 9.)

6 KANNATTAVUUS

Puuhakkeen ja turpeen polttolaitteet ovat kehittyneet viime vuosina. Korkealla öljyn hinnalla kuivurin varustaminen kiinteän polttoaineen polttojärjestelmällä alkaa olla kannattavaa suurilla pinta-aloilla. Lämminilmakuivureiden lämpötehontarve on suuri, jolloin tämän tehoisen kiinteän polttoaineen lämpökeskuksen hankintahinta on korkea. Toinen vaihtoehto on korvata öljylämmitteinen uuni kiinteään polttoaineeseen perustuvalla ilmauunilla. Investoinnin kannattavuus paranee, mikäli laitteistolle on muuta käyttöä kuivauskauden ulkopuolella. (Lötjönen & Kässä, 2011, 48-49.)

Kuvassa 9 on esitetty hake- ja öljyjärjestelmien kustannusvertailu. Pinta-alana on käytetty 100 hehtaaria ja keskisatona 4000 kg hehtaarilta. Laskelmassa on verrattu tältä pinta-alalta saatavan viljan kuivaamista öljyllä tai hakkeella. Öljyllä kuivaamisen pääomakustannus on pienempi kuin hakkeella, mutta muuttuvat kustannukset ovat suuremmat. Hakejärjestelmän pääomakustannus nousee kuitenkin niin suureksi, että on edullisempaa lämmittää öljyllä näillä hintasuhteilla. Laitteiston takaisinmaksuaika on 30 vuotta, jolloin laitteisto ei maksa itseään koskaan takaisin. Laskelmassa on käytetty Antti-Teollisuuden laitteita ja hintoja (Liite 1). Vertailuksi pyysimme laitetarjouksen myös Arskametalli Oy:ltä ja Aritermiltä, jonka polttolaitteita Arskametalli käyttää. (Liite 2)

Hake-Öljy -järjestelmien kustannusvertailu

©Hannu Mikkola 3.10.2013

Lähtötiedot:		Vilja-ala	100 ha
		Hehtaarisato	4000 kg/ha
		Kuivattava viljamäärä	400000 kg
		Puintikosteus	22 %
		Varastokosteus	13 %
		Poistettava vesimäärä	41379 kg
		Öljyn tarve	5793 l
		Hakkeen polton hyötysuhde	80 %
		Hakkeen kosteus	30 %
		Hakkeen tarve	89 m ³
		Hakkeen hinta	20,00 €/m ³
		Öljyn hinta	0,80 €/l
		Oman työn hinta	20,00 €/h
		Korkokanta	5 %
		Poistoaika	15 vuotta
Öljyvaihtoehto			
	Uusi öljyuuni	11300 €	
	Muuta?	€	
		€	
		€	
	Yhteensä	11300 €	
	Annuiteetti	-1 089 €	
	Polttoaine €/vuosi	4634 €	
Investoinnit ja polttoaine yhteensä			
		5723 €	
Hakevaihtoehto			
	Hakeuuni	54980 €	
	Hakevarasto	0 €	
	Muuta?	€	
		€	
	Yhteensä	54980 €	
	Annuiteetti	-5 297 €	
	Polttoaine €/vuosi	1783 €	
	Lisätyö, h	5	100 €
	(15 min/erä)		
Investoinnit työ ja polttoaine yhteensä			
		7180 €	
			Erotus öljy - hake
			-1457 €
Hakejärjestelmään tehdyn lisäinvestoinnin takaisinmaksuaika			-30,0 vuotta

Kuva 9. Hake- ja öljy-järjestelmien kustannusvertailu. (Mikkola 2013; Liite 1)

Kuvassa 10 on esitetty hake- ja öljyjärjestelmien kustannusvertailu. Pinta-alana on käytetty 250 hehtaaria ja keskisatona 4000 kg hehtaarilta. Laskelmassa on verrattu tältä pinta-alalta saatavan viljan kuivaamista öljyllä tai hakkeella. Kuivattava viljamäärä on miljoona kiloa. Laitteiston poisto-aika on 7,7 vuotta. Laskelmassa on käytetty Antti-Teollisuuden laitteita ja hintoja (Liite 1). Kuivattavan viljamäärän ol-

lessa suuri, yli miljoona kiloa, kiinteän polttoaineen ilmauunit ovat taloudellisesti kannattavia.

Hake-Öljy -järjestelmien kustannusvertailu

©Hannu Mikkola 3.10.2013

Lähtötiedot:		Vilja-ala	250	ha
		Hehtaarisato	4000	kg/ha
		Kuivattava viljamäärä	1000000	kg
		Puintikosteus	22	%
		Varastokosteus	13	%
		Poistettava vesimäärä	103448	kg
		Öljyn tarve	14483	l
		Hakkeen polton hyötysuhde	80	%
		Hakkeen kosteus	30	%
		Hakkeen tarve	223	m ³
		Hakkeen hinta	20,00	€/m ³
		Öljyn hinta	1,00	€/l
		Oman työn hinta	20,00	€/h
		Korkokanta	5	%
		Poisto aika	15	vuotta
Öljyvaihtoehto				
	Uusi öljyuuni	11300	€	
	Muuta?		€	
			€	
			€	
	Yhteensä	11300	€	
	Annuiteetti	-1 089	€	
	Polttoaine €/vuosi	14483	€	
Investoinnit ja polttoaine yhteensä				
		15571	€	
Hakevaihtoehto				
	Hakeuuni	54980	€	
	Hakevarasto	0	€	
	Muuta?		€	
			€	
	Yhteensä	54980	€	
	Annuiteetti	-5 297	€	
	Polttoaine €/vuosi	4458	€	
	Lisätyö, h (15 min/erä)	8	160	€
Investoinnit työ ja polttoaine yhteensä				
		9914	€	
				Erotus öljy - hake
				5657 €
Hakejärjestelmään tehdyn lisäinvestoinnin takaisinmaksuaika				7,7 vuotta

Kuva 10. Hake- ja öljy- järjestelmien kustannusvertailu.
(Mikkola 2013; Liite 1)

7 HAASTATTELUT

Haastattelu toteutettiin lomakehaastatteluna sähköpostin kautta keväällä 2015. Jokaiselta suuremmalta kuivurivalmistajalta (Antti, Arska, Mepu) valittiin haastateltava. Haastateltavat olivat viljelijöitä ja käyttäjiä, joilla oli erilaiset lähtökohdat kiinteänpolttoaineen käyttöön viljankuivauksessa. Haastateltavilta kysyttiin 10 avointa kysymystä, joihin he vastasivat vapaamuotoisesti. Haastattelujen vastausprosentti oli 50 prosenttia.

7.1 Haastattelu 1

Ensimmäisellä haastateltavalla on Antti Standalone 44MF3 tilavuudeltaan 480 hehtolitran kuivurikoneisto. Biouuni on Antin 650 kW varustettuna Ala-Talkkarin 650 kW palopäällä. Polttoainevarasto on tilavuudeltaan 40 kuutiota, ja se on varustettu jousipurkaimella. Haastateltava kertoo valintaperusteeksi hyvät käyttäjäkokemukset, toimivat ratkaisut ja hyvät aikaisemmat kokemukset Ala-Talkkarin polttolaitteista. Vuosittainen kuivausmäärä vaihtelee 650 tonnista 1200 tonniin riippuen vuodesta. Kokemuksia bioenergialla kuivauksesta on vasta yhdeltä vuodelta.

Polttoaineena käytetään haketta, joka on hankittu omasta metsästä. Hake on todettu paremmaksi sen tasalaatuisuuden ja kuivuuden vuoksi kuin turve, ja se mahdollistaa korkeamman kuivauslämpötilan. Käyttäjä kertoo laitteiston käytön olevan helppoa kun sen oppii, eikä se eroa juuri perinteisestä stokerilämmityksestä. Bioenergialla kuivaamisesta ei aiheudu merkittävästi lisätyötä. Haketus, polttoainesiihon täyttö ja kattilan nuohous muutaman kerran kuivauskauden aikana ei ole paljon. Tärkeimmät syyt siirtyä bioenergiaan viljankuivauksessa olivat kallis öljy ja mahdollisuus hakkeen omaan käyttöön. Investoinnin takaisinmaksuajaksi on laskettu kuusi vuotta normaalisyksyn kuivausmäärällä.

7.2 Haastattelu 2

Toisella haastateltavalla on Antti-Teollisuuden kuivurikoneisto 75MF2 tilavuudeltaan 454 hehtolitraa sekä 800 kilowatin biouunikontti Sykäke Oyn polttotekniikalla

ja automaatiolla varustettuna. Kokemusta on myös Mepun biokontista. Vuosittain kuivataan yhteensä noin miljoona kiloa. Viljankuivauksesta bioenergialla haastateltavalla on kokemusta 16 vuoden ajalta.

Viljankuivauksessa käytetään hakkuutähdettä tai kokopuuhaketta vaihdellen tilanteen mukaan vuosittain. Kuiva ja ylivuotinen hakkuutähde on edullisin ja tehokkain polttoaine viljankuivaukseen. Kuutiolla haketta kuivaa noin 5000 kg viljaa. Tilalla painotetaan hakkeen laatua enemmän kuin hakkeen hintaa. Haketettava puutavara hankitaan tilan omista metsistä ja naapureilta.

Tilan nykyinen laitteisto on helppokäyttöisempi kuin edellinen Mepun valmistama. Isännän mukaan biolämmityksen toimintahäiriöistä 20 prosenttia on johtunut hakkeen laadusta. Polttolaitteisto toimii täysin automaattisesti, ja jos polttoaineen laatu ei oleellisesti muutu laitteistoa ei tarvitse kuivauskauden aikana säätää. Polttoaineen laadun vaihdellessa oleellisesti on säätäminen tarpeen.

Biopolttoaineiden käyttämisestä aiheutuu haastateltavan mukaan lisätyötä noin tunti 100 000 kilon kuivausta kohti. Lisätyötä aiheutuu päivittäin polttoainesilon täytöstä ja viikoittain tuhkatynnyrin tyhjentämisestä. Tarvittaessa hakkeen laadusta riippuen poistetaan oksia valosilmän edestä 1-10 kertaa kuivauskauden aikana.

Tärkeimmäksi syyksi bioenergian käyttöön isäntä kertoi taloudellisuuden. Investoinnin takaisinmaksuajaksi on laskettu 5-10 vuotta riippuen öljyn hinnasta.

8 YHTEENVETO

Viljankuivaus kiinteällä polttoaineella on yleistymässä Suomessa. Erityisesti isot tilat ja kuivuriyhtymät ovat siitä kiinnostuneita. Öljy on vielä kuitenkin yleisin energianlähde viljankuivurissa. Ilmauunin valmistajia on useita sekä suomalaisia että ulkomaisia. Laitteistot ovat kehittyneet runsaasti viime vuosina, sekä automatiikka ja käyttö ovat helpottuneet. Kiinteää polttoainetta käyttävä ilmauuni sopii yleensä kaikkiin kuivurimerkkeihin myös jälkiasennettuna. Bioenergian käyttö on hyvä vaihtoehto tiloille, joilla on käytettävissä omaa puuta hakkeeksi ja runsaasti kuivattavaa viljaa. Polttoainevaihtoehtoja on runsaasti, jolloin jokainen voi valita juuri itselleen sopivimman polttoaineen. Puuhake on yleisin käytetty polttoaine.

Kiinteän polttoaineen ilmauunilla kuivaaminen vaatii suuremman investoinnin kuin öljyuuni. Pääomakustannus on suurempi, mutta muuttuvat kustannukset ovat pienemmät bioenergialla kuivattaessa. Bioenergian käyttö viljankuivauksessa vaatii riittävästi kuivattavaa viljaa, jotta se on kannattavaa. Kannattavuuteen vaikuttavat hintasuhteet, joissa suurin muuttuja ja riskitekijä on öljynhinta. Kannattavuuden, takaisinmaksuajan ja tehokkaan käyttöasteen saavuttaminen vaatii vähintään noin miljoonan kilon vuotuisen kuivattavan viljamäärän. Tätä pienimmillä viljamäärillä bioenergia ei ole kannattava viljankuivurin lämmönlähde tämänhetkisillä hintasuhteilla.

LÄHTEET

- Agrosec bioheaters. 2011. [Verkkosivusto]. Salo: Antti-Teollisuus. [Viitattu 1.12.2014]. Saatavana: <http://www.antti-teollisuus.fi/fi/viljankasittely/tuotteet/kuivuriuunit/agrosec-bioheaters.html>
- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. [Verkkojulkaisu]. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. [Viitattu 24.11.2014]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>. VTT tiedotteita 2045.
- Antti-Teollisuus. Kuivatukseen ja lämmitykseen. Ei julkaisuaikaa. Esite. Salo: Antti-Teollisuus.
- Biolämpöratkaisut. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Salo: AlfaFlame. [Viitattu 5.2.2015]. Saatavana: <http://alfaflame.eu/>
- Energia-arvot ja muuntokertoimet. 2015. [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.1.2015]. Saatavana: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/faktaa/biopolttoaineiden-muuntokertoimia/>
- Etu-uuni sopii kaikkiin uunimalleihin. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Somero: Arskametalli. [Viitattu 5.12.2014]. Saatavana: <http://www.arskametalli.fi/etu-uuni>
- Hautala, M., Jokiniemi, T. & Ahokas, J. 2013. Maatilakuivurit. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta. [Viitattu 20.11.2014]. Saatavana: <http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/59/Maatilakuivurit.pdf>
- Korhonen, T. 2004. Peltoviljely. [Verkkosivusto]. Helsinki: Helsingin yliopisto. [Viitattu 25.11.2014]. Saatavana: <http://www.helsinki.fi/kansatiede/histmaatalous/index.htm>
- Korte, T. 2005. Turvepelletin käyttö puupolttaineen laadun tasaajana Kyyjärven lämpölaitoksessa. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 28.11.2014]. Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20561/turvepelletin_kaytto_korte_nro14.pdf?sequence=3
- Kouki, J. 2005. Viljan energiakäyttö. Teoksessa: R. Palva, A-M. Kirkkari & H. Teräväinen (toim.) Viljasadon käsittely ja käyttö. Vantaa: Proagria Maaseutukustusten liitto, 35. Tieto tuottamaan 108. 67- 75.
- Kytö, M., Äijälä, M. & Panula, E. 1981. Metsäenergian käyttö ja jalostus. Osa 4. Puun pelletöinnin kokeellinen tutkimus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 41/1981.

- Kytö, M., Äijälä, M. & Panula, E. 1983. Metsäenergian käyttö ja jalostus. Osa 8. Puun ominaisuudet ja energiakäyttö. Kirjallisuustutkimus. Espoo: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 237.
- Käkönen, J. 2014. Toimitusjohtaja. Arskametalli Oy. Sähköpostiviesti. 25.11.2014.
- Lindholm, J. 2014. Maajohtaja. Tornum Ab. Sähköpostiviesti 3.12.2014.
- Lötjönen, T & Kässi, P. 2011. Energiakustannusten säästö viljankuivauksessa: Teoksessa: Saarinen, E. Kehitystä rehuviljan viljelyyn Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Jokioinen: Maa- Ja Elintarviketalouden Tutkimuskeskus, 47-48. Saatavana: <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/478952/mttkasvu17.pdf?sequence=1>
- Lötjönen, T. 2005. Kuivausteknologia. Teoksessa: R. Palva, A-M. Kirkkari & H. Teräväinen (toim.) Viljasadon käsittely ja käyttö. Vantaa: Proagria Maaseutukeskusten liitto, 35. Tieto tuottamaan 108.
- Markkinoiden ainoa alipainetekniikkaan perustuva biouuni. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Somero: Arskametalli. [Viitattu 9.12.2014]. Saatavana: <http://www.arskametalli.fi/ecoheater>
- Mikkola, H. 2013. Hake- ja öljy-järjestelmien kustannusvertailu. [Verkkosivusto]. Helsinki: Proagria. [Viitattu 17.2.2015]. Saatavana: <http://www.proagria.fi/hankkeet/hue-hameen-uusiutuvan-energian-tulevaisuus-219>
- Niittymaa, V. 2015. Investointitukien haku alkaa toukokuussa. Maaseuduntulevaisuus 99 (11), 9.
- Nordic Termo System kuumailmakattila edustus Satabiolla. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Kankaanpää: Satabio. [Viitattu 2.2.2015]. Saatavana: <http://www.satabio.fi/ajankohtaista/nordic-termo-system-kuumailmakattila-edustus-satabiolla-9>
- Olki energiantuotantoon. 2014. [WWW-dokumentti]. Huittinen: Satafood. [Viitattu 22.1.2015]. Saatavana: <http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/481%20biotalous%20RAKI/Harri%20Honkavaara.pdf>
- Peltola, A. & Kallioniemi, M. 1988. Viljankuivausopas. Helsinki: Työtehoseura. Työtehoseuran julkaisuja 299.
- Peltola, A. 1997. Viljaa kierrättävän lämminilmakuivurin säädöt. Helsinki: Työtehoseura. Työtehoseuran julkaisuja 355.

- Piipari, P & Koivisto, M. 2009. Viljankuivauksen kotimaiset vaihtoehdot. [Verkkosivu]. Teoksessa: E. Koskiniemi (toim.) Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella – opas. Lahti: Metsäkeskukset. [Viitattu 3.3.2015]. Saatavana: <http://www.puulakeus.net/docs/109-Ne6-viljankuivausopas.pdf>
- Polttoaineiden hintataso 2014. Koneviesti Bioenergia- liite (4), 48.
- Products Drying. 2013.[Verkkosivu]. Wutha-Farnroda: Petkus Technologie GmbH. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavana: <http://www.petkus.com/products/-/info/drying/continuous-flow-dryer/continuous-flow-dryer-wu>
- Rypsienergialla omavaraisuuteen. 2007. [WWW-dokumentti]. Espoo: Rypsienergia.fi. [Viitattu 22.1.2014]. Saatavana: http://www.rypsienergia.fi/docs/rypsienergia_esitys.pdf
- Tietoa nestekaasusta. [Verkkosivusto]. Vantaa: Kosangas. [Viitattu 13.1.2015]. Saatavana: <http://www.kosangas.fi/yriyksille/tietoa-nestekaasusta/tietoa-nestekaasusta/>
- Timonen, A. 2014. Teknologiajohtaja. Antti-Teollisuus Oy. Sähköpostiviesti 24.11.2014.
- Turtiainen, M. 2014. Alfa Flame- kuivuriuuni: Lämpöä kontista. Koneviesti 62 (16), 76- 77.
- Törmä, J. 2009. Viljankuivauksen historia. Teoksessa: E. Koskiniemi (toim.) Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella – opas. Lahti: Metsäkeskukset. 5-6.
- Viirimäki, J. 2009. Polttoainevaihtoehdot. Teoksessa: E. Koskiniemi (toim.) Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella – opas. Lahti: Metsäkeskukset. 10- 11.
- Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella. 2009. [Pdf-dokumentti]. Somero: Arskametalli. [Viitattu 3.3.2015]. Saatavana: <http://www.puulakeus.net/tiedostopankki/120-Mjf-Araska.pdf>
- Viljankuivurit. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Somero: Arskametalli. [Viitattu 9.12.2014]. Saatavana: http://www.arskametalli.fi/sites/default/files/pictures/pdf/esitteet/esite2015_viljan_kuivurit_web.pdf
- Viljankäsittelyn tuoteluettelo. Ei julkaisuaikaa. Akron Ab. Esite. Järpås: Ab Akron-maskiner
- Öhman, M. 2014. Akron Ab. Sähköpostiviesti 26.11.2014.

LIITTEET

Liite 1. Tarjous Antti-Teollisuus

Liite 2. Tarjous Arska ja Ariterm

Liite 3. Haastattelukysymykset bioenergian käyttäjille.

LIITE 1 Tarjous Antti-Teollisuus

AGRI MARKET		TARJOUSERITTELY E15. Toimitus takaraja 30.12.2015				antti	
www.agrimarket.fi		Vaihtaa alkuaan 1.10.2014.		Päättyy 15.3.2014		www.antti-teollisuus.fi	
X Tarjous		Päivämäärä					
Tilaus		Toimitusviikko					
Asiakas		Osoite SeAMK		e-mail			
		Postinro ja paikka		GSM			
Myyjä, puh Pauli Kiviluoma 0400-267201		Toimipaikka		t.p. nro		Kuluvuori m ² Sillosto m ²	
1a. KONEISTO YAKIO-OSAT				2a. KONEISTO LISÄOSAT			
kpl KUIVURI 0 0				sarja GSM HÄLYTIN 0			
kpl ELEVAATTOR 0				kpl VAAKA 0			
				kpl SYKLONI 0			
kpl JAKAJA 0 0				kpl LISÄELEVAATTORI 0			
1 kpl 600424 HIPRESS M10 400 A RADIAL 11kW*** 11300				0			
kpl 0 0				kpl JAKAJA 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
kpl POLTIN 0 0				1 kpl 502631 HIPRESS 400 BICOREY 87300 2,81M M10*** 97800			
kpl Optima keskus 0 0				kpl 0 0			
kpl ESIPUHDISTII 0 0				kpl 0 0			
kpl POHJAIMURI 0 0				kpl 0 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
kpl JALAT 0 0				kpl 0 0			
kpl JATKOJALKOJEN TUKEVUUS				kpl 0 0			
kpl SULKULUUKUN AUTOMATIikka				kpl 0 0			
kpl VERHOILU ANTTI-OSAT				kpl 0 0			
SUMMA 11300,00				SUMMA 97800,00			
1b. YAKIOSILOSTO-OSAT				2b. KUIVAAMON LISÄOSAT			
1 kpl Siiloasto 0				kpl MASSAKITTI 0			
kpl MAALAUUS VÄRI RI				kpl VARATIEIKAS 3,0m 0			
sis. kpl SIILONPOHJA + KÄRKI + SULKIJA				ltk TIKAS KIINNITYSOSAT 0			
kpl ELEMENTIT + LISTAT				pari ETUOVET 2 JA 2,5m 0			
kpl ALINTA ELEMENTIÄ				pari ALAOVIPAKKAUS 0			
kpl ANTTI-VIIRI				kpl KAATOSUPPILON RITIL 0			
kpl PÄÄPIIRUSTUKSET				kpl KANSILUUKKU 0			
1c. TUKIRAKENTEET				kpl TURVARITILÄ 0			
srj TV-PALKIT 0 0				srj VILJAPUTKISTO* 0			
kpl KATTOTUOLI 0				srj ILMAPUTKISTO* 0			
kpl NOSTOSILMUKKA 0				srj ROSKAPUTKISTO* 0			
1 kpl 502518 HIPRESS BIO M11650 KW*** 21180				kpl KIERREPORRAS 0			
1 kpl 503395 3300				kpl 0 0			
1 kpl 30500				kpl 0 0			
kpl 0 0				kpl 0 0			
SUMMA 54980,00				SUMMA 0,00			
Lisäehdot				*Kappale 2202 on ajkrellinen, lisäpalkit lorailla onia			
Perusuuni on aina sama puhaltimella tehoja lisää tässä				Laiteosat yhteensä EUR 164 080,00			
				Putkisto ja lisäosat EUR 0,00			
				YHTEENSÄ alv 0% EUR 164 080,00			
				YHTEENSÄ alv 24% EUR 203 459,20			
Huoltosopimus				• RAHTI alv 0% EUR			
Huoltojaka				EXW FCA CPT			
Huoltojaka							
Ei sopi							
Paikka ja aika							

TOIMITUSSÄLTÖ

TUOTENIMI	HINTA	KPL	VÄLEUMMA
Kuivurijärjestelmä KJ	32 900,00 €	1	32 900,00 €
-			

1 x MultiJet 400, biopoltin
30511

Ruutukoko 194mm, ei sisällä poltturia, sisällä 4 puhallinta


1 x T2 tankopurkainpohja 3115 x 3100 (4,5 - 50 m3)
8002

Kaksiruuvinen syöttöjärjestelmä

1 x Jauhensammutusjärjestelmä
1334J

Jauhensammutusjärjestelmä

1 x Pölynruuvi halkaalte ø194mm
7939

193,7 x 5 165/50 x 6 (160) 1 kpl à 1000mm


1 x Välsäily 2-ruuviseen halkaajajärjestelmään, ø194mm
20033

ø194mm ruuiputkella (ei sisällä voimansiirtoa)

1 x Moottorin suoja tuhkaruuvilin
EA3000-750

A3000-750A


1 x Tuhkaruuvi, tolstoruuvili) sis. moottori, L-1000mm
30038

114,3 x 4,5 TPR114-200 L-1000mm

1 x Tuhkaruuvilin lisäpituus, ensiö / toisiö, 114,3 x 4,5
30044

114,3 x 4,5 TPR114 Matrinhinta

1 x Sähkökeskus Anima 550 XDA
AMK550

Ohjaukset: Syöttöruuvi 1.5kW, Varastoruvi 2.2 kW, Tankopurkain 1.5kW, 4x palamisilmapuhaltimen ohjaus, Savukaasumuri 2.2kW, Tuhkaruuvili 1+2, Anturi ja muut UPS, Kotikon ilmiytytys, Takapalotermostaatti, Liskinvalvontatermostaatti, Supplon pinnanvalvonta, Varastoruuvilin pinnanvalvonta, Tulipesän ylipalokäytin ja alipalokäytin, Kuvauksilman lämpötila-anturi ja ylläpösuojaja, 4" kosketusnäyttö.

1 x Liikkuva-arha 1+2
AM550KDA01

MultiJet 200-500 karamoottori

1 x Tekstiviestihälytysjärjestelmä, Criterion
AM550KDA02

GSM-modemi

1 x Sulkuajon ohjaus 1.5 MW
AM550KDA03

-

1 x Automaattilähtytys kahdella puhaltimella
20006

sis. kaksi syöttintä 13734 ja optisan liskinvalvonta-anturin Z19058

LIITE 3. Haastattelukysymykset bioenergian käyttäjille.

1. Minkälainen bioilmauuni ja kuivurilaitteisto teillä on?(merkki, malli, teho, vm)
2. Miksi valitsitte kyseisen merkin? (hinta, ominaisuudet, laatu)
3. Kuinka monta vuotta olette kuivannut bioenergialla?
4. Kuinka monta kiloa olette kuivannut biouunilla vuosittain?
5. Mitä polttoainetta käytätte? Miksi?
6. Mistä hankitte polttoaineen?
7. Onko laitteisto toimintavarma ja helppo käyttää?
8. Kuinka paljon bioenergialla kuivaamisesta aiheutuu lisätyötä?
9. Mitkä olivat tärkeimmät syyt aloittaa bioenergian käyttö viljankuivauksessa?
10. Investoinnin takaisinmaksuaika?