

---

**KORSIBIOMASSAN KÄYTÖN EDISTÄMINEN PIENEN  
KOKOLUOKAN LÄMPÖLAITOKSISSA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot

Mustiala, kevät 2015

Veli-Antti Silpola

---

MUSTIALA  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous

---

<b>Tekijä</b>	Veli-Antti Silpola	<b>Vuosi</b> 2015
<b>Työn nimi</b>	Korsibiomassan käytön edistäminen pienen kokoluokan lämpölaitoksissa	

---

## TIIVISTELMÄ

Bioenergian lisääminen Suomessa on yksi syy tälle työlle. Korsibiomassojen hyödyntäminen on Suomessa vähäistä, mutta sen käyttöä voitaisiin lisätä. Työ on osa Hämeen uusiutuvan energian tulevaisuus -hanketta.

Työn teoriaosuudessa käsitellään korsibiomassojen kulkua pellolta lämpölaitokseen. Teoria käsittelee myös korsibiomassan ongelmia lämpölaitoksissa, kun sitä käytetään polttoaineena. Työhön on myös kerätty kokemuksia korsibiomassojen käytöstä Suomesta ja Tanskasta. Työssä lähetettiin myös 77 Hämeen biolämpölaitokselle kysely, jossa kartoitettiin kokemuksia ja kiinnostusta korsibiomassojen käytöstä.

Kyselyn perusteella korsibiomassoja hyödynnetään Hämeen biolämpölaitoksissa hyvin vähän. Jalostettuna pelletiksi tai briketiksi korsibiomassoille olisi enemmän kysyntää. Korsibiomassojen poltto ilman jalostusta aiheuttaa ongelmia monessa lämpölaitoksessa.

Hämeen alueella on paljon hyödynnettäviä korsibiomassoja. Etenkin pienimuotoisessa käytössä niitä voitaisiin hyödyntää enemmän. Esimerkiksi maatiloilla olkienergian hyödyntäminen olisi järkevää.

**Avainsanat** Korsibiomassa, olki, lämpölaitos

**Sivut** 41 s. + liitteet 2 s.

Mustiala  
Degree Programme in Agriculture and Rural Industries  
Agriculture Option

---

<b>Author</b>	Veli-Antti Silpola	<b>Year</b> 2015
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Increasing of using biomass of straw in small-scale heating plants	

---

ABSTRACT

Increasing of bioenergy is one of the aims of this thesis. In Finland utilization of straw biomass is limited, that is why the using could be increased. This work is part of Häme's future of renewable energy -project.

This thesis is trying to solve how biomass of straw could be utilized and to increase its use. The thesis also tries to survey heating plants experiences of using straw biomasses. The Purpose of this inquiry is to solve how to increase using of straw biomasses.

The theory part introduces the diversion of straw from fields to heating plants. Theory contains also problems of straw in heating plants as it is used as fuel. This work includes also experiences of using straw from Finland and Denmark. 77 inquiries were sent to heating plants of Häme. The inquiry asked experiences and interest to use straw biomasses.

The results of the inquiry show that the utilization of straw is very rare in the bio heating plants of Häme. By processing straw biomasses to pellet or briquet there would be much bigger demand of straw. Burning of straw without processing would cause troubles in many heating plants.

There are lots of usable straw biomasses in Häme. Especially in small-scale usage straw could be used much more. For example in farms the utilization of straw energy would be reasonable.

**Keywords** Biomass of straw, straw, heating plant

**Pages** 41 p. + appendices 2 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KORSIBIOMASSAT .....	1
3	KORSIBIOMASSAN ENERGIÄKÄYTTÖ VERRATTUNA MUIHIN BIOENERGIAN LÄHTEISIIN.....	2
3.1	Saatavuus Hämeessä .....	2
3.2	Hinta.....	3
3.3	Energiasisältö .....	3
3.4	Eettiset arvot.....	3
4	KORSIBIOMASSAN TUOTANTO.....	4
4.1	Korsibiomassojen viljeleminen.....	4
4.2	Sadonkorjuu ja logistiikka.....	4
4.2.1	Ajankohta .....	4
4.2.2	Koneketju .....	5
4.2.3	Varastointi .....	7
4.2.4	Kustannukset .....	8
4.2.5	Pelloilta hävinneen korsibiomassan vaikutus peltoon.....	9
5	KORSIBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMINEN.....	10
5.1	Korsibiomassojen kemiallinen koostumus polton kannalta.....	11
5.2	Tarvittava tekniikka lämpölaitoksissa.....	12
5.2.1	Polttoaine.....	12
5.2.2	Kuljetus, murskaus ja sekoitus .....	12
5.2.3	Syöttölinjasto.....	13
6	ESIMERKKEJÄ KORSIBIOMASSAA KÄYTTÄVISTÄ LAITOKSISTA .....	14
6.1	Laitoksia Suomessa.....	14
6.1.1	Kokkolan Voima Oy .....	14
6.1.2	Forssan Energia Oy .....	15
6.1.3	Joensuun Energia Oy.....	16
6.1.4	Huttulan tila Koski Tl:ssä.....	17
6.1.5	Isotalojen tila Oripäässä .....	18
6.1.6	Johtopäätöksiä .....	19
6.2	Laitoksia Tanskassa.....	19
6.2.1	Egeskovin linna .....	19
6.2.2	Vattenfallin Fyn Power Station .....	20
7	KORSIBIOMASSAN PELLETÖINTI JA BRIKETÖINTI .....	21
7.1	Pelletöinti .....	21
7.2	Briketöinti.....	22
8	KORSIBIOMASSAN HYÖDYNTÄMISEEN ERIKOISTUNEITA VALMISTAJIA	

---

9	KYSELYTUTKIMUS HÄMEEN ALUEEN LÄMPÖLAITOKSILLE.....	23
9.1	Toteutus.....	23
9.2	Kysymykset.....	24
9.3	Tulosten analysointi .....	24
9.4	Johtopäätökset.....	27
10	LÄMPÖLAITOSVIERAILUT.....	27
10.1	Pelto-Paturin tila, Janakkala.....	28
10.2	Loimaa.....	30
10.3	Tuittulan Pekoni, Hauho .....	31
11	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	33
	LÄHTEET .....	35

Liite 1 Kysely Hämeen biolämpölaitoksille  
Liite 2 Lista Hämeen biolämpölaitoksista

## 1 JOHDANTO

Fossiilisten polttoaineiden lähteiden huvetessa joudutaan yhä aktiivisemmin etsimään uusia energialähteitä. Ja koska Suomessa emme ole omavaraista öljyn tai minkään muun fossiilisen polttoaineen suhteen, meidän on haastettava itsemme löytämään uusia, kestäviä energian raaka-aineita. Rikkaan luonnon ja korkean teknologian maana Suomella on hyvät mahdollisuudet korvata osin tai jopa täysin ulkomailta tuotava energia. Toteuttaminen vaatii suunnittelua ja ennen kaikkea yrittämistä. Tätä työtä puoltaa myös se, että Euroopan unionin ilmasto- ja energiastrategian tavoitteiden mukaan Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian osuutta 28,5 %:sta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. (Directive 2009/28/EC 2009)

Suomalainen maatalous on iso toimiala, jonka hallussa ovat suuret bioenergiavarat. Pelloilta saatava korsibiomassa, joko viljeltyinä tai peltokasvien sivutuotteena, kykenee tarjoamaan huomattavan paljon kestävä bioenergiaa. Tanskassa korsibiomassan hyödyntäminen on jo ottanut suuria askelia, josta Suomen on hyvä ottaa esimerkkiä. Suomessa kuitenkin haasteina ovat olleet etäisyydet maaseudun ja suurempien asuinpaikkojen välillä, kostea ilmasto sekä investointien kalleus. Lisäämällä tietoa korsibiomassan hyödyntämisestä energiavarana aina pellolta polttolaitokseen, kykenemme nostamaan kotimaisen bioenergian osuutta suomalaisessa energian tuotannossa.

Tämän työn tarkoitus on keskittyä Hämeen alueen mahdollisuuksiin hyödyntää korsibiomassoja. Lisäksi selvitys pyrkii löytämään keinoja miten käyttöä voitaisiin lisätä. Alueena Häme on otollista seutua biokorsimassan hyödyntämiselle, sillä Hämeessä jo pelkästään oljen teoreettinen energiapotentiaali on 886,9 GWh:a, joka vastaisi noin 123000 hehtaarin vilja-alaa. (Kaivosoja, Kivikko & Peltola. 2011, 88)

Tarkoituksena on, että tämän työn sisältämästä informaatiosta olisi hyötyä edistämään korsibiomassojen käyttöä. Työhön on tuotu esimerkkejä suomalaisista ja tanskalaisista ratkaisuista. Lisäksi työssä huomioidaan korsibiomassan kulku aina pellosta lämpöenergiaksi.

## 2 KORSIBIOMASSAT

Suomessa energiana hyödynnettäviä korsibiomassoja ovat ruokohelppi, viljojen oljet ja järviruoko. Ruokohelppi on ainoa Suomessa viljelty peltoenergiakasvi. Viljeltyinä ruokohelppi voi kasvaa noin 3-4 metrin pituuteen. Kasvi soveltuu myös eläinten rehuksi, mutta se on ravintoarvoiltaan huonompaa kuin esimerkiksi timotei ja ruokonata. (Pro Agria Pirkanmaa, 2014)

Ruokohelpeä on viljelty ja hyödynnetty energiakasvina, mutta sen käyttö suurissa energialaitoksissa on vähenemässä ja sitä myötä myös viljelty peltopinta-ala. (YLE uutiset, 2014)

Viljan viljelyn sivutuotteena syntyvää olkea voidaan hyödyntää energiana ruokohelven tavoin. Suomen peltoala vuonna 2006 oli 2,3 milj. ha, josta

viljaa viljeltiin 1,17 milj. hehtaarilla. Suomessa ravinnon ja rehujen tuotantoon tarvitaan noin 1,7 - 1,8 miljoonaa peltohehtaaria. Energiakasvien viljelemiseen voitaisiin käyttää silloin noin 0,5 – 0,7 milj. hehtaaria ilman, että elintarviketuotanto vaarantuisi Suomessa. (FINBIO, 2010)

Huomattavaa on, että viljasta saatu olki on myös mahdollista hyödyntää. Esimerkiksi Hämeessä vuonna 2008 viljan viljelyala oli yhteensä 123000 ha. Tällä hetkellä olkea ei juurikaan käytetä Hämeessä energian raaka-aineena, mutta teoreettinen energiapotentiaali on 886,9 GWh:a. (Kaivosoja, Kivikko & Peltola. 2011)

### 3 KORSIBIOMASSAN ENERGIÄKÄYTTÖ VERRATTUNA MUIHIN BIOENERGIAN LÄHTEISIIN

Korsibiomassat kilpailevat muun bioenergian raaka-aineiden kanssa edullisuudessa, saatavuudessa ja lämpöarvossa. Suomessa suurimpia bioenergian lähteitä ovat tällä hetkellä turve- ja puuenergia. Turvetta ja puuta voidaan käyttää yhdessä oljen kanssa, mutta suurimmassa osassa energialaitoksia olkea ei hyödynnetä seospoltossa. Tällä hetkellä käytetäänkin enemmän puuhakkeen ja turpeen yhdistelmää tai pelkästään yhtä näistä.

Jyrsin- ja palaturpeella energiasisällöt ovat noin 2,7 kWh/kg - 3,3 kWh/kg. Puupelleteillä energiasisältö on 4,7 kWh/kg ja puuhakkeella 700 kWh/irtokuutiometriä. (Motiva, 2010)

#### 3.1 Saatavuus Hämeessä

Metsästä saatavaa energiaa Hämeen alueella on paljon. Vuonna 2009 metsäenergiaa käytettiin 340 GWh. (Kaivosoja, Kivikko & Peltola. 2011)

Energiaturpeen käyttömäärä vuonna 2010 Kanta-Hämeessä oli 347 GWh ja Päijät-Hämeessä 357 GWh. Yhteensä koko Hämeessä käytettiin siis 704 GWh:a turve-energiaa. Tuotantopinta-alaa Kanta- ja Päijät-Hämeessä on yhteensä 434 ha. (VTT, 2010)

Energiaturvetta on Hämeessä hyvin saatavilla, mutta sen käyttöä rajoittaa valtion energiapolitiikka. Turve on Suomessa luokiteltu hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi, mutta energiapolitiikassa turvetta ei lasketa uusiutuvien energiamuotojen joukkoon. (Energiateollisuus, 2014)

Hyödynnettävää olkimassaa on paljon. Viljeltyä maatalousmaata on Hämeessä yhteensä 170 000 hehtaaria. Suoraan energiakasvien viljelyyn voitaisiin käyttää niitä maita, jotka eivät ole olleet viljeltynä. Koko Hämeessä peltoa on noin 190 000 hehtaaria, josta noin 20 000 hehtaaria voitaisiin hyödyntää esimerkiksi ruokohelven viljelyyn. Viljan viljelyyn Hämeessä käytetään maata noin 120 000 hehtaaria vuodessa. Olkea saadaan pelloilta vaihtelevasti, mutta keskiarvo on noin kaksi tonnia hehtaarilta. Oljen energiasisältö on noin 4,5 MWh/tonni. Yhdeltä hehtaarilta saataisiin tällöin noin 9 MWh energiaa. Kuitenkin noin 20 % oljesta tarvitaan kuivikekäyttöön. Teoreettinen oljen energiapotentiaali on Hä-

meessä noin 886,9 GWh:a. Kuitenkin teoreettinen käyttöpotentiaali Hämeen voimalaitoksissa on noin 90 GWh:a. Tämä vastaa noin 10 000 hehtaarin korjuualaa. Iso osa oljen energiapotentiaalista jää siis käyttämättä. (Kaivosoja, Kivikko & Peltola. 2011)

### 3.2 Hinta

Suomessa oljelle ei ole muodostunut markkinoita. Muissa maissa, esimerkiksi Britanniassa, oljen keskihinta tonnilta on noin 60 €, kun taas Pohjois-Saksassa oljen hinta on 100 € tonnilta. Suomessa oljen korjuuhinta on noin 51,5 € tonnilta. Tällä tonnihinnalla, jos tonnissa olkea on 4,5 MWh, saadaan olkienergialle hintaa noin 11,4 €/MWh. Kustannuslaskelmat kuitenkin vaihtelevat suuresti oljen erilaisten korjuumenetelmien vuoksi. Myös oljen siirto lämpölaitokselle on joissain laskelmissa laskettu mukaan. Halvimmillaan oljelle on laskettu korjuukustannuksia 4 - 7 €/MWh. (Välttilä. 2014)

Olkea voidaan pitää kuitenkin hyvin edullisena energiamuotona, sillä sen tuottamaan yhteen MWh-määrään kuluu n. 12 €, kun turpeella se on 15 € ja puuhakkeella 27 €. Vertailuna raskas polttoöljyyn vuonna 2011 on hinnaltaan 47 €/MWh (KM, 9/2011)

### 3.3 Energiasisältö

Tonnissa olkea on energiaa noin 4,5 MWh. 2,5 - 3 kiloa olkea vastaa noin yhtä kiloa poltto-öljyä, jolloin vastaava tonniluku oljyllä on noin 11,3 - 13,5 MWh. Jyrsin- ja palaturpeella energiamäärä tonnilta on noin 2,7 - 3,3 MWh. Puuhake ilmoitetaan kuutioissa ja kuutiossa haketta on noin 0,8 MWh. Metsästä kestävästi hyödynnettävä määrä Kanta- ja Päijät-Hämeestä yhteensä on noin 500 000 kiintomottia. Energiamäärältään tämä vastaa noin 1000 GWh. (Kaivosoja, Kivikko & Peltola. 2011)

Oljesta saatavaan energiamäärään vaikuttaa huomattavasti se, onko olki korjattu pellolta kuivana ja onko oljen varastointi onnistunut. Kosteina syksyinä oljen korjaaminen pelloilta riittävän kuivana on ongelma. Sama ongelma on kuitenkin myös turpeella.

### 3.4 Eettiset arvot

Oljen polttaminen lämpölaitoksissa on huomattavasti eettisempää kuin esimerkiksi viljan jyvien. Koska olki on lähes ylimääräinen sivutuote viljan viljelyssä, olisi se hyvin hyödynnettävissä muuhun käyttöön. Vaikka oljella on maata parantava vaikutus, siitä kuitenkin jää aina osa peltoon.

Ruokaa tarvitaan joka vuosi yhä enemmän maailmalla ja non-food kasvien, kuten ruokohelven, viljely on yhä kyseenalaisempaa. Viljan oljesta kyettäisiin saamaan paljon uusiutuvaa energiaa ilman, että ruokakasvien viljely laskisi. Oljen käytön lisääminen energiana on myös ymmärrettävää, kun ajatellaan sen korvaavan ulkomailta tuotavia fossiilisia polttoaineita. Ulkomailta tuotu energia työllistää



enemmän ihmisiä Suomen ulkopuolelta, kuin kotimaassa tuotettu uusiutuva energia. Oljen polttaminen tarjoaisi lisäyötä aina alkutuottajista lämpölaitoksiin. Ilmastonmuutoksen kannalta asia on myös hyvin olennainen. Fossiilisia polttoaineita poltettaessa vapautuu ilmakehään kauan sitten maahan sitoutuneita alkuaineita kuten hiiltä. Suomessa olevat suot ovat myös tehokkaita hiilinieluja. Olki uusiutuvana energiana kierrättää koko ajan jo käytössä olevia alkuaineita ja pitää niitä vain kierrossa. Oljen polttaminen ei siis lisää kasvihuonekaasuja ilmakehään toisin kuin fossiiliset polttoaineet.

## 4 KORSIBIOMASSAN TUOTANTO

Suomessa käytettäviä korsibiomassoja ovat ruokohelppi, viljojen oljet ja järviruoko. Ruokohelppi ja järviruoko ovat pelloilla viljeltäviä non-food kasveja, jotka menevät täysin energiatuotantoon. Ruokohelppi on näistä kahdesta yleisin energiakasvi Suomessa. Ruokohelven energiasisältö on 4,1 kWh/kg.

Tavallinen olki syntyy viljan viljelyn sivutuotteena. Olkea saadaan kaikista viljakasveista, mutta lajikkeesta johtuen niiden palaminen eroaa toisistaan hieman. Parhaiten palaa vehnän olki ja hankalin poltettava on kauran olki. Oljesta saatava energiasisältö on 3,8 kWh/kg-4,5 kWh/kg. (Motiva. 2010)

### 4.1 Korsibiomassojen viljeleminen

Korsibiomassan kylväminen ei erotu normaalista viljan viljelystä suuresti. Kasvusto kylvetään keväällä hyvin muokattuun maahan. Erityisesti tasaisen kylvöpohjan merkitys korostuu, sillä haluttaessa mahdollisimman paljon korsibiomassaa, voidaan korsi katkaista mahdollisimman läheltä maan pintaa. Poistamalla mahdolliset kivet ja kannot saadaan koneiden huoltokustannukset pidettyä kurissa. Turhan raskaiden koneiden käyttöä tulisi vähentää, sillä ne tiivistävät maata, jolloin kasvusto todennäköisesti jää normaalia matalammaksi.

Ruokohelven tuotannossa tulee ottaa huomioon se, että satoa saadaan vasta kahden vuoden kuluttua kylvöstä. Tämän jälkeen ruokohelppi voi muodostaa satoa jopa 15 vuotta ilman uutta kylvämistä. Viljan oljesta satoa tulee joka vuosi. Se, kuinka paljon korsibiomassaa saadaan hehtaarilta, riippuu kasvuston tiheydestä. Ruokohelpeä voidaan korjata hehtaarilta noin 5 tonnia ja olkea noin 2 tonnia jokaiselta satovuodelta.

### 4.2 Sadonkorjuu ja logistiikka

Korsibiomassan sadon talteen ottaminen ja sen kuljetus ovat hyvin tärkeitä asioita. Ne määräävät lopulta korjatun sadon määrän, laadun ja hinnan. Suomessa ongelmia tuottavat etäisyydet ja kosteat syksyt.

#### 4.2.1 Ajankohta

Viljasta kerättävä olki saadaan pelloilta, kun vilja puidaan syksyllä. Tanskassa viljan olkea on myös kokeiltu kerättäväksi myöhempään syksyllä, jolloin olkeen sitoutuneet kloori- ja alkalipitoisuudet ovat laskeneet sadevesien vaikutuksesta.

Vastapuidulla, keltaisella oljella klooripitoisuudet voivat olla jopa nelinkertaisia. Harmaantunut olki siis palaa polttokattilassa puhtaammin. (Alakangas. 2000)  
Kevätauringon kuivattama olki voi myös olla kuivempaa kuin syksyllä korjattu. Ongelmaksi keväiselle korjuuajankohdalle voi kuitenkin muodostua syysviljojen kylväminen, jolloin olki olisi saatava pois pelloilta jo heti syksyllä. Lisäksi keväällä on kiire saada uusi kasvusto maahan. Myöhäisellä syyskorjuulla on myös se vaikutus, että syysviljojen kylväminen ei ole mahdollista. (Paappanen, Lindh, Kärki, Impola, Rinne, Lötjönen, Kirkkari, Taipale & Leino. 2008)

Ruokohelven korjuu on kannattavinta keväällä, jolloin syysateet ovat laskeneet korren kloori- ja alkalipitoisuuksia. Lisäksi keväällä korjattu ruokohelpi on kuivempaa kuin syksyllä korjattu. Kuiva-aineprosentti voi olla jopa 90 %.

Edellisen vuoden ruokohelpi kasvusto niitetään keväällä hyvin matalalta. Lumen lakoonnuttama kasvusto voi olla vaikeaa niittää, mutta kun pelto on muokattu tasaiseksi ja vanhoja ajouria ei ole syntynyt liikaa, niitto voidaan toteuttaa onnistuneesti. Niin oljella kuin ruokohelvellä niiton/puinnin jälkeen sato voidaan vielä karhota isommaksi karhoksi, jolloin paalaaminen helpottuu. Karhoaminen ja mahdollinen pöyhminen kuivattavat olkikarhoa, mutta riskinä on tällöin pienten olkipartikkelien putoaminen maan tasoon.

(Pahkala, Isolauti, Partala, Suokannas, Kirkkari, Peltonen, Sahramaa, Lindh, Taappanen, Kallio & Flyktman. 2005)

#### 4.2.2 Koneketju

Viljasta saadun oljen koneketju alkaa yleensä puimurista. Kun viljaa puidaan, voidaan puimurin silppuri jättää pois käytöstä. Tällöin olki jää pitkäksi ja puimurin perään muodostuu karho. Tavallisesti silputtu olki leviäisi pitkin peltoa, minkä jälkeen se myöhemmin muokattaisiin maahan.

Karholle jätetty pitkä olkimassa kuivuu nopeasti ja se on helppo paalata. Mitä alemmaa puimurin terä kulkee, sitä enemmän korsibiomassaa pellolta saadaan. Puintiterän laskeminen 30 cm:stä 10 cm:iin lisää korsibiomassaa noin 14 - 32 prosenttiyksikköä. (Lötjönen & Kässi. 2013)

Pienillä puimuriin tehtävillä muutoksilla, jossa viljan ruumenet on ohjattu menemään oljen päälle, voidaan saatavaa olkimassaa kasvattaa. Lisäksi puimurin perään muodostuva karho on aina sitä isompi mitä suurempi pöytä leikkuupuimurissa on. Tanskassa leikkuupuimureiden työleveydet ovat hyvin suuria. Yleensä leveys on noin 6 - 9 metriä, jolloin olkea ei tarvitse karhota kovinkaan paljoa, jos ollenkaan. Suomessa yleisesti suurten työleveyksien käytön estää kaarevat maan pinnan muodot, vaikean muotoiset peltolohkot sekä koneen kallis hankintahinta.

Kun olki on tullut puimurin läpi, se voidaan karhota vielä isommaksi karhoksi. Vähempi määrä karhoja vähentää pellolla ajoa. Karhoamisessa voidaan yhdistää kaksi tai useampi olkikarho yhteen. Ja jos olki sattuu kostumaan, sitä voidaan vielä pöyhä. Pöyhinnän jälkeen oljen kuivumisprosessi paranee. Kuitenkin pöyhimisessä on se vaara, että oljessa olevat viljan ruumenet karisevat maahan. Karisseet ruumenet jäävät tällöin pois energiapaalista.

Kun olki puidaan, sen kosteusprosentti on keskimäärin 30 - 60 %. Tämä luku voi tietenkin olla vielä pienempi, jos kelit sen sallivat. Sateen sattuessa korjuuaikaan voi oljen kosteus nousta jopa 76 - 82 %:iin. Olki kuitenkin kuivuu nopeasti karholla aurinkoisella säällä 25 % kosteuteen. (Vanninen. 2009)

Ruokohelpikasvusto niitetään mahdollisimman matalalta keväällä. Edellisvuoden kasvusto on kuivunut ja painautunut lumen takia matalaksi, jolloin kerättävän oljen kuiva-aineprosentti voi olla jopa 90 %. Lisäksi korressa olevat ravinteet ovat kulkeutuneet juuristoihin. Korjuu ei saa myöhästyä, sillä jo 2 - 3 viikon myöhästyminen tarkoittaa sadon pienentymistä. Myöhäinen korjuu myös lisää tarvittavaa kuivumisaikaa, sillä jo 20 cm uusi kasvusto on pidempää kuin korjattava kasvusto. Tämä tarkoittaa sitä, että matalan niiton seurauksena karholle tulee myös hyvin kosteaa vihreää biomassaa.

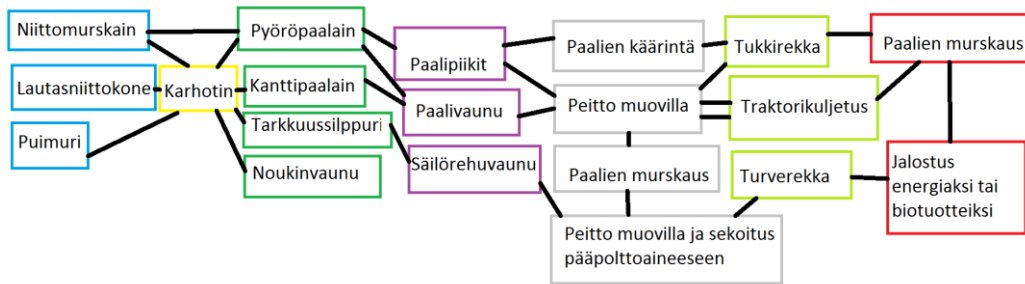
Leikkuukorkeuden nostaminen 5 cm:stä 10 cm:iin aiheuttaa noin 25 %:n sadon menetyksen. Samalla lailla käy myös viljan oljella, jos korkeutta nostaa liikaa. Kevätkorjuussa pitää myös ottaa huomioon kasvuston hauraus. Tämän takia niitomurskaimen käyttöä tulisi välttää tai ainakin pitää murskain osan kierroksia normaalia pienemmällä. Turhan voimakas käsittely karistaa korsibiomassaa maahan, jolloin sitä ei saada paalattua.

Viljan olki ja ruokohelpi voidaan niiton jälkeen joko paalata tai irtokorjata. Näistä vaihtoehdoista paalaus on suositumpi vaihtoehto, sillä paalauksessa korsimassan tiheys suurenee ja kuljetuskustannukset laskevat. Olki voidaan paalata joko pyöröpaaliin tai sitten kanttipaaliin. Näistä kahdesta taas kanttipaalain on todettu paremmaksi vaihtoehdoksi. Etenkin kuljetuksessa kanttipaali käyttää tehokkaammin tilaa verrattuna pyöröpaaliin. Pyöröpaalainta käytettäessä tiheämpiä paaleja saadaan aikaan käytettäessä muuttuvakammioista paalainta verrattuna kiinteäkammioiseen. Tavallista kanttipaalainta parempi ja tehokkaampi ratkaisu on suurkanttipaalain. Tällöin paalin pituus on säädettävissä noin 1,2 - 2,5 metrin pituiseksi ja paali on taas hieman tiheämpi. Paalien sidontaan käytettävän narun materiaali riippuu polttolaitoksesta. Paalinaru voi aiheuttaa esimerkiksi ongelmia polttolaitoksen repijälaitteessa.

Olkipaalien siirtoon voidaan käyttää yksinkertaisesti traktoriin tulevia paalipihitejä ja paalikärryä. Paalit kuljetetaan pellon laitaan, josta ne on helppo esimerkiksi siirtää lopulliseen varastoon isommalla kalustolla. Paalien siirtelyyn on myös kehitetty erilaisia paalivaunuja, joihin voidaan ottaa 2 - 3 paalia. Ne nostavat paalin automaattisesti lavalle, jolloin etukuormaajatraktorin käyttötarve häviää. Paalien kuljetukseen pellolta varastoon kehitetään koko ajan yhä tehokkaampia laitteita ja toimintamalleja.

Paalauksen korvaava vaihtoehto on irtokorjuumenetelmä. Tällöin saadaan valmista polttoainetta, joka voidaan seostaa suoraan esimerkiksi turpeeseen ja hakkeeseen. Irtokorjuu onnistuu suoraan pellolta niitetystä korsimassasta. Niitetty karho silvotaan suoraan perävaunuun esimerkiksi ajosilppurilla. Perävaunulla silputtu tavara voidaan kuljettaa suoraan polttolaitokselle polttoon, seostettavaksi muuhun polttoaineeseen tai aumavarastoon. Ongelmia irtokorjuumenetelmässä tuottaa oljen suuri tilantarve. Tällöin kuljetuskustannukset nousevat. Lisäksi oljen varastointi vie myös paljon enemmän tilaa kuin tiheään paaliin sullottu olki.

Korsibiomassan korjuuketjun vaiheet näkyvät kuvasta 1. (Paappanen, Lindh, Kärki, Impola, Rinne, Lötjönen, Kirkkari, Taipale & Leino. 2008)



Kuva 1. Korsibiomassan korjuuketju

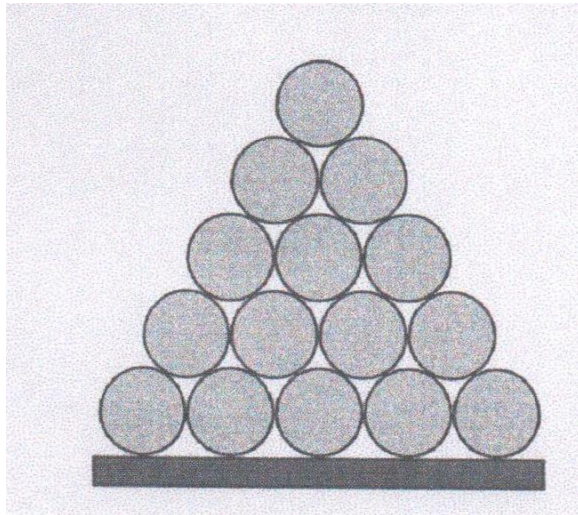
#### 4.2.3 Varastointi

Paalattu korsibiomassa voidaan varastoida pellon laitaan tai se voidaan kuljettaa suoraan polttolaitoksen varastoon. Tarkoitus olisi pitää paalit siinä kunnossa, jossa ne ovat olleet korjattaessa, eli mahdollisimman kuivina. Kosteus heikentää paalien lämpöarvoa ja voi aiheuttaa mikrobien, homeiden ja virusten lisääntymistä olkimassassa. Kosteutta voivat lisätä: vesisade, lumisade, pintavesi, maasta nouseva kosteus sekä kondensoituminen katemateriaalin sisäpuolelle. (Yrjölä. 2009.)

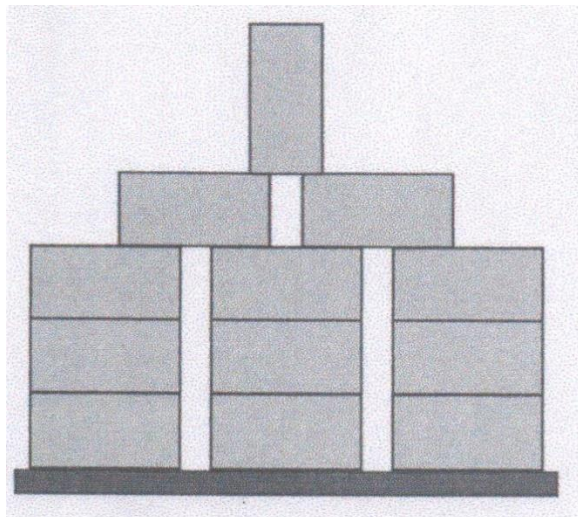
Korsibiomassan varastointi vie hyvin paljon tilaa. Tämän takia myös varastokustannukset voivat olla hyvinkin kalliita paalia kohden. Etenkin lämpölaitoksissa oljen varastointikapasiteetti on hyvin rajallinen. Lisäksi lämpölaitokset sijaitsevat usein alueella, jossa varastojen neliöhinnat voivat nousta suuriksi. Suurempien varastojen pitäisi olla myös katettuja. Koska lämpölaitokset eivät välttämättä kykene ottamaan suuria määriä olkipaaleja vastaan, tulee paaleja säilyttää tuottajien pelloilla tai välivarastoissa. Paalit voivat pysyä paikallaan pitkiäkin aikoja, jolloin niiden suojaaminen ympäristöltä on välttämätöntä.

Paalivarasto tulisi sijoittaa paikkaan, joka on mahdollisimman kuiva. Varastoa ei kannata sijoittaa alavaan ja kosteaan paikkaan vaan tavallista korkeammalle, tasaiselle ja tuuliselle paikalle. Sijoittamalla varasto vielä kantavan tien varteen saadaan kulkuyhteydet helpoiksi ja turha pellolla ajaminen minimoitua. Hyvä varastopaikka sijaitseekin tien vieressä, jossa lastaus ja kuorman liikuttaminen olisi mahdollisimman helppoa.

Paalit kannattaa kasata pinoon niin, että vesi ei jäisi paikoilleen kasan päälle (kuva 2). Pyöröpaalit kannattaa kasata pyramidimaiseen muotoon, jossa pohjan muodostaa 5 paalia seuraavassa kerroksessa 4 paalia ja niin edespäin. Suurkantipaaleista voidaan kasata suorakulmion muotoinen kasa, jonne päälle laitetaan vielä yksi kerros, joka muodostaa harjan kasalle (Kuva 3). Kun varaston päälle viritetään pressua tai aumamuovia, saadaan aikaiseksi hyvin kosteutta eristävä kasa. Päällisen suojan lisäksi kasa tulisi rakentaa trukkilavojen päälle, jolloin paalit olisivat irti maasta eivätkä imisi kosteutta maaperästä. (Yrjölä. 2009.)



Kuva 2. Pyöröpaalien varastointimalli (Vapo Oy 2008)



Kuva 3. Kantipaalien varastointimalli (Vapo Oy 2008)

Irtokorjatun oljen ja ruokohelven varastointi perustuu aumoihin. Aumat sijaitsevat yleensä suoraan polttolaitoksen läheisyydessä, jossa korsibiomassa sitten sekoitetaan muun polttoaineen kuten turpeen tai hakkeen kanssa. Pidempiaikaiset aumavarastot tulisi peittää hyvin, ettei kosteus pääse imeytymään irtosilppuun.

#### 4.2.4 Kustannukset

Korsibiomassan kustannuksiin vaikuttavat monet asiat. Se, miten biomassaa tullaan loppukäyttämään, ratkaisee lopulta korjuutavan. Korjuutapa ja sitä seuraava tavaran käsittely määrävävät lopullisen biokorsimassan ostohinnan lämpölaitokselle.

Viljan olki on käytännössä sivutuote, jolloin olkikasvustolle ei tarvitse laskea perustamiskustannuksia. Laskelmassa tulee ottaa huomioon korjuu-, lannoite-, kuljetus-, ylläpito-, varastointi- ja kuljetuskustannukset (taulukko 1).

Taulukko 1. Oljen tuottolaskelma (Olki energiantuotantoon –seminaari. 2014)

Oljen "tuotantokustannukset" €/t (15 % kosteus)	
Oljen "kantohinta" (ravinteiden arvo)	13,0
Pöyhintä/karhotus	4,0
paalaus	18,1
paalien keruu	10,0
varastointi	13,3
vakuutus	4,0
muut kulut	4,0
hinnan suojaus	10,0
voitto	?
Yhteensä (€/tn)	76,4 + ?

Ruokohelven (taulukko 2) kustannuslaskuissa tulee ottaa huomioon vielä laajempi kokonaisuus, sillä ruokohelpi ei ole sivutuote niin kuin viljasta saatava olki. Se, mitä viljan oljelle on mainittu kustannuksia, tulee ruokohelvelle lisäksi vielä muokkaus-, kylvö-, lannoitus- ja kasvinsuojelukustannukset. Lisäksi ruokohelvelle saa viljelytukea.

Taulukko 2. Ruokohelven tuotantokustannuslaskelma (Pahkala, Isolahti, Partala, Suokannas, Kirkkari, Peltonen, Sahramaa, Lindh, Taappanen, Kallio & Flyktman. 2005)

Ruokohelven tuotantokustannuslaskelma pyöröpaalissa (€ / tn)	
Kasvuston perustaminen 1 krt/kierto	4,85
Hoito/Lannoitus 9 krt/kierto	14,98
Korjuu ja varastointi 9 krt/kierto	28,65
Viljelyn lopettaminen	0,45
Pellon korko	23,15
Salaojituksen kustannukset	20,74
Kustannukset Yht. (€/ha)	92,82
(Satotaso oletetaan 6000 kg ka/ha)	

#### 4.2.5 Pellolta hävinneen korsibiomassan vaikutus peltoon

Ruokohelven kasvattaminen tekee hyvää maaperälle. 10 - 12 vuoden pituinen kasvipeitteisyys edistää tehokasta ravinteiden kierrätystä maan ja kasvin

välillä. Pitkäikäinen kasvusto tarjoaa myös hyvän juuriston, joka kuohkeuttaa maata ja suojaa sitä eroosiolta. Ravinteiden huuhtoutumisriski on myös alhainen.

Viljan oljen kerääminen pellolta puinnin jälkeen vähentää pellon humusta. Lisäksi erilaiset lierot saavat ravintonsa oljista, jolloin eliötoiminta on rikkasta. Syntynyt humus ja eliöiden muodostamat käytävät ovat tärkeitä perusasioita hyvällä viljamaalla. Oljen poiston merkitystä ei kuitenkaan ole voitu todeta kymmenen vuoden jaksolla tai maahan kynnettäessä. (Tuomisto. 2005)

Oljen poistaminen pellolta hyödyttää kuitenkin suorakylvöä, sillä olki ei tuki kylvökonetta. Lisäksi vanhan olkisilpun sisältämät erilaiset patogeenit ja kasvitaudit voivat tarttua uuteen kasvustoon helpommin, jos olkea ei poisteta. (Tuomisto. 2005)

Vaikka olki poistetaankin pellolta, niin se ei tarkoita sitä että kaikki viljan biomassat häviäisivät pellostä. Korsimassasta saadaan talteen yleensä noin 50 - 70 %, minkä seurauksena peltoon jää kuitenkin hyvä osa kasvin biomassasta. Käytännössä juuristo, osa kortta ja kaikki pienet partikkelit jäävät peltoaahan muodostamaan humusta.

Kuiva-ainetonnessa olkea (vehnä) on enimmäkseen piitä 18 kiloa, typeä 6 kiloa, klooria 8 kiloa ja kaliumia 8 kiloa. Vastaavassa määrässä ruokohelpeä on piitä 18 kiloa, typeä 11 kiloa, klooria 1 kilo ja kaliumia 4 kiloa. Kevätkorjattu ruokohelppi pitää sisällään yleensä vähemmän klooria kuin syyskorjattu viljan olki, mutta niin viljan oljessa kuin ruokohelvessä klooria on enemmän kuin puupolttoaineissa. Etenkin kloorin merkitys on suuri. Kloori voi aiheuttaa palamisessaan syövyttävää suolahappoa (HCl) tai orgaanisia klooriyhdisteitä, kuten dioksiineja ja polykloorattuja bifenyyliteja (PCB). Kuitenkin ruokohelven ja oljen polttoaineominaisuudet ovat melko lailla samanlaisia. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Ruokohelven ja oljen poltosta tullutta tuhkaa voidaan käyttää maan lannoittamiseen. Lentotuhkaa ei kuitenkaan tulisi käyttää, koska se saattaa tutkimusten mukaan sisältää raskasmetalleja. Pohjatuhkassa käyttökelpoisia ravinteita ovat kalium, kalsium, fosfori ja magnesium. Pohjatuhka saadaan kerättyä ketjukuljettimilla, kun taas hienempi lentotuhka kerätään suodattimilla. Typpi on polton yhteydessä hävinnyt. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

## 5 KORSIBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMINEN

Korsibiomassojen hyödyntämisessä tulee ottaa huomioon sen monia eroavia ominaisuuksia muihin biopolttoaineisiin nähden. Kevyt rakenne ja monet korressa olevat alkuaineet tuovat polttoon omat ongelmansa. Suomessa korsibiomassojen hyödyntäminen on ollut hyvin vähäistä, minkä vuoksi Suomessa olevat lämpökattilat eivät sovellu hyvin korsimassan polttamiseen.

## 5.1 Korsibiomassojen kemiallinen koostumus polton kannalta

Korsibiomassat ovat ongelmallisia polttolaitoksissa niistä syntyvän suuren tuhkamäärän vuoksi. Olkimassan kemiallinen koostumus aiheuttaa erilaisia kaasuja ja reaktioita, jotka tulee ottaa huomioon olkea käytettäessä. Kemialliset reaktiot aiheuttavat tuhkan sulamista ja aiheuttavat korroosiota polttolaitoksien kattiloissa.

Oljen tuhkan ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon kasvupaikan, viljalajin ja lannoituksen mukaan. Lisäksi korjuuajankohdalla on suuri merkitys oljen sisältämien alkuaineiden suhteen. Viljan olki sisältää tuhkaa noin 4 - 7 % kuiva-aineessa. Eniten tuhkaa on vehnän oljessa. (Alakangas. 2000)

Alkuaineista ongelmallisimpia ovat korsibiomassojen sisältämät alkuaineet kalium, kloori ja rikki (taulukko 3). Kalium (K) laskee tuhkan sulamislämpötilaa, minkä vuoksi sulanut tuhka lisää ongelmia tuhkan poistossa. Kloori (Cl) ja rikki (S) muodostavat palaessaan yhdisteitä, jotka aiheuttavat kattilan korroosiota. Palamisessa voi syntyä suolahappoa (HCl) tai orgaanisia klooriyhdisteitä kuten dioksiineja, jotka aiheuttavat korroosiota. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Taulukko 3. Korsibiomassojen polttoaineominaisuudet verrattuna tavanomaisten polttoaineiden ja oljen ominaisuuksiin. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Ominaisuus	Ruokohelpi	Olki (Vehnä)	Puuhake	Turve
Energiasisältö kuiva-aineessa, MJ/kg	17-19	17	19	19-25
Kosteus, %	7-20	11-24	50	10-60
Tuhkapitoisuus, %	3-8	5	0.6	3-8
Hiili, % kuiva-aineessa	48	48	50	55
Vety, % kuiva-aineessa	6	6	6	6
Rikki, % kuiva-aineessa	0.1	0.1	0.01	0.2
Typpi, % kuiva-aineessa	1.1	0.6	0.1	2.0
Kloori, % kuiva-aineessa	0.1	0.8	0.01	0.04
Natrium, % kuiva-aineessa	< 0.03	0.1	0.01	0.007
Kalium, % kuiva-aineessa	0.4	0.8	0.2	0.02
Kalsium, % kuiva-aineessa	0.2	0.4	0.3	0.5
Pii, % kuiva-aineessa	1.8	1.8	0.4	0.8
Tuhkan sulamispiste, °C	1590	1400	1250	1310

Sadon korjuuajankohta vaikuttaa oljen sisältämiin alkuaineisiin. Hiili-, vety- ja typpipitoisuudet pysyvät melkein samoina ajankohdasta riippumatta, mutta haitalliset kloori- ja alkalipitoisuudet laskevat, jos peltobiomassa on sateen huuhdottavana. Juuri korjatulla, keltaisella viljan, oljella klooripitoisuus on lähes nelinkertainen verrattuna myöhään korjattuun harmaaseen olkeen. Ruokohelven etu olkeen verrattuna on se, että se voidaan korjata paremmin talteen vasta keväällä. Tällöin haitallisia ravinteita on huuhtoutunut enemmän pois. (Alakangas. 2000)



## 5.2 Tarvittava tekniikka lämpölaitoksissa

Korsibiomassan polttamisesta on Suomessa jo kokemuksia. Etenkin ruokohelven jalostaminen energiaksi on Suomessa hyvin tuttua. Viljan oljen polttaminen on vielä hyvin vähäistä, vaikka viljan oljen käytettävyys verrattuna ruokohelpeen ei ole kovin erilainen.

### 5.2.1 Polttoaine

Ruokohelpeä on Suomessa käytetty jo pitkän aikaa. Suuret lämpö- ja energialaitokset ovat testanneet ruokohelven soveltuvuutta laituskäyttöön. Näissä laitoksissa helpeä on poltettu jonkin pääpolttoaineen kanssa kuten puuhakkeen tai turpeen kanssa. Korsibiomassa ei sovellu poltettavaksi yksistään suurissa laitoksissa sillä sen poltto-ominaisuudet eroavat hyvin paljon normaalisti poltettavista raaka-aineista. Suurta osaa Suomessa olevista polttokattiloista ei ole suunniteltu oljen polttamiseen.

Ruokohelven polttoaineketjun kehittämiseen on kerätty kokemuksia eri polttolaitoksilta. Ruokohelven on todettu aiheuttavan kattilan likaantumista ja lisäävän korroosiota, koska kevyt helpisilppu palaa leijutuksen vaikutuksen takia kattilan ylemmissä osissa. Jos helven osuutta on lisätty poltossa, kattilasta ei ole saatu parhaita mahdollisia tehoja irti. Myös tehon heilahteluja on havaittu helven poltossa. Lisäksi ongelmia on ollut liian kostean ruokohelven käyttämisessä, jolloin helven murskaus on vaikeutunut. Liian suuret ja kosteat partikkelit tukkivat syöttölinjaston ja vaikeuttavat myös polttoaineen käsittelyä ja varastointia.

Koska viljojen olki vastaa koostumukseltaan lähes ruokohelpeä, voidaan ruokohelven käyttökokemuksia verrata olkeen.

Ruokohelven ja oljen poltossa korostuu ensinnäkin se, että saapuessaan lämpölaitokselle polttoaineen tulisi olla mahdollisimman kuivaa. Liian kosteat paalit tai irtosilppu aiheuttavat ongelmia laitoksen linjastossa ja heikentävät palamisprosessia. Liian kosteat paalit aiheuttavat ongelmia jo murskaimella, koska murskain ei kykene tekemään tarpeeksi pientä silppua.

### 5.2.2 Kuljetus, murskaus ja sekoitus

Korsibiomassa kuljetetaan yleensä laitoksille jo valmiiksi sekoitettuna toiseen biopolttoaineeseen. Tällöin laitoksen ei tarvitse enää murskata polttoainetta vaan se on suoraan käytettävissä. Ongelmana on kuitenkin irtosilpun suuri tilantarve varastoinnissa ja energiahuolto. Jotkut laitokset murskaavat itse paalinsa, jolloin täytyy investoida murskaimiin. Etenkin hidaskäyntiset repijätyyppiset murskaimet ovat osoittautuneet paremmiksi kuin nopeakäyntiset murskaimet. Hidaskäyntisellä murskaimella etuja nopeakäyntiseen on vähäisempi pölyäminen, alhainen melutaso, pienempi energiakulutus, edullisempi investointi sekä riskittömämpi ylikuumenemis- ja syttymisriski. Ongelmana hidaskäyntisellä murskaimella on, että se soveltuu ainoastaan olki- ja helpipaalien murskaukseen. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Seospoltoa varten murskattu olkisilppu tulee sekoittaa pääpolttoaineeseen. Tämä onnistuu monella tavalla. Turpeeseen tai puuhakkeeseen voidaan sekoittaa olkisilppua kauhalla. Toinen tapa voi olla se, että olki- tai helpipaali syötetään murskaimeen haketettavan puun kanssa. Ruokohelvelle suositus seossuhteesta on hakkeen kanssa 10 % ja turpeen kanssa 20 %. Ongelma on kuitenkin saada seostusvaihe tehokkaaksi niin että saatu polttoaine olisi tasalaatuista. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

### 5.2.3 Syöttölinjasto

Silputtu korsibiomassa voidaan syöttää polttokattilaan omaa pneumaattista linjaa pitkin. Tällöin silppu ei joudu kulkemaan siellä, missä sitä ei ole suunniteltu kulkemaan. Pneumaattisen linjaston kautta tulipesään joutuu aina ylimääräistä ilmaa, jolloin jo muuten nopea palaminen nopeutuu. Tällöin on oltava tarkka, ettei syöttökohtaan synny paikallista ylikuumentumista. Syöttökohdan ylikuumentuminen aiheuttaa kuonaantumista, petimateriaalin sulamista tai sintrautumista. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Pneumaattinen linja on suunniteltava huolellisesti, sillä ilmanjaon lisäksi tulee linja suunnitella mahdollisimman väljäksi. Liian väljä linjasto taas johtaa lisäilman syöttämiseen, mikä tuo palamisprosessin hallintaan vaikeuksia. Kantoilman tuottamiseen suositellaan kompressoria puhaltimen sijaan, koska kompressorin korkeampi paine vähentää linjaston tukkeutumisriskiä. Tukkeutumisen havaitsemiseksi olisi suotavaa asentaa linjastoon useita painemittareita, jotta tukkeutuminen olisi helposti paikannettavissa. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Pneumaattisen linjaston jälkeen silputtu massa erotetaan kattilan luona kantoilmasta syklonilla syöttötaskuun. Sieltä polttoaine voi matkata sulkusyöttimen kautta omalle syöttöruuville tai pudotustorveen. Jos suunniteltava pneumaattinen linja on kovin pitkä, ei sitä kannata toteuttaa. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Tavallisissa syöttöjärjestelmissä ylipitkä tai liian kostea olkimassa aiheuttaa tukkeumia. Näistä ongelmista on välttytty, kun vastaan otetaan vain kuivempaa ja hienommaksi murskattua korsimassaa. Tasainen sekoitus esimerkiksi puuhakkeeseen tai turpeeseen on myös auttanut välttämään syöttölinjastojen tukkeumia. (Paappanen, Lindh, Kärki, Impola, Rinne, Lötjönen, Kirkkari, Taipale & Leino. 2008)

Silputtu helpi ja olki ovat herkästi syttyviä polttoaineita, minkä vuoksi paloturvallisuus on otettava huomioon. Käsittelyjärjestelmät on suunniteltava tarpeellisilla palonilmaisimilla ja sammutuslaitteilla. Laitteistoille ja tiloille on tehtävä määräysten mukaiset turvallisuus- ja tilatarkistukset. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

## 6 ESIMERKKEJÄ KORSIBIOMASSAA KÄYTTÄVISTÄ LAITOKSISTA

Tämän otsikon alle on kerätty erilaisia esimerkkejä, korsibiomassoja hyödyntävistä polttolaitoksista. Esimerkkejä on koottu Suomesta ja Tanskasta. Lisäksi laitoksien kokoluokat vaihtelevat suuresta voimalaitoksesta aina maatilakäyttöiseen lämpökattilaan.

Tarkoituksena on antaa hyviä esimerkkejä siitä, miten korsibiomassojen hyödyntämistä voitaisiin edistää myös muissa lämpölaitoksissa. Muut voimalaitokset voisivat ottaa mallia näistä esimerkeistä ja samalla soveltaa käytäntöä viljan olkeen. Oljen käyttö ei polttoteknisesti eroa ruokohelvestä, koska viljan olki on lähes samanlaista kuin ruokohelppi.

Suomessa ei käytetä kovin paljoa viljan olkea. Vain ruokohelppi on ollut käytössä isommissa lämpölaitoksissa, joissa sitä on käytetty vain pieninä määrinä. Suomessa on kuitenkin käytössä pienen kokoluokan lämpölaitoksia, jotka soveltuvat pelkän oljen ja ruokohelven polttamiseen. Tämänlainen tekniikka on saapunut Suomeen Tanskasta, jossa oljen polttaminen on ollut paljon pidemmällä kuin Suomessa.

### 6.1 Laitoksia Suomessa

Timo Lötjösen ja Kirsi Knuutilan teoksessa ”Pelloilta energiaa - opas ruokohelven käyttäjille” on muutama lämpölaitos, jotka ovat hyviä esimerkkejä ruokohelven ja samalla korsibiomassojen käytön tuotantoketjuista. Esimerkkeinä ovat Kokkolan Voima Oy, Forssan Energia Oy ja Joensuun Energia Oy. Jokaisella näistä laitoksesta on hieman eroja korsibiomassojen käsittelyssä.

#### 6.1.1 Kokkolan Voima Oy

Kokkolan lämpövoimalaitos on otettu käyttöön vuonna 2001. Sähköntuotantokapasiteetti on 20 MW ja kaukolämmön määrä on 50 MW. Tämän lisäksi laitokselta tulee energiaa kemian prosessista enimmillään 15 MW:n teholla kaukolämmityskäyttöön.

Vuodessa tuotetaan noin 240 GWh kaukolämpöä ja 70 GWh sähköä. Voimala käyttää jyrshinturvetta, erilaisia puupolttoaineita ja ruokohelpeä. Biopoltto-aineiden osuus on noin 50 %. Vuonna 2008 ruokohelpeä käytettiin 5 GWh:n edestä.

Vuosina 2006 - 2007 rakennettiin uusi peltobiomassojen käsittely- ja syöttöjärjestelmä. Tavoitteena tällä rakentamisella on ollut vähentää ruokohelven yhteiskäsittelyn ja käytön haittoja. Tarkoituksena siis on ollut edistää ruokohelven käsittelyä. Käsittely- ja syöttöjärjestelmään kuuluu halli, jossa tapahtuu varastointi ja murskaus. Lisäksi on tullut murskauslinja ja pneumaattinen syöttö kattilaan. Vuonna 2008 järjestelmään tehtiin täydennyksiä ja muutamia virityksiä.

Murskauspuoli perustuu tanskalaiseen Reka-yhtiön murskaimen. Murskain on alun perin suunniteltu viljan oljille. Nimelliskapasiteettiä tällä murskaimella on 1000 kg/h ja murskaimen sähkörumpua pyörittää kaksi 7,5 kW:n sähkömoottoria. Paalit tulevat murskaimelle noin 50 metrin pituiselta syöttölinjalta, joka vähentää paalien syöttötarvetta murskaimelle. Päivässä linja täytyy täyttää vain pari kertaa. Murskain on muuten miehittämätön. Rekan murskain on hidaskäyntinen, jonka vuoksi pölyäminen on vähäistä. Tällöin paloturvallisuus paranee ja pölyä ei kulkeudu joka paikkaan.

Murskaimelta putoava silppu siirretään ruuvilla sulkusyöttimeen, josta se taas siirtyy pneumaattiseen putkeen. Ilmalla toimivan kuljetusputken halkaisija on 100 mm ja kuljetusetäisyys on murskaimelta kattilaan yli 100 metriä.

Uusi käsittely- ja vastaanottojärjestelmä on suunniteltu noin 15 GWh vuotuiselle peltoenergian tuotannolle. Tämä on noin 5 % laitoksen kaikesta polttoainemäärästä. Itse raaka-aine hankitaan sopimusviljelijöiltä, joita on noin 50. Viljeltävää pinta-alaa on yhteensä noin 600 ha. Pelloilta viljelijät kuljettavat helpipaalit traktoreilla laitokselle katettuun varastoon. Kauempaa paalit tuodaan välivarastosta risutukki-autolla, johon mahtuu kerralla noin 15 tonnin kuorma. Suurkanttipaaleja käytettäessä arvioitu määrä voisi olla jopa isompi.

Kokkolan Voima Oy:n uudistus on hyvä, sillä kuljetuslogistiikka on tehokasta. Tämä johtuu siitä, että helpi voidaan siirtää suoraan laitokselle paaleina. Saapuneet paalit voidaan varastoida kunnolla laitoksen tiloihin, mikä varmistaa tasaisen laadun ja riippumattomuuden kuljetuksista. Murskaus on myös tehokasta ja laadukasta, minkä vuoksi helpi ei aiheuta ongelmia muiden polttoaineiden kanssa ja syötössä. Ainoa negatiivinen asia on investointien suuruus ja varastointiin tarvittava tilan määrä. (Lötjönen & Knuutila, 2009)

### 6.1.2 Forssan Energia Oy

Forssan Energia Oy:n CHP-voimalaitos on otettu käyttöön vuonna 1998. Sähköä se tuottaa maksimissaan 17 MW ja kaukolämpöä 45 MW. Lämpö jakaantuu Forssan ja Jokioisen taajaman tarpeisiin. Laitoksen hyötysuhde on lähellä 90 %.

Pääpolttoaineena toimii puu, joka koostuu hyvin erilaisista puupolttoaineista. Käytössä on kantohake, puru, kuori, metsähake ja rakennusjätepuuta. Seoksissa saatetaan käyttää välillä turvetta, etenkin talvella, koska turpeen laatu vaihtelee harvemmin kuin jätepuun. Myös viljan lajittelujätettä ja ruokohelpeä on kokeiltu seoksissa. Nämä seokset tehdään laitoksen asfalttikentällä pyöräkuormaajia ja siirrettävää puumurskainta hyväksikäyttäen. Pyrkimyksenä olisi saada mahdollisimman tasainen polttoaineseos.

Laitoksella ruokohelven käyttö on lisääntymässä, sillä Forssan ympärillä on ruokohelpiviljelijöiden keskittymä. Viljelijät toimittavat helven yleensä suoraan paalauksen jälkeen Vapolle voimalaitoksen varastointikentälle. Tällöin varastointi siirtyy Vapon vastuulle. Paalit ovat joko kantti- tai pyöröpaaleja.

Forssan laitoksella paalit murskataan kaivinkoneessa olevalla roottorimurskaimella. Se on laatikko, johon poimitaan yksi paali kerrallaan. Kaivinkoneen tarjoaman hyvän ulottuvuuden ansiosta helpisilpusta voidaan kasata korkeitakin kasoja ja sitä voidaan levittää suoraan pääpolttoaineaman päälle. Silppu on kuitenkin ollut liian pitkää, mikä on ongelmana laitoksen kuljettimille. Sopiva pituus olisi 4 - 5 cm. Helpisilppu laitetaankin vielä kantomurskaimen läpi sekoitettavan polttoaineen kanssa, jolloin helpisilppu on tarpeeksi lyhyttä ja tasalaatuista. Murskauksessa paalien narut ja verkot eivät ole aiheuttaneet ongelmaa.

Poltossa ei ole ollut ongelmia, jos vain helven osuus ei nouse liian korkeaksi. Käytetty enimmäismäärä on ollut 10 % hakkeen ja turpeen sekoituksessa. Syötön on myös oltava kattilaan tasaista. Viljan lajittelujätteet ovat kerran aiheuttaneet tuhkan sulamista ja leijupedin romahtamisen. Ruokohelvellä tuhkan sulamispiste on korkeampi kuin lajittelujätteillä, mutta helven sisältämät alkalit voivat laskea tuhkaseoksen sulamispistettä.

Tässäkin lämpövoimalaitoksessa on se etu, että helpi voidaan toimittaa suoraan paaleina. Laitos on myös syrjässä, joten pöly ei koidu ongelmaksi lähialueelle. Ongelmia on katetun varaston puuttuminen, jolloin jatkuvat vesisaatteet voivat pilata helpipaalit. Lisäksi murskaus- ja sekoitusvaihe eivät ole tarpeeksi tehokkaita, jolloin käyttökustannukset nousevat. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Tähän työhön liittyvässä kyselyssä saatiin kyseiseltä lämpövoimalaitokselta uusimmat tiedot korsibiomassojen käytöstä. Nykyään (2014) Forssan Energia Oy:n laitos ei käytä enää ruokohelpeä polttoaineena. Ongelmia käytössä olivat tuhkan määrä, tuhkan sulaminen ja tuhkan poistaminen palopesästä. Näiden ongelmien takia ruokohelven polttamisesta jouduttiin luopumaan. Pääsyyinä voidaan pitää sitä, että laitoksen palotekniset ominaisuudet eivät soveltuneet ruokohelvelle. Tulevaisuudessa laitoksella ei ollut mielenkiintoa palata ruokohelven käyttöön vaan käyttää tuttuja polttoaineita kuten jyrsin turvetta ja haketta.

### 6.1.3 Joensuun Energia Oy

Joensuun Energia Oy:n kaukolämpövoimalaitos eroaa näistä kahdesta laitoksesta siinä, että helpi toimitetaan valmiiksi silputtuna ja seostettuna toiseen polttoaineeseen. Tämä laitos on rakennettu vuonna 1986 ja se on muutettu leijukerroskattilaksi vuonna 2000. Sähköä se tuottaa 360 GWh ja kaukolämpöä 510 GWh. Noin puolet polttoaineesta on jyrsin turvetta ja loput biopolttoaineita. Käytettyjä biopolttoaineita ovat olleet kuori, puru, metsähake, kaatopaikan biokaasu ja ruokohelvi. Helven osuus laitoksella on vaihdellut, mutta enimmillään se on ollut 10 GWh (v. 2007). Laitos sijaitsee aivan asutuksen läheisyydessä, minkä vuoksi mobiilimurskaus ei ole mahdollista pölyhaittojen vuoksi.

Voimalaitokselle helpi saapuu Vapon toimesta. Yleensä se on sekoitettu valmiiksi turpeeseen, mutta joskus myös puuhakkeeseen sekoitettuna. Helpi on murskattu ja seostettu läheisillä turvetuotantoalueilla. Ongelmia on joskus tullut helpisilpun liian huonosta sekoittumisesta turpeeseen. Välillä helpi on

---

ollut niin kosteaa, että helvestä on jäänyt pitkiä korsiä seokseen. Tällöin ongelmia on ollut varastosiiloissa, ruuveilla ja kuljettimilla. Puupolttoaineeseen helpi on sekoittunut paremmin.

Hyvä puoli tällä laitoksella on se, että helpeä ei tarvitse käsitellä voimalaitoksen alueella, mutta toisaalta tuodun seoksen helpiosuutta on vaikea määrittää. Toimintaa hyödyttäisi se, että paalit tuotaisiin suoraan laitokselle, jossa ne vasta murskattaisiin ja sekoitettaisiin toiseen polttoaineeseen. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

#### 6.1.4 Huttulan tila Koski Tl:ssä

Käytännön Maamiehen kirjoituksessa (9/2011) kerrotaan Koski Tl:ään Huttulan tilalle rakennetusta olkikattilasta. 2009 rakennetun lämpökattilan lisäksi rakennettiin paaleja varten 1200 paalin paalivarasto. Voimalan tarkoitus on lämmittää 120000 broilerin kasvattamo, viljakuivuri ja myöhemmin rakenteilla oleva rehutehdas. Lämmitettävää rakennustilaa on noin 8000 neliötä.

Kaikki olkipaalit saadaan tilan omilta ja naapurin pelloilta. Normaaliolosuhteissa pelloilta on saatu keskimäärin seitsemän paalia hehtaarilta. Tämä tarkoittaa sitä, että 1200 paalin paalivaraston täyttämiseen tarvitaan noin 170 hehtaarin viljapellot. Paalatessa oljen kosteusprosentin tulisi olla alle 20 %. Oljen korjuussa sänkeä on jätetty reilusti, jolloin kasvustoon jää vielä olkea. Lisäksi puimurilla puitaessa silppurin jättäminen käyttämättä on säästänyt polttoainetta 3 - 4 litraa hehtaarilta. Kun olki puidaan pitkäksi, ei puimurin olkisilppuria tarvitse käyttää.

Tilalla on käytössä kaksi Overdahlin K-850 – olkikattilaa. Kattilat ovat putkenomaisia, jotka on suunniteltu etenkin pyöröpaaleille. Uunin halkaisija on 2,35 metriä ja syvyys 4 metriä. Käytössä polttouunit täytetään kurottajalla ja kerralla yhteen kattilaan mahtuu kolme pyöröpaalia. Talvella kovien pakkasten aikana paaleja on palanut kattiloissa yhteensä 12 vuorokaudessa.

”Täytön jälkeen paalien annetaan palaa loppuun. Kun liekki on sammunut, avataan täyttöovi, poistetaan kurottajalla tuhka ja työnnetään polttouuniin uudet paalit”, kertoo Huttulan tilan isäntä Marko Nummela. Jokaisen täytön jälkeen ei tuhkaa ole tarvetta poistaa. Yhdestä täyttökerrasta kattilan pohjalle muodostuu viiden sentin kerros tuhkaa.

Olkipaalien lisäksi lämpövoimalassa voi käyttää myös haketta. Molemmille kattiloille on myös omat hakevarastonsa. Kattiloissa poltetaan myös jonkin verran jätepuuta ja tilalla kuolleet eläimet, joiden polttoon on saatu erillislupa.

Voimalassa on 100 000 litran lämminvesivaraaja, jonka ansiosta paaleista irronnut lämpöenergia saadaan tasaisesti käyttöön ja lämmintä käyttövettä saa myös kattiloiden täytön aikana. Savuhormi on sijoitettu vesivaraajan keskelle, jolloin osa savukaasuissa olevasta lämmöstä siirtyy myös hyötykäyttöön. Voimalan rakentamis- ja koneistamiskustannukset maksoivat noin

350 000 euroa. Vuosittain poltettujen 1200 paalin kokonaisenergiämäärää vastaa noin 220 000 litraa polttoöljyä.  
(KM 9/2011. 2011)

#### 6.1.5 Isotalojen tila Oripäässä

Maaseudun Tulevaisuudessa (19.2.2007) kerrotaan toisesta olkea käyttävästä maatilasta. Oripäässä, Isotalojen tilalla, oljen sisältämää lämpöenergiaa käytetään lämmittämään munafarmia. Olkilämpöä kuluu vuodessa noin neljä miljoonaa kilowattituntia vuodessa.

Isotalojen lämpövoimala on rakennettu itse ja se on alkanut tuottamaan lämpöä jo vuonna 2006 kesällä. Voimalaan on kuitenkin tilattu Tanskasta paalien syöttölinja, joka syöttää keskimäärin seitsemän paalia päivässä. Kovemmillä pakkasilla paaleja kuluu muutama enemmän. Vuodessa kuluu 2500 paalia ja varapolttoaineena tilalla toimii palaturve. Käytettävän paalin koko on noin 2,5 x 1,2 x 0,7 metriä. Yksi paali vastaa isännän mukaan noin sataa litraa öljyä.

Tilalla peltoa on 300 hehtaaria, joka riittää hyvin tilan tarpeisiin. Naapurustosta löytyy myös halukkaita, jotka ovat valmiina myymään olkensa. Paalauksen on todettu helpottavan suorakylvöä, joka taas vähentää kevään polttoaineita ja työmäärää. Oljen paalaaminen olisi kannattavaa vielä urakoitsijallakin, sillä urakoitsijat ottavat alueella olkipaalista noin kymmenen euroa. Isännät sanovat kuivan 15 - 20 % olkipaalin vastaavan noin sataa litraa öljyä, joka hinnaltaan olisi noin 50 - 60 euroa. Tilan isäntien mukaan olkipaali paalattuna urakoitsijalla tulee myös paljon halvemmaksi kuin öljy. Olki paalataan kantipaaleihin, mutta myös pyöröpaalit käyvät Isotalojen tilalla.

Olkipaalit varastoidaan sisällä, joten kosteus ei ole haitaksi paalien varastoinnissa. Varastosta paaleja siirretään syöttölinjalle, josta paalit kulkeutuvat automaattisesti olkisilppurille. Paalilinjan täyttöön kuluu aamuisin noin varti, jonka jälkeen homma toimii automaattisesti. Silppurin jälkeen olkisilppu kulkeutuu pesään ruuvilla. Olkea silputaan automaattisesti tarpeen mukaan. Ruuvi käy aina 15 sekuntia tyhjänä, jolloin vältetään palon leviäminen taaksepäin. Toimintavarmuuden takaavat aggregaatit, jotka käynnistyvät heti, jos sähkökatkos tulee.

Oljen lisäksi tilalla poltetaan palaturvetta ja kanan raatoja, joita tulee tuhansia vuodessa. Kattila on lämpölaitoksen yläpuolella ja palaneet polttoaineet putoavat tuhkana umpinaiseen tilaan. Tuhka poistetaan varastosta noin neljä kertaa vuodessa traktorin etukuormaimella.

Lämpölaitoksen rakentaminen maksoi yli 160 000 euroa, kun työt tehtiin itse. Arvioitu hinta vastaavalle laitokselle olisi ollut noin 500 000 euroa, jos kaikki olisi ostettu ja tehty ulkopuolisella. Laitoksen rakentamisesta vastanneen mukaan tehoa löytyy hyvin. Tuhannesta kilosta olkea on saatu irti 4000 kilowattia lämpöä verkkoon johdettuna, eli häviöiden jälkeen. Tilan isäntien mukaan olkipahnan arvo on viljan vertainen, kun olkea verrataan öljyyn. (Maaseudun Tulevaisuus. 19.2.2007)

## 6.1.6 Johtopäätöksiä

Näiden kahden edellä mainitun tilan pääenergia tulee suoraan oljesta. Investoinnit ovat suuret, mutta suunniteltaessa lämpövoimala suoraan oljelle, ei poltossa esiinny suuria ongelmia. Oljen vain täytyy olla tarpeeksi kuivaa, jotta sen syöttäminen palopesään ei aiheuta ongelmia.

Aikaisemmin mainittu Kokkola Voima Oy:n laitos niin kuin nämä kaksi maatilakäyttöistä laitosta ovat malliltaan ja toimintaperiaatteeltaan lähellä tanskalaisia voimaloita. Etenkin maatilayrityksissä käytettynä oljen potentiaalinen energia on helposti hyödynnettävissä. Pellot ovat lähellä, olki saadaan viljan sivutuotteena omista pelloista, kaluston valmius ja logistisesti toimiva konsepti tarjoaa maataloille edullisen ja kestävän energialähteen.

## 6.2 Laitoksia Tanskassa

Tanskassa oljen energiakäyttö maataloilla sekä lämpölaitoksilla on paljon yleisempää kuin Suomessa. Jo 1980-luvulla Tanskassa on alettu tukea poliittisesti oljen energiakäyttöä. Lämpövoimaloiden kattilat sopivat oljen polttamiseen ja myös kaukolämmön tuottamiseen. (KM 9/2011. 2011)

Tanskalainen oljen energiaketju on jo kerennyt hioutua ajan saatossa hyvään malliin. Sadonkorjuu, sen kuljetus ja polttaminen on saatu tekniikaltaan järkeväksi ja toimivaksi. Tietenkin Tanskan maantieteelliset ominaisuudet edistävät oljen käyttöä energiana, mutta tanskalaisten luomasta mallista voisi myös jotain soveltaa Suomeen.

Biotalousella lisäarvoa maataloustuotannolle – hankkeen nimissä tehtiin olkimatka Tanskaan 8.-10.4.2014. Matkalla tutustuttiin oljen korjuutekniikoihin, varastointiin ja energiahyödyntämiseen. Vierailuja tehtiin maatilamittakaavan ja suuremman mittaluokan lämpö- ja voimalaitoksiin.

Kerron seuraavaksi matkaraportissa esitellyistä (6.5.2014) kahdesta eri kokoluokan olkilaitoksesta.

### 6.2.1 Egeskovin linna

Tanskassa sijaitsevan Egeskovin linna saa lämpönsä olkikattilasta. 1500-luvulla rakennettu linna sijaitsee Fynin saarella ja toimii siellä tunnettuna nähtävyytenä. Linnan yhteydessä on kasvihuone, huvipuisto ja museoita. Olkikattilalla lämmitetään linnaa ja siihen kuuluvia rakennuksia.

Linnan käyttämä olkikattila on tanskalaisen yrityksen Faustin toimittama. Kattila on pystytetty 2 - 3 vuotta sitten. Siihen työnnetään 3 paalia 2 kertaa päivässä. Paalit sijoitetaan kattilaan traktorin etukuormaajalla, mihin aikaa kuluu noin 10 minuuttia. Tämän tyyppisiin panoskattiloihin tulee syöttää olkea, jonka tiheys ei ole kovin suuri. Paalit sijoitetaan kattilaan suoraan ilman murskausta. Kattilan yhteydessä on sadan kuution varaaja, jonka vettä olkienergialla lämmitetään. Kattilalaitoksen teho on 600 kW. Linnan alueelle



on rakennettu 2 - 3 kilometriä putkistoa, jonka kautta rakennuksia lämmitetään. Laskennallinen käyttöikä on noin 20 - 30 vuotta ja hintaa kattilalle ja varaajalle tuli 1,2 miljoonaa Tanskan kruunua. Euroissa tämä on noin 161 000 euroa. Linnan lämmityksessä säästyy arviolta 165 000 litraa öljyä, kun lämmityksessä käytetään olkea öljyn sijaan.

Faust on valmistanut kattiloita jo vuodesta 1978 lähtien ja on yksi merkittävimmistä olkikattiloiden valmistajista Tanskassa. Faustin vanhimmat kattilat ovat jo 38 vuotta vanhoja. Uusimmilla kattiloilla päästään laboratorio-olosuhteissa 90 % hyötysuhteeseen. Käytännössä suhde on noin 70 - 75 % vuoden keskiarvona. Linnassa käytettävää kattilatyyppejä hyödynnetään useilla tanskalaisilla maataloilla esimerkiksi viljankuivaukseen. Faust toimittaa kattilat kolmessa erässä ja pystytys valmiille perustuksille vie kaksi päivää. Kattilassa voidaan polttaa myös puuta. Vastaavanlaisia kattiloita on toimitettu myös Suomeen.

Faustin kattiloita voidaan säätää ja valvoa etänä. Mahdollisen häiriön tullessa tekstiviesti voidaan ohjelmoida lähtemään kolmeen eri matkapuhelimeen. Vanhempiin kattiloihin voidaan jälkikäteen lisätä teknisiä ominaisuuksia esimerkiksi edellä mainittu etämahdollisuus. Kaikilla Faustin kattiloilla on omat verkkosivut, joihin voi käydä tutustumassa. (<http://www.faust.dk/forside.aspx>) (Hällfors, Saarinen & Finer. 2014)

## 6.2.2 Vattenfallin Fyn Power Station

Suuremman kokoluokan voimalaitos Fyn Power Station on Vattenfallin omistama. Voimalaitosalueella sijaitsee jätteenpolttolaitos, yksi suljettu voimalaitos, hiili- ja öljyvoimalaitos sekä olkea polttava laitos. Jätteenpoltossa sähköteho on 10 + 14 MW ja lämpöteho on 29 +35 MJ/s. Jätettä palaa 280 000 tonnia vuodessa. Pääyksikkönä toimii kuitenkin kivihiiivoimalaitos, jossa kuluu 800 000 tonnia kivihiiiltä, joka tuodaan Venäjältä. Sähköteho kivihiiiltä käytävällä yksiköllä on 405 MW ja lämpöteho 550 MJ/s. Kivihiiilen hinta on verotuksesta johtuen yhtä kallista kuin oljen.

Olkea käyttävä yksikkö toimii täysin itsenäisenä. Oljen polttaminen on Vattenfallin edustajan mielestä hyvää ja kannattavaa liiketoimintaa. Laitosinvestointi maksoi kokonaisuudessaan 800 miljoonaa kruunua. Sähköä olkiyksikkö tuottaa 34,5 MW teholla, joka vastaa 20 % osuutta Odensen kaupungin sähkökulutuksesta. Lämpöteho on 84 MW ja sillä saadaan tuotettua 25 % osuus Odensen lämmöntarpeesta. Kaukolämpöjärjestelmä on Vattenfallin edustajan mukaan välttämätön tämän kokoluokan laitoksessa, jotta se toimii teknisesti ja on taloudellisesti kannattavaa. Kauimmat kaukolämpöverkon kohteet ovat 20 kilometrin päässä laitoksesta.

Käytäntö laitoksella menee niin, että viljelijä tai urakoitsija saa päättää hoitaako hän itse paalit voimalaitokselle vai hoitaako Vattenfall kuljetuksen. Laitokselle mahtuu paaleja varastoon 2300, joka vastaa viikonlopun käyttömäärää. Olkea syötetään tunnissa 28 tonnia ja vuositasolla sitä kuluu 170 000 tonnia. Paalit kuljetetaan rekoilla 24 paalin erissä, joiden kokonaispaino on noin 14 tonnia. Laitokselle tullessaan autot punnitaan ja oljen kosteus mitataan kolmesta eri kohdasta. Automaattinen olkinosturi purkaa kuorman ja

siihen kuluu noin viisi minuuttia kuormaa kohden. Vastaanoton on oltava tämän kokoluokan laitoksessa tehokasta. Oljen maksimikosteus on 25 %. Paalit, jotka ovat mädäntyneet ja tummuneet vain yhdeltä sivulta otetaan vielä vastaan. Oljen hinta on 250 kruunua (33,55 €) paalia kohden.

Poltossa syntyvästä lentotuhkasta, jossa on liian paljon haitallisia yhdisteitä, on yritetty ottaa ravinteita talteen, mutta huonoin tuloksin. Lentotuhka on säkitetty varastoihin ja loppusijoitettu kaivoksiin. Pohjatuhka on kuitenkin levitetty viljelijöiden pelloille.

Oljen kanssa on myös poltettu puuhaketta suhteessa 50/50, kun olkea ei ole ollut saatavilla. Hake kuitenkin joudutaan tuomaan Ruotsista tai Baltian maista. Vattenfallin mukaan hake ei ole kuitenkaan niin kiinnostava energialähde kuin olki. (Hällfors, Saarinen & Finer. 2014)

## 7 KORSIBIOMASSAN PELLETOINTI JA BRIKETÖINTI

Korsimassan pelletointi ja briketointi mahdollistavat korsibiomassan monipuolisemman käytön erilaisissa lämpökattiloissa. Puristettuna tiiviimpään muotoon, saadaan oljen energiatiheyttä lisättyä. Tämän ansiosta olkienergian kuljetus saadaan tehokkaammaksi. Pellolta saadun energian käsittely ja käyttö helpottuu, kun olkimassa tiivistetään pienempään kokoon.

### 7.1 Pelletointi

Olkipellettejä valmistettaessa oljen kosteusprosentin tulee olla alle 20 %. Olkimassa murskataan ensimmäisenä alle 15 millimetrin partikkelikokoon. Tämän jälkeen oljesta erotellaan epäpuhtaudet ennen kuin se jauhetaan. Jauhin, joka tavallisesti on vasaramylly, pienentää partikkelikokoon lopulta alle kuuden millimetrin pituuteen.

Jauhettu massa jatkaa matkaansa pelletointikoneeseen, joka puristaa rengas- tai tasomatriisissa pelletin kasaan. Tämän jälkeen pelletti jäädytetään, jotta pelletti pysyy kasassa ja hyvälaatuisena. Pelleteistä erotellaan vielä pöly ja pienet partikkelit. Näin vältetään poltettavan tavaran lajittuminen, joka aiheuttaa syöttöongelmia käytössä. Valmiiden olkipellettien kuutiopaino on noin 680 kiloa ja kosteusprosentti on noin 7 %. Pellettirae on halkaisijaltaan noin 7 - 10 millimetriä ja pituus on noin 5 - 20 millimetriä. Pelletin koko riippuu laitteistosta.

Pellettejä on käytetty lähinnä kuivikekäytössä. Olkipelletin imukyky on 12 kertaa parempi kuin irto-oljella ja neljä kertaa parempi kuin kutterinlastulla. Olkipelletti sitoo myös ammoniakkia paremmin kuin tavallinen olki, mikä helpottaa hajuhaittoja. Olkipelletti on myös hyvin hygieeninen tuote, sillä valmistuksessa oljen lämpötila nousee 70 - 80:n asteeseen. Näin korkeissa lämpötiloissa mikrobit ja bakteerit kuolevat.

Olkipellettien käyttäminen onnistuu monissa lämpölaitoksissa, joissa on muun muassa liikkuvat arinat. Pienkiinteistöjen puupellettipolttimissa pellettien käyttö on kyseenalaista, koska ongelmia tulee tuhkan sulamisominaisuuden ja korkean klooripitoisuuden vuoksi. Kattiloihin tulisi asentaa liikkuva arina tai palopää,

---

sekä klooria kestävät tulipinnat. Suurissa laitoksissa puristettu olki ei ole saanut kovin suurta kiinnostusta, koska irtotavara tulee halvemmaksi. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

Tuotannon edellytyksiä on Suomessa. Kotimainen tuotanto vastaa vain noin neljättä osaa nykyisestä kysynnästä. Pääosa Suomen pelleteistä tuotetaan Baltian maissa, joista se tulee maahantuojien kautta Suomeen. Viimeaikaiset muutokset energian hinnoissa ovat parantaneet olkienergian kysyntää. Tuotannon, yritystoiminnan ja kysynnän kasvu voidaankin siis nähdä vielä kiihtyvän. (KM 9/2011. 2011)

## 7.2 Briketöinti

Briketöinti on pelletin tuottamiseen verrattuna huomattavasti yksinkertaisempaa ja edullisempaa. Työvaiheet vähenevät, kun olkimassa voidaan puristaa kasaan jo murskauksen ja ilmaerotellun jälkeen. Briketöinnissä jopa 30 mm olki on jalostettavissa.







Brikettejä voidaan valmistaa joko mäntä- tai ruuvipuristimella ilman tarvittavia sidosaineita. Ruuvipuristimien kapasiteetti on yleensä suurempi kuin mäntäpuristimien. Brikettejä voidaan hyödyntää kuivikkeena sekä automaatti- ja käsisyöttöisissä polttimissa. Briketin koko on halkaisijaltaan noin 50 - 80 mm ja pituus 100 - 200 mm. (Lötjönen & Knuutila. 2009)

## 8 KORSIBIOMASSAN HYÖDYNTÄMISEEN ERIKOISTUNEITA VALMISTAJIA

Tanskassa korsibiomassojen polttaminen on kokenut jo pitkän prosessin. Koska kysyntää korsimassan polttamiselle on ollut, se on luonut Tanskaan paljon alan yritystoimintaa. Nämä yritykset ovat keränneet tietoa ja kehittäneet laitteistoa, miten oljessa oleva potentiaali saataisiin parhaiten hyödynnettyä.

Taulukossa 4 on listattu tanskalaisia yrityksiä, joita kannattaa lähestyä, jos korsibiomassojen hyödyntäminen kiinnostaa.

Taulukko 4. Lista tanskalaisista yrityksistä, jotka ovat erikoistuneet korsibiomassojen hyödyntämiseen. (Inbiom. 2011)

Logo	Yhteystiedot	Kuvaus
	<b>Lin-Ka Maskinfabrik A/S</b> Nylandsvej 38 DK-6940 Lem St. www.linka.dk	Valmistaa ja kehittää valmiita laitoksia lämmön ja höyryn tuottamiseen. Valmistavat varaavia kattiloita, olkimurskaimia ja olkikuljettimia
	<b>Passat Energi A/S</b> Vestergade 36, Ørum DK-8830 Tjele www.passat.dk	Valmistaa täysin automatisoituja biopolttoainetta käyttäviä laitoksia välillä 140-1000 kW, esimerkiksi oljelle. Perehtynyt suuren teollisen kokoluokan oljen hyödyntämiseen.
	<b>Alcon A/S</b> Frichsvej 11 DK-8464 Galten www.alcon.nu	Valmistaa panossyöttöisiä polttolaitoksia kaiken tyyppisille biopolttoaineille, teräksisiä savupiippuja ja lämminvesivaraajia.
	<b>Faust</b> Vester Fjordvej 2 DK-9280 Storvorde www.faust.dk	Kehittää ja valmistaa puuhakkeelle ja oljelle polttokattiloita, jotka ovat manuaalisia ja täysin automatisoituja laitoksia. Kattiloiden tehot 150kW-1,5MW.
	<b>Kaas Staalbyg A/S - KF Halmfyr</b> Hjulmagervej 12-16 DK-9490 Pandrup www.kaasstaalbyg.dk	Kehittää ja valmistaa suuren kokoluokan olkilämpölaitoksia manuaalisella syötöllä.
	<b>Overdahl Kedler ApS</b> Hjallerupvej 21 DK-9320 Hjallerup www.overdahl.dk	Valmistaa pääasiassa panossyöttöisiä kattiloita jätemaalle, pelleteille, puuhakkeelle, puulle ja oljelle.
	<b>REKA</b> Vestvej 7 DK-9600 Aars www.reka.com	Valmistaa panossyöttöisiä ja täysin automatisoituja lämpölaitoksia välillä 10-6500 kW lähes kaikille biopolttoaineille. Valmistaa myös olkimurskaimia.
	<b>Scanboiler Varmeteknik A/S</b> Vangvedænget 1 DK-8600 Silkeborg www.scanboiler.dk	Erikoistunut myymään ja suunnittelemaan biolämpölaitoksia puupelleteille, puuhakkeelle, oljelle ja muille kiinteille polttoaineille välillä 10.5 kW-600kW. Myy myös aurinkoenergian ja geotermisen lämmön keräimiä.

## 9 KYSELYTUTKIMUS HÄMEEN ALUEEN LÄMPÖLAITOKSILLE

### 9.1 Toteutus

Kysely suoritettiin sähköisenä Googlen tarjoamaa palvelua hyödyntäen. Tarkoituksena oli selvittää, mitä polttoaineita Hämeen biolämpölaitokset käyttävät ja onko niillä kokemusta korsibiomassoista. Lisäksi pyrittiin selvittämään, miten korsibiomassoja voisi laitoksella hyödyntää. Kyselyllä kartoitettiin myös kiinnostusta korsibiomassoihin liittyen.

Biolämpölaitoksia Hämeen alueelta saatiin kerättyä 77. Kysely lähetettiin lämpölaitosten vastaaville ja etenkin sellaisille henkilöille, jotka tiesivät kyseisen laitoksen toiminnasta. Muutamalla laitoksella saattoi olla sama yhteyshenkilö. Ky-

sely lähetettiin 3.11.2014 ja muistutus niille, jotka eivät olleet vastanneet, laitettiin 19.11.2014. Kaikkien laitosten yhteystietoja ei saatu selville, jotka olivat selvillä (liite 2). Tähän listaan on kerätty Hämeen biolämpölaitoksia.

Vastauksia saatiin eri lämpölaitosten osalta 38. Tällöin vastausprosentiksi muodostuu noin 49 %. Vastausmäärä oli hyvä huomioon ottaen sen, että minkäänlaisista kannustinta ei ollut tarjolla kyselyyn vastanneille.

Haastavinta kyselyn toteutuksessa oli saada selville laitoksien vastaavien yhteystiedot. Etenkin pienemmän kokoluokan lämpölaitoksien vastaavia oli hyvin vaikea tavoittaa. Muuten kyselyn luominen ja sen toteutus oli sujuvaa. Googlen tarjoama palvelu toteuttaa kyselyitä osoittautui käytännölliseksi ja joustavaksi. Etenkin ulkopuolisen avun kanssa kehittäessä kyselyä, osoittautui kyselyn muokkaaminen helpoksi.

## 9.2 Kysymykset

Kysely (liite 1) rakentui 24 eri kohdasta. Ensimmäiset kahdeksan kohtaa kartoittivat vastauksen antajan ja lämpölaitoksen yhteys- ja yleistietoja. Tämän jälkeen seurasi viisi kohtaa, joissa kartoitettiin laitoksen tarkempia tietoja riippumatta siitä käyttikö laitos korsibiomassoja.

Kysymys 14 jakoi laitokset niihin, joissa on kokemuksia korsibiomassojen käytöstä ja niihin, joissa ei ole. Ne, jotka vastasivat ”kyllä”, jatkoivat kyselyä normaalisti eteenpäin ja antoivat tarkempia tietoja kokemuksistaan. Näitä täydentäviä kohtia, ennen kaikille vastaajille suunnattuja kolmea kysymystä, oli seitsemän. Toiset, jotka vastasivat ”ei”, saivat siirtyä suoraan näihin kaikille tarkoitettuun kolmeen viimeiseen kohtaan. Kolme viimeistä kohtaa kartoittivat vastaajien suunnitelmia korsibiomassojen käytön suhteen tulevaisuudessa.

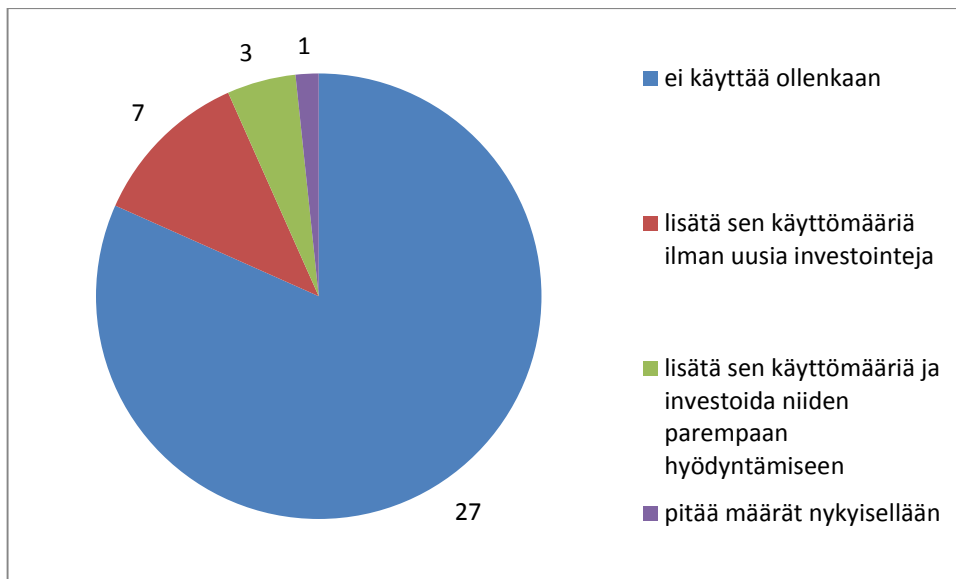
Kyselyssä käytettiin monivalintaisia sekä avoimia kysymyksiä. Tavoite oli tehdä kyselystä johdonmukainen, helposti ja vaivattomasti täytettävä. Tarkoitus oli saada mahdollisimman kattavat vastaukset. Tavoitteissa onnistuttiin hyvin, sillä vastausprosentti lähenteli 50 %:a ja tarvittavaa tietomateriaalia saatiin kerättyä laajalti.

## 9.3 Tulosten analysointi

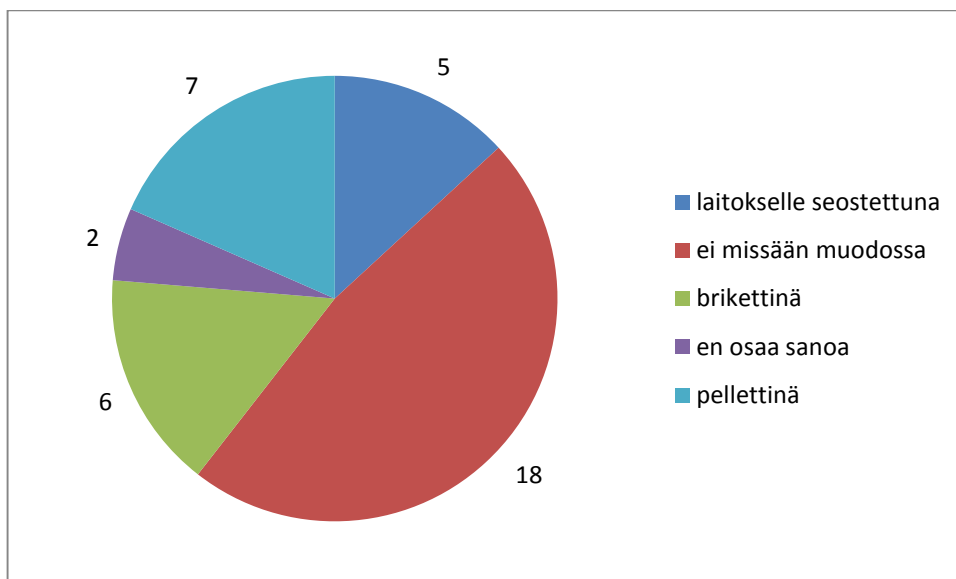
Kyselyn tarkoitus oli selvittää, mitä polttoaineita ja kuinka paljon Hämeen biolämpölaitokset käyttävät. Pääpaino oli korsibiomassoissa. Tarkoitus oli selvittää kokemuksia korsibiomassojen käytöstä ja kiinnostuksesta sen käyttöön Hämeen alueella.

Kaikista vastanneista vain kolmella laitoksella on kokemuksia korsibiomassojen käytöstä, minkä vuoksi voidaan heti todeta, että korsibiomassojen hyödyntäminen energiana on hyvin vähäistä. Kaikkiaan kuusi laitosta hyödyntää, jotka hyödyntävät viljan jyviä ja viljan lajittelujätteitä. Näihin kuuteen kuuluu kaksi laitosta, joilla aiemmin mainittiin olevan kokemuksia korsibiomassoista.

Ilman investointeja ja investointeja tekemällä korsibiomassojen hyödyntämiseen on mielenkiintoa kymmenellä laitoksella (Kuvio 1). 20 laitosta kuitenkin kokevat, että korsibiomassoja voidaan hyödyntää, jos ne olisivat saatavissa valmiina brikettinä, pellettinä tai muuhun polttoaineeseen sekoitettuna (kuvio 2).



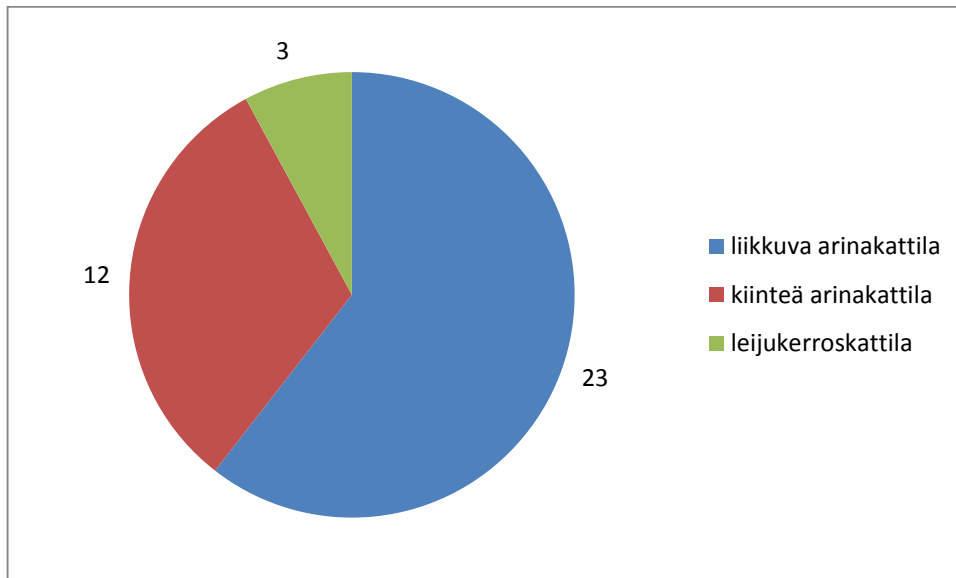
Kuvio 1. Kysymyksessä kysyttiin laitosten mielenkiintoa käyttää korsibiomassoja, vastaajien määrä, vastauksia 38



Kuvio 2. Korsibiomassan käyttäminen polttoaineena laitoksella olisi suotavinta..., vastaajien määrä, vastauksia 38

Puuperäiset polttoaineet kuten hake ja puupelletti olivat suosituimpia pääpolttoaineita. Vastanneista 37, eli noin 97 %, ilmoitti käyttävänsä energialähteenä puuta. Vain yksi laitos ilmoitti käyttävänsä pääpolttoaineena viljan jyviä sekä viljan lajittelujätettä. Kokemukset korsibiomassojen käytöstä ovatkin vain sen toimiessa sivupolttoaineena.

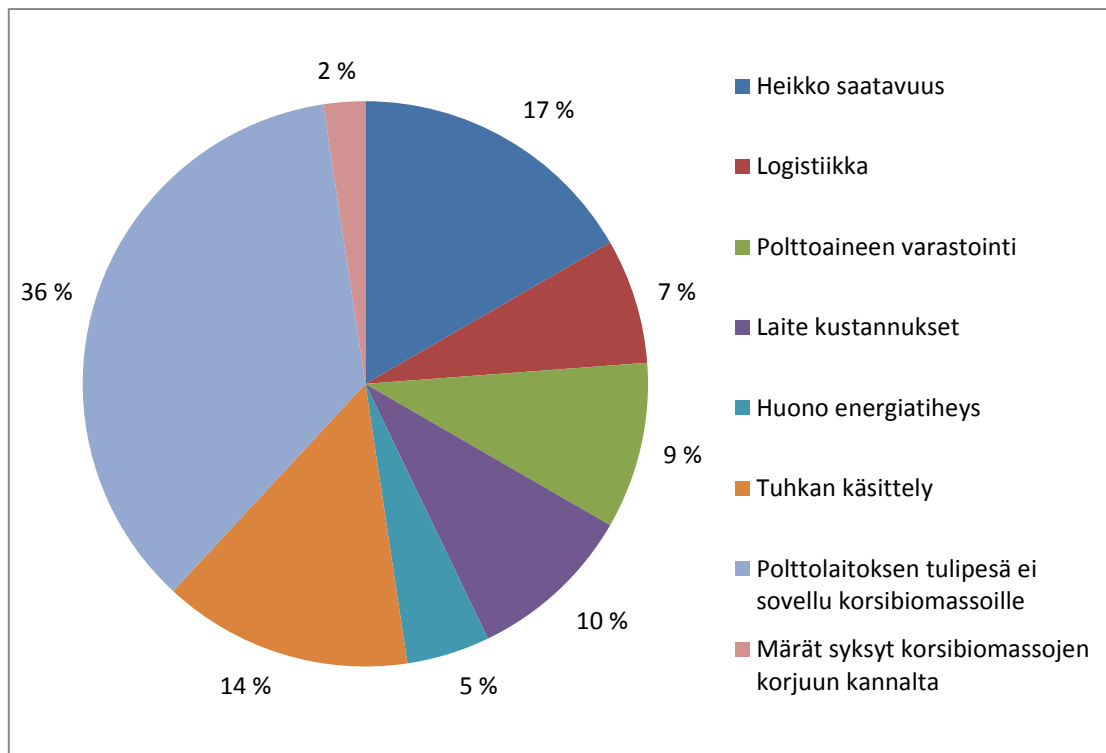
Voidaan kuitenkin todeta, että nykyiset lämpölaitokset kykenisivät käyttämään korsibiomassoja, jos ne olisivat jalostettuina esimerkiksi olkipelleteiksi. Täten korsibiomassoja voitaisiin hyödyntää nykyisillä laitostekniikoilla. Korsibiomassojen vaatima tekniikka edellyttää ainakin liikkuvan arinakattilan tai leijukerroskattilan. Vastauksien mukaan kolmessa laitoksessa on leijukerroskattila ja 23:lla liikkuva arinakattila (kuvio 3).



Kuvio 3. Kattilatyyppi, vastaajien määrä, vastauksia 38

Ne, joilla on kokemuksia korsibiomassojen käytöstä, olivat sitä mieltä, että suurimpia ongelmia korsibiomassojen käytössä ovat tuhkan sulaminen ja sen poistaminen palopesästä. Muina ongelmina mainittiin muun muassa varastointi, saataavuus, logistiikan järjestäminen ja kuljetinlinjojen soveltuvuus oljelle.

Kysymys, jossa kysyttiin tekijöitä korsibiomassojen käyttöön ottamiseen ja käytön lisäämiseen liittyviin ongelmiin, oli pakollinen kaikille. Vastauksia saatiin hyvin. Alla olevasta kuviosta löytyy vastausten perusteella yleisimmät ongelmat korsibiomassojen käytön aloittamiselle tai lisäämiselle tulevaisuudessa. Kuviossa ei näy vapaan sanan vastauksia. Avoimeen kohtaan ”muu” vastattiin muun muassa, että tietoa korsibiomassojen poltosta on liian vähän. Lisäksi mainittiin olkipaalin purkamiseen liittyvät ongelmat sekä se, että ei ollut tarvetta uudelle polttoaineelle.



Kuvio 4. Korsibiomassojen käyttöön ottamiseen tai käytön lisäämiseen liittyviä ongelmia, vastaajia 38

#### 9.4 Johtopäätökset

Kyselyn perusteella voidaan todeta, että korsibiomassojen käyttäminen ei Hämeen seudulla ole yleisesti tunnettua. Muutamia vastauksia lukuun ottamatta voidaan olettaa, että tietoisuus korsibiomassojen käytöstä on hyvin vähäistä. Mahdollisuudet käyttää korkeammalle jalostettua korsibiomassaa polttoaineena on olemassa jo usealla laitoksella. Olkisilpun käyttäminen suoraan polttoaineena on laitoksille teknisesti vaikeaa. Olkisilppu tulisi seostaa esimerkiksi hakkeeseen, mikä on työläs prosessi.

Kyselystä käy ilmi, että mielenkiintoa korsibiomassoille on. Lisääntyvä tiedon määrä ja kokemukset niin Suomesta ja ulkomailta osoittavat korsibiomassojen olevan täysin käyttökelpoinen energialähde. Polttolaitoksien tekninen kehitys kykenee poistamaan oljen polttotekniset ongelmat. Myös kustannukselliset rajoitteet hälvänevät sitä mukaa mitä tekniikka ja tietoisuus kasvavat.

## 10 LÄMPÖLAITOSVIERAILUT

Hämeen uusiutuva energia hankkeen puolesta tehtiin vierailut kolmeen eri biolämpölaitokseen. Näistä kaksi sijaitsi Hämeessä ja yksi Varsinais-Suomessa. Tarkoituksena oli käydä tutustumassa erilaisiin biolämpölaitos ratkaisuihin ja kysellä laitosten käyttäjien mielipiteitä korsibiomassan hyödyntämisestä.



## 10.1 Pelto-Paturin tila, Janakkala

Hämeen uusiutuvan energian tulevaisuus -hanke teki vierailun Paturin tilalle. Tilalla toimii Pelto-Paturi Oy, joka on yksi valtakunnallisen Tilasiemen Oy:n palvelupiste. Pelto-Paturi Oy:n toimintaan kuuluu viljelyttäminen, kunnostus, pakkaus ja sertifioidun siemenen myynti ja markkinointi. Käsittelyssä on niin siemenviljaa kuin nurmisiementä. Siemeniä tuottaa 25 sopimusviljelijää.

Pelto-Paturi Oy:llä toimii Antti-Teollisuuden toimittama viljankuivaamo, joka on valmistunut vuonna 2011. Viljankuivaamo käyttää biouunina, joka on teholtaan 500 kW (kuva 6). Samassa yhteydessä toimii myös toinen biokattila, jonka teho on 120 kW (kuva 4). Suuremmalla kattilalla kuivataan pääosin viljaa ja pienemmällä hoidetaan tilakeskuksen rakennusten lämmitys. Lattiapinta-alana ajateltuna lämmityksessä on noin 1000 neliometriä. Kattiloiden palopäät ja purkainpohja ovat Ariterm laitteistoa. Polttoainevarasto on rakennettu kattiloiden yhteyteen ja osastoitu asianmukaisesti paloturvalliseksi.



Kuva 4. Pienemmän kattilan 120 kW palopäässä on myös porrasarina ja toiminta on ollut viljanpoltossa moitteetonta.

Tilan siementuotannon takia syntyy joka vuosi noin 5 - 10 % siemenviljasta erotettua sivujaetta (kuva 5). Tästä osa menee vielä rehuviljaksi. Polttoon kelpaavaa massaa syntyy kuitenkin niin paljon, että sitä viedään myös muillekin biolämpölaitoksille. Tilan visiona oli uutta viljankuivauslaitteistoa hankittaessa hyödyntää tilan energiaomavaraisuutta ja korvata kallis öljy edullisemmalla polttoaineella. Tässä onkin onnistuttu hyvin, sillä nyt tilalla kyetään hyödyntämään viljamassojen koko taloudellinen potentiaali. Siemen- ja rehuviljat myydään ja muista viljan sivutuotteista kyetään hyödyntämään niiden sisältämä energia.



Kuva 5. Kun paremmat jakeet viljasta on lajiteltu pois jää loppu eli ns. hukkajae energiakäyttöön.

Biouunit ovat Antti-Teollisuuden ja Aritermin yhteistyössä kehittämiä. Kehitetyissä bio-uuneissa tuhka ei ole osoittautunut ongelmaksi, sillä liikkuva porrassarina poistaa tuhkan mahdollisesta sulamisesta aiheutuvat ongelmat. Mahdolliset häiriöt laitteistossa tulevat hyvin ilmi laitteiston käyttäjälle suoraan työpuhelimeen. Tilan isäntä on ollut tyytyväinen laitteiston toimivuuteen.



Kuva 6. Aritermin 400 kW palopää porrassarinalla on toiminut viljanpoltossa moitteettomasti. Pääosa tuhkasta siirtyy sujuvasti automaattiselle tuhkaruuville ja manuaalista tuhkanpoistoa tarvitaan vain vähän.

Yksi suurimmista eduista, jonka lämpölaitteisto on tuonut, on sen taloudellinen järkevyys. Kalliin öljyn hankinta ei ole enää tarpeellista, vaan viljaa voidaan kuivata ja rakennuksia lämmittää hyödyntämällä viljan sivutuotteiden sisältämää energiaa. Lisäksi toinen

etu on juuri se, että myyntiin kelpaamattomalla vilja-aineella on selvä hyötykäyttö, koska se olisi tilalle muuten kustannuserä esimerkiksi jätteenä. Polttoaineena käytettävä lajittelijäte ja kauppakelvoton vilja on aina kuivaa ja siten erinomaista polttoainetta.

Suora oljen polttaminen ei ole tilalla tarpeellista, sillä energiaa saadaan jo tarpeeksi viljan sivutuotteista. Olki nähdään myös tällä tilalla kuuluvan maahan ja koska korrensäätimen käyttö on siemenviljan tuotannon takia oleellista, ei olkea synnykään paljoa. Mahdollinen oljen paalaus esimerkiksi urakoitsijalla on myös riski hukkakauran leviämiselle. Viljan viljelylle on kuitenkin olemassa näkemys, että huonommat osat pellostä, esimerkiksi metsänreunat, soveltuisivat hyvin energiaviljan viljelyyn. Tällöin pellon paremmista osista korjattu vilja olisi laadullisesti mahdollisimman tasalaatuista.

## 10.2 Loimaa

Loimaalla kävimme tutustumassa pienen kokoluokan lämpölaitokseen, jossa polttoaineena on korsibiomassa. Laitos on konttityyppinen ja se koostuu suuresta tulipesästä, kattila/ohjaushuoneesta sekä massiivisesta lv-varaajasta sekä savupiipusta. Laitos on Faustmerkkinen ja tyypiltään panossyöttöinen olkikattila, jossa polttoaineena käytetään kokonaisiä pääosin lieriön mallisia olkipaaleja. Kattilasta saatava teho on 450 kw.

Toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen. Kattilan tulipesään ladataan olkipaalit ja ne sytytetään syöttöluukusta (kuva 7). Täyttö onnistuu trukilla ja palotilaan mahtuu kerrallaan kaksi pyöröpaalia. Palamista kyetään säätelemään ohjainhuoneesta. Palaessaan paalit lämmittävät 34 kuution lämpöeristettyä vesivaraajaa. Palamisen päättyessä lisätään tarvittaessa uudet paalit tai tuhkat poistetaan trukkiin soveltuvalla tuhkalapiolla (kuva 8). Tuhkan määrä ei ole koitunut ongelmaksi eivätkä poltossa syntyvät palokaasut ole noenneet ympäristöä.



Kuva 7. Olkipaalin sijoittaminen



Kuva 8. Tuhkakauha

Kattilalla lämmitetään vasemmalla (kuva 9) näkyvää toimitilaa. Omistaja on ollut tyytyväinen hankintaan ja ongelmia ei ole ollut laitteen käyttöönotossa. Tämänlaiset kattilat on nimenomaan suunniteltu oljen polttamista varten. Etenkin maatilan energiaratkaisuna voisi hyvinkin toimia tämän tyyppinen olkikattila.



Kuva 9. Biolämpölaitoksen sijainti

### 10.3 Tuittulan Pekoni, Hauho

Vierailimme Tuittulan Pekonin tilalla, jossa toimii biolämpölaitos Tuittulan Pekoni Oy:n sikala-rakennusten lämmittämiseksi (kuva 10). Laitos kykenee polttamaan lähes kaikkea biomassaa noin 500 – 750 kw:n tehoilla, käytettävästä polttoaineesta riippuen. Öljyn polttamiseen löytyy myös mahdollisuus. Tällä hetkellä pääpolttoaineena toimii puuhake, jota saadaan tilan omista metsistä. Laitoksen omistaa Karkkula Mty, joka on osakkaana Tuittulan Pekoni Oy:ssä.



Kuva 10. Lämpökontti

Lämpölaitos koostuu kontista, jossa on Ariterm 500 – mallin liikkuva porrastinrakattila. Kontissa on kattilahuoneen vieressä polttoainevarasto, jossa on ylöspäin aukeava katto. Laitoksen polttoaine kipataan varastoon avatun katon kautta (kuva 11). Hakevaraston pohjassa on ensin tankopurkaimet ja sen jälkeen ruuvikuljetin.



Kuva 11. Hakevarasto

Kattilan tekniikka mahdollistaa niin oljen kuin myös viljasta saatavan energian hyödyntämisen. Palopään liikkuva porrasarina yhdessä automaattisen palamisen ohjauksen kanssa minimoi tuhkan sulamisesta aiheutuvat ongelmat. Käyttäjän mielipiteet laitoksen toimivuudesta ovat hyvät. Mahdolliset häiriöt laitoksen toiminnassa lähtevät automaattisesti erilaisten sensorien tunnistamina tekstiviestillä suoraan laitoksen käyttäjän työpuhelimeen. Sillä varmistetaan nopea reagointi laitoksen häiriötilanteissa.

Poltossa syntyvästä tuhkasta ei ole ollut haittaa eikä sitä synny kovinkaan paljoa. Kaikki tuhka sekoitetaan tietyn väliajoin sian lietteeseen, minkä jälkeen seos levitetään pellolle.

Korsibiomassojen poltossa on kuitenkin havaittu ongelmia esimerkiksi syöttölaitteiston tukkeutumina. Yksi ratkaisu tähän ongelmaan on oljen briketointi, minkä eteen tilalla on tehty investointeja ja siihen liittyviä kokeiluja.



Kuva 12. Olkisilppuri

Mty Karkkula on hankkinut ajan saatossa linjaston oljen briketointiin. Linjastoon kuuluu paalin purkaja, silppuri, vasaramylly ja briketointikone (kuva 12). Paalin purkajalta olki



kulkeutuu omatoimisesti asennettuun puimurin olkisilppuriin. Silppuri toimii sähkömoottorilla. Tämän jälkeen olki matkaa vasaramyllylle. Kun olki on murskattu pieneksi, maksimissaan 10 mm pituuteen, olki kulkeutuu kuljetinta pitkin 7 kw:n briketöintikoneeseen (kuva 13). Brikettiä on mahdollisuus tuottaa 200 kiloa tunnissa, joten olkea tarvitaan myös samansuuruinen määrä (kuva 14).



Kuva 13. Briketöintikone



Kuva 14. Valmiit briketit

Ongelmia oljen briketöinnissä on aiheutunut olkipaalin purkamisesta. Paali ei purkaudu tasaisesti purkaimella, minkä vuoksi epätasaiset olkimäärät tukkivat hyvin helposti vasaramyllyn. Olkimassa ei myöskään muokkaudu tasapituiseksi. Näihin ongelmiin on kehitetty ratkaisuksi erilaisia vaihtoehtoja.

Briketöintikoneisto on kuitenkin käytössä, vaikka sillä ei korsibiomassoja briketöidä. Raaka-aineena toimii tällä hetkellä sahanpuru, josta saatavat briketit hyödynnetään sikalan kuivituksessa. Sahanpuru saadaan lähialueen teollisuuden yritysiltä.

Tulevaisuuden visiona on kehittää briketöintilinjastoa viljan oljelle soveltuvammaksi. Tämä mahdollistaisi tulevaisuudessa korsibiomassojen paremman hyödyntämisen lämpölaitoksessa. Suurimmat haasteet briketöinnissä ovat laiteinvestoinnit, polttoaineen varastointi, olkipaalin purkaminen ja oljen korjaaminen pellolta tarpeeksi kuivana. Tavoitteena on löytää ratkaisut näihin haasteisiin ja hyödyntää tulevaisuudessa myös olkimassojen tarjoama energiapotentiaali.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää miten korsibiomassoja voitaisiin hyödyntää ja lisätä Hämeen alueella. Erityisesti työ painottui Hämeen pienen kokoluokan bioenergiaa käyttäviin lämpölaitoksiin.

On oletettavaa, että kotimaisen bioenergian tarve kasvaa tulevaisuudessa. Tämän vuoksi on tarpeellista etsiä yhä uusia kotimaisen energian lähteitä. Yksi hyvä vaihtoehto onkin korsibiomassat, joiden hyödyntäminen bioenergiana on Hämeessä samoin kuin koko Suomessa melko vähäistä. Työn ohessa tehty kysely Hämeen biolämpölaitoksille osoittaa, että kovin monella ei ole kokemuksia korsibiomassojen käytöstä.

Kyselystä kävi ilmi, että monella laitoksella olisi valmius polttaa korsibiomassoja, jos ne jalostettaisiin. Olkibriketit ja -pelletit soveltuisivat moneen eri laitokseen ilman mitään suurempia laitoskustannuksia. Kotimaisia olkipellettejä tai brikettejä ei kuitenkaan valmisteta niin paljoa, että siitä liikenisä osa poltettavaksi. Suurin osa pelleteistä ja briketeistä tuodaankin ulkomailta.

Korsibiomassojen käyttäminen sellaisenaan, ilman mitään jalostusprosessia, on vielä vähäisempää. On kuitenkin huomioitavaa, että panostyyppisten olkikattiloiden tuleminen on Suomessakin käynnissä. Tieto ja käytännön kokemukset ovat yhä enemmän leviämässä, jonka vuoksi kiinnostus tähän tekniikkaan on lisääntymässä. Esimerkiksi maatiloilla olkikattiloiden käyttäminen tulee varmasti kasvamaan.

Tietoa ja tekniikkaa on jo olemassa, mutta tieto niiden soveltamisesta käytäntöön, on hyvin vähäistä. Tässä työssä olenkin koonnut käytännön ratkaisuja ja kokemuksia, joista voi oppia lisää korsibiomassojen käytön mahdollisuuksista. Tiedon ja käytännön kokemusten jakaminen edistää korsibiomassan hyödyntämistä yhä enemmän.

Tiedon lisäämisellä voidaan tulevaisuudessa poistaa korsibiomassojen polton tuomia ongelmia. Jotta esimerkiksi viljan olkea voitaisiin hyödyntää yhä enemmän sellaisenaan, on oleellista, että lämpölaitoksen suunnittelussa otetaan tämä huomioon jo alkutekijöissä. Laitoksen lisäksi on hyvä tarkastella logistiikkaa, jotta korsibiomassojen kuljettaminen ei toisi liikaa lisäkustannuksia.

Tämän työn jatkotutkimuksena voitaisiin kartoittaa Hämeen seudun maatiloja, jotka voisivat myydä korsibiomassoja. Kartoituksen voisi tehdä silmällä pitäen sitä, että korsibiomassat jalostettaisiin pelleteiksi tai briketeiksi yhdessä isossa laitoksessa. On oletettavaa, että kotimaiselle pelletti- ja briketöintiteollisuudelle olisi kysyntää, jos raaka-aine ei tulisi maksamaan paljoa.

## LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT: tiedote. Viitattu 14.8.2014 [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf)

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Viitattu 22.2.2015

Energiateollisuus. 2014. Turve. Viitattu 13.8.2014. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energi-lahteet/turve>

FINBIO. 2010. FINBIO:n Peltoainestrategia 2020. Viitattu 13.8.2014 [www.finbio.fi/GetItem.asp?item=digistorefile;135890;1030](http://www.finbio.fi/GetItem.asp?item=digistorefile;135890;1030)

Hällfors, H., Saarinen, J. & Finer, A. 2014. Olkimatka Tanskaan 8.-10.4.2014 matkaraportti. Viitattu 22.8.2014

Kaivosoja, L., Kivikko, J. & Peltola, A. 2011. Kanta-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa –kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistään. Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna. Viitattu 13.8.2014.

KM 9/2011. 2011. Olki ei jouda maanrakoon. Viitattu 15.8.2014

Lötjönen, T. 2007. Oljen ja ruokohelven energiakäytön mahdollisuudet. MTT:n julkaisu. Viitattu 15.8.2014.

Lötjönen, T. & Kässä, P. 2013. Oljen ja vihreän biomassan korjuuketjut ja kustannukset. MTT:n julkaisu. Viitattu 14.8.2014. <http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/481%20biotalous%20RAKI/Timo%20Lotjonen%20MTT.pdf>

Lötjönen, T. & Knuutila, K. 2009. Pelloilta energiaa – opas ruokohelven käyttäjille. Jyväskylä. Viitattu 11.8.2014

Maaseudun Tulevaisuus. 19.2.2017. Isotalon munafarmi lämpenee oljilla. Viitattu 19.8.2014

Motiva. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. Viitattu 13.8.2014

[http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.motiva.fi%2Ffiles%2F3193%2FPolttoaineiden\\_lampoarvot\\_hyotysuhteet\\_ja\\_hiilidioksidin\\_omaispaastokertoimet\\_seka\\_energianhinnat\\_19042010.pdf&ei=61T4U8GgHIPnyQPxqIKYBQ&usg=AFQjCNG4b9E5aAOKiR-bBqkpQ2m\\_dXs\\_bDQ&bvm=bv.73612305.d.bGQ](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.motiva.fi%2Ffiles%2F3193%2FPolttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_omaispaastokertoimet_seka_energianhinnat_19042010.pdf&ei=61T4U8GgHIPnyQPxqIKYBQ&usg=AFQjCNG4b9E5aAOKiR-bBqkpQ2m_dXs_bDQ&bvm=bv.73612305.d.bGQ)

Paappanen, T., Lindh, T., Kärki, J., Impola, R., Rinne, S., Lötjönen, T., Kirkkari, A-M., Taipale, R. & Leino, T. 2008. Ruokohelven polttoaineketjun kehittäminen liiketoimintamahdollisuuksien parantamiseksi. VTT:n tiedotteita. Viitattu 14.8.2014. [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2452.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2452.pdf)

Pahkala, K., Isoahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Taappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. MTT:n julkaisu. Viitattu 14.8.2014. [www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf)



---

Pro Agria Pirkanmaa. 2014. Ruokohelpi on monivuotinen heinäkasvi. Viitattu 13.8.2014. <http://www.agronet.fi/mkl/06/ruokohelpi.html>

Tuomisto, H. 2005. Biokaasun ja peltoenergian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset. Helsinki. Viitattu 18.8.2014. [http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5AvnEch9m/Biokaasun\\_ja\\_peltoenergian\\_tuotannon\\_ja\\_kayton\\_ymparistovaikutukset.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5AvnEch9m/Biokaasun_ja_peltoenergian_tuotannon_ja_kayton_ymparistovaikutukset.pdf)

Vanninen, M. 2009. Tyypillisten biomassamateriaalien kemiallinen koostumus. Jyväskylän yliopisto. Kemian laitos. Soveltavan kemian osasto. Pro gradu –tutkielma. Viitattu 14.8.2014. [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21265/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu-200906261753.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21265/URN_NBN_fi_jyu-200906261753.pdf?sequence=1)

VTT. 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. Viitattu 13.8.2014. [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf)

Vältilä, J. 2014. Oljen saatavuus Somerolla bioenergiakäyttöön. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinot. Opinnäytetyö. Viitattu 15.8.2014

Yle uutiset. Ruokohelven viljely loppumassa. 2014. Viitattu 13.8.2014. [http://yle.fi/uutiset/ruokohelven\\_viljely\\_loppumassa/7143117](http://yle.fi/uutiset/ruokohelven_viljely_loppumassa/7143117)

Yrjölä, H. 2009. Ruokohelven varastointi energiakäyttöön. Helsingin yliopisto. Agroteknologian laitos. Pro gradu –tutkielma. Viitattu 17.8.2013. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/8528/Gradu%20Heikki%20Yrjo%20C3%B6l%20C3%A4.pdf?sequence=3>

## KYSELY HÄMEEN BIOLÄMPÖLAITOKSILLE

29.1.2015

Kysely Hämeen lämpölaitoksille

## Kysely Hämeen lämpölaitoksille

Tämän kyselytutkimuksen tarkoitus on kartoittaa Hämeessä toimivien lämpö- ja voimalaitosten kiinnostusta korsibiomassojen hyödyntämiseen energiana. Tutkimuksen avulla pyritään edistämään korsibiomassojen käyttöä Hämeessä.

Kysely on osa Hämeen uusiutuvan energian tulevaisuus hanketta.

**\*Pakollinen**

**Tietojen antajan nimi \***

**Tietojen antajan sähköposti \***

**Tietojen antajan puhelinnumero**

**Laitoksen nimi \***

**Laitos sijaitsee \***

- Päijät-Hämeessä  
 Kanta-Hämeessä

**Kunta, jossa laitos sijaitsee \***

**Laitoksen postiosoite ja postitoimipaikka**

(Lähiosoite, postinumero ja -toimipaikka)

**Laitoksen omistaja**

**Laitoksen pääpolttoaine \***

- Palaturve  
 Jyrsinturve  
 Hake  
 Puru

- Raskas polttoöljy
- Kevyt polttoöljy
- Maakaasu
- Korsibiomassat (Olki, ruokohelpi)
- Viljan jyvät (+ viljan lajittelujäte)
- Muu:

#### Muut käytetyt polttoaineet

- Palaturve
- Jyrsinturve
- Hake
- Puru
- Raskas polttoöljy
- Kevyt polttoöljy
- Maakaasu
- Korsibiomassat (Olki, ruokohelpi)
- Viljan jyvät (+ viljan lajittelujäte)
- Muu:

#### Lämpölaitoksen polttoaineteho \*

	0,00- 0,25	0,26- 0,50	0,51- 0,75	0,76- 1,00	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10	>10
Teho (MW)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### Kattilatyppi

	Kiinteä arinakattila	Liikkuva arinakattila	Leijukerroskattila	Kiertoleijukattila
Tyyppi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### Tarkempi kattilan kuvaus, jos tarpeen

#### Laitoksella on kokemuksia korsibiomassojen poltosta \*

Jos vastaatte "ei", niin siirtykää kohtaan: "Laitoksella on mielenkiintoa korsibiomassojen suhteen tulevaisuudessa..."

- Kyllä
- Ei

#### Korsibiomassasta meillä on kokemuksia

- Ruokohelvestä

- Viljan oljesta
- Olkipelleiteistä
- Olkibriketeistä
- Muu:

**Pääsääntöistä Korsibiomassatyyppiä käytetään vuodessa noin**

Ilmoita korsibiomassatyyppi ja käytetään mieluiten yksikköä i-m3

**Toista korsibiomassatyyppiä käytetään vuodessa noin**

Ilmoita korsibiomassatyyppi ja käytetään mieluiten yksikköä i-m3

**Energiaa tuotetaan korsibiomassalla**

käytetään mieluiten yksikköä MWh...

**Jos käytätte korsibiomassaa seospolttoaineena, ilmoittakaa seostussuhde ja seoksessa olevat muut polttoaineet.****Kohdattuja ongelmia korsibiomassan käytössä**

Valitse ne ongelmat, jotka olette kohdanneet.

- Heikko saatavuus
- Logistiikka
- Polttoaineen varastointi
- Tuhkan määrä
- Tuhkan sulaminen
- Tuhkan poistaminen palopesästä
- Syöttölinjaston tukkeutuminen
- Liian kostea polttoaine
- Korsimassa palaa erikerroksessa
- Kustannukset
- Liian suuri partikkelikoko
- Korsibiomassan käyttöön tarvittavan teknologian puute
- Huono energiatiheys
- Muu:

**Kuvaillkaa tarkemmin kokemistanne ongelmista**

**Laitoksella on mielenkiintoa korsibiomassojen suhteen tulevaisuudessa \***

- lisätä sen käyttömääriä ja investoida niiden parempaan hyödyntämiseen
- lisätä sen käyttömääriä ilman uusia investointeja
- pitää määrät nykyisellään
- vähentää sen käyttömääriä
- ei käytä ollenkaan

**Korsibiomassan käyttäminen polttoaineena laitoksella olisi suotavinta \***

- pellettinä
- brikettinä
- irtotavarana
- paaleina
- valmiiksi laitokselle seostettuna
- Ei missään muodossa
- Muu:

**Korsibiomassojen käyttöön ottamiseen tai käytön lisäämiseen liittyviä ongelmia \***

Valitse ne kohdat, jotka ovat mielestäsi ongelmana

- Heikko saatavuus
- Logistiikka
- Polttoaineen varastointi
- Laite kustannukset
- Huono energiatiheys
- Tuhkan käsittely
- Polttolaitoksen tulipesä ei sovellu korsibiomassoille
- Märät syksyt korsibiomassojen korjuun kannalta
- Muu:



**Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin**

## LISTA HÄMEEN BIOLÄMPÖLAITOKSISTA

Tunniste	maakunta	Kunta	Paapoltto	Yritys	LÄMPÖL_TYYPPI	K-ottovuosi	Teho_MW	lämpötyr.
1	PH	ARTJÄRVI	metsöhake	Kunnantalon lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,30	LYK
2	PH	ARTJÄRVI	metsöhake	Vanhainkodin lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,50	LYK
3	PH	ARTJÄRVI	metsöhake	Vuorenmöken koulun lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,20	LYK
4	PH	ASIKKALA	metsöhake	Kempin Oy Kalkkinen	ALL	2000	0,30	
5	PH	ASIKKALA	pelletti	Salpaus Lömp-laitos	ALL	2002	1,00	
6	PH	ASIKKALA	teoll puutöhdde	Lauttaniemi saha	teoll	2008	1,00	
7	PH	ASIKKALA	metsöhake	Lehmonkärki Ari Yrj+lö	kiintkoht	2005	0,20	YKSIT
8	PH	ASIKKALA	metsöhake	Pöytälon kartano	kiintkoht	2005	0,20	YKSIT
9	PH	ASIKKALA	metsöhake	Yt-lön kartano	kiintkoht	2005	0,20	YKSIT
10	PH	ASIKKALA	teoll puutöhdde	Jeld Wen	teoll	2000	3,00	
11	KH	FORSSA	metsöhake	Forssan voimalaitos VAPO	VOIMALAITOS	2000	70,00	
12	KH	FORSSA	pelletti	Forssan alueömp+l VAPO	ALL	2008	10,00	
13	PH	HARTOLA	metsöhake	Suoranta OY hisritalotehdas	teoll	1980	0,60	
14	PH	HARTOLA	teoll puutöhdde	Lönkelin Oy	teoll	2013	0,50	
15	PH	HARTOLA	teoll puutöhdde	Kuningaslömp+	teoll	2000	6,00	
16	PH	HARTOLA	metsöhake	Pohjolan kartano	kiintkoht	2005	0,20	YKSIT
17	KH	HATTULA	teoll puutöhdde	Pekolan Puuty+	teoll	0	0,30	
18	KH	HATTULA	metsöhake	Katinalan laitos	ALL	2012	1,00	LYK
19	KH	HATTULA	metsöhake	Pappilanniemi	ALL	2012	1,00	LYK
20	PH	HATTULA	metsöhake	Lepaan laitos	ALL	2012	1,20	
21	KH	HATTULA	pelletti	Lakstedin lömp-laitos	Kiintkoht	2011	0,50	
22	KH	HAUSJÄRVI	metsöhake	Erkylön kartano	kiintkoht	2006	0,50	YKSIT
23	KH	HAUSJÄRVI	teoll puutöhdde	Lundian tehtaan lömp-laitos	teoll	2008	1,00	
24	KH	HAUSJÄRVI	metsöhake	Rytylö Kansantöhetysopisto	ALL	2005	0,50	LYK
25	KH	HAUSJÄRVI	metsöhake	ADVEN Oiti	ALL	2013	2,00	
26	KH	HAUSJÄRVI	metsöhake	Sintonen V vanha lasitehdas	kiintkoht	2011	0,30	LYK
27	KH	HAUSJÄRVI	metsöhake	Hikiön koulu	ALL	2010	0,70	LYK
28	PH	HOLLOLA	metsöhake	Pyhöniemen vanhainkoti	kiintkoht	2005	0,50	LYK
29	PH	HOLLOLA	metsöhake	Pyhöniemen koulu	kiintkoht	2006	0,30	LYK
30	PH	HOLLOLA	metsöhake	Paimelan kouu	kiintkoht	2006	0,25	LYK
31	PH	HOLLOLA	metsöhake	Kalliolan koulu	kiintkoht	2006	0,40	LYK
32	PH	HOLLOLA	metsöhake	Uskilan koulu	kiintkoht	2005	0,15	LYK
33	PH	HOLLOLA	metsöhake	Nostavan koulu	kiintkoht	2006	0,30	LYK
34	PH	HOLLOLA	teoll puutöhdde	Sievö-Sisuste OY	teoll	1980	0,70	
35	PH	NASTOLA	metsöhake	Kajajsinkin puutarha	kiintkoht	2006	0,80	
36	KH	HUMPPILA	kierrätyspuu	Humpilan ALL 1	ALL	1995	4,00	
37	KH	HUMPPILA	metsöhake	Humpilan ALL 2	ALL	2011	1,00	
38	KH	HÄMEENLINNA	teoll puutöhdde	Lammin ikkunatehdas	teoll	ei tietoa	0,50	
39	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Vanajan voimaitos	VOIMALAITOS	2009	59,00	
40	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Hauhon Lömp-keskus oy	ALL	2004	2,00	LYK
41	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Tuittulan sikalan lömp-laitos	kiintkoht	2005	0,40	LYK
42	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Teollisuusalueen alueömp+keskus	KALL	2005	0,50	LYK
43	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	HAMK Evon lömp-laitos	ALL	2008	0,80	
44	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Nevilön koulun lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,15	LYK
45	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Rengon alueömp-laitos	ALL	2005	0,70	
46	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Tuulos kunnan kiinteist-rjö	kiintkoht	2000	0,20	LYK
47	KH	HÄMEENLINNA	kierrätyspuu	Hauhon Teollisuuskiinteist-t	ALL	2007	1,00	LYK
48	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Hahkialan knon lömp-laitos	kiintkoht	2008	0,50	YKSIT
49	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Katisten knon lömp-laitos	kiintkoht	2002	0,50	YKSIT
50	KH	HÄMEENLINNA	kuori	Finnforest sahan lömp+l. Renko	VOIMALAITOS	2004	11,30	
51	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Kankaisten knon lömp-laitos	kiintkoht	2004	0,00	YKSIT
52	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Lammin alueömp+l.	ALL	2008	4,00	
53	KH	HÄMEENLINNA	pelletti	Lammin tutkimusaseman lömp+l	kiintkoht	2009	0,50	
54	KH	HÄMEENLINNA	kuori	Kettulan kuivaamo Tuulos SMW	teoll	2000	0,00	
55	KH	HÄMEENLINNA	pelletti	Tuulosen pelletilömp-laitos	kiintkoht	2013	1,00	
56	KH	HÄMEENLINNA	metsöhake	Lammin biologinen asema HYO	ALL	2013	0,70	
57	PH	HEINOLA	kuori	Verswood Heinola	teoll	2000	27,00	
58	PH	HEINOLA	kuori	Storansens flutitehtaan vl	VOIMALAITOS	1984	120,00	
59	PH	HEINOLA	kuori	Heinolan Novalamin LL	teoll	1990	12,00	
60	PH	HEINOLA	metsöhake	Heinolan voimalaitos	VOIMALAITOS	2005	49,00	
61	PH	HEINOLA	pelletti	Upofloor Heinola	teoll	2009	1,60	
62	PH	HEINOLA	kuori	Kuusakoski OY Heinola	teoll	2009	0,90	
63	KH	JANAKKALA	metsöhake	Viralan knon lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,30	YKSIT
64	KH	JOKIOINEN	metsöhake	Nokan kiinteist-t	ALL	2008	0,50	
65	PH	HÄMEENKOSKI	pelletti	Koskikartano kauppakeskus	kiintkoht	2009	0,50	
66	PH	HÄMEENKOSKI	metsöhake	Hömeenkosken alueömp+	ALL	2011	1,80	
67	PH	HÄMEENKOSKI	metsöhake	Hömeenkosken alueömp+	ALL	2000	0,50	LYK
68	PH	HÄMEENKOSKI	metsöhake	Mökelön tilan	kiintkoht	2000	0,40	LYK
69	PH	HÄMEENKOSKI	metsöhake	Kastarin Sikalan lömp-laitos	kiintkoht	2002	0,25	LYK
70	PH	KÄRKÖLÄ	kuori	Koskisen OY lautatarha	teoll	2000	15,00	
71	PH	KÄRKÖLÄ	teoll puutöhdde	Koskisen OY Koskipower	VOIMALAITOS	2005	28,00	
72	PH	KÄRKÖLÄ	metsöhake	Vuokkoharjun koulu	ALL	2009	0,80	LYK
73	PH	LAHTI	kuori	Herralan Saha	teoll	1997	2,00	
74	PH	LAHTI	metsöhake	Kymjörven voimalaitos	VL	1998	60,00	
75	PH	Lahti	pelletti	Panimon lömp-laitos	teoll	2014	0,80	
76	KH	LOPPI	metsöhake	Topenon koulun lömp-laitos	kiintkoht	2000	0,10	LYK
77	KH	LOPPI	metsöhake	Adven Loppi alueömp+l	ALL	2009	3,00	
78	KH	LOPPI	kuori, puru	Lopen Rakennuspuu	teoll	2000	1,00	
79	KH	LOPPI	pelletti	Hapastensyrjön lömp-laitos	ALL	2008	0,30	
80	KH	LOPPI	pelletti	Löydyisten koulu	kiintkoht	2005	0,30	
81	PH	NASTOLA	teoll puutöhdde	Ikkuja ja ovitehdas	teoll	1987	0,30	
82	PH	NASTOLA	puu	KalusteKirsi Oy	teoll	2009	0,50	
83	PH	NASTOLA	teoll puutöhdde	Lahden mittaovi	teoll	1989	0,70	
84	PH	NASTOLA	metsöhake	Seestan kartano	kiintkoht	2005	0,50	YKSIT
85	PH	NASTOLA	teoll puutöhdde	Skansafro	teoll	2008	0,50	
86	PH	ORIMATTILA	teoll puutöhdde	Mökelön puusepöntehdas OY	teoll	ei tietoa	0,70	
87	PH	ORIMATTILA	metsöhake	Orimattilan alueömp-laitos	ALL	2011	10,00	
88	PH	PADASJOKI	metsöhake	Vapo Padasjoki alueömp+l	ALL	2008	2,50	
89	PH	PADASJOKI	metsöhake	Emakkosikalan lömp-laitos	kiintkoht	2006	0,30	LYK
90	KH	RIIHIMÄKI	metsöhake	FORTUM Hierajoki	ALL	2008	4,70	
91	KH	RIIHIMÄKI	kuori	Verswood Riihimöki	teoll	2000	10,00	
92	PH	SYSMÄ	teoll puutöhdde	Sysmön Ikkuja ja Ovi	teoll	2003	0,75	
93	PH	SYSMÄ	metsöhake	Alueömp-laitos	ALL	2011	3,00	
94	KH	TAMMELA	metsöhake	HAMK Mustialan lömp-laitos	ALL	2006	1,00	
95	KH	TAMMELA	pelletti	Eerikkilön alueömp+l VAPO	ALL	2009	1,00	
96	KH	TAMMELA	kierrätyspuu	Puuty-liike Pekka Vöre	teoll	2008	0,50	
97	KH	TAMMELA	pelletti	Reebok Tammela	teoll	2008	0,70	
98	KH	TAMMELA	pelletti	Tammelan alueömp-laitos	ALL	2009	1,00	
99	KH	YPÄJÄ	pelletti	Ypöön alueömp+l VAPO	ALL	2008	1,00	