

**Viljankuivauksen lämmöntalteenoton kannattavuus
AgriToukola Oy**

Tekijä, Kimmo Hilden 2018



PIRKANMAA

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	3
2	VILJANKUIVAUS	3
2.1	Viljankuivauksen energiankulutus AgriToukolan tilalla	3
3	LÄMMÖNTALTEENOTTOLAITTEISTOT VILJAKUIVURIIN.....	4
3.1	Mahoton Calefa Oy	4
3.2	Kokeellinen lämmöntalteenottolaitteisto.....	5
4	KANNATTAVUUSLASKELMA.....	5
4.1	Mahoton.....	6
4.2	Kokeellinen lämmöntalteenottolaitteisto.....	7
5	TULOSTEN ANALYSOINTI	7
	LÄHDELUETTELO	8

1 JOHDANTO

Tämä raportti on osa Hämeen Ammattikorkeakoulun Tarkalla ohjauksella energiatehokkuutta – hanketta. Hanke sisältää sekä kehittämisosion että investointiosion. Tämä raportti on laadittu osana hankkeen kehittämisosiota ja se vastaa kehittämisosion pilottikohteista AgriToukoola koskeviin tavoitteisiin.

Hankesuunnitelmassa on mainittu AgriToukolan pilottikohteen tavoitteiksi seuraavaa: ”Hankkeessa mukana olevan AgriToukola Oy:n suhteen tavoitteena on suunnitella ja testata lämpövarastoinnin hyödyntämistä hukkalämmön talteenotossa ja kuormitushuippujen tasoittamisessa, sekä jäähdytyksessä.” AgriToukola Oy:n kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella, selvitystarve tarkentui seuraaviin kohteisiin:

- kasvatuskanaloiden poistoilman lämmöntalteenottolaitteistoon investoimisen kannattavuus
- viljakuivurin lämmöntalteenottolaitteiston investoimisen kannattavuus
- aurinkoenergiajärjestelmään investoimisen kannattavuus.

2 VILJANKUIVAUS

- energian kulutus tällä hetkellä viljankuivauksessa
- energiatehokkuuden parantamisen mahdollisuudet (viitteenä väikkäri)
- lämmöntalteenottoratkaisut (väikkäri plus calefa)
- arvio kannattavuudesta perustuen ilmoitettuun energiankulutukseen ja väikkärissä sekä calefan laitteiden hyötysuhteisiin, näillä pitäisi pystyä arvioimaan takaisinmaksuaika

2.1 Viljankuivauksen energiankulutus AgriToukolan tilalla

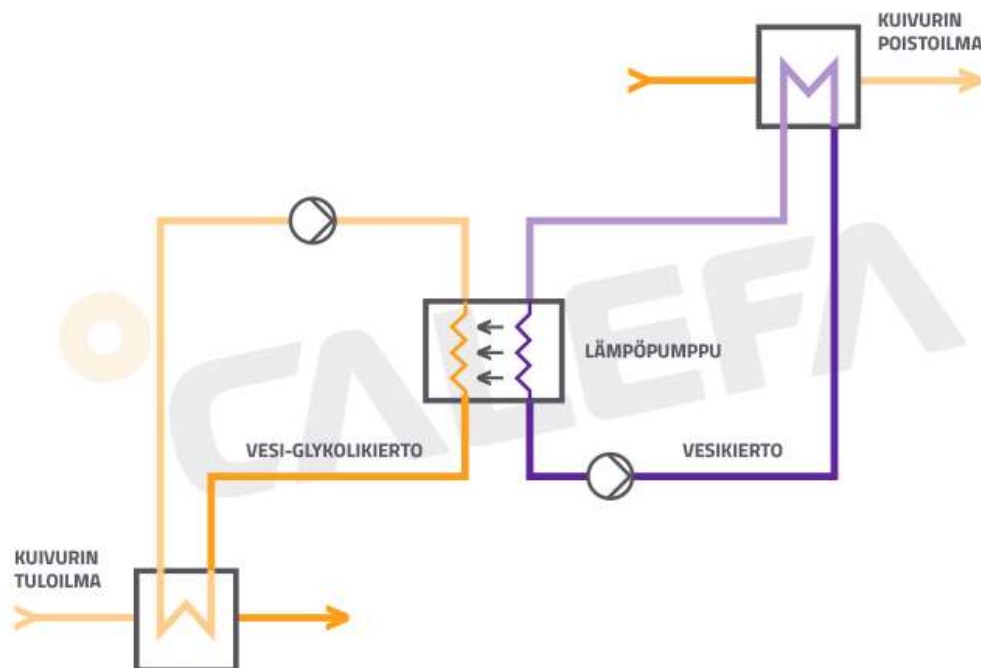
AgriToukolan viljankuivauksen energian kulutus ollut tyypillisesti 420 MWh hakkeella tuotettua lämpöenergiaa ja 180 MWh öljyllä tuotettua lämpöenergiaa. Hakkeella tuotetun lämpöenergian loppuhinta on ollut 22,5 €/MWh. Öljyllä tuotetun lämpöenergian hinnaksi oletetaan 80 €/MWh. Näin ollen viljankuivauksen kokonaiskustannukseksi syksyä kohden saadaan $420 \text{ MWh} \cdot 22,5 \text{ €/MWh} + 180 \text{ MWh} \cdot 80 \text{ €/MWh} = 23\,850 \text{ €}$. Lämpöenergian lisäksi kuivauksessa energiaa kuluttaa puhaltimet, joiden energiankulutusta ei tässä laskelmassa huomioida. (Toukola, 2017)

3 LÄMMÖNTALTEENOTTOLAITTEISTOT VIJAKUIVURIIN

Tässä raportissa tarkastellaan kahta eri lämmöntalteenottolaitteistoa, mitkä ovat olleet käytössä viljakuivureissa Suomessa. Toinen perustuu lämpöpumpputekniikkaan ja toinen edustaa yksinkertaisempaa lämmöntalteenottotekniikkaa. Tarkasteltavat laitteistot on esitelty seuraavissa kappaleissa.

3.1 Mahoton Calefa Oy

Hollolalainen Calefa Oy on valmistanut ja toimittanut viljakuivurin lämmöntalteenottolaitteen pilottiversion. Tuotteen nimi on Mahoton ja se perustuu lämpöpumpputekniikkaan. Calefalle tehdyn tiedustelun mukaan yritys keskittyy nykyisin teollisuuden markkinoille, eikä näin ollen ole jatkanut Mahottoman kehitystyötä. Järjestelmälle annettiin hinta 120 000 – 140 000 € ilman asennusta (Tamminen, 2018). Koekäytössä olleen laitteen suorituskyvyn perusteella voidaan arvioida mahdollisia säästöjä ja edelleen investoinnin kannattavuutta. Pilottikäytöstä ei ole saatavilla yksityiskohtaisia tietoja, mutta Calefan mukaan dieselkäyttöisen laitteistolla saavutetaan käytännössä 35 - 40 %:n säästö polttoainetarpeeseen (Tamminen, 2018). Tällä tiedolla arvioidaan investoinnin kannattavuutta. Calefan lämmöntalteenottolaitteiston periaate on esitetty kuvassa 1.

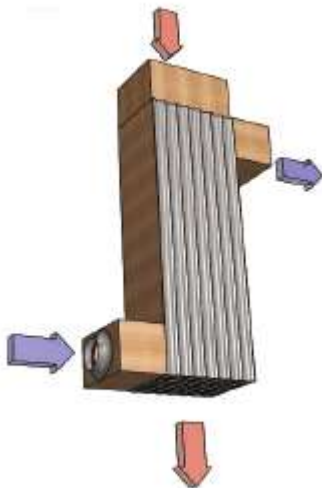


Kuva 1 Calefa Oy:n lämmöntalteenottolaitteiston periaate (Calefa Oy, 2018).

3.2 Kokeellinen lämmöntalteenottolaitteisto

Tapani Jokiniemi on väitellyt Helsingin yliopistosta aiheenaan viljakuivurin energiatehokkuus. Väitöskirjassaan Jokiniemi tutkii eri tapoja parantaa viljakuivurin energiatehokkuutta. Yksi Koskisen tutkima energiatehokkuuden parantamiskeino on lämmöntalteenotto kuivurin poistoilmasta. Asiaa käsitellään kirjallisen tutkimuksen lisäksi suunnittelemalla yksinkertainen levylämmönvaihdin viljakuivurin lämmöntalteenottoa varten. Mitoitettu lämmönvaihdin on myös asennettu tutkimusmaatilan viljakuivuriin, missä sen suorituskykyä on testattu. (Jokiniemi, 2016) Väitöskirjassa esitetään mittaustuloksia tämän lämmönvaihtimen suorituskyvystä. Tulosten avulla arvioidaan vastaavan kaltaisen laitteen tuomia säästöjä AgriToukolan viljakuivausprosessiin.

Jokiniemen laitteistolla saavutettiin koekäytön aikana keskimäärin 18 % säästö polttoaineen kulutuksessa. (Jokiniemi, 2016) Jokiniemen laitteisto on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2 Levylämmönvaihdin viljankuivaukseen (muokattu lähteestä: (Jokiniemi, 2016))

4 KANNATTAVUUSLASKELMA

Selvityksessä oletetaan ilmoitetun energiankulutuksen olevan primäärienergiankulutus ja hakkeella sekä öljyn lämmöntuotannon hyötysuhde samaksi.

4.1 Mahoton

Lasketaan investoinnin kannattavuus kolmella tavalla, mitkä perustuvat säästettävän lämpöenergian eri hintoihin. Säästönä käytetään 40 % polttoainesäästöjä, mikä perustuu dieselikäyttöisen laitteiston suorituskykyyn. Polttoainesäästö

Oletetaan Mahottomalla saavutettavan polttoainesäästön jakaantuvan seuraavasti:

- 1) 100 % hake
- 2) 50 % hake, 50 % öljy
- 3) 100 % öljy.

Säästetyt energian hinnat eri tapauksissa:

- 1) $k_1 = 22,5 \text{ €/MWh}$,
- 2) $k_2 = 51,3 \text{ €/MWh}$,
- 3) $k_3 = 80 \text{ €/MWh}$.

Säästetyt energian määrä on vakio $0,40 \cdot 600 \text{ MWh} = 240 \text{ MWh}$.

Näillä lähtötiedoilla ja –oletuksilla saadaan vuosittaisiksi säästöiksi:

- 1) $H_1 = 22,5 \text{ €/MWh} \cdot 240 \text{ MWh} = 5400 \text{ €}$
- 2) $H_2 = 51,3 \text{ €/MWh} \cdot 240 \text{ MWh} = 12\,312 \text{ €}$
- 3) $H_3 = 80 \text{ €/MWh} \cdot 180 \text{ MWh} + 22,5 \text{ €/MWh} \cdot 60 \text{ MWh} = 15\,750 \text{ €}$.

Lasketaan takaisinmaksuaika ilman asennusta käyttäen laitteiston hintana 120 000 €. Korottomat takaisinmaksuajat kyseisillä lähtötiedoilla ovat seuraavat:

- 1) $TMA_1 = 120\,000 \text{ €} / 5\,400 \text{ €/a} = 23 \text{ a}$
- 2) $TMA_2 = 120\,000 \text{ €} / 12\,312 \text{ €/a} = 10 \text{ a}$
- 3) $TMA_3 = 120\,000 \text{ €} / 15\,750 \text{ €/a} = 8 \text{ a}$

Nähdään, että mikäli säästetty energia on tuotettu kokonaan öljyllä, investointi laitteistoon on lähellä kannattava. Huomioitava kuitenkin on, että laskelma ei sisällä asennuskustannuksia, mikä heikentää kannattavuutta. Toisaalta mikäli käytettävissä olisi 3 x 150 A sähkönsyöttö, polttoaineen säästön todetaan olevan suurempi kuin nyt käytetty 40 %.

4.2 Kokeellinen lämmöntalteenottolaitteisto

Jokiniemen väitöskirjassa ei kerrota testatun laitteiston hintaa. Kannattavuuslaskentaa varten arvioidaan laitteen hinnaksi asennuksineen 50 000 €. Energianhintoina käytetään edellisen tapauksen hintoja ja polttoainesäästönä 18 %.

Vuosittaiset säästöt ovat tässä tapauksessa seuraavat:

- 1) $H_1 = 22,5 \text{ €/MWh} * 108 \text{ MWh} = 2\,430 \text{ €}$
- 2) $H_2 = 51,3 \text{ €/MWh} * 108 \text{ MWh} = 5\,540 \text{ €}$
- 3) $H_3 = 80 \text{ €/MWh} * 108 \text{ MWh} = 8\,640 \text{ €}$

Lasketaan takaisinmaksuaika ilman asennusta käyttäen laitteiston hintana 50 000 €:

- 1) $TMA_1 = 50\,000 \text{ €} / 2\,430 \text{ €/a} = 21 \text{ a}$
- 2) $TMA_2 = 50\,000 \text{ €} / 5\,540 \text{ €/a} = 9 \text{ a}$
- 3) $TMA_3 = 50\,000 \text{ €} / 8\,640 \text{ €/a} = 6 \text{ a}$

Nähdään, että mikäli säästetty energia on tuotettu kokonaan öljyllä, investointi laitteistoon on lähellä kannattava. Tuloksessa on huomioitava laitteen hankintahintaan liittyvä epävarmuus.

5 TULOSTEN ANALYYSINTI

AgriToukolan tilalla viljankuivauksessa lämpö tuotetaan pääasiassa hakkeella ja ainoastaan kuivaussyklin alussa tarvitaan öljyä kuivaustehon kasvattamiseksi (Toukola, 2017). Lämmöntalteenotto toimii parhaiten pääasiassa kuivaussyklin alun jälkeen. Näin ollen lämmöntalteenotolla saatavat säästöt keskittyvät pääosin hakkeeseen, mikä heikentää investoinnin kannattavuutta. Lisäksi epävarmuudet tutkittujen LTO-laitteistojen kokonaishankintahinnassa vähentävät laskelmien luotettavuutta.

Tässä selvityksessä laskettiin viljakuivurin lämmöntalteenottolaitteiston investoinnin kannattavuutta. Investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi energian hinta.

LÄHDELUETTELO

AgriToukola Oy. (28. maaliskuu 2018). *Yritys*. Noudettu osoitteesta <http://www.agritoukola.fi/yritys/>

Calefa Oy. (28. maaliskuu 2018). *Calefa Oy*. Noudettu osoitteesta Viljan kuivaus - Mahoton: <http://www.calefa.fi/fi/ratkaisut/maatalous/viljan-kuivaus/>

Jokiniemi, T. (2016). *Energy efficiency in grain prservation*. Helsinki: Helsingin yliopsto.

Tamminen, V. (2018). *Sähköpostiviesti - Viljakuivurin lämmöntalteenotto*. Haettu 31. tammikuu 2018 osoitteesta <vesa.tamminen@calefa.fi>

Toukola, J.-P. (maaliskuu 2017). Muistiinpanot palaveri 21.3.2017.