

# Maatilojen energiaohjelman valmistelu

## Taustatiedot



Raportti: Copyright Bionova Engineering 2007

Kannen kuva: Näkymä lypsykarjatilalle Savossa. Bionova Engineering 2006.

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai sen osaa ei saa kopioida, jäljentää tai levittää ilman Bionova Engineeringin antamaa kirjallista lupaa.

Bionova Engineering

Vierimaantie 5, FIN-84100 YLIVIESKA

Tel +358 201 442165

Fax +358 201 442161

Email [bionova@bionova.fi](mailto:bionova@bionova.fi)

[www.bionova.fi](http://www.bionova.fi)

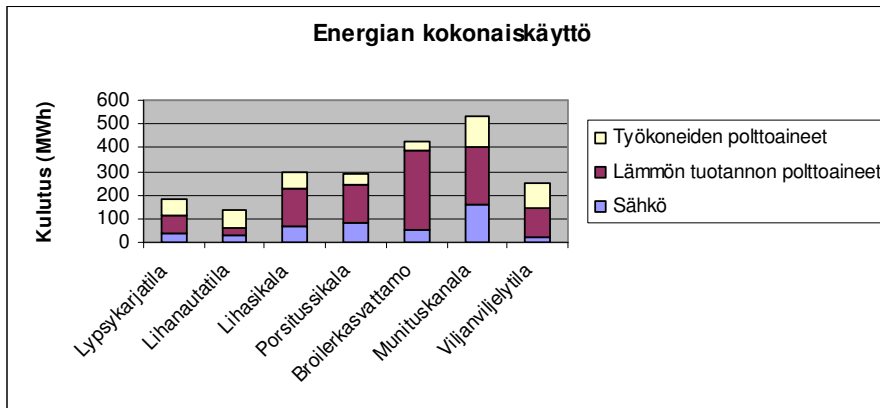
# Sisällysluettelo

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	<b>3</b>
<b>1 ENERGIANKÄYTÖN JAKAUMAT ERI TUOTANTOSUUNNISSA</b> .....	<b>5</b>
1.1 Energia lajeittain .....	5
1.2 Lämmön kulutuksen jakauma polttoaineperusteisesti .....	7
1.3 Sähkön kulutuksen jakauma .....	9
1.4 Veden kulutuksen jakauma .....	13
<b>2 ENERGIANSÄÄSTÖKEINOJEN KUVAUKSET</b> .....	<b>14</b>
2.1 Työkoneet .....	14
2.2 Viljan käsittely .....	23
2.3 Karjasuojien ilmanvaihto .....	27
2.4 Energiansäästölamput karjasuojien valaistuksessa .....	29
2.5 Lypsykarjatilat .....	29
2.6 Emakkosikalat .....	31
2.7 Broilerkasvattamot ja munituskanalat .....	33
2.8 Kasvihuoneet .....	35
2.9 Veden säästö maataloilla .....	37
2.10 Lypsymenetelmien energiatehokkuus .....	37
<b>3 PUUENERGIA</b> .....	<b>39</b>
3.1 Polttopuu .....	39
3.2 Hake .....	42
3.3 Pelletti .....	45
3.4 Lämpöratkaisun valinta eri kokoluokissa .....	47
<b>4 PELTOENERGIA</b> .....	<b>49</b>
4.1 Olki .....	49
4.2 Ruokohelpi .....	51
4.3 Energiavilja .....	52
<b>5 BIOKAASU</b> .....	<b>54</b>

5.1	Biokaasun raaka-aineet maataloilla.....	54
5.2	Maatilojen biokaasun tuotannon vaihtoehdot ja kannattavuus.....	55
5.3	Biokaasun kannattavuuden edellytykset .....	58
<b>6</b>	<b>BIODIESEL .....</b>	<b>63</b>
6.1	Öljykasvit biodieselin raaka-aineina.....	63
6.2	Biodieselin tuotantotekniikka maataloilla .....	64
6.3	Biodieselin ja sivutuotteiden käyttömahdollisuudet maataloilla.....	65
6.4	Biodieselin tuotannon kannattavuus.....	67
6.5	Referenssipolttonesteiden hinnan ja valmisteverotuksen merkitys.....	69
<b>7</b>	<b>TOIMINTAMALLIT UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄYTÖN LISÄÄMISEKSI.....</b>	<b>71</b>
7.1	Lämpöyrittäjäyys .....	71
7.2	Viljankuivaamon liittäminen tilan lämpökeskukseen.....	72
7.3	Viljankuivurin lämminilman kehittäminen uusiutuvalla energialla.....	74
7.4	Ilmalämmittimien biopolttoainekäyttö ja liittäminen lämpöverkoston.....	75
	<b>LIITE 1: ENERGIANKULUTUKSEEN MITATTAVUUS JA JAKAUMIEN MÄÄRITYKSEN METODOLOGIA MAATALOILLA.....</b>	<b>76</b>
	<b>LIITE 2: ENERGIANKULUTUKSEN TUNNUSLUVUISTA MAATALOILLA.....</b>	<b>79</b>

# 1 Energiankäytön jakaumat eri tuotantosuunnissa

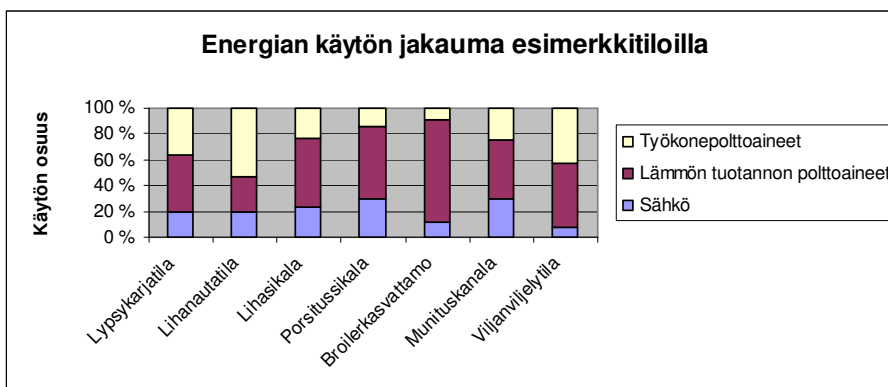
Maatilojen energiankäytön jakauma tuotantosuunnittain määritettiin kaikkiaan seitsemän esimerkkitalan avulla. Otokseen valittiin hyvin omaa tuotantosuuntaa kuvaavia tiloja. Kattavaa tilastoaineistoa hankkeessa ei ollut mahdollista luoda. Esimerkkitalojen kokonaisenergiankäyttö on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1: Energian kokonaiskäyttö esimerkkitaloilla

## 1.1 Energia lajeittain

Jakauma käyttösektoreittain määrittelee energian käytön jakauman tilalla sähköön, lämmitykseen ja työkonepolttoaineisiin. Työkonepolttoaineet ja lämmitys on määritetty polttoaineperusteisesti, sähkön käyttö puolestaan nettokulutuksena mitattuna lukemana.



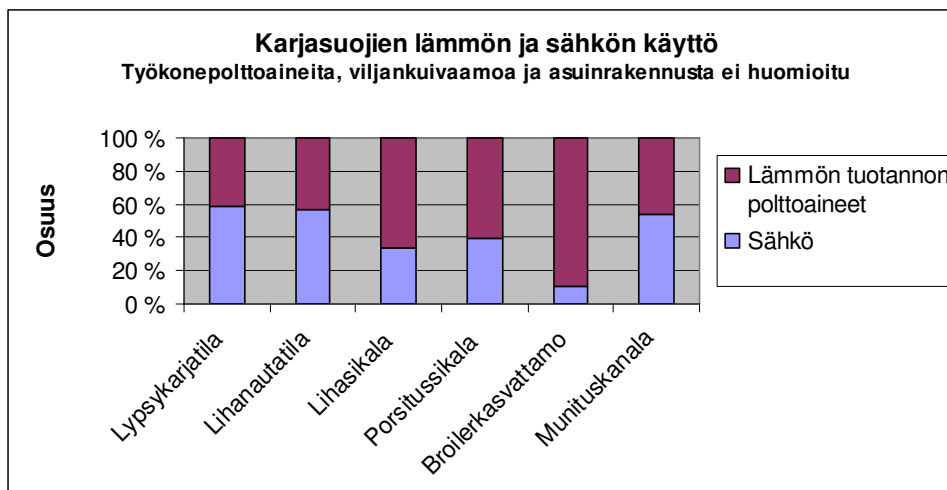
Kuva 2: Energian käytön jakauma esimerkkitaloilla

Jakaumasta voidaan havaita lämmön tuotannon polttoaineiden olevan pääsääntöisesti merkittävin kuluttaja. Lämpöä runsaasti tuottavia karjoja (lihanaudat, lihasiat) kasvatettaessa työkonepolttoaineiden osuus on merkittävin. Viljatilalla työkonepolttoaineiden ja lämmön tuotannon polttoaineiden (pääasiassa viljan kuivaamo) kulutus on melko tarkasti yhtä suuri.

Energian käytön jakauman tekijät muodostuvat useista eri muuttujista. Lämmöntuotannon polttoaineet sekä sähkö kulutetaan asuintalossa sekä karjasuojissa, viljankuivaamoissa sekä konehalleissa. Työkonepolttoaineet kuluvat peltotöissä, pieni osa kuluu myös esimerkiksi karjatilojen nostotöissä.

Karjatilojen lämmön ja sähkön kulutuksesta saadaan selkeämpää tietoa, kun poistetaan karjanpidosta osittain riippumattomat tekijät, asuinrakennus, työkonepolttoaineet ja viljan kuivaamon lämmön kulutus. Näiden kulutus voidaan katsoa olevan enemmän sidonnainen rakennuksen kokoon ja tyyppiin sekä asukkaisiin ja heidän tottumuksiinsa (asuinrakennus) ja peltoalaan (työkonepolttoaineet, viljan kuivaus) kuin karjan määrään ja varsinaiseen tilan rakenteeseen. Monet tilalliset pyrkivät tasapainoon oman karjan kulutuksen ja tuotettavan rehun suhteen (peltoala), useimmilla tämä ei kuitenkaan täsmällisesti toteudu. Monilla karjatililla viljan ja muiden kasvien viljely myyntiin on tärkeä osa elinkeinoa, toiset taas ostavat osan tai kaiken rehunsa ulkopuolelta.

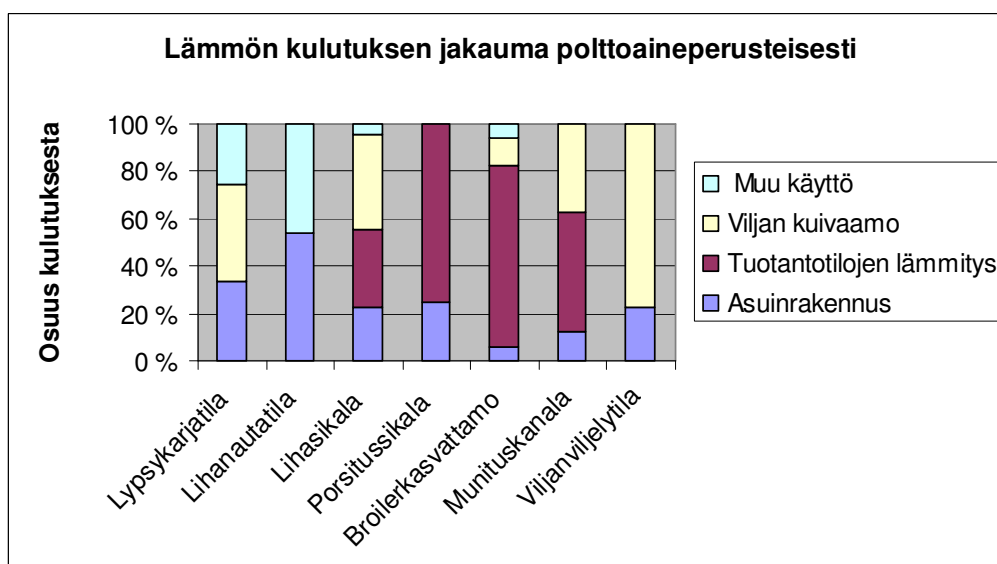
Kuvan 3 perusteella voidaan todeta, että lämmön polttoaineet muodostavat karjasuojissa 30-60 % kulutuksesta. Nautailoilla lämmön osuus on pienin, sillä niillä lämmitetään polttoaineella vain pesuvettä (lypsytila) ja juomavettä (lihanautatila). Broilerkasvattamossa sähkön osuus on erittäin pieni broilereiden suuren lämmön tarpeen ja keskikulutukseltaan pienen ilmanvaihdon tarpeen takia. Munituskanalassa sähkön suurempaan osuuteen vaikuttaa puolestaan kasvatustapa. Esimerkkitalalla on sekä lattiakanala että häkkikanala. Lattiakanalassa lämpöenergiaa kuluu huomattavasti häkkikanalaa enemmän, jossa lämpöä tarvitaan lähinnä vain kohtalaisilla pakkaslukemilla. Esimerkkitalalla olevaa häkkikanalla myös lämmitetään sähkövastuksilla.



Kuva 3: Karjatilojen sähkön ja lämmön käyttö

## 1.2 Lämmön kulutuksen jakauma polttoaineperusteisesti

Lämmön kulutuksen jakauma on määritetty mautiloilla polttoaineperusteisesti. Menettelytapa on välttämätön, koska tiloilla on tietoja lämmön käytöstään ainoastaan polttoaineiden määrään perustuen. Lämmön kulutukseen on laskettu sen tuotantoon käytetyt polttoaineet asuinrakennuksessa, tuotantotiloissa, viljankuivaamossa sekä muussa käytössä. Muu käyttö sisältää lypsykarjatilalla lypsyjärjestelmän pesuveden sekä konehallin lämmityksen, lihanautatilan juomaveden lämmityksen sekä broilerkasvattamossa raadonpolttuunin.

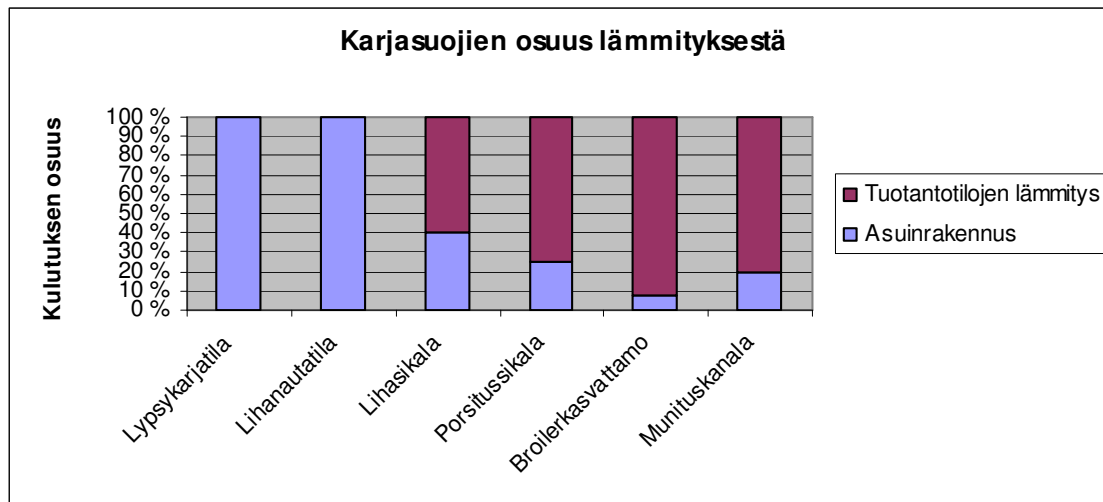


Kuva 4: Lämmön kulutuksen jakauma esimerkkituloilla polttoaineperusteisesti

Lämmön kulutuksen jakaumasta voidaan huomioida seuraavat seikat

- Asuinrakennuksen rooli on merkittävä kun karjasuojia ei lämmitetä (nautatilat)
- Tuotantotilan lämmittäminen on sitä merkittävämpää, mitä korkeampaa lämpötilatasoa karja itse vaatii ja mitä vähemmän karja itse tuottaa lämpöä (porsitussikalat, broilerkasvattamot, munituskanalat)
- Viljan kuivaamo on merkittävä energian kuluttaja, mikäli sellainen tilalla on
- Muu käyttö on merkittävää, mikäli pesuvesiä ja juomavesiä lämmitetään muulla kuin sähköllä

Karjasuojien osuus energiankulutuksesta on merkittävä tekijä. Alla on esitetty karjasuojan lämmittämisen merkitys verrattuna asuintaloon esimerkkituloilla. Juomaveden ja pesuveden lämmitystä ei huomioitu. Alla olevasta kuvasta voidaan edelleen todeta eläimen itsensä vaatiman lämpötilatason ja itse tuottaman lämmön määrän merkitys tuotantotilan lämmitysosuuteen tilakoon lisäksi.



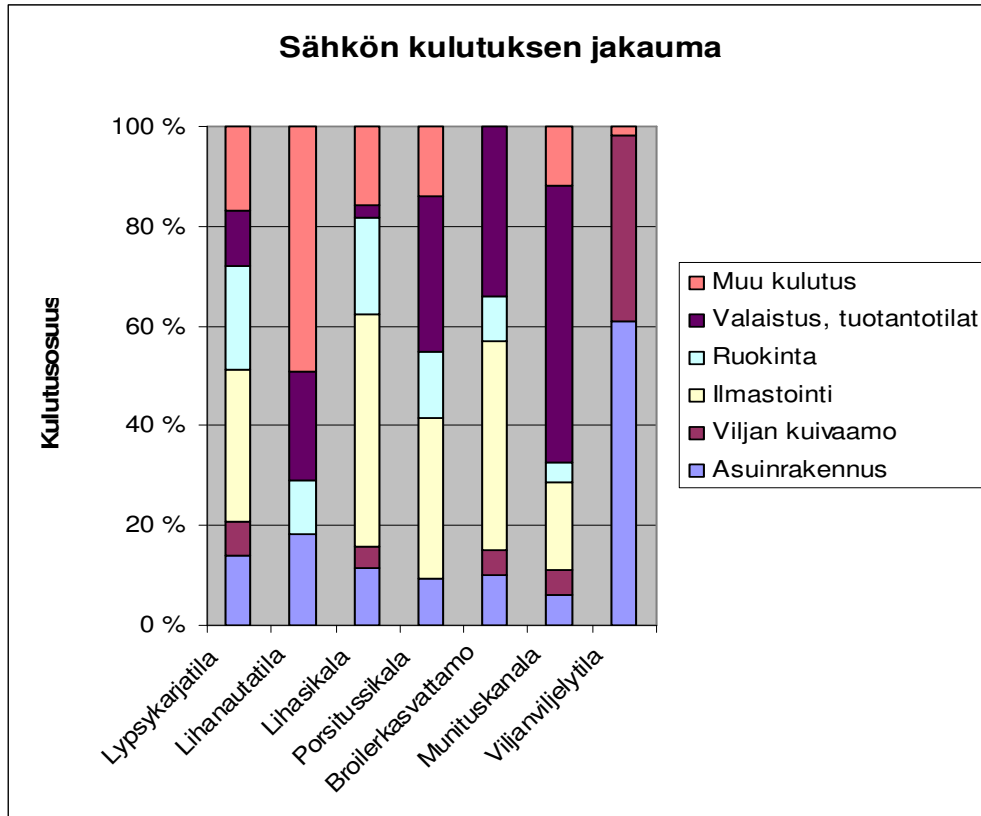
Kuva 5: Karjasuojan lämmityksen määrä verrattuna asuintaloon karjatilalla

Tuotantotiloja ei lämmitetä nautakarjatilalla, sillä lämmitys maitohuonetta ja mahdollisia vasikoiden tiloja lukuun ottamatta ei ole välttämätöntä. Vain osa nautatiloista on lämmitettyjä talvisin. Lihaskalan osalta voidaan todeta porsitussikaloita huomattavasti vähäisempi lämmöntarve, joka ajoittaa noin 3 kuukauden ajalle talvella. Broilerkasvattamon tuotantotilojen lämmönkäyttö on suurta, koska untuvikot vaativat tullessaan noin +34 °C ja vielä teurasikäisinäkin noin +20 °C kasvatuslämpötilaa.

Porsitussikaloissa lämmönkulutus painottuu vierotusosastolle, jonka lämpötilaa pidetään noin 28 °C eivätkä pienikokoiset siat tuota itse vielä juurikaan lämpöä. Joutilas-, astutus- ja imetysosastolla riittää alle 20°C lämmityskauden ollessa noin 3 kuukautta. Tällöinkin lämmöntarve keskittyy kosteuden poistoon. Porsaat tarvitsevat lämpöä reilut 30°C, mutta tästä määrästä noin 10°C tuotetaan yleensä lämpövalaisimilla. Lämmönkulutuksen jakautumista porsitussikaloiden sisällä ei tässä työssä tutkittu, koska mittaustietoja ei ollut saatavilla.

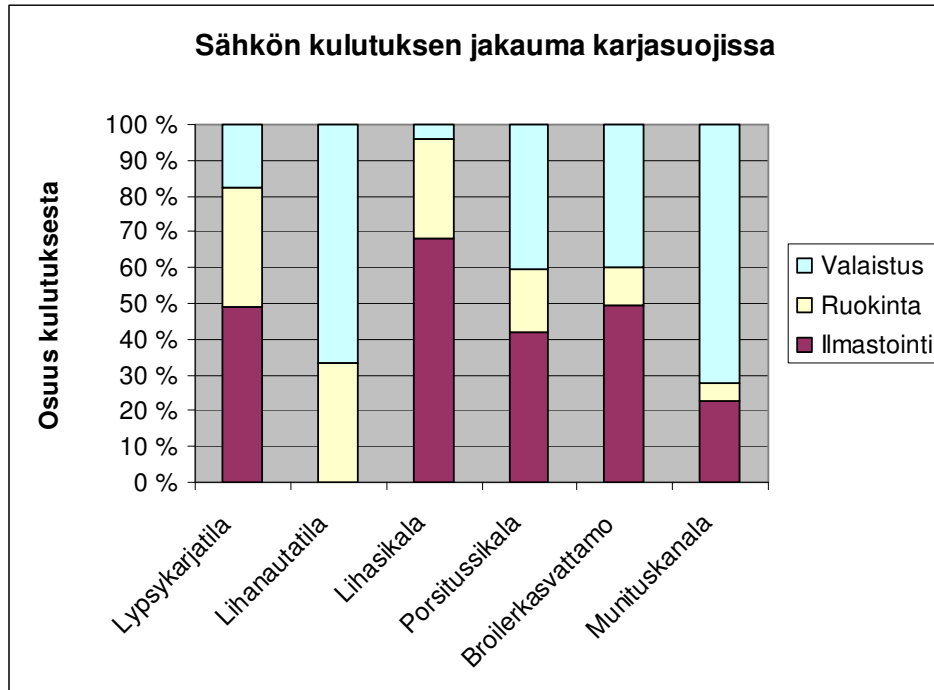
### **1.3 Sähkön kulutuksen jakauma**

Sähkön kulutuksen jakauma eri käyttökohteisiin vaihtelee merkittävästi tuotantosuunnittain sekä sen mukaan, minkälaisia tuotannollisia ratkaisuja tila tekee. Asuinrakennuksen voidaan todeta olevan merkitykseltään suhteellisen vähäinen muilla paitsi viljatilalla, jossa sähköä kuluu lisäksi vain kuivuriin ja satunnaiskulutukseen. Viljankuivaamon osuuden voidaan todeta olevan huomattavasti pienempi sähkön osalta kuin lämmön osalta. Todellista merkitystä sillä on vain viljanviljelytilalla. Muu kulutus riippuu esimerkiksi siitä lämmitetäänkö sähköllä konehallia ja vesijohtoja sekä pumpataanko vettä itse juomakäyttöön sekä kuinka laaja tilan lämpöverkko on. Tässä selvityksessä mukana olleilla tiloilla lanta poistettiin painovoimaisesti. Lihanauta- ja viljatilaa lukuun ottamatta merkittävimmät kuluttajat ovat karjasuojat ja niiden valaistus, ruokinta ja ilmastointi.



Kuva 6: Sähkön kulutuksen jakauma maataloilla

Sähkön kulutuksen jakauman pääkomponentit karjasuojissa ovat valaistus, ruokinta ja ilmanvaihto. Alla olevassa kuvassa asuinrakennuksen, viljan kuivaamon ja muut kulutukset on poistettu. Muu kulutus sisältää myös käytetyt sähkölämmitykset ja esimerkiksi vesien pumppaukset, jotta otos on tasapuolinen eri tiloille.



Kuva 7: Sähkön kulutuksen jakauma karjasuojissa

**Valaistuksen** rooli on merkittävä lihanautilalla kohtalaisen runsaasti käytetyn valaistuksen vuoksi ja siksi, ettei ilmastointia ole. Porsitussikalassa taas valaistuksen osuutta kasvattavat lämpövalaisimet. Kanaloissa valaistuksen osuus on merkittävä, koska niillä valaistuksen määrällä ja kestolla on merkittävä vaikutus tuotannon tulokseen. Tämä johtuu lintujen halusta syödä vain valoisalla. Sika- ja nautiloilla valaistuksen määrän merkitys tuotantotulokseen on erittäin vähäinen verrattuna vaikkapa rehun laatuun, sillä naudat ja siat syövät hämärässäkin.

Kuvasta voidaan huomata myös **ilmastoinnin** merkittävä rooli kaikilla karjatilalla. Lihanautilalla sitä ei ole, koska valitulla esimerkkitalalla on kaksi kylmäkasvattamoita, jotka perustuvat painovoimaiseen ilmanvaihtoon ilman koneiden sähkönkulutusta. Ilmanvaihdon perustehtävät maatiloilla liittyvät haitallisten komponenttien poistoon. Vuoden ajan mukaan tehtävät osittain vaihtelevat, sillä kesällä karjasuojissa pääongelma on lämpö ja talvella kosteus. Kaasut ja pöly ovat ongelma aina. Se minkälaisessa olosuhteissa syntyvät talviajan ongelmat ja minkälaisissa kesäongelmat, riippuu merkittävässä määrin tuotantosuunnasta ja määrää siten ilmanvaihdon kulutusmäärää ja -osuutta. Toki liika lämpö voi olla ongelma myös joinakin talvipäivinä ja kosteus esimerkiksi kesäisinä.

Lypsykarjatilalla ilmanvaihdon kulutusosuus on merkittävä lähinnä lämmön ja kosteuden poistotarpeen takia, näitä tulee paitsi ulkoilmasta myös lehmät itse erittävät kosteutta ja lämpöä runsaasti. Talvella ilmanvaihto käy usein liian pienellä ja kosteus saattaa tiivistyä rakenteisiin.

Lihaskaloissa päätehtävä on lämmön poisto kesäaikaan, talvella lämmityskausi on noin 3 kuukautta. Kosteus voi tällöin muodostua ongelmaksi. Porsitussikalassa lämpöä ja kosteutta poistetaan joutilasosastolta, porsitus- ja vierotusosastolla tärkeintä on kaasujen ja pölyn poisto.

Broilerkasvattamossa ilmastoinnilla vaaditaan suurta maksimitehoa kuumina kesäpäivinä juuri ennen teurasaikaa, jolloin lintujen lämmöntarve on minimissään. Koko vuoden tasolla ilmastoinnin keskimääräinen tehontarve on kuitenkin ainoastaan noin 30 % maksimitehosta. Munituskanaloissa lintujen määrä yhdessä hallissa on pienempi (lattiakanala) ja pitoaika pidempi, joten ilmanvaihdon tarpeen vaihtelut ovat pienemmät.

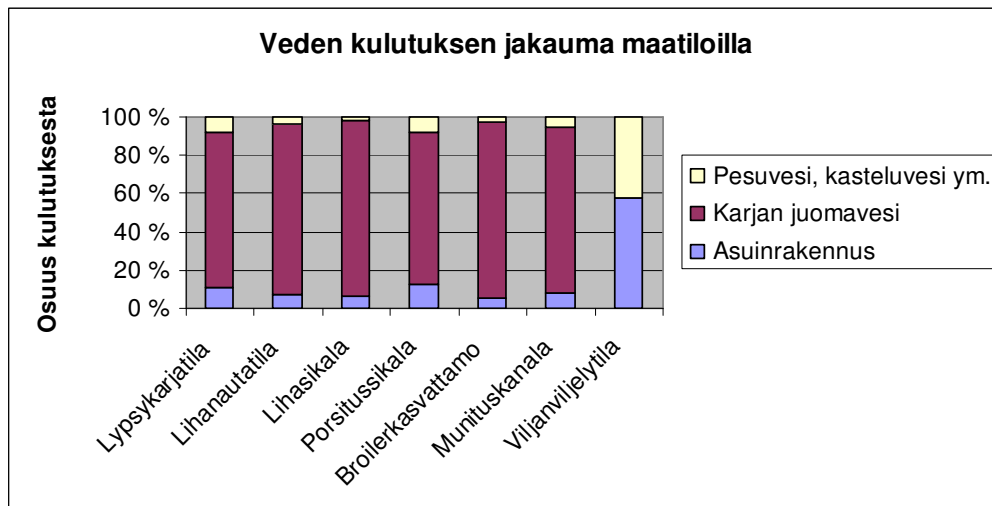
**Ruokinnan** rooli sähkön kulutuksesta riippuu järjestelmästä. Usein ruokinnan roolia luullaan merkittäväksi. Tämä voikin pitää paikkaansa tehon tarpeen osalta, mutta energiankäytöstä osuus on suhteellisen pieni lyhyiden käyntiaikojen vuoksi verrattuna jatkuvasti toimivaan ilmastointiin ja valaistukseen.

Linnuille ruoka toimitetaan joko automaattilla tarpeen mukaan tai esimerkiksi 4 kertaa päivässä spiraalimoottoreilla, joiden tehon tarve yhteensä on noin 3-10 kW ja käyntiaika minuuteista muutamiin tunteihin. Merkitys on kokonaisuutena vähäinen. Sikaloissa merkitys on suurin, sillä esimerkiksi liemiruokkijan ja viljamylyjen moottorit voivat olla 10 kW ja kulutus merkittävää vaikka käyntiaika onkin yhteensäkin vain tunnin luokkaa vuorokaudessa. Sikaloissa on myös muun muassa spiraalimoottoreita ruokintalinjoissa. Nautakarjatiloiilla merkitys on pienempi muun muassa säilörehun suuren käytön vuoksi, kuluttajia siellä ovat muun muassa ruokinta-automaatit sekä sähkökäyttöiset apesekoittimet.

Valaistuksen merkitykseen vaikuttaa valaistuksen tarve. Tämä on merkittävää lähinnä tiloilla, joilla valaistuksella on selvä vaikutus tuotokseen. Tämä pätee erityisesti munituskanaloihin ja broilerkasvattamoihin. Sikaloissa merkitys on muutoin vähäisempi, vaikkakin porsitussikaloissa valoa kuluttaa suurelta osin lämpövalaisimet. Nautatiloilla valaistuksen osuutta lisää yövalaistuksen tarve sekä runsas oleskelu tuotantotiloissa muun muassa lypsyn ja ruokinnan aikaan.

## 1.4 Veden kulutuksen jakauma

Veden kulutus jakautuu maatiloilla asuinrakennuksessa tapahtuvaan kulutukseen, karjan juomaveteen sekä erinäisiin pesuvesiin ja kasteluvesiin. Karjatiloiilla **veden kulutus painottuu karjan juomaveteen**, joka muodostaa ylivoimaisesti suurimman kulutusryhmän. Poikkeuksena on viljatilat, jolla ei ole karjaa. Viljatilat veden kulutus keskittyy asuintaloon lopun veden kuluessa kasvien tarpeisiin sekä koneiden pesuun työvaiheiden ollessa ohitse. Vettä voidaan myös käyttää esimerkiksi puutarhan kasteluun.



Kuva 8: Veden kulutuksen jakauma maatilalla

Veden käytön jakaumasta ja käyttökohteista johtuen säästön merkitys on maatiloilla vähäinen. Vesi tulee usein omasta lähteestä, jolloin sen rahallinen arvo on vähäinen huoltovarmuusmerkityksen ollessa toisaalta erittäin korkea. Säästökeinoja analysoitaessa on kiinnitettävä huomiota lähinnä lämpimien pesu- ja juomavesien käyttöön sekä niiden lämmitykseen käytettävään lämmönlähteeseen. Sen sijaan juomavedessä säästäminen on lähes mahdotonta, sillä vettä on oltava karjalla vapaasti käytössä. Lisäksi vettä on hygieniasyistä käytettävä riittävästi riittävän lämpöisenä (lypsytilojen ja broilerkasvattamoiden pesuvedet). Mikäli järjestelmässä on selkeitä vuotoja tai toimimattomuutta, voidaan säästötoimenpiteitä tehdä.

## 2 Energiansäästökeinojen kuvaukset

Tässä kappaleessa on kuvattu eri energiansäästökeinoja maataloilla. Keinojen kuvaukset on jaettu tuotannonmukaisiin ryhmiin, osa keinoista on käsitelty myös oman tuotantosuuntansa yhteydessä. Yleisesti moniin eri tapauksiin soveltuvia keinoja kuten eristäminen, taajuusmuuttajat ja lämpöpumput on tarkasteltu vain niiltä osin, kuin niillä on selkeä erikoiskäyttökohde maataloussektorilla. Esimerkiksi eristämisestä on erikseen mainittu vain viljankuivaamo, koska muutoin eristämisen tarve rakennuksissa on suomalaisissa olosuhteissa jokseenkin itsestään selvää. Toisaalta eristyksen lisäämistarve on aina tapauskohtaista, eikä kaikkien eri mahdollisuuksien käsittely ole perustelua.

### 2.1 Työkoneet

#### 2.1.1 Viljelytekniikka

Erilaisilla viljelytekniikoilla on selkeästi erilainen absoluuttinen energiankulutus viljeltyä pinta-alayksikköä kohden. Erityisesti maanmuokkauksesta, kasvinsuojelusta sekä lannoituksesta voidaan tinkiä ja tällä tavoin huomattavastikin pienentää viljelyn hehtaarikohtaista energiankulutusta. Energiankulutuksen vertailukohtaksi voidaan ottaa pinta-alayksikön sijaan myös tuotos/panos-suhde jolloin tulokseksi saadaan viljelyn suhteellinen energiankulutus esimerkiksi tuotettua tonnia kohden.

Nämä kaksi eri tapaa lähestyä energiankulutusta voivat antaa hyvinkin erilaisen kuvan viljelyn energiankulutuksesta ja näihin asioihin on usein hyvin suuri vaikutus tilakohtaisilla asioilla, kuten tilan logistiikalla ja peltojen kunnolla. Joillakin tiloilla päästään pienilläkin hehtaarikohtaisilla panoksilla suureen satoon vuodesta toiseen. Toisilla tiloilla puolestaan käytetään paljon energiaa pinta-alayksikköä kohden, mutta saadaan silti keskimääräinen tai keskimääräistä pienempi sato.

Energiankulutuksen kannalta olisikin parasta löytää kullekin tilalle sopivin malli jossa pyritään pienentämään energiankulutusta, mutta samanaikaisesti parantamaan pinta-alakohtaista tuottavuutta. Yksiselitteistä ratkaisua näihin kysymyksiin on vaikea löytää sillä ne ovat hyvin tilakohtaisia asioita, jotka saattavat muuttua hyvinkin paljon jo vuosittaisen säätilan vuoksi.

Tämän raportin perusteella suorakylvö on energiankulutukseltaan sekä pinta-alayksikköä, että tuotettua tonnia kohden edullinen viljelymenetelmä. ”Suorakylvö vähentää kasvuston perustamiseen tarvittavan työnmenekin neljännekseen verrattuna tavanomaiseen menetelmään. Polttoaineenkulutus putoaa viidennekseen”<sup>1</sup>. Suorakylvön onnistuminen riippuu paljon pellon kunnosta, viljelykierrosta ja oikeasta kylvöajankohdasta, mutta onnistuessaan se tarjoaa käytännössä samankaltaisen sadon perinteisen kylvömuokkauksetjun kanssa huomattavasti pienemmällä energiankulutuksella.

### **Viljelyn energiankulutus**

MTT:n tutkimusten mukaan perinteiseen muokkaukseen perustuvissa viljelyketjuissa uusiutumaton energiaa kuluu 16 – 26 %<sup>2</sup>. Siemensadon energiasisällöstä riippuen muun muassa viljelykasvista. Tehostamalla tuotantoa voidaan ketjuissa päästä noin kahta prosenttiyksikköä keskimääräistä pienempään kulutukseen. Rypsin osalta siemensadon energiasisällöstä jopa noin neljäsosa kuluu uusiutumattomana energiana kun viljoilla sama lukema on vain noin kuudesosa siemensadosta. Tätä selittää rypsin pienempi hehtaarisato sekä osittain pienempi kuivauslämpötila joka pienentää siemensadon kuivauksen hyötysuhdetta. Viljelyn energiahyötysuhdetta voidaan parantaa korjaamalla viljelykasvien olki-/korsisato ja käyttämällä myös ne energiantuotantoon<sup>3</sup>.

Erityisesti typpilannoitteiden valmistaminen vaatii paljon energiaa, ellei niitä ole saatavilla esimerkiksi karjanlannan muodossa.<sup>4</sup> MTT:n selvityksessä lannoitteiden valmistaminen ja kuljettaminen vastaakin noin puolta koko viljelyketjun energiankulutuksesta.<sup>5</sup> Myös viljelymenetelmät vaikuttavat energiankulutukseen sillä muokkauksessa kuluu polttoainetta. Tässä raportissa pyritäänkin selvittämään miten paljon eri viljelytekniikoilla voidaan vaikuttaa maatalojen energiankulutukseen.

---

<sup>1</sup> Alakukku, L. 2003. Maan kosteus määrää suorakylvön aloittamisen. Koetoiminta ja käytäntö

<sup>2</sup> Mikkola, H., Pahkala, K., Paappanen, T., Mäkinen, T. 2006. Ohran ja rypsin viljelyn energiatase. In: toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen Päivät 2006, 11.-12.1.2006 Viikki, Helsinki. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 21: 1

<sup>3</sup> Mäkinen, T., Soimakallio, S., Paappanen, T., Pahkala, K., Mikkola, H. 2006: Liikenteen biopolttoaineiden ja peltoenergian kasvihuonekaasutaseet ja uudet liiketoimintakonseptit. VTT Tiedotteita 2357.

<sup>4</sup> Idem.

<sup>5</sup> Mikkola, H., Pahkala, K., Paappanen, T., Mäkinen, T. 2006. Ohran ja rypsin viljelyn energiatase.

## Muokkaustapojen vaikutus kasvihuonekaasujen päästöihin

Perinteiset muokkausmenetelmät kuluttavat maaperästä karkeasti arvioituna noin 0,4 tonnia hiiltä mikä vastaa 1,4 tonnia hiilidioksidia hehtaaria kohden. Suorakylvössä maaperään puolestaan kertyy hiiltä vuositasolla IPCC:n mukaan keskimäärin noin 0,05 hiilidioksiditonnia vastaava määrä, mutta toisaalta toisten lähteiden mukaan jopa vähintään tonni puhdasta hiiltä<sup>6</sup>. Käytännössä perinteisen muokkausketjun ja suorakylvön välinen ero vastaa siis karkeasti pyöristetynä keskimäärin noin 1,5 tonnia hiilidioksidia hehtaaria kohden vuodessa, mitä voinee pitää realistisena myös suomen olosuhteissa<sup>7</sup>. Joidenkin tutkimustulosten mukaan tämä lukema voi olla myös huomattavasti suurempi.

Nämä lukemat eivät kuitenkaan toteudu ikuisesti sillä sekä perinteisessä muokkauksessa, että suorakylvössä saavutetaan jossakin vaiheessa tasapainotila.<sup>8</sup> Jos pellolla luovutaan viljelytoimenpiteistä kokonaisuudessaan, alkaa maaperään kerääntyä hiiltä joka saavuttaa tasapainotilan useiden vuosikymmenten kuluessa. Jos pellot otetaan uudelleen viljelykäyttöön kyseiset hiilivarastot vapautuvat<sup>9</sup>.

Hiilidioksidin lisäksi pellosto haihtuvista kaasuista myös lannoitteen tyypestä haihtuvat typen oksidit vaikuttavat kasvihuoneilmistöön. Typpioksiduuli N<sub>2</sub>O on 296 kertaa hiilidioksidia pahempi kasvihuonekaasu ja muokkauksesta luopuminen voi kosteissa olosuhteissa lisätä typen oksidien päästöjä, mutta kuivissa olosuhteissa vaikutus on päinvastainen<sup>10</sup>.

Yhteenvedon voidaan todeta, että vaikka muokkauksen vaikutuksia kasvihuonekaasujen päästöihin Suomen olosuhteissa ei ole tutkittu riittävästi ja ne perustuvat osittain oletuksille ja muualla suoritetulle tutkimukselle, on suorakylvöllä suuri todennäköisyys toimia

---

<sup>6</sup> Arrue, J.L. 1997: Effect of conservation tillage in the CO<sub>2</sub> sink effect of the soil, pp 189-200. In: L. García-Torres and P. González-Fernández (eds.), Conservation agriculture: agronomic, environmental and economic bases (in Spanish), Spanish Association for Conservation Agriculture (AEAC/ SV),

<sup>7</sup> IPCC. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

<sup>8</sup> Mäkinen, T., Soimakallio, S., Paappanen, T., Pahkala, K., Mikkola, H. 2006: Liikenteen biopolttoaineiden ja peltoenergian kasvihuonekaasutaseet ja uudet liiketoimintakonseptit

<sup>9</sup> Paustian, K., Cole, C.V., Sauerbeck, D., Sampson, N. 1998: CO<sub>2</sub> Mitigation by Agriculture: An Overview. Climatic Change 40:135,162.

<sup>10</sup> Denis A. Angers, Philippe Rochette, Vincent Poirier, Francis Larouche, Martin H. Chantigny, and Noura Ziadi 2006: Carbon storage and greenhouse gas emissions as influenced by tillage and N fertilizer. 18th World Congress of Soil Science

kasvihuonekaasujen päästöjä alentavana viljelymenetelmänä. Hiilidioksidin osalta suorakylvö on kiistatottomasti perinteisiä muokkausmenetelmiä edullisempi viljelytapa ja typpioksiduulien osalta varmaa tietoa ei ole vielä saatavissa.

### **Polttoaineenkulutus**

Nykyisten maataloustraktoreiden ominaiskulutus on yleisesti jonkin verran yli 200 g polttoainetta per tuotettu kilowattitunti<sup>11</sup>. Sadan hevosvoiman (73kw) traktori kuluttaa siis täydellä teholla toimiessaan noin 15 litraa polttoainetta tunnissa jos moottorin ominaiskulutus on 205g/kWh. Erilaisissa testiolosuhteissa on saatu toki huomattavasti tätä suurempiakin kulutuslukemia<sup>12</sup>.

Myös käytännössä noin sadan hevosvoiman maataloustraktoreiden kulutus kuormitettuna nimelliskierroksilla on lähellä viittätoista litraa tunnissa. Toki kulutuksessa on suurta vaihtelua kuormituksen mukaan. Näissä laskelmissa päädyttiin kuitenkin käyttämään viidentoista litran lukemaa lähtökohtana kulutukselle.

Eri työvaiheissa kulunut aika on laskennallisesti sovitettu alla olevissa taulukoissa esitetyissä laskelmissa esitetyn muokkaus- ja kylvökaluston tehokkaaseen hyödyntämiseen 73kW traktorilla. Eri työvaiheiden ja tilojen arvioitu polttoaineenkulutus eri työvaiheissa perustuu haastatteluihin.

Työvaihe	Työtuntia/ha	Kulutus (l/h)	Kulutus l/ha
Kyntö (4 siip).	1,5	15	22,5
Äestys 6m x2	0,8	15	12
Kylvö 3m	1	12	12
Kuljetukset	0,2	5	1
<b>Yhteensä</b>	<b>3,5</b>		<b>47,5</b>

*Taulukko 1: Polttoaineen kulutus perinteiseen muokkaukseen perustuen ohranviljelyssä*

<sup>11</sup> Fendt. [www.fendt.com](http://www.fendt.com).

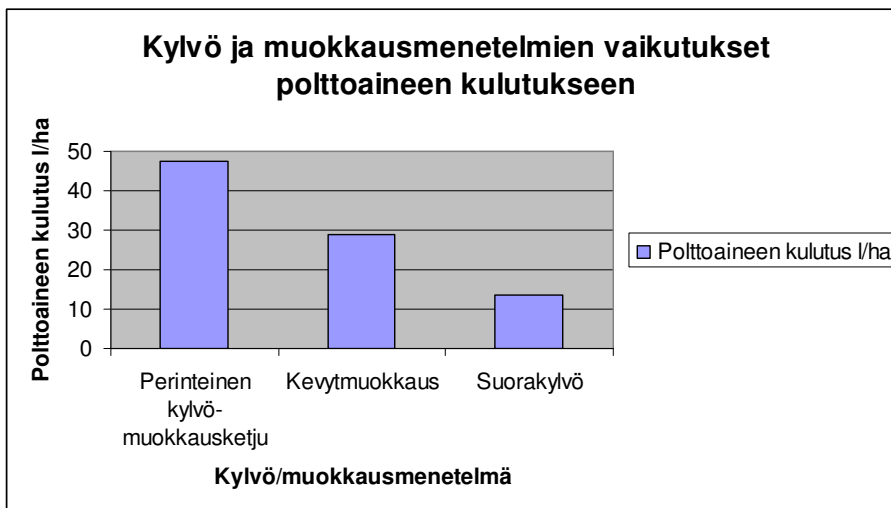
<sup>12</sup> Wilmer, H. 2006: In the Groove. *Profi Tractors and Farm Machinery* 11:10-16.

Työvaihe	Työtuntia/ha	Kulutus (l/h)	Kulutus l/ha
Lautasmuokkaus (3m)	0,66	15	10
Äestys x1	0,4	15	6
Kylvö 3m	1	12	12
Kuljetukset	0,2	5	1
<b>Yhteensä</b>	<b>3,5</b>		<b>29</b>

Taulukko 2: Polttoaineen kulutus kevytmuokkaukseen perustuvassa ohranviljelyssä

Työvaihe	Työtuntia/ha	Kulutus (l/h)	Kulutus l/ha
Kylvö	1	12	12
Ruiskutus	0,2	5	1
Kuljetukset	0,1	5	0,5
<b>Yhteensä</b>	<b>1,3</b>		<b>13,5</b>

Taulukko 3: Polttoaineen kulutus suorakylvöön perustuvassa ohranviljelyssä



Kuva 9: Viljelytekniikan vaikutukset polttoaineen kulutukseen ohran viljelyssä.

Kylvö ja muokkausmenetelmien lisäksi maataloilla voi esiintyä erittäin suuria eroja käytettyjen työkonepolttoaineiden määrässä hehtaaria kohden. Alla on esitetty tilatason kokemuksia työkonepolttoaineiden kulutuksesta eri työvaiheissa.

SYYSMUOKKAUS	Kulutus l/ha
Kyntö	12-20
Kevytmuokkaus/kerta	6-15
KEVÄTTYÖT YHTEENSÄ	
Perinteinen	12-25
Suorakylvö	4-10

*Taulukko 4: Tilatason kokemuksia eri työvaiheiden polttoaineen kulutuksesta<sup>13</sup>*

Selitys suuriin eroihin työkoneiden polttoaineiden kulutuksessa löytyy eroina maalajeissa ja lohkojen koossa ja muodoissa, jotka voivat vaikuttaa viljelyn energiankulutukseen hyvinkin paljon<sup>14</sup>. Lisäksi eroja aiheuttavat muokkausvälineet. Syksyinen kevytmuokkaus voidaan tehdä kevyimmillään keveällä lapiorullaäkeellä ja raskaimmillaan Väderstad TopDown, Simba Solo -tyyppisellä muokkaimella, joka kuluttaa enemmän energiaa pinta-alaa kohden kuin kyntäminen.

### **Säästöt energiankulutuksessa**

Jos kahdensadan hehtaarin kasvinviljelytila (viljelyssä 170 ha) siirtyy perinteisestä muokkausketjusta kokonaisuudessaan suorakylvöön voidaan energiansäästö oheisten taulukoiden perusteella laskea seuraavasti.

Perinteinen muokkausketju: 170 ha x 47,5 l/ha = 8 075 litraa

Suorakylvöketju: 170 ha x 13,5 l/ha = 2 295 litraa

Eroa eri ketjujen välillä vuositasolla on siis 5780 litraa, kymmenessä vuodessa lähes 60 000 litraa joka rahallisestikin on jo huomattava säästö.

Lisäksi on huomioitava että suorakylvötilalla peltojen hiilitase olisi vuosittain noin 300 tonnia parempi hiilidioksidiksi muutettuna kuin perinteiseen muokkaukseen luottavalla tilalla. Kymmenen vuoden tähtäimellä tämäkin lukema olisi jo kolme miljoonaa kiloa hiilidioksidia.

<sup>13</sup> Juho-Antti Junno / HAI

<sup>14</sup> Myyrä, S. 2001: Tilusrakenteen taloudelliset vaikutukset. MTT. Selvityksiä 1/2001

Huomioitavaa kuitenkin on, että sopivan muokkaus- ja kylvömenetelmän löytäminen on hyvin tilakohtainen asia. Energiaa eniten säästävää menetelmää eli suorakylvöä hyödyntäen on mahdollista saavuttaa yhtä korkea satotaso kuin perinteisilläkin menetelmillä. Parhaiten suorakylvön on todettu onnistuvan syysviljoilla jolloin myös sen työtä säästävä ominaisuus tulee parhaiten esiin.<sup>15</sup> Huomioitavaa on, että esimerkiksi vuoden 2006 viljasatokilpailun kolmas sija, noin 8000 kiloa ohraa hehtaarilta, saatiin suorakylvämällä<sup>16</sup> Useissa tutkimuksissa suorakylvöllä on saatu samankaltaisia satoja perinteisten muokkaus-kylvöketjujen kanssa.

Koko suomen mittakaavassa (peltoala tilastokeskuksen mukaan 2 270 000 hehtaaria) suorakylvöllä saavutettavat edut olisivat huomattavat. Jos kokonaispeltopinta-alasta viidesosa (454 000 ha) suorakylvettäisiin säästettäisiin vuodessa polttoainetta perinteiseen muokkausketjuun verrattuna noin 15,4 miljoonaa litraa ja maaperän hiilihiilittäisi olisi puolestaan vuosittain lähes 650 miljoonaa kiloa parempi hiilidioksidiksi muutettuna.

Viljelyn energiataseen optimoimiseksi viljelytekniikkaa tärkeämpää on kuitenkin pyrkiä aina saavuttamaan käytettyyn lannoitustasoon nähden maksimisato, sillä hyvin suuri osa viljelyn energiankulutuksesta liittyy juuri lannoitteiden valmistamiseen ja käyttöön.

## 2.1.2 Tilusjärjestelyt

Tilusjärjestelyillä tarkoitetaan tiluksia vaihtoa käyttäen tehtyä tilussijoitusten parantamista. Samalla voidaan tehdä myös peltojen laatua parantavia ja viljelytyötä helpottavia muutoksia peltoihin, kuten salaojitus. Tilusjärjestelyissä voidaan kiinnittää huomioita myös tiejärjestelyihin, tasoristeyksiin ja ympäristönsuojeluun.<sup>17</sup> Tilusjärjestelyn avulla on myös mahdollista säästää työkonepolttoainetta ja työtä.

Pääsääntöisesti tilusjärjestelyä hakevat maanomistajat. Myös tie- ja ratahallinto voivat hakea järjestelyä tieliittymä- tai tasoristeysasioissa. Ympäristöhallinto voi hakea toimitusta suojelualueen hankkimiseksi. Tilusjärjestely tehdään usein maanomistajien, maanmittauslaitoksen ja muiden

---

<sup>15</sup> Känkänen, H. 2004: Suorakylvettyjen kevätiljojen ja rypsin kasvu. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19

<sup>16</sup> Ylhäinen, A. 2006: Kilokisan yllätysvoitto Tervakoskelle: Lähes kymppitonni Kruunulla. Käytännön Maamies 13/2006:26-33

<sup>17</sup> Maanmittauslaitos. [www.maanmittauslaitos.fi](http://www.maanmittauslaitos.fi)

maankäytön asiantuntijoiden yhteistyöhankkeena. Tilat voivat kuitenkin tehdä tilusjärjestyjä helposti myös kahdenkeskisenä sopimuksena, joissa esimerkiksi samantyyppiset ja –kokoiset peltolohkot vaihdetaan keskenään.<sup>18</sup>

Tilusjärjestelyjen suurin potentiaali on alueilla, joiden tilusrakenne on hyvin pirstoutunut sekä tiloilla, joiden omistuksessa tai vuorattavana on kaukana tilalta sijaitsevia peltolohkoja. Tyypillisesti näitä alueita on runsaasti Pohjanmaan maakunnissa sekä muualla Etelä- ja Länsi-Suomen merkittävillä viljelyseuduilla. Tilusjärjestelyillä voi kuitenkin olla tarvetta tapauskohtaisesti lähes missä päin Suomea tahansa. Toisaalta parhaat mahdollisuudet toteuttaa tilusjärjestelyjä ovat nimenomaan Pohjanmaalla, joissa vesistöt muodostuvat lähinnä joista ja yhtenäiset peltoaukeat ovat suuria. Sisämaassa järjestelyä vaikeuttavat muun muassa mäkinen maasto ja suuret järvet ja muut vesistöt, jotka vaikuttavat voimakkaasti peltolohkojen sijaintiin ja muotoon. Sisämaan suurilla tiloilla kaikkia peltoja on usein siten mahdotonta esimerkiksi keskittää samalla alueelle, vaikka joitakin peltojen parantamistöitä voitaisiinkin tehdä.

### **Tilusjärjestelyt ja energiansäästö**

Tilusjärjestelyä voidaan pitää työkonepolttoaineiden energiansäästökeinona. Säästö voi perustua lohkon parempaan muotoon, ojitukseen sekä muihin työkonikäyttöä helpottaviin ja työtehoa parantaviin keinoihin. Suurta todennettavissa olevaa säästöä voidaan kuitenkin saada pelkästään logistiikkakustannuksissa vaihdettaessa kaukana sijaitseva peltolohko tilan lähellä sijaitsevaan tilan muiden peltojen yhteydessä sijaitsevaan peltolohkoon. Todelliseen tapaukseen perustuvassa esimerkkilaskelmassa neuvoteltiin 10 kilometrin päässä olevan lohkon vaihtamisesta tilan päärakennuksesta 200 metrin päässä sijaitsevaan lohkoon. Lohkoilla on tarkoitus viljellä nurmirehua lypsykarjalle. Oletuksena on 30 ajokertaa traktorilla kotoa pellolle (peltotyöt, kylvöt, rehun teko ja rehun käärykset, lietteen ajo, muut työt). Traktorilla voidaan ajaa 40 km/h ja se kuluttaa 15 l/h. Alla on esitetty logistiikkakustannukset sekä niiden säästö vaihdettaessa peltolohko. Laskelmassa ei huomioida esimerkiksi traktorin ja sen kääryn huoltokuluja, vakuutuksia tai muita tilallisen näkökulmasta joka tapauksessa syntyviä kuluja.

---

<sup>18</sup> Maanmittauslaitos.[www.maanmittauslaitos.fi](http://www.maanmittauslaitos.fi) ja Bionova Engineering

Alkutilanne		Säästöt	
Vuodessa ajettu matka	600 km	Traktorin polttoaine	225 l
		Työ	15 h
Käytetty työaika	15 h		
Työtunnin kokonaiskustannus	15 €/h	Traktorin polttoaine	113 €
		Työ	225 €
Polttoaineen kulutus	15 l/h	<b>Yhteensä</b>	<b>338 €</b>
Polttoöljyn hinta	0,5 €/l		

*Taulukko 5: Peltolohkojen vaihdon säästö vuodessa, esimerkkilaskelma*

Tilusjärjestely voi tuoda yksittäisille tiloille merkittäviä säästöjä niin työtuntien kuin polttoaineenkin osalta. Paremmassa kunnossa olevat pellot mahdollistavat myös paremman sadon.

### 2.1.3 Taloudellinen ajotapa ja energiatehokkuusmerkinnät

Tällä hetkellä maataloudessa käytetään runsaasti erilaisia työkoneita (traktorit, puimurit...) maanviljelyyn, metsätalouteen, kuljetuksiin, nostotöihin ja urakointiin. Työkoneen polttoaineen polttoaineenkulutukseen vaikuttaa merkittävästi ajotapa, aivan kuten asia on muillakin ajoneuvoilla. Kierrosluvun pitämällä matalana voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä. Nykyisin kuitenkin traktoreita käytetään kohtalaisen säälimättömästi, erityisesti kuljetuksissa. Traktorin huippunopeuden ollessa vain noin 40 km/h, ajetaan sillä ”kaasu pohjassa”. Myös viljelytöissä kulutusta voidaan pienempää kiinnittämällä huomiota ajotapaan. Tulevaisuudessa merkittävää säästöpotentiaalia voitaisiinkin saada taloudellisemmalla ajotavalla. Säästöjen todentaminen vaatii kuitenkin tutkimustyötä ja viljelijöiden koulutusta.

Työkoneiden käyttöä voi optimoida myös käyttämällä urakointia. Nykyisin yhden kylän kaikki tilat saattavat omistaa kaikki koneet itse ja käyttää vain itse, sen sijaan että koneita käytettäisiin tehokkaasti yhdessä. Lisäksi eniten kuluttavaa traktoria saatetaan käyttää helppoihiin nostotöihin, vaikka työhön kävisi myös pienin traktori. Työkoneiden optimoidun käytön energiansäästön todentaminen on haastavaa ja vaatisi koulutusta sekä tutkimusta.

Maatilojen työkoneiden energiatehokkuusmerkinnät voisivat johtaa pitkällä tähtäimellä merkittäviin energiansäästöihin. Järjestelmä toimisi kuten nykyisin kodinkoneissa. Järjestelmä perustuisi siihen, että maataloudessa käytettävät työkoneet ja laitteet jaettaisiin kulutusryhmiin sen mukaan, kuinka paljon ne käyttävät energiaa tiettyä yksikköä kohden. Yksittäisten työkoneiden tehokkuus voisi perustua esimerkiksi kulutukseen tunnissa tai kulutukseen per hehtaari tiettyä työvaihetta. Näin

voitaisiin järjestää paitsi yksittäiset koneet (kuten lypsyrobotit ja lypsyasemat) myös kokonaiset järjestelmät, kuten tietyn viljankäsittelymenetelmän energiatehokkuus tai tietyn ruokintajärjestelmän energiatehokkuus. Peltotöistä voidaan huomioida erilaiset tuotantoketjut ja tavat tuottaa tiettyä tuotetta, kuten säilörehua. Myös ilmastointijärjestelmiä, säätötapoja ja asetusarvoja sekä ilmamääriä valittaessa tulisi olla käytössä maatiloilla esimerkiksi taulukkotietoa vaikutuksesta energiankulutukseen.

## 2.2 Viljan käsittely

Suurin osa Suomessa tuotetusta viljasta käsitellään viljakuivaamoissa. Kuivaamoissa viljamassan läpi puhallettava ilma kykenee haihuttamaan jyviiin sitoutunutta kosteutta ja kuljettamaan sitä pois. Suomessa käytetään yleensä lämminilmakuivausta, jotta vilja saadaan kuivattua varmasti säilyvään kauppakelpoiseen kosteuteen nopeasti.<sup>19</sup>

Myös kylmäilmakuivausta käytetään erikseen sekä yhdistettynä lämminilmakuivaukseen. Uusia kylmäilmakuivaamoita rakennetaan kuitenkin vähän, esimerkiksi vuosina 2000-2002 myytiin noin 300-400 lämminilmakuivaamoja ja vain noin 40 kylmäilmapuhallinta, joita nykyisin käytetään myös heinän ja hakkeen kuivaukseen.<sup>20</sup> Tässä selvitystyössä keskitytäänkin erityisesti lämminilmakuivauksen energiansäästökeinoihin. Myös tuoresäilöntää käsitellään, sillä sen energiansäästöpotentiaali on merkittävä ja sillä on yleistymismahdollisuuksia tilakoon kasvaessa.

### 2.2.1 Lämminilmakuivaus

Lämminilmakuivausta käytettäessä voidaan kuivauksen käyttämää lämpöenergiaa säästää alla olevin menetelmin<sup>21</sup>:

- Yökuivauksen välttäminen: Säästö 5-10 %
- Viljankuivurin ja tuloilmaputkiston eristäminen: säästö 10 %
- Viljankuivurin säännöllinen huolto (nuohous, suutinten vaihto tai puhdistus, ilmamäärän ja liekkilevyn säätö): Säästö 5-10 %

---

<sup>19</sup> Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria Maaseutukeskusten liitto

<sup>20</sup> Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria Maaseutukeskusten liitto

<sup>21</sup> Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria Maaseutukeskusten liitto

- Rehuviljan liikakuivauksen välttäminen (korkeampi loppukosteus): Säästö 10-20 %
- Korkea lämpötila ja suuri ilmamäärä: Säästö 2-5 %

Merkittävintä potentiaalia todelliseen energiansäästöön voidaan katsoa olevan viljankuivurin ja tuloilmaputkiston eristämällä sekä säännöllisellä huollolla. Viljankuivurit toimitetaan asiakkaalle nykyisin eristämättömänä sekä itse kuivurin, ilmaputkien että kuivurirakennuksen osalta. Näin ollen ilman omia toimenpiteitä kuivuri jää eristämättä. Lisäksi kuivuria käytetään kohtalaisen harvoin edullisella laitteistolla, jonka säätömahdollisuudet ovat rajalliset. Tällöin viljankuivurin huolto voi jäädä tekemättä, sillä puintaikaan ei aikaa haluta tuhata ylimääräisiin operaatioihin eikä toisaalta loppuvuonna tarve ole akuutti.

Yökuivauksen välttäminen koskee tiloja joilla kuivausta on mahdollista tehdä pelkästään päiväsaikaan. Rehuviljan liikakuivauksen välttäminen olisi tehokas keino, sillä juuri viimeisten kosteusprosenttien haihduttaminen vie eniten energiaa. Nykyisin viljan kosteutta mitataan lähinnä epäsuorasti mittaamalla poistoilman kosteutta, joten vilja kuivataan varmuuden vuoksi ylikuivaksi. Mittaustekniikan kehittyessä keinossa on potentiaalia. Myös korkeaa lämpötilaa (esim 80-100 C) ja suurempaa ilmamäärää käyttäen energiaa voidaan säästää kohtalaisen vähäisiä määriä.

Lisäksi puskurikuivauksella energiaa voitaisiin säästää merkittäviä määriä. Tällöin viljaa aluksi esikuivataan kylmäilmakuivurilla ennen lämminilmakuivausta. Säästömahdollisuutta ei voida pitää kannattavana ilman jo valmiiksi rakennettuja järjestelmiä, sillä toimenpide vaatii investointia puskurikuivuriin. Mikäli järjestelmää voidaan käyttää ja se on hyödyllinen tilan kannalta myös kuivauskapasiteettia nostavana tekijänä, on säästömahdollisuus 20-30 %.<sup>22</sup>

### **2.2.2 Viljan tuoresäilöntä<sup>23</sup>**

Suomessa suurin osa viljasta kuivataan edelleen lämminilmakuivureissa. Viljan tuoresäilöntä on kuitenkin viljansäilönnän muoto, jota energiansäästön kannalta olisi kannattavaa edistää.

---

<sup>22</sup> Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria maaseutukeskusten liitto

<sup>23</sup> Lähteet: Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria maaseutukeskusten liitto. Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla, Työtehoseuran julkaisuja 388. Tiedonanto ja puhelinkeskustelut, Reetta Palva, TTS. Energiansäästölaskelmat työtehoseuran laskelmia muokaten Bionova Engineering

Tuoresäilöntä soveltuu erityisesti liemiruokkijaa käyttäville suurille sikatiloille.<sup>24</sup> Tanskassa lähes puolet rehuviljasta säilötään ilmatiiviisti. Yleisintä se on suurilla sika- ja broileritiloilla.<sup>25</sup>

Tuoreviljasäilönnässä on kolme yleisesti käytettyä säilöntämuotoa: murskesäilöntä, jyväsäilöntä ja ilmatiivissäilöntä. Menetelmistä murske- ja jyväsäilöntä ovat yleisimmät, myös ilmatiivissäilöntä on kuitenkin yleistymässä. Esimerkiksi Tanskassa ilmatiivissäilöntä on jo hyvin yleistä. Kaikkien tuoresäilöntämenetelmien tärkeänä etuna on energiatehokkuus, sillä runsaasti energiaa vievä kuivausvaihe jää kokonaan pois.

**Murskesäilöntä** perustuu happamiin ja hapettomiin olosuhteisiin. Happamat olosuhteet saadaan aikaan nurmisäilörehun valmistuksessa käytettäviä säilöntäaineita ja hapettomuus pakkaamalla vilja ilmatiiviiseen tilaan, kuten tuubiin tai muovilla vuorattuun laakasiiloon. Tiiviys saadaan aikaan viljan litistyksellä valssimyllyssä.

**Jyväsäilöntä** perustuu jyvien säilöntään kokonaisina yleensä propionihappoa käyttäen. Happoa on syötettävä tasaisesti viljan sekaan kosteuden. Varastoitaessa on huomioitava happamuus, niinpä herkät pinnat on suojattava esimerkiksi muovia käyttäen.

**Ilmatiivissäilöntä** perustuu viljan ja mikrobien ominaisuuteen kuluttaa varaston happi suljettaessa se ilmalta. Käytännössä varaston happi korvautuu hiilidioksidilla, jolloin mikrobien toiminta pääosin loppuu. Myös hiilidioksidin lisäystä voidaan käyttää. Ilmatiivissäilöntä voi perustua varastointiin suursäkissä tai tornisiilossa. Menetelmän haasteena on ilmatiiveyden varmistaminen sekä huonosti juoksevan kostean viljan purku siilosta. Purkautumista voidaan parantaa käytettämällä pohjaa kiertävää ruuvia sekä erillistä purkuruuvia tai säilörehulle suunniteltua ketjupurkainta.

### **Tuoresäilönnän kustannukset**

Tuoresäilöntää ovat Suomessa menetelmänä tutkineet erityisesti Työtehoseura ja MTT. Työtehoseuran laskelmien mukaan kaikki tuoresäilöntämenetelmät tulevat pienessä kokoluokassa perinteistä lämminilmakuivausta kannattavammaksi. Suuressa kokoluokassa erityisesti

---

<sup>24</sup> Lähde: Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria maaseutukeskusten liitto ja Reetta Palva, TTS

<sup>25</sup> Maito ja Me, nro 5/2003 / Aino Murtooma-Niskala

ilmatiivissäilöntä on selvästi lämminilmakuivausta edullisempaa.<sup>26</sup> Energiankulutus ja säästölaskelmat on laadittu muokaten työtehoseuran laskelmia.<sup>27</sup>

<b>Energia</b>	<b>Jyvässäilöntä</b>	<b>Murskesäilöntä</b>	<b>Ilmativissäilöntä</b>	<b>Lämminilma-kuivaus</b>
Sähkö (kWh/t)	25,1	0,2	25,7	29,7
Sähkö (€/t)	2,0	0,0	2,1	2,4
Kevyt polttoöljy (kWh/t)	0	23	0	198,8
Kevyt polttoöljy (€/t)	0	1,3	0	10,8
<b>Yhteensä (kWh/t)</b>	<b>27,1</b>	<b>23,2</b>	<b>27,8</b>	<b>230,9</b>
<b>Yhteensä (€/t)</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>18,5</b>

Taulukko 6: Eri viljansäilöntämenetelmien energiankulutus

<b>Sähkö</b>	<b>Jyvässäilöntä</b>	<b>Murskesäilöntä</b>	<b>Ilmativissäilöntä</b>
Säästö (kWh/t)	4,6	29,5	4,0
<b>Säästö (%)</b>	<b>15,5 %</b>	<b>99,3 %</b>	<b>13,5 %</b>
Säästö (€/t)	0,4	2,4	0,3
<b>Kevyt Polttoöljy</b>			
Säästö (kWh/t)	198,8	175,8	198,8
<b>Säästö (%)</b>	<b>100,0 %</b>	<b>88,4 %</b>	<b>100,0 %</b>
Säästö (€/t)	10,8	9,6	10,8
<b>Energia yhteensä</b>			
Säästö (kWh/t)	203,4	205,3	202,8
<b>Säästö (%)</b>	<b>88,3 %</b>	<b>89,9 %</b>	<b>88,0 %</b>
Säästö (€/t)	11,2	11,9	11,2

Taulukko 7: Viljan tuoresäilöntämenetelmien energiansäästö lämminilmakuivaukseen verrattuna

Tuoresäilöntä soveltuu ruokinnallisesti sika- nauta- ja siipikarjalle. Teoriassa voitaisiinkin tuoreviljasäilönnän maksimipotentiaaliksi määrittää kaikki maataloilla itse käytettävä rehuvilja, joka vastasi vuonna 2005 1365,2 miljoonaa kiloa (34,0 % viljantuotannosta).<sup>28</sup> Tuoresäilötyn viljan kokonaisuudeksi on Suomen viljasadosta arvioitu olevan 10-15 %<sup>29</sup>, joten tuoresäilönnällä on potentiaalia yleistyä.

<sup>26</sup> Lähteet: Viljasadon käsittely ja käyttö, Pro Agria maaseutukeskusten liitto. Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla, Työtehoseuran julkaisuja 388. Tiedonanto, Reetta Palva, TTS.

<sup>27</sup> Laskelmien lähteet: Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla, Työtehoseuran julkaisuja 388 – julkaisussa esitetyistä laskelmista muokaten Bionova Engineering

<sup>28</sup> MMM/TIKE

<sup>29</sup> Reetta Palva, TTS

## 2.3 Karjasuojien ilmanvaihto

### 2.3.1 Kosteuden poisto

Yleinen syy lämmittää karjasuojia, erityisesti sikaloita, on suhteellisen kosteuden vähentäminen. Erityisesti talviaikaan ilmastoinnin ollessa minimissään, voi tulevan ilman mukana tuleva sekä karjasta, lannasta ja kuivikkeista haihtuva kosteus tiivistyä karjasuojan rakenteisiin. Mikäli lämmitystä ei ole, ei kosteutta voida poistaa mitenkään. Kosteuden vähentäminen onkin keino vähentää sekä lämmitysenergian tarvetta että myös sähkön kulutusta, mikäli ilmastoinnin määrää voidaan vähentää. Kosteustason pysyminen alle 80 % vähentää myös kosteuden aiheuttamia rakennusvaurioita (esimerkiksi homevauriot) sekä parantaa eläinten oloja vähentämällä vetoa ja sairauksien uhkaa.

Erityisesti uusiin lypsykarjapihatoihin on asennettu kondensiopeltejä. Järjestelmä perustuu yksinkertaiseen rakenteeseen, jossa kylmä ulkoilma johdetaan pellin takakautta karjasuojaan. Vastaavasti karjasuojan kostea lämmin ilma jäähtyy pellin alapinnalla ja kosteus tiivistyy valuen vesikourun kautta viemäriin.

Järjestelmän haasteena on pinnan mahdollinen jäätyminen sekä korrosio. Suomessa näitä ”itkupintoja” on asennettu suhteellisen paljon, joten kaiken kaikkiaan menetelmää voidaan pitää toimivana. Itkupinnan etuna on myös sen saatavuus kaupasta ostettuna mutta myös mahdollisuus teettää tai tehdä itse. Itkupinta soveltuu sekä uusiin kasvattamoihin että peruskorjauskohteisiin.

Lypsykarjanavetoissa, joissa ei ole lämmitystä pois lukien lypsytilat ja vasikkakasvattamot, saadaan järjestelmällä varsinaista energiansäästöä sähkön osalta johtuen ilmastointitarpeen vähentymisestä. Valmistajan mukaan tämä määrä voi olla jopa kolmannes. Vaikka ilmastoinnissa ei säästettäisikään, voi kondensiopinta olla kannattava investointi olosuhteiden aiheuttamien tappioiden (homevauriot, sairaudet) vähentymisen vuoksi. Lämmön kulutuksen suhteen merkittävää säästöä voidaan saada erityisesti sikaloissa, joissa lämmitys perustuu merkittävilta osin kosteuden ja vedon poistamiseen. Sikaloissa ongelmana on että itkupinnasta huolimatta lämmitysjärjestelmä on välttämätön, joka voi vähentää investointihalukkuutta myöhemmin tuotannossa saatavista säästöistä huolimatta. Broilerkasvattamoissakin itkupinta voisi olla ratkaisu, mutta niissä pinta täytyy asentaa siten, että se on tarvittaessa desinfioitavissa.

## 2.3.2 Lämmöntalteenotto ilmasta

Lämmöntalteenotto ilmasta on helppo nähdä erittäin potentiaalisena energiansäästökeinona maataloilla. Aiempina vuosina lämmöntalteenottolaitteistoja asennettiin muun muassa sikaloihin ja niitä oli markkinoilla useita eri malleja. Nykyisin LTO-laitteistojen markkinoilla on hiljaista. Useilla tiloilla onkin huonoja kokemuksia lämmöntalteenotosta siinä määrin, että tilat ovat poistaneet aiemmin asennettuja laitteistoja. Syitä tyytymättömyyteen ovat pääasiassa olleet jäätyminen (jäänesto automatiikkaa ei ole ollut tai se ei toiminut) sekä ennen kaikkea lämmönsiirrinten likaantuminen kaasujen, runsaan pölyn ja muiden epäpuhtauksien vuoksi. Likaantumisen estämiseksi tapahtuvien pesujen tekeminen on lisäksi ollut hankalaa ja vaatinut työtä. Lisäksi LTO-laitteisto vaatii kanavarakenteet, joita useat tilat eivät näe hyväksi vaihtoehdoksi ilmastoinnin järjestämiseen.

Tällä hetkellä lämmöntalteenottolaitteiston hankkimiseksi sikalaan eräs valmistaja suosittelee haponkestävästä ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kanavarakenteita sekä erityisesti pinnoitettua lämmönvaihdinta. Ratkaisu on kallis suhteessa nykyisiin polyuretaanista rakennettaviin järjestelmiin. Tässä selvityksessä LTO-laitteisto oli paikallaan yhdessä sikalassa ja yhdessä munituskanalassa. Järjestelmät oli hankittu vuosia sitten. Tämän selvityksen yhteydessä lämmöntalteenottoa ei ehdotettu yhdellekään tilalle.

Markkinoille on tulevaisuudessa mahdollisesti tulossa uusia LTO-laitteisto järjestelmiä. Esimerkiksi Saksassa on suunniteltu tulohormin alaosaan tulevaa putkilämmönvaihdinta. Tulevaisuudessa keinolla onkin mahdollisuudet kehittyä merkittäväksi energiansäästökeinoksi, mikäli nykyiset haasteet ratkaistaan taloudellisesti hyvin edullisilla järjestelmillä. Edullinen investointi- ja käyttökustannus sekä laitteen pysyminen puhtaana vähällä huollolla huolimatta suuresta pölymäärästä ovat olennaisimmat seikat keinoon yleistymiseksi maataloudessa uudelleen.

## 2.3.3 Kylmäpihatot

Naudat tuottavat runsaasti lämpöä eikä niiden lämmittäminen ole välttämätöntä. MTT:n tekemässä tutkimuksessa on todettu, että Suomen ilmasto-olosuhteet eivät ole esteenä edes lihanautojen ympärivuotiselle ulkokasvatukselle.<sup>30</sup> Yleisesti lihanaudat ja lypsylehmät elävät navetoissa, joissa ne kykenevät talvellakin pitämään lämpötilan selvästi plussan puolella.

---

<sup>30</sup> Lihanautojen kasvatusta kylmissä tuotantoympäristöissä. *Huuskonen, Arto* MTT:n selvityksiä 53.

Energiankäytön kannalta erittäin tehokasta nautakarjan kasvatusta on lihakarjan kasvatusta kylmäpihatoissa. Kylmäpihatoissa ei nimensä mukaisesti ole lämmitystä eikä myöskään koneellista ilmastointia, vaan tuloilma tulee räystään alta ja poistuu harjalta. Lihakarjan nykyistä suuremman osuuden kasvattaminen kylmäpihatoissa vähentää käytettävän energian määrää.

## **2.4 Energiansäästölamput karjasuojien valaistuksessa**

Energiansäästölamput soveltuvat energiansäästökohteena useisiin eri tilatyyppeihin. Erityisesti ne soveltuvat nautakasvattamoihin, joista useissa on edelleen käytössä hehkuvalot sekä varsinaisina kattovaloina että yövaloina. Sinänsä energiansäästölamput soveltuvat lähes kaikille tilatyypeille ja kaikkiin tilan kohteisiin, joissa nykyisin käytetään normaaleja hehkulamppuja teholtaan 40 W tai 60 W. Sähköä energiansäästölamputta voidaan säästää noin 80 % normaalilamppuun verrattuna. Lamppuhankinnan kannattavuus on paras suurilla käyttötuntimäärillä, sillä energiansäästölamput hankintakustannus on useita euroja suhteessa tavallisen lampun kymmeniin sentteihin. Broilerkasvattamoiden yhteydessä on erikseen käsitelty himmennettävät energiansäästölamput.

## **2.5 Lypsykarjatilat**

### **2.5.1 Maitotankin jäähdytyslämmön talteenotto**

Maidon jäähdyttämiseen kuluu runsaasti energiaa. Lypsykarjatilalle on saatavissa lypsyjärjestelmiä toimittavilta yrityksiltä lämmönvaihtimia asennettavaksi maitotankin jäähdyttimen yhteyteen. Eräs valmistaja ilmoittaa, että yhden lypsylämpimän maitolitrin jäähdyttämiseksi voidaan ottaa talteen 0,7 litraa 50-55 °C asteista pesuvettä. Mikäli vettä käytetään pesuvedenä, on sitä lämmitettävä edelleen noin 80 °C lämpötilaan esimerkiksi sähkövastuksia käyttäen. Vettä voidaan lämmittää myös eläinten juomavedeksi.

Lämmön talteenotto vaatii investointeina lämmön talteenottolaitteiston ja varastosäiliön joiden kustannus on yhteensä yli 2000 €. Laskennallisesti muut työt huomioiden investointi on noin 3000 € suuruinen. Koska investoinnilla voidaan korvata ainoastaan matala-arvoista lämpöä, on sen kannattavuudelle ratkaisevaa käytössä oleva lämmöntuotantotapa. Yleensä pesuvesi on lämmitetty joko kokonaan sähköllä tai siten, että lämpökattilalta syötetään keskimäärin 60 °C vesi pesuvesitankkiin, jossa sähkövastukset lämmittävät vettä kuumemmaksi.

Alla on esitetty vertaileva laskelma, jossa on kuvattu energiansäästökeinoon kannattavuus korvattaessa talteenotetulla lämmöllä pääasiassa lämpökeskuksessa hakkeella tuotettua lämmintä pesuvettä sekä täysin sähkövastuksilla tuotettua lämmintä pesuvettä. Oletuksena on, että LTO-laitteisto joudutaan hankkimaan itse. Laskelma perustuu tuotantomäärään 200 000 litraa maitoa (tyypillinen kokoluokka) sekä hakkeen lämpöarvoon 0,8 MWh/m<sup>3</sup>, lämpökattilan hyötysuhteeseen 80 % (sähkövastukset 100%) ja hakkeen hintaan 14 €/m<sup>3</sup> sekä sähkön hintaan 8sent/kWh.

Säästöt	Määrä (kWh)	Säästö/kustannus
Lämpöenergia (hake)	6000	130 €
Sähköenergia	2000	160 €
Investointi		3 000 €
Takaisinmaksuaika		<b>10,3</b>
Säästöt	Määrä (kWh)	Säästö/kustannus
Sähköenergia	8000	640 €
Investointi		3 000 €
Takaisinmaksuaika		<b>4,7</b>

*Taulukko 8: Esimerkilaskelma kannattavuudesta lämmöntalteenotolle*

Keino soveltuu tiloille, joilla sähköä käytetään kokonaan tai suurelta osalta pesuvesien lämmitykseen. Tällöin investointi voi olla kannattava pienilläkin noin 15 lehmän tiloilla. Huomioitavaa on, että mikäli maitotankki on vuokrattu meijeriltä, täytyy lämmöntalteenottolaitteiston vuokrahinta olla säästöjä pienempi.

Paras kannattavuus lämmöntalteenotolla on lypsyrobotin omistavilla lypsytiloilla, joilla maidon jäähdystystarve on jatkuva. Näin lämmöntalteenoton huipunkäyttöaika on pitkä ja laitteesta saadaan eniten hyötyä.

## 2.5.2 Pesu- ja huuhteluveden kierrätys

Lypsyjärjestelmien valmistajat ovat tuoneet markkinoille lypsyjärjestelmiä, joihin voidaan liittää pesu- ja huuhteluviesien takaisinkierrätystä. Käytännössä siis käytetty kuuma pesuvesi ja huuhteluvieset käytettäisiin alkuhuuhdelua lukuun ottamatta useampaan kertaan. Menetelmällä on mahdollista valmistajien ilmoituksien mukaan säästää vettä ja energiaa jopa noin 50 %.

Eräs suuri lypsyjärjestelmävalmistaja toi 2000-luvun alussa markkinoille pesuvesien kierrätysjärjestelmän. Nykyisin järjestelmästä saatujen huonojen kokemusten vuoksi järjestelmästä

on pääosin luovuttu. Edelleen tarjotaan mahdollisuutta kerätä talteen pesuvesi, mutta sen käyttökohteeksi suositellaan lypsyasemien pintojen pesua ja vastaavaa käyttöä. Tällöinkin sillä on pieni energiansäästöarvo, mutta laitetta ei voi energiansäästömielessä pitää kannattavana.

Mikäli tilalla on ongelmia jäteveden käsittelyssä tai puhtaan veden saanti on niukkaa, kannattaa laitetta harkita. Tyypillinen tilanne on esimerkiksi pesuvesien päätyminen lietelantasäiliöön, joka on tilalle selvästi liian pieni. Tällöin pesuvesien säästö voi helpottaa työtä. Toinen vaihtoehto on laitteen saaminen vähäisin kustannuksin, tällöin sitä kannattaa mahdollisuuksien mukaan käyttää.

## **2.6 Emakkosikalat**

### **2.6.1 Lämpövalaisintin tehon optimointi**

Usein emakkosikaloissa porsituskarsinat ovat avoimia karsinoita, joiden lattia on betonia. Sama pätee vierotusosastoon, jossa porsaas vieroitetaan emostaan muutaman viikon kasvettuaan. Vaikka tilaa lämmitettäisiin hyvin, voivat siat silti tuntea vetoa ilman liikkeen takia, joka voi johtua esimerkiksi ilmastoinnista. Lämpövalaisimet ovat välttämättömiä porsaiden elämän turvaamiseksi porsitusaikana ja elämän alkuvaiheessa, sillä ne vaativat jopa yli 30 C lämpötilan ja ovat arkoja vedolle. Emakkosikaloissa merkittävä osa sähköstä kuluukin lämpövalaisimissa. Lämpöä voidaan lämpövalaisimen lisäksi tuottaa seinäpattereilla, lattialämmöllä tai erillisellä lämpömatolla. Lämpövalaisinten tehon optimointi on mahdollista eri toimenpiteillä.

#### **Kaksitehovalaisimet**

Markkinoilla on saatavissa lämpövalaisimia, jotka voidaan kytkeä täydelle teholle tai puoliteholla. Näin valaisinten tehontarve voidaan puolittaa sopivina aikoina, esimerkiksi lämpimänä vuoden aikana kun muu lämpöteho on riittävä. Lämpötehoa voitaisiin myös säätää esimerkiksi porsaiden iän ja niiden sijoittumiseen perustuvan havainnoinnin mukaan. Mikäli puolitehoa voitaisiin käyttää puolet siitä ajasta, jona lämpölamppu muutoin olisi päällä, säästetään 25 % lämpövalaisimen energiasta. Tämä voi vastata jopa lähes 10 % emakkosikalalan sähkönkäytöstä. Yhden säädettyvän lampun investointikustannus on 10-20 euroa.

## **Porsituspesät**

Vaihtoehto lämmön tarpeen pienentämiselle ja sikojen olosuhteiden parantamiselle voivat olla porsaspesät. Porsituspesä on tiivis rakennelma karsinan nurkassa. Pesä voidaan rakentaa esimerkiksi muovista ja sitä voidaan lämmittää lattialämmöllä tai viereisellä lämpölampulla. Tiiviissä porsituspesässä vetoa ei tunnu ja lämpö pysyy muutenkin paremmin. Porsituspesien lämmöntarve voidaan hoitaa suurelta osin lattialämmöllä, joka on mahdollista tuottaa uusiutuvalla energialla. Lisäksi vähäinen vetoisuus aiheuttaa selvästi alhaisemman lämmityksen tarpeen. Näin lämpölamppujen energiankulutusta voidaan pienentää vaihtamalla lämpövalaisimet pienempi tehoisiksi, esimerkiksi teholtaan 250 W lampun 150 W valaisimiksi. Tällöin säästöä voidaan tapauskohtaisesti saada noin 30 % lämpövalaisinten sähkönkulutuksesta. Pesien etuna on myös se, että lämpövalaisin ei tällöin kuumenna emakkoa.

## **Muut keinot**

Yleisesti lämpövalaisinten tarpeeseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi ilmastoinnin suunnittelulla ja lattialämmöllä, jotka vähentävät voimakkaasti vedon tunnetta. Joskus säästöä voidaan saada myös lisäämällä lattialämmön määrää ja pienentämällä lämpövalaisinten tehoa ja käyttömäärää. Mikäli lattialämpö on tuotettu esimerkiksi hakkeella, vähentää tämä myös todellisuudessa energiakustannuksia tilalla.

### **2.6.2 Lämmöntalteenotto lietteestä**

Lämmön talteenotto sikalan lietelannasta maalämpöpumpun avulla on uusi menetelmä tuottaa merkittävä osa sikalan energiasta. Pitkäaikaisia kokemuksia ratkaisusta on niukasti, mutta ensimmäiset tiedot ovat lupaavia. Ratkaisu perustuu maalämpöputkiston rakentamiseen sikalan lietekuiluun, josta lämpö otetaan talteen lämpöpumpulla ja toimitetaan edelleen sikalan lämpöjärjestelmään tai liemiruokkijalle<sup>31</sup>.

Ratkaisumallin etuna on sellaisen lämmönlähteen hyödyntäminen, joka muutoin menisi hukkaan. Keinolla on myös mahdollisuus vähentää öljylämmön käyttöä jopa 80 %, vaikkakin sähkön kulutus tällöin lisääntyy. Lisäetuina sen on huomattu vähentävän ammoniakki ja hiilidioksidipäästöjä, jolloin

---

<sup>31</sup> Suomen lämpöpumppuyhdistys ry

sikalan sisäilma pysyy parempana. Tällöin myös ilmanvaihtoa voidaan mahdollisesti hiukan vähentää.<sup>32</sup>

Keinon ongelmana voidaan pitää sitä, että öljyn käytöstä ei kokonaan voida luopua, sillä maalämpöpumppu joudutaan mitoittamaan vain murto-osaan huipputehosta. Lisääntynyt sähkönkulutus vähentää myös järjestelmän hyötyjä. Mikäli kokonaan uusiutuvaan energiaan perustuvaa lämmitysratkaisua ei voida tai haluta rakentaa, on lietalämmön talteenotto varteenotettava keino vähentää energiakustannuksia erityisesti suurissa emakkosikaloissa.

## **2.7 Broilerkasvattamot ja munituskanalat**

### **2.7.1 Ilmastoinnin dynaaminen säätö**

Broilerkasvattamoissa ja munituskanaloissa säädetään ilmanvaihtoa yleensä automaattisesti, mikäli kyseessä on uudehko kasvattamo. Tällöin joko tuloilmaluukkujen asentoa (=tuloilman määrää) säädetään alipaineen mukaan automaattisesti tai kasvattamossa on myös tuloilmapuhaltimet poistopuhaltimien ohella.

Useissa vanhemmissa 1980-luvun broilerkasvattamoissa ilmanvaihtoa säädetään tuloilman osalta käsin siten, että tuloilmaluukkuja käännetään ulkoilman olosuhteiden, alipaineen määrän ja broilereiden sijoittumisen mukaan enemmän auki tai kiinni. Poistopuhaltimet säätävät sen sijaan poistoilmamäärää automaattisesti lämpötilan ja kosteuden mukaan. Tällöin lämpöenergiaa voi kulua hukkaan automaattiseen järjestelmään verrattuna, mikäli tuloilmaluukut ovat auki enemmän kuin pitäisi joiakin aikoina. Energiaa voi kulua hukkaan erityisesti keväällä kun olosuhteet ulkoilmassa ja broilerhallissa muuttuvat nopeasti vuorokauden aikana (esimerkiksi yö- ja päivälämpötilan ero jopa kymmeniä asteita). Tällöin isäntä ei ole välttämättä kääntelemässä tuloilmaluukkuja juuri oikeaan aikaan oikeaan asentoon. Koko automaatiojärjestelmän vaihtoa vanhoissa kasvattamoissa on hankalaa perustella kannattavuussyin, mikäli järjestelmä sinänsä toimii. Järjestelmän uusiminen on suhteellisen suuri investointi, eikä vastaavaa säästöä ole yksinkertaista todentaa.

---

<sup>32</sup> Suomen lämpöpumppuyhdistys ry

Säätötavan vaikutus energian kulutukseen on erittäin vaikea todentaa arvioin, mikäli erillistä sähkö- ja lämpöenergian määrän mittausta halleittain ei ole. Toisaalta tuloilmapuhaltimet lisättäessä tilan sähkönkulutus todennäköisesti kasvaa. Lisäksi manuaalinen säätö voi joissakin tapauksissa myös säästää energiaa. Joka tapauksessa uusien ilmanvaihdon osalta automaattisesti säädettyjen broilerkasvattamoiden voidaan olettaa kuluttavan vähemmän lämpöenergiaa kuin vanhojen kasvattamoiden.

## **2.7.2 Perhospellit**

Perhospellit estävät ilman sisäänvirtausta puhaltimien ollessa pysäytettynä. Keinon tehoa lisäksi erityisesti kasvattamossa käytettävät lämpötilat, sillä untuvikkojen tullessa lämpötilan on noin +34 C ja ilmanvaihto pysäytettynä. Lisäksi kasvattamoa aletaan lämmittää jo päiviä ennen untuvikkojen tuloa, jolloin ilmanvaihto voisi olla täysin kiinni. Munituskanaloissa tämä keino ei ole erityisen tarpeellinen, sillä hallissa ei ole aivan nuoria lintuja, joka johtaa jatkuvaan ilmastointitarpeeseen tuotantokatkoja lukuun ottamatta.

## **2.7.3 Himmennettävät energiansäästölamput**

Nykyisin valmistetaan energiansäästölamppuja myös himmennettävänä malleina. Himmennettävällä energiansäästölampulla voi valita täyden valotehon untuvikoille tai himmennetyn valaistuksen loppukasvatusvaiheessa. Himmennettävien lamppujen voimakkuutta voidaan säätää portaattomasti esimerkiksi välillä 20 % - 100 %, mikä riittää broilerkasvattamoissa. Energiansäästölamppuilla on myös tavallisten lamppujen tapaan saavutettavissa vilkkumaton ja vakaa valo missä tahansa himmennyksen voimakkuudessa, joka on tärkeää broilereiden kasvatuksessa.

Energiansäästölamppujen kannattavuutta energiansäästökeinona heikentää niiden korkea hinta. Tavallisia hehkulamppuja voi saada muutamalla kymmenellä tai jopa muutamalla sentillä kappaleelta. Energiansäästölampusta voi joutua maksamaan jopa 10-15 euroa. Sinänsä energiansäästölamppun käytön kannattavuutta parantaa lamppun pitkä käyttöikä, sillä broilerkasvattamoissa lamppujen vaihdolla on työllistävä vaikutus. Keino soveltuu lähinnä vanhoihin kasvattamoihin joissa on hehkulamput. Nykyisin suurin osa kasvattamoista käyttää hehkuvalaisimia. Tulevaisuudessa uusia kasvattamoja rakennettaessa energiansäästölamput voivat olla tavallisia loistelamppuja tehokkaampi tapa valaista hallia.

## 2.7.4 Raatopolttimien lämmöntalteenotto

Raatojen poltossa energiaa voidaan säästää ottamalla talteen raatokontin savukaasujen lämpöä. Koska kontin savukaasut ovat korkean polttolämpötilan vuoksi erittäin ja käyttö jaksottaista, on lämmöntalteenoton määrä ja hyötysuhde vaihteleva.

Raadonpolttokonttien lämmöntalteenottoon olemassa rajallinen määrä valmiita ratkaisuja. Toimivaksi on osoittautunut malli, jossa lämpöputket kytketään kulkevaksi raatokontin savupiipun ympärille rakennetun lieriön kautta ennen johtamistaan varsinaiseen lämpökattilaan. Näin raatoenergialla voidaan suoraan korvata lämpökattilan öljyä. Savupiipun ympärille voidaan rakennuttaa lieriö paikallisessa konepajassa ja hitsata se savupiipun ympärille. Kyseinen investointi maksaa noin 1000 euroa. Oletettaessa lämpölieriön hyötysuhteeksi 50 % kokonaisenergiasta ja broilerkasvattamon raatoöljyn kulutukseksi noin 1000 € /vuosi, on takaisinmaksuaika 2 vuotta. Kokonaisvaikutus tilan energiankulutukseen on pieni, mutta esimerkiksi rakennettaessa tilalle uusi lämpökeskus, on raatojen poltto kätevä tapa yhdistää kaikki energian tuotanto saman katon alle.

## 2.8 Kasvihuoneet

### 2.8.1 Valaistus

Puutarhojen valaistukseen liittyviä keinoja ovat polttimoiden vaihdot, valaistuksen ohjaukset ja ryhmityksen muutokset. Vähäisempiä keinoja ovat esimerkiksi putkistojen maalaus valkoiseksi sekä valkoisen pohjamaalauksen käyttö. Polttimoiden valot kannattaa vaihtaa viimeistään 10 000 h käyttötunnin jälkeen niiden valotehon pienentyessä.

Valaistuksen ohjaukset voidaan toteuttaa luonnonvalon mukaan siten, että valot syttyvät vasta luonnonvalopitoisuuden laskiessa tietyn rajan alle. Ryhmitysmuutos voi olla kannattava, mikäli vain osaa lamppuja halutaan pitää päällä ja tällä hetkellä lamppujen säätö toteutetaan ryhmissä, jotka eivät vastaa tuotannon tarpeita. Energiansäästökeinoina valaistukseen liittyvät seikat ovat merkittäviä mutta katselmoinnin kannalta haastavia, koska valaistuksen muutokset voivat vaikuttaa tuotantoon. Tulevaisuudessa LED-valot voivat olla merkittävä energiansäästökeino.

## 2.8.2 Kiertovesipumppujen jaksottaiskäyttö

Kiertovesipumppujen jaksottaiskäyttö voidaan toteuttaa kesällä, mikäli lämmöntarvetta ei ole. Jaksottaiskäyttö voidaan toteuttaa siten, että pumput käyvät säännöllisesti lyhyitä aikoja automaattisesti. Näin pumput eivät rikoontu niitä käynnistettäessä pitkän seisomisen jälkeen.

## 2.8.3 Kosteusanturit

Kosteusantureiden tulosten perusteella kasvihuoneen kattoluukut avautuvat ja sulkeentuvat. Näin kosteutta tarpeen mukaan saadaan poistettua kun samalla lisätään vielä lämmitystä. Jos anturit eivät toimi, voivat väärät mittaustulokset aukaista luukut myös silloin kun tarvetta ei ole. Tästä aiheutuu merkittäviä lämpöhäviöitä, joita voidaan vähentää hankkimalla toimivat sähkötoimiset anturit.

## 2.8.4 Katemateriaalit

Puutarharakennuksen poisto-aika on erittäin pitkä, joten katemateriaalin vaihto energiansäästötoimenpiteenä ei ole kovinkaan todennäköinen vaihtoehto. Mikäli kasvihuoneen käyttö halutaan muuttaa ympärivuotiseksi, voi tällöin olla tarpeellista rakentaa kokonaan uusi huone. Toinen vaihtoehto on se, että nykyinen kasvihuone on todella vanha ja huonossa kunnossa. Lähinnä katemateriaalin vaihto voi tulla kyseeseen, mikäli puutarhalla viljellään nykyisin ympärivuotisesti kokonaan lasista tai yksikerroksisesta muovista rakennetussa kasvihuoneessa. Parempi vaihtoehto on tällöin siirtyä esimerkiksi kaksikerroksisiin muovikatteisiin tai EVA-kalvoon. Lämmön käytön vähentäminen nykyistä järjestelmää kasvihuoneessa parantaen onnistuu esimerkiksi lämpöerhoilla.

## 2.8.5 Lämpöjärjestelmän optimointi

Lämpöjärjestelmien optimoinnilla voidaan säästää energiaa kasvihuoneilla monin tavoin. Keinoja ovat esimerkiksi lämpöjärjestelmän savukaasujen käyttö CO<sub>2</sub>-tuotantoon, lämpökattiloiden hyötysuhteen parantaminen nuohouksella tai huoltamalla. Kattilan uusimistarpeen yhteydessä kannattaa mahdollisuuksien mukaan siirtyä uusiutuvaan energiaan. Lisäksi vanha varalla olevat raskasöljyjärjestelmät kannattaa poistaa.

## 2.9 Veden säästö maataloilla

Veden kulutus jakaantuu maataloilla tyypillisesti siten, että karjataloilla eläinten juomavesi muodostaa suurimman osan kulutuksesta (yli 80 %) lopun kulutuksen jakautuessa pesuihin ja yksityiskulutukseen. Myös kasvinsuojelu voi kuluttaa suurilla viljataloilla merkittäviä määriä vettä, mikäli vesi otetaan omasta hanasta.

Veden säästöön maataloilla on olemassa vain rajallisesti mahdollisuuksia ja tarvetta. Mikäli vesilähde on oma, ei kulutetulle vedelle ole mielekäästä laskea kunnollista hintaa, vaan veden käyttöön liittyvät investoinnit ja säädöt on toteutettava huoltovarmuutta silmällä pitäen.

Mikäli maatila kuuluu kunnan verkostoon, voidaan vedelle laskea taloudellinen arvo. Tästä huolimatta säästömahdollisuudet ovat vähissä. Karjataloilla vedestä kuluu yli 80 % karjan juomavedeksi, jota tulee olla vapaasti saatavilla. Osa vedestä menee pesuihin, jotka on tehtävä huolella eikä veden liiallinen säästö ole perustelua. Veden säästöä voidaan kuitenkin saada, mikäli selvästi rikkoontuneita ratkaisuja löydetään ja vaihdetaan uuteen.

Veden säästön potentiaali maatilalla keskittyy siis asuinrakennukseen. Asuinrakennuksia mahdollisia keinoja ovat esimerkiksi vettä säästävien vesikalusteiden käyttöönotto ja suihkussa käyntien lyhentäminen.

## 2.10 Lypsymenetelmien energiatehokkuus

Automaatti- tai robottilypsyä pidetään yleisesti energiaa ja vettä tuhlaavana lypsymuotona. Tutkimuksesta ja lypsyrrobotista riippuen kulutuksissa on kuitenkin huomattavia eroja, kuten on myös perinteisten lypsymenetelmien kulutuksissakin. Onkin mahdotonta sanoa yksiselitteisesti että robottilypsy kuluttaisi enemmän vettä kuin perinteinen lypsy. Sähköenergian osalta robotti näyttää olevan energiaa kuluttavampi lypsymuoto, mikä onkin ymmärrettävää, sillä korvaahan robotti ihmisen käyttämää liike-energiaa sähköenergialla.

MTT:n selvitysten mukaan robottilypsyssä vettä kuluu noin 700-1400 litraa vuorokaudessa, mutta eräiden muiden tutkimusten mukaan vain 300-500 litraa, mikä sekin on enemmän kuin tavanomaisessa lypsyssä jos vertailukohtana on lypsetty maitomäärä<sup>33</sup>.

Robottilypsyä on tutkittu paljon Tanskassa ja näyttäisi siltä että tehokkaimmat lypsrobotit kykenevät hoitamaan lypsyn yhtä tehokkaasti kuin perinteiset lypsymenetelmätkin, sekä vedenkulutuksen, että sähkönkulutuksenkin osalta, jos vertailukohteena on tuotettu maitotonna<sup>34</sup>. Alla on vertailtu kahden Suomessa yleisien lypsrobottien kulutusta.

Laitetyyppi	Lely	DeLaval
lehmien lkm	60	55
sähkö kWh/vrk	65	149
sähkö kW	2,7	6,2
vesi m3/vrk	0,67	1,0
vesi alin vrk	0,3	
vesi ylin vrk	1,10	

*Taulukko 9. Eri lypsrobottien sähkön- ja vedenkulutuksia. DeLavalin vedenkulutus sisältää lattianpesun lypsyn jälkeen.*<sup>35</sup>

On myös todettu, että 2x10 –paikkaisen kalanruotoaseman kuluttavan vettä vuorokaudessa suunnilleen saman verran kuin lypsrobotinkin, mutta sähkönkulutus on puolestaan huomattavasti alhaisempi ollen vain 20-25 kWh vuorokaudessa.<sup>36</sup>

Tanskalaisessa tutkimuksissa havaittiin, että tyhjöpumpun muuttamisella taajuusmuuttajaohjatuksi voitiin DeLaval VMS lypsrobotissa sähköenergiaa säästää jopa 15 % tai määrällisesti 20 kWh/vrk. Uusimpaan DeLavalin lypsrobotimalliin taajuusmuuttajaohjattu tyhjöpumppu onkin asennettu.<sup>37</sup>Vastaavasti Lelyn robottimalleissa havaittiin 16 % lasku sähkönkulutuksessa taajuusmuuttajaohjattua tyhjöpumppua käytettäessä.<sup>38</sup>

<sup>33</sup> Schuiling, E. 2004: The Cleaning of Automatic Milking Systems p. 94-100. A Better Understanding Automatic Milking. Ed. Meijering, A., Hogerveen, H. and de Konig, C.J.A.M. Wageningen Academic Publisher.

<sup>34</sup> Rasmussen, J. & Pedersen, J. 2004: Electricity and Water Consumption at Milking. FarmTest – Cattle 17

<sup>35</sup> Rasmussen, J. & Rasmussen, M. 2002: The power consumption rises with AMS, the water consumption remains the same. The First North American Conference of Robotic Milking. March 20-22, 2002

<sup>36</sup> Idem

<sup>37</sup> Käytännön maamies, nro 15/2006

## 3 Puuenergia

### 3.1 Polttopuu

#### 3.1.1 Tuotanto

Merkittävä osa maataloista tuottaa polttopuuta omaan käyttöön, sillä suurin osa maataloista omistaa metsämaata. Omasta metsästä voidaan polttopuiksi tuottaa klapia tai halkoja esimerkiksi erinäisestä sekapuusta, jolle ei ole muuten mitään käyttöä. Osa tiloista tuottaa polttoainetta myös myyntiin, tällöin polttopuun laatuun on myös kiinnitettävä enemmän huomiota. Myytävä polttopuu voidaan tuottaa koivurangasta korkean lämpöarvon takaamiseksi.

Vähäisiä määriä polttopuuta omaan käyttöön voidaan tuottaa sahaamalla omasta metsästä puita ja halkomalla kirveellä kotipihassa tai halkoliiterissä. Kaupallisesti polttopuita voidaan tuottaa pilke- tai klapikoneella.

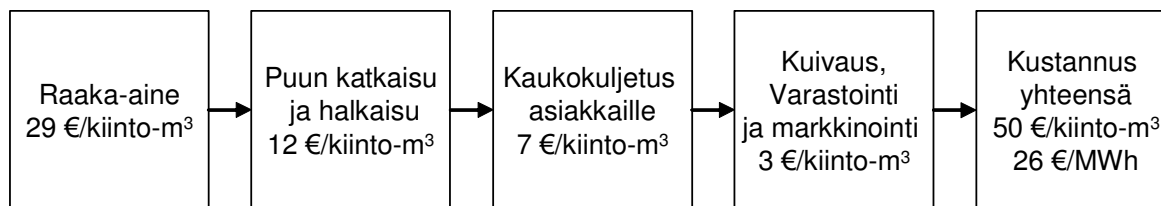
Klapikoneella puiden katkaisu ja halkominen voi perustua tyypillisesti puun katkaisemiseen ketjusahalla ja edelleen halkaisuun halkaisusylinterillä. Koneet voivat perustua myös terälaikkaan tai pyörivään katkaisu- ja halkaisuterään. Katkaisu voidaan myös suorittaa esimerkiksi sirkkelillä ja halkaisu erillisellä hydraulisella terällä. Poisto- ja syöttökuljettimet ovat myös tarpeen merkittävässä tuotannossa. Klapi-koneiden voimanlähteenä on tyypillisesti traktori, sähkö tai bensiinimoottori. Kaupalliseen tuotantoon soveltuvan klapi-koneen tuotantokapasiteetti on noin 10 pino-m<sup>3</sup>/h tai sitä suurempi.

Alla oleva polttopuun arvoketju on laadittu vuoden 2001 pakkaamattoman koivupilkkeen tuotanto- ja jakelukustannusten mukaan. Kustannukset olivat kokonaisuudessaan 50,3 €/kiinto-m<sup>3</sup>, joista 57 % jakautuu raaka-aineelle, 23 % pilkontaan ja jakeluun 14 %. Lisäksi tulevat kuivaus-, varastointi ja markkinointikulut (6 %).<sup>38</sup> Käytettäessä arviota, jonka mukaan yksi kuutiometri vastaa 1,5 pinokuutiometriä ja polttopuiden lämpöarvo on 1300 kWh/pino-m<sup>3</sup>, saadaan polttopuun sisältämän energian arvoksi 26 €/MWh.

---

<sup>38</sup> Rasmussen, J. & Pedersen, J. 2004: Electricity and Water Consumption at Milking. FarmTest – Cattle 17

<sup>39</sup> Maatilayrityksen bioenergian tuotanto, Pro Agria maaseutukeskusten liitto



Kuva 10: Polttopuun tuotannon arvoketju.<sup>40</sup>

Polttopuun tuotantokustannukseen vaikuttaa ratkaisevasti raaka-aineena käytettävä puulaji ja -tyyppi sekä hakkuutyön ja lähikuljetuksen kustannus. Myös kuljetuskustannukset voivat vaihdella välimatkojen ja toimitettavien erien mukaisesti. Käytännön myyntiä voidaan suorittaa rankoina (asiakas tekee itse polttopuut) ja laskuttaa voidaan myös polttopuista ja kuljetuksesta erikseen tai yhdessä. Lopullinen puun käytön lämmityskustannus riippuu puiden lämpöarvosta käyttöhetkellä, mutta myös puiden säilytyspaikasta sekä tulisijan hyötysuhteesta.

Polttopuun tuotanto myyntiin voi tarjota osalle tiloista merkittävän ansaintakeinon. Tällöin liiketoiminnan tulee kuitenkin määrän sijasta perustua pääosin korkeaan hintaan, jota erityisesti kaupunkilaiset ovat valmiita maksamaan. Tällä hetkellä polttopuiden markkinahinta vaihtelee Suomessa noin 20-50 €/i-m<sup>3</sup> (25-64 €/MWh) välillä<sup>41</sup>. Pääkaupunkiseudulla hinnat voivat nousta tätäkin korkeammalle. Lisäksi huoltoasemilla myytävistä pussipuista voi joutua maksamaan huomattavasti korkeampaakin hintaa. Tulevaisuudessa polttopuissa voi olla merkittävää vientipotentiaalia.

### 3.1.2 Polttopuu maatilojen lämmitysratkaisuna

Polttopuu soveltuu hyvin lämmitysratkaisuksi pienille tiloille, joilla lämmön kulutus on suhteellisen vähäistä. Näitä tilatyyppejä ovat muun muassa viljatilat ja useat nautatilat. Suurille tiloille polttopuiden käyttö ei sovellu hyvin, koska tällöin työmäärä on erittäin suuri eikä varsinaisesta tuotantotoiminnasta jää riittävästi aikaa muuhun työhön. Jos lämmityksen hoitoon ja polttopuun valmistukseen ei ole aikaa eikä halua tai mahdollisuutta, kannattaa valita vähemmän työtä vaativa ratkaisu. Yleensä polttopuilla lämmitetään maatilojen asuintaloja, muita kohteita voivat olla pesuedet, karjan juomavedet ja karjasuojien lämmitys.

<sup>40</sup> Lähteet: Maatilayrityksen bioenergian tuotanto, Pro Agria maaseutukeskusten liitto, muokaten Bionova Engineering

<sup>41</sup> Lähde: [www.halkoliiteri.com](http://www.halkoliiteri.com)

Polttopuun käyttö lämmityksessä perustuu varaajan käyttöön. Talvisaikaan pakkasilla voidaan polttaa pari sylillistä polttopuita päivittäin tai joka toinen päivä kattilassa ja lämminnynyt vesi ohjataan varaajaan. Varaajasta vettä ohjataan tarpeen mukaan lämmitykseen. Varaajan viilettyä on kattilaa lämmitettävä uudestaan. Suurten yksiköiden ollessa kysymyksessä tuottaa tämä lämmitysmuoto runsaasti työtä. Lisäksi poissaolojen varalta tulee varaajassa olla sähkövastukset.

Alla olevassa taulukossa on esitetty polttopuun edut ja ongelmat maatilakäytössä sekä polttoaineen tuotannon että lämmityskäytön osalta.

Polttopuu mautiloilla			
Edut		Heikkoudet	
Raaka-ainetta riittää metsissä	Paikallinen polttoaine	Suuri työnmenekki	Joissakin tapauksissa laitteiden toimivuus
Metsän hoitotyö lisäävät metsätalouden tuottavuutta	Edullinen hinta omalle toissijaiselle puulle, korkea markkinahinta laadukkaalle puulle	Ei sovellu hyvin suurille tiloille	Työvoimavaltainen korjuuketju
Pieni investointi perustuen valmiisiin ratkaisuihin	Markkinapaikkoja olemassa internetissä	polttainevaraston tarve	
Mahdollisuudet		Uhat	
Polttopuun kysyntä kasvaa kaupungeissa	Sähkön ja polttoöljyn hinta jatkaa nousuaan	Päästörajoitukset pientulisajoissa	Kannattavuus omassa käytössä
Verkostoyrittäjyys	Positiiviset vaikutukset työllisyyteen		

Taulukko 10: Polttopuu mautiloilla

### 3.1.3 Polttopuun kustannukset lämmityksessä: Case maalaistalo ja sikala<sup>42</sup>

Esimerkkikohteena on maatila, jossa on lämmitettävänä isohko päärakennus ja sikala jonka yhteyteen kattilahuone rakennetaan. Lämpöenergian tarve on 100 MWh vuodessa. Kattilahuoneeseen asennetaan halkokattila ja sikalan puolelle 3000 litran varaaja jolloin varaajan hukkalämpö saadaan hyödynnettyä. Kattilahuoneesta rakennetaan lämmönsiirtokanaali asuntoon. Verkostohävikki kanaalissa on 7 % laskettuna koko lämmöntarpeesta ja kattilan vuosihyötysuhde

<sup>42</sup> Prizztech ja Bionova Engineering

on 70 %. Tilalla ei ole ylimääräistä varastotilaa, joten haloille on rakennettava erillinen varasto sikalan yhteyteen. Investointiin on mahdollista saada maaseutuelinkeinolain mukaista investointiavustusta 20 %.

Kokonaiskustannukset on laskettu huomioiden markkinahintaisen puun lämpöarvona 1,3 MWh/pino-m<sup>3</sup> sekä hintana 30 €/pino-m<sup>3</sup> (edullinen maaseudulla kaupattava puu). Oman toissijaisen puun lämpöarvoksi on määritetty 1,0 MWh/pino-m<sup>3</sup> ja hankintakustannukseksi 10 €/pino-m<sup>3</sup>. Käyttötyön kustannukseksi on määritetty 15 €/h ja ajankäytöksi 100 h/vuosi eli noin 2h/viikko. Pääomakulut on laskettu käyttäen 5 % korkoa ja 10 vuoden käyttöaika.

Investointi	Kustannus	Energian tuotannon kustannustekijät	Markkinahintainen puu	Toissijainen oma puu
Halkokattila ja varaaja	5 980 €	Polttopuu 122 m <sup>3</sup>	3 660 €	
Piippu	2 500 €	Polttopuu 158 m <sup>3</sup>		1 580 €
Rakennustekniset ja LVS -työt	10 000 €	Käyttötyö 100h	1 500 €	1 500 €
Muut kustannukset	6 300 €	Pääomakulut	2 545 €	2 545 €
Yhteensä	24 780 €	Kokonaiskustannukset	7 705 €	5 625 €
Investointituki 20 %	4 956 €			
Investointi	19 824 €	Energiakustannus €/MWh	77 €	56 €

Taulukko 11: Polttopuun käytön kustannukset

Vertailevasti voidaan todeta, vastaavalla hyötysuhteella toimivaolla vanhalla öljykattilalla pelkästään polttoainekulut olisivat 79 €/MWh (kevytöljyn hinta 0,5 €/l). Puulämmitys omasta toisarvoisesta puusta onkin selvästi öljylämmitystä edullisempaa, markkinoilta ostettaessa kannattavuuden ratkaisee alueellinen puun hinta. Markkinahintaisen puun tulee olla alueella edullista, jotta puulämmityksellä saavuttaa selkeitä säästöjä.

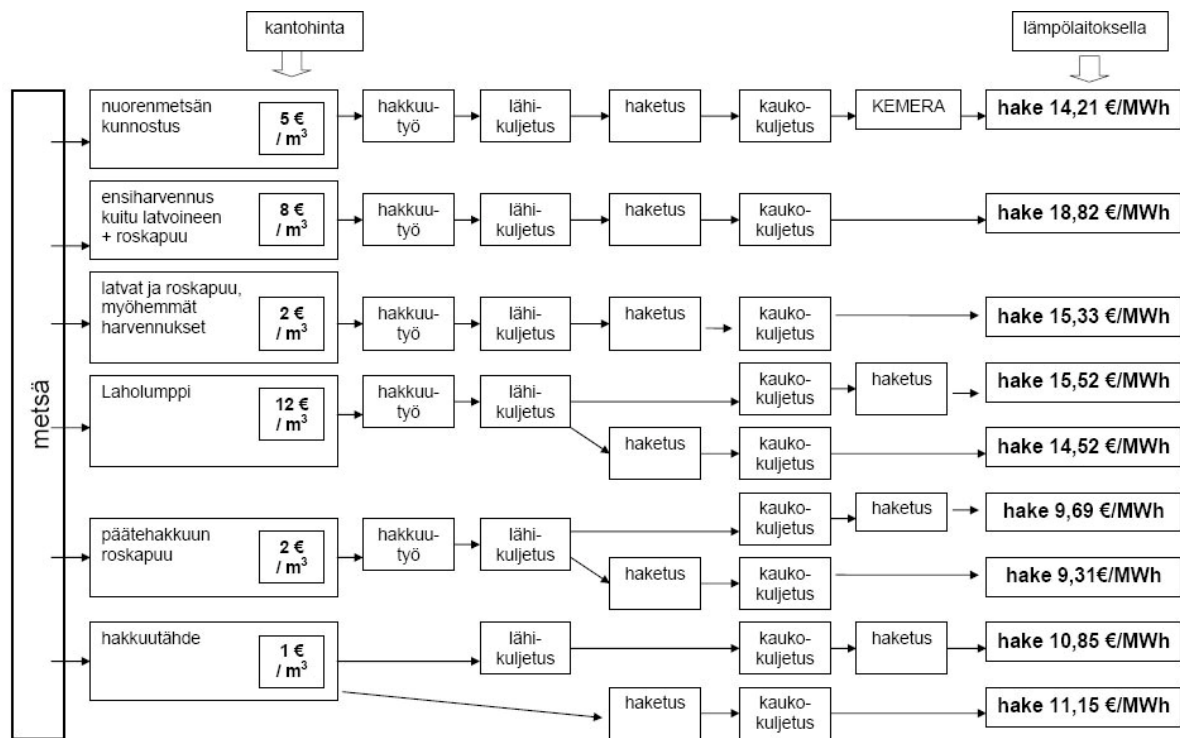
## 3.2 Hake

### 3.2.1 Tuotanto

Merkittävä osa maatiloista voit tuottaa haketta aivan kuten polttopuuta omasta metsästä. Haketta voidaan tuottaa vaikkapa metsissä suoritettujen hakkuiden puusta. Osa tiloista voi tuottaa haketta myös myyntiin pienasiakkaille ja lämpölaitoksiin.

Hakkeen tuotantotekniikka perustuu puumassan hakettamiseen hakkurilla. Hakkureita on olemassa runsaasti erikokoisia ja erilaisia. Pienimmät koneet on tarkoitettu vaikkapa kaupunkilaisperheen kotipihalle orapihlaja-aidan leikkuutähteiden hakettamiseen. Suurin kokoluokka puolestaan soveltuu kaupalliseen hakkeen tuotantoon puumassasta. Maatalouskokoluokassa työ voidaan toteuttaa traktoriin kytketyllä hakkurilla. Lisäksi mukana voi olla hakekärry. Maatalouskokoluokan hakkurit ottavat traktoritehoa 10-200 kW lähinnä hakkurin koosta ja kapasiteetista sekä hakettavasta materiaalista riippuen.

Lopulliseen hakkeen hintaan vaikuttaa ratkaisevasti raaka-aineelle kohdistettu kantohinta ja hakkuukustannus. Arvoketjussa haketuskustannukset 3-4 €/irto-m<sup>3</sup> perustuvat toteutuneisiin kustannuksiin sekä kaukokuljetuskustannukset noin 1 €/irto-m<sup>3</sup> kuljetukseen 20 kilometrin päähän. Hake varastoidaan raaka-aineena tienvarsissa, eikä siitä aiheudu erikseen kuluja muuten kuin sidoksissa olevan pääoman osalta, jota ei huomioida arvoketjussa. Kustannussäästöjä hakkeen tuotannossa ja logistiikassa voidaan saavuttaa verkostoitumalla, tällöin yhteistyökumppanit voivat erikoistua tiettyyn tuotantovaiheeseen.



Kuva 11: Hakkeen tuotannon arvoketju<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Lähteet: Prizztech ja Pohjois-Satakunnan metsänhoitoyhdistys

Arvoketjun osalta voidaan todeta hakkuutähteen ja päätehakkuun roskapuun olevan edullista raaka-ainetta hakkeen tuotantoon. Nämä raaka-aineet ovatkin oleellimmat raaka-aineen lähteet maatioilla. Hakkeen arvoketju muodostuu paikallisesti, kuvattu arvoketju on laadittu Pohjois-Satakunnassa vallinneelle tilanteelle.

### **3.2.2 Hake maatilojen lämmitysratkaisuna**

Hake sopii maatilojen lämmitysratkaisuksi lähinnä suuressa kokoluokassa. Näin ollen sopivimpia kohteita ovat sikalat, siipikarjatilat sekä suuret nautakarjatilat, jotka lämmittävät pesuvettä ja eläinten juomavettä. Parhaimmillaan hakeratkaisut soveltuvat vähintään 100 kW huippulämmitystarpeeltaan oleviin kohteisiin ja tätä suurempiin, joissa myös kesäaikana on lämmön tarvetta.

Hakkeen käytön etuja ovat edullinen hinta sekä vaikutukset metsätalouteen paikallisesti. Maatilan kannalta tärkeä tekijä on myös mahdollisuus käyttää omaa energiaa hintariippumattomasti sekä hakekattilan joustavuus polttoainensuhteen siten. Näin tila voi halutessaan käyttää energianlähteenä myös pellettejä, turvetta tai viljaa.

Hakkeella tuotetun energian pääasiallisia olennaisimpia heikkouksia ovat suuri investointi pienissä kokoluokissa suhteessa tehontarpeeseen ja energian määrään, puutteelliset säätömahdollisuudet ja suuri polttoainevarastotarve.

<b>Hake maataloilla</b>			
<b>Edut</b>		<b>Heikkoudet</b>	
Raaka-ainetta riittää metsissä	Paikallinen polttoaine, maatalan energiaomavaraisuus	Pienissä kokoluokissa investointi per KW iso	Joissakin tapauksissa laitteiden toimivuus
Metsän hoitotyö lisäävät metsätalouden tuottavuutta	Edullinen hinta	Ei sovellu kaikille tiloille	Työvoimavaltainen korjuuketju
Hakekattiloiden joustavuus polttoaineiden suhteen	Mahdollisuus tuottaa voimantuotantoon	Suuri polttoainevarastotarve	
<b>Mahdollisuudet</b>		<b>Uhat</b>	
Lämmitysjärjestelmät tulevat varmatoimisemmiksi	Sähkön ja polttoöljyn hinta jatkaa nousuaan	Hakkeen markkinahinta nousee, jolloin haketta ei "riitä" maataloille	Joidenkin huonojen esimerkkien tuoma negatiivinen julkisuus (esim. tulipalot)
Hakkeen tuotantoketjujen lisääntyminen, jolloin polttoaineen saatavuus voidaan taata	Positiiviset vaikutukset työllisyyteen	Allergiariskit kostean hakkeen osalta pienkohteissa	
Verkostoyrittäjyys	Kemera-tukien hyödyntäminen		

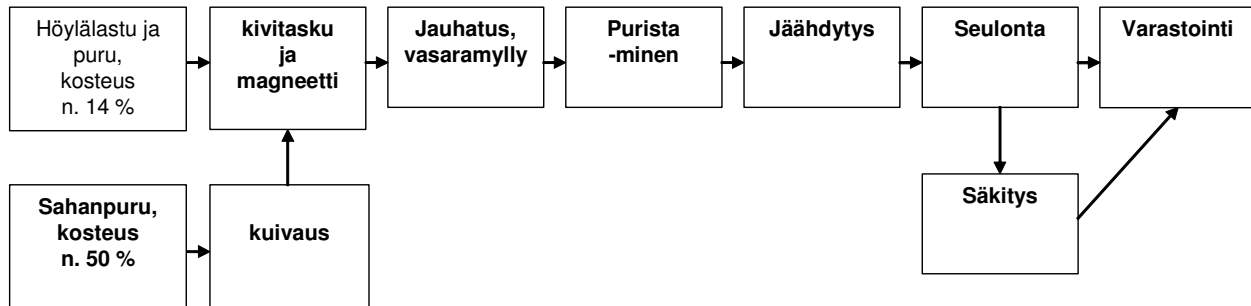
Taulukko 12: Hake maataloilla<sup>44</sup>

### 3.3 Pelletti

#### 3.3.1 Tuotanto

Maataloilla pelletin tuotantoa ei voida pitää teknisesti eikä taloudellisesti järkevänä. Lisäksi vain harvoilla maataloilla syntyy merkittäviä määriä sahausjätettä kuten purua ja kutterinpurua joka soveltuu pelletin raaka-aineeksi. Tulevaisuudessa pelletin tuotantomahdollisuuksia maaseudulla voivat tarjota metsähakeen, oljen, ruokohelven ja puunkuoren pelletointi suuryhteisiin, kehitys näistä on kuitenkin alkuvaiheessa. Pelletin tuotannon potentiaalia maataloilla ei arvioida tässä työssä. Maatilakokoluokassa pelletin puristaminen tapahtuu pienillä traktori- tai sähkökäyttöisillä puristimilla joiden tuotantoteho on joitain satoja kiloja tunnissa. Pellettiä puristetaan lähinnä omaan käyttöön ja naapureille. Toimintaa leimaa pienimuotoisuus tai harrastelu- ja kokeiluluonne. Pelletin tuotantoketju voidaan esittää kuten kuvassa alla.

<sup>44</sup> Prizztech ja Bionova Engineering



Kuva 12: Pelletin tuotantoketju pienessä kokoluokassa<sup>45</sup>

Maatiloilla ongelmaksi muodostuu laadukkaan pelletin tuotannon haastavuus. Tuotantolinja sisältää usein ainoastaan puristimen ja esimerkiksi jäähdytys puuttuu, jolloin pelletin laatu ei vastaa loppukäyttäjän sille asettamia kriteereitä. Lisäksi pelletin tuotannonkannattavuus on paras teollisessa kokoluokassa.<sup>46</sup>

### 3.3.2 Pelletti maatilojen lämmitysratkaisuissa

Maatiloilla pelletti sopii polttoaineeksi niin pieniin lämpökattiloihin kuin lämpökeskuksiinkin. Teknisesti pelletti soveltuu lähes kaikille maatiloille lämmöntuotannon polttoaineeksi. Pelletin kiistattomana etuna voidaan pitää helppoutta ja käyttövarmuutta, sillä polttoaine tuodaan tilan ulkopuolelta ja kattiloiden automaatioaste on korkea. Myöskään teknisiä ongelmia ei juuri esiinny polttoaineen tasalaatuisuuden vuoksi. Pellettikattila sopii myös pieniin tiloihin eikä polttoaineen varastointi vie vastaavaa tilaa kuin hakkeella. Myös kattilainvestointi on hakekattilaa pienempi. Erityisesti Ruotsissa pellettipolttimen liittämistä suoraan vanhaan öljykattilaan on tutkittu ja kokeilu, toimivuuden kannalta järkevin ratkaisu on kuitenkin hankkia kokonaan uusi kattila. Pelletin saatavuus on hyvä ja hinta selvästi polttoöljyä edullisempi, yleensä kuitenkin haketta kalliimpi.

Ongelmina maatilojen kannalta voidaan pitää hinta- ja huoltovarmuutta. Maatilat arvostavat usein korkealle omien raaka-ainevarojen käyttömahdollisuuden, mikäli uusiutuvaan energiaan siirrytään. Pelletin hintaan tulevaisuudessa sisältyy maatilojen näkökulmasta huomattavasti haketta enemmän epävarmuuksia.

<sup>45</sup> Prizztech

<sup>46</sup> Prizztech

Pelletti maatiloilla			
Edut		Heikkoudet	
Hyvä, tasalaatuinen polttoaine	Saatavuus hyvä	Tuotanto lähes monopolisoitu	Öjylämmitys laiteisiin nähden suurempi laiteinvestointi
Edullinen hinta	Pellettikattila yleensä hakekattilaa pienempi investointi	Ostettava tilan ulkopuolelta	Pelletin pientuotannon laatuongelmat
Mahdollisuudet		Uhat	
Sähkön ja polttoöljyn hinta jatkaa nousuaan	Käytön lisääntyessä logistiikka helpottuu	Hinnan nousu	Riittävyys ja hinta kotimaassa, jos vienti vetää
Siilo ja syöttöjärjestelmät kehittyvät	Uudet raaka-aineet tarjoavat tuotantomahdollisuuksia		

Taulukko 13: Pelletti maatiloilla<sup>47</sup>

### 3.4 Lämpöratkaisun valinta eri kokoluokissa

Lämpöratkaisun valinta yksittäiselle tilalle voi perustua moniin eri näkökohtiin. Energianhinta voi vaihdella olosuhteista johtuvan investointitarpeen sekä polttoaineen paikallisen hinnan mukaisesti. Osa tiloista voi tuottaa polttoainetta itse, osalle tämä ei ole mahdollista. Lisäksi kattilan hoito vaikuttaa energianhintaan huomattavasti. Tehon tarve ja tilan tyyppi vaikuttaa kuitenkin olennaisesti siihen, minkä tyyppinen lämpöratkaisu on tilalle todennäköisesti sopivin.

Tilatyypit	Kasvinviljelytila, pienehköt karjatilat	Karjatilat, puutarhat	Suuret karjatilat, Puutarhat	Suuret puutarhat, lämpörittäjäys
Tehontarve	0-60 kW	60 kW-200 kW	200 kW-500 kW	yli 500 kW
Lämmitysratkaisu	Vesikeskuslämmitys	Lämpökeskus	Lämpökeskus	Lämpökeskus
Polttoaine	Polttopuu, pelletti/vilja	Hake, pelletti/vilja	Hake, lisänä pelletit, brikitit, vilja	Hake, lisänä pelletit, brikitit, vilja

Taulukko 14: Maatiloille tyypillisesti sopivimmat uusiutuvan energian tuotantoratkaisut ja polttoaineet eri kokoluokissa

Erityisesti karjatililla uusiutuvaan energiaan perustuvat lämmöntuotantoratkaisut voidaan tyypillisesti tehdä hakkeen ja pelletin välillä. Tällöin monet tilat valitsevat hakekattilan polttoaineen omavaraisuuden vuoksi sekä monipuolisuuden vuoksi, samalla kun voidaan polttaa myös vaikkapa

<sup>47</sup> Prizztech

pellettejä, brikettejä kuin viljan lajittelujätteitäkin. Mikäli tarkastellaan pelkkää energian hintaa, on pelletti kuitenkin kilpailukykyinen suurimmalla osalla maatiloja nykyisellä pelletin hinnalla. Tämä edellyttää kuitenkin mahdollisuutta pellettikattilan toimitettavaksi samoihin järjestelmiin kuin esimerkiksi vanha öljykattila (kattilahuone, kytkennät). Pelletti onkin hyvin kilpailukykyinen suurimmalla osalla suomalaisia maatiloja (esim. viljanviljelytilat, pienet lypsytilat ja sikalat) Rakennettaessa uusi lämpökeskus karjatilalle on hakelämpökeskus useimmiten ratkaisuna edullisin.

Case-tapauksissa pienin kattila rakennettaisiin suuren karjasuojan lämmöntuottajaksi. Muut olisivat lämpökeskuksia, joista toimitetaan suurin osa lämmöstä tilan ja puutarhan kohteisiin. Suurimmasta kattilasta tuotetaan puutarhan lisäksi lämpöä muille kylän kohteille (koulu, asuinrakennuksia). Kattilateholtaan 400 kW oleva case-laskelma pohjautuu tilanteeseen, jossa on joka tapauksessa rakennettava lämpökeskus.

Laskelmat perustuvat oletuksiin hakkeen hinta 14 €/MWh ja pelletin hinta 160 €/t. Energianhintaan sisältyy myös siirron kustannukset (rakennettavat lämpöputket, häviöt), joten case-laskelmissa kokoluokan kasvaessa energian hinta voi myös olla pienempää korkeampi. Suurimmassa tapauksessa on huomioitava, että hakelaitos toimisi päälämmönlähteenä (kulutus suurempi kuin laitos pystyy tuottamaan).

Lämpöenergian tarve		Lämpöenergian hinta €/MWh	
Kattilateho (kW)	Energiantarve (MWh/vuosi)	Pelletti	Hake
80	120	64	64
120	170	65	62
400	700	74	61
1000	9200	50	39

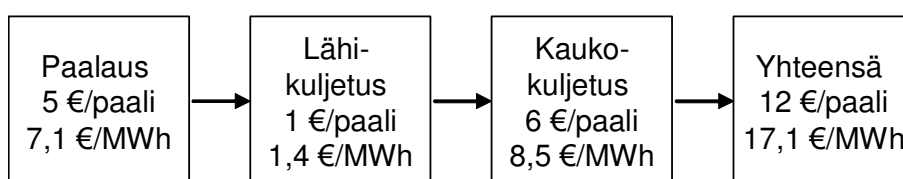
*Taulukko 15: Case-tapauksiin perustuvia kustannuksia lämmöntuotannolle eri polttoaineilla*

Yhteenvetona tässä hankkeessa mukana olleille maatiloille laadituista case-laskelmista voidaan sanoa pelletin olevan hakkeen kanssa kilpailukykyinen lämmitysmuoto alle 100 kW kokoluokassa, mikäli pellettikattila voidaan sijoittaa nykyisiin tiloihin. Mitä suurempi on kokoluokka ja mikäli lämpökeskukselle on selkeä tarve, on hake yleensä edullisin ratkaisu.

## 4 Peltoenergia

### 4.1 Olki

Oljen tuotanto energiakäyttöön voidaan toteuttaa samaan tapaan kuin tuotanto muuhunkin käyttöön. Tyypillisesti vaiheet ovat paalaus, lähikuljetus ja edelleen kaukokuljetus. Kuvassa alla on esitetty oljen tuotannon arvoketju. Tulokset perustuvat toteutuneisiin kustannuksiin eräällä tilalla Honkajoella Satakunnassa. Korjuumenetelmänä oli pyöröpaalaus <sup>48</sup>.



Kuva 13: Oljen tuotannon arvoketju<sup>49</sup> (oletukset: 1 paali = 700 kWh energiaa, massa 200 kg, oljen lämpöarvo 3,5 MWh/t)

Varsinainen viljan tuotantokustannus ei muutu, kun olki hyödynnetään pellon ulkopuolella. Pidemmällä aikajaksolla maaperän orgaanisen aineksen määrä saattaa alentua kovilla mailla, mikä edellyttää viljelykierron monipuolistamista. Viljan puiminen kevenee oleellisesti, jos olkea ei silputa. Täten voidaan saavuttaa säästöä puimurin polttoaineen kulutuksessa. <sup>50</sup>

Olkea voidaan energiantuotannossa hyödyntää parhaiten oljen polttoon erityisesti rakennetuilla biolämpölaitoksilla. Oljen maatilakäytön suurin ongelma on työvaltaisuus ja polttoaineen syötön (paalit) hankala automatisoituavuus. Tulevaisuudessa oljen energiankäyttö voikin yleistyä lähinnä maaseudun aluelämpölaitoksissa sekä ympärivuotisilla kasvihuoneilla ja teollisuusluokan maatiloilla kuljetusmatkan pysyessä lyhyenä. Käyttö yksittäisillä perhekoon maatiloilla tulisi laajamittaisemmin mahdolliseksi, mikäli tulevaisuudessa olkea on saatavissa briketteinä tai pelletteinä muodossa, jossa itse lämmöntuotanto on automatisoitavissa. Lisäksi oljen korjuun tukeminen olisi välttämätöntä energiakäytön kasvattamiseksi.

<sup>48</sup> Prizztech

<sup>49</sup> Prizztech, muokaten Bionova Engineering

<sup>50</sup> Prizztech

Tanskassa käytettiin energiaksi vuonna 2003 olkea 1 440 000 tonnia, joka vastaa noin 4 640 GWh energiamäärää.<sup>51</sup> Olkea voitaisiin käyttää Suomessakin nykyistä huomattavasti suurempia määriä, sen energiakäyttö ei ole kuitenkaan riittävän kannattavaa. Oljen poisto pelloilta on yleistä jo tänä päivänä, sitä voi käyttää kuivikkeena ja jopa rehuna huonosatoisena kesänä. Lisäksi maan humustason muutosta olkien poiston tai maahan kynnön seurauksena ei ole pystytty osoittamaan.<sup>52</sup> Oljen energiakäyttöä voitaisiin perustellusti tukea, sillä oljen tulisi olla ruokohelpeä ja puuta edullisempaa, jotta energiakäyttö olisi houkuttelevaa. Näin päästöttömän uusiutuvan energian osuutta Suomen energiantuotannossa voitaisiin lisätä. Tanskassa ja Ruotsissa olki kiinnostaa lähinnä vähäisempien metsävarantojen ja tiheiden olkikasvustojen vuoksi, joten täysin samoilla perusteilla oljen käyttö ei voi Suomessa yleistyä.

<b>Olki maataloilla</b>			
<b>Edut</b>		<b>Heikkoudet</b>	
Edullinen polttoaine	Todellista lähienergiaa	Työvaltaisuus	Marginaalipolttoaine Suomessa, suuri tuotantokustannus
Usein joka tapauksessa poistettava pelloilta (suorakylvö)	Lähes täysin päästötöntä energiaa	Keruukelpoinen määrä ja laatu vaihtelee vuosittain	Oljessa oleva kloori (syöpyminen)
		Poltoon soveltuvien laitteiden saatavuus ja hinta	Korkea tuhkapitoisuus (5-9%)
<b>Mahdollisuudet</b>		<b>Uhat</b>	
Perinteisten energiamuotojen hinnannousu / oljen energiakäytön tuki	Polttolaitteet kehittyvät	Päästöjen tutkimisen jälkeen mahdollisesti tulevat käyttörajoitukset	Vielä varsin tuntematon polttoaine
Suurkanttipaalaimet yleistyvät	Olkibriketit	Olkien korjuun sääriski	

Taulukko 16: Olki maataloilla<sup>53</sup>

<sup>51</sup> Danmarks Statistik, 2005

<sup>52</sup> MMM työryhmämuistio: Biokaasun ja peltobioenergian käytön ympäristövaikutukset

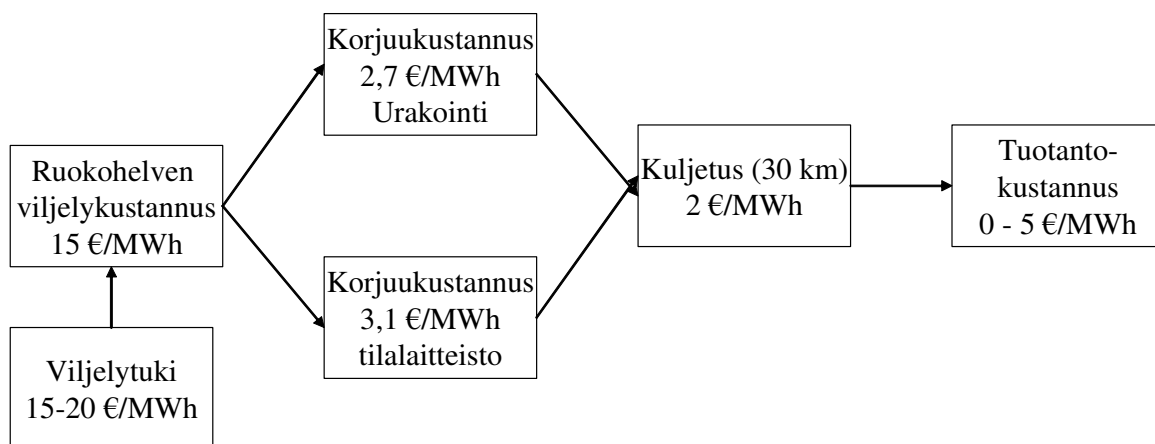
<sup>53</sup> Prizztech ja Bionova Engineering

## 4.2 Ruokohelppi

Ruokohelpeä viljeltiin vuonna 2006 Suomessa yhteensä 17 200 hehtaarin alalla<sup>54</sup>. Ala on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Maatiloille ruokohelven tuotanto voi olla kannattavaa tilan sijaitessa ruokohelpeä käyttävän voimalaitoksen läheisyydessä. Ruokohelven osalta tilanne on monelta osin oljen tapainen, ruokohelven käyttö maatilojen omana polttoaineena ei ole juurikaan tarkoituksenmukaista. Isoissa voimalaitoksissakin ruokohelven osuus rajoittuu tyypillisesti 10 %.

Tulevaisuudessa ruokohelven energiakäyttöä maaseudulla voidaan lisätä briketöimällä ruokohelpeä, jolloin sen käsittely pienissä lämpökattiloissa ja –laitoksissa helpottuisi huomattavasti. Suomessa ruokohelven briketöintiä ja käyttöä kunnan lämpölaitoksissa on kokeillut Kuortaneen energiaosuuskunta Etelä-Pohjanmaalla.

Ruokohelven tuotanto perustuu osittain saman tyyppiseen tekniikkaan kuin oljen korjuu. Oljen tapaan ruokohelppi voidaan paalata pyöröpaalaimella, parhaiten paalaukseen sopii kuitenkin suurkanttipaalain. Hyödyntää voidaan myös esimerkiksi säilörehun korjuuseen käytettävää kalustoa. Ruokohelven korjuun haasteena ovat suuret korjuutappiot, jopa 60 % kokonaisuudesta.<sup>55</sup> Alla on esitetty ruokohelven tuotannon arvoketju pyöröpaalausmenetelmää käyttäen. Kuljetusmatkaksi on oletettu 30 kilometriä.



Kuva 14: Ruokohelven tuotannon arvoketju (oletukset, sato 6 t/ha, lämpöarvo 4,5 MWh/t, korjumenetelmä pyöröpaalaus)<sup>56</sup>

<sup>54</sup> MMM/TIKE

<sup>55</sup> Motiva: Ruokohelpiesite

<sup>56</sup> Pahkala et al. Ruokohelven viljely ja korjuu energiantuotantoa varten, MTT, muokaten Bionova Engineering

<b>Ruokohelpi maatioilla</b>			
<b>Edut</b>		<b>Heikkoudet</b>	
Viljely vähätöistä	Voidaan viljellä turvesoilla ja muilla toissijaisilla viljelymailla (kesannot ym)	Viljelyn kannattavuus perustuu ainoastaan tukiin	Viljeltävä suurella alalla valoisilla pelloilla
Viljely kannattavaa suurilla aloilla	Sopii seospolttoon biopolttoainevoimalaitoksissa	Soveltuvuus maatilojen lämmön tuotantoon huono Soveltuu vain seospolttoaineeksi Suuri korjuuhävikki	Suuri tuhkapitoisuus Pieni tiheys
<b>Mahdollisuudet</b>		<b>Uhat</b>	
Suurkanttipaalaimet yleistyvät Korjuutappioiden vähentyminen	Ruokohelpibriketit	Viljelyn kannattavuus jatkossa (tukipäätökset)	Siementuotannon riittävyys

Taulukko 17: Ruokohelpi maatioilla<sup>57</sup>

### 4.3 Energiavilja

Viljan energiakäyttö on mahdollista maatilojen lämpökattiloissa rajoitetusti. Periaatteessa viljaa voidaan polttaa hakkeen polttoon rakennetuissa stokeripolttimissa, kunhan kattilassa on automaattinen tuhkan poisto ja palopäässä liikkuva arina. Liikkuvat arinat puolestaan ovat harvinaisia pienessä kokoluokassa. Myös pellettipolttimissa viljan polttaminen on mahdollista. Lisäksi erityisesti viljan polttoon soveltuvia polttimia on olemassa. Yleisimmin poltetaan eri viljalajikkeista kauraa, jolla on hyvä lämpöarvo.<sup>58</sup>

Viljan poltossa on useita ongelmia, joista merkittävimmät ovat polttoaineen siirtoon, tuhkan poistoon ja korroosioon liittyviä. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan viljalla lämmittäjät ovat tyytyväisiä, vaikkakin tuhkan poistossa on runsaasti ongelmia automatiikasta huolimatta. Lisäksi

<sup>57</sup> Maatilyrityksen bioenergiantuotanto, Pro Agria maaseutukeskusten liitto ja Bionova Engineering

<sup>58</sup> Maatilyrityksen bioenergiantuotanto, Pro Agria maaseutukeskusten liitto

kattiloilta on nuohottava usein.<sup>59</sup> Sekoitettaessa viljaa ja haketta ongelma voi olla myös polttoaineiden jakautuminen.

<b>Energiavilja maataloilla</b>			
<b>Edut</b>		<b>Heikkoudet</b>	
Hyvä, paikallinen, tasalaatuinen polttoaine	Olemassa oleva tuotantoketju	Vaikeahko polttaa pienissä kokoluokissa	Öljylämmityslaitteisiin nähden suurempi laiteinvestointi
Edullinen hinta	Käyttökohde lajittelujätteelle ja jäteviljalle	Paljon tuhkaa, joka sulaa	Viljassa oleva kloori (syöpyminen)
		Suuri työnmenekki	Savun epämiellyttävä haju ja jyrjäjäongelmat
<b>Mahdollisuudet</b>		<b>Uhat</b>	
Jalostetaan erityinen energiakaura lajike	Puhdistamolietteen käyttö lannoitteena	Elintarvikekelpoisen viljan poltto tehdään tukipoliittisesti mahdottomaksi	Päästöjen tutkimisen jälkeen mahdollisesti tulevat käyttörajoitukset
Isoissa yksiköissä kuivaamaton vilja kelpaa Sivutuotteen, oljen, hyödyntäminen energiaksi	Ekologinen "pelletti"	Viljan hinnan kohoaminen	Eettisyyskysymykset
	Paloturvallisuus		

Taulukko 18: *Energianvilja maataloilla*<sup>60</sup>

<sup>59</sup> JTI – Institutet för jordbruks och miljöteknik

<sup>60</sup> Prizztech ja Bionova Engineering

## 5 Biokaasu

Suomessa tuotettiin biokaasua vuonna 2005 kuudella maatilalla, jotka tuottivat energiaa yhteensä 1,3 GWh eli 0,01 % maatalouden käyttämästä energiasta.<sup>61</sup> Yksi tila tuotti biokaasua liikennekäyttöön. Biokaasun tuotantoa olisi merkittävässä määrin mahdollista edistää sähkölle asetettavalle takuuhinnalle. Muutoin biokaasun tuotannon merkitys mautiloilla jäänee vähäiseksi.

### 5.1 Biokaasun raaka-aineet mautiloilla

Biokaasua voidaan liiketaloudellisin perustein tuottaa orgaanisista jätteistä. Jätteellä siis tarkoitetaan tässä yhteydessä sivutuotetta, jonka käsittelystä ollaan valmiita maksamaan päätuotannon turvaamiseksi. Sen arvo on siis tuottajalleen negatiivinen. Tämnäntyyppisistä jakeista voidaan periä porttimaksuja, jotka ovat laitosten kannattavuudelle välttämättömiä. Maatilat tuottavat orgaanisia jätteitä kohtalaisen suuria määriä ja ne muodostavat merkittävän osan koko Suomen biokaasupotentiaalista. Biokaasutuslaitokset ovat tällä hetkellä ensisijaisesti jätteenkäsittelylaitoksia ja toissijaisesti energiantuotantolaitoksia.

Kannattava biokaasun tuotanto mautiloilla nykyisillä energianhinnoilla voi muodostua ainoastaan mädättämällä ongelmaksi muodostunutta karjan lantaa. Lanta voi muodostua ongelmaksi erityisesti hajuhaitan vuoksi tiiviisti rakennetuilla karjatalousaluilla, lannan käyttöä lannoitteena rajoittavat myös ympäristötukiehdot. Parhaiten biokaasutukseen soveltuu lietelanta. Kasvijätteitä voidaan käyttää lisäsyötteenä, biokaasulaitoksen kannattavuus ei kuitenkaan voi perustua niiden käyttöön.

Maatalouden biokaasulaitosten kannattavuus perustuu tällä hetkellä porttimaksuihin, joita lannan lisäksi voidaan periä ulkopuolisista orgaanisista sivutuotteista. Sivutuotteiden tulee olla sellaisia, että niiden tuottaja on valmis maksamaan niiden kaasutuksesta. Ulkopuolisia biokaasun raaka-aineita voivat olla

- Elintarviketeollisuuden sivutuotteet
- Teurastamoiden sivutuotteet
- Jätevedenpuhdistamoiden lietteet

---

<sup>61</sup> Joensuun Yliopisto: Suomen biokaasulaitosrekisteri IX

Mikäli biokaasuenergiasta aletaan tulevaisuudessa maksaa Saksan mallin mukaista takuuhintaa, biokaasuautoilua tuetaan tai sähkönhinta markkinoilla karkeasti kolminkertaistuu, tulevat kyseeseen myös muut maatalouden tuotteet. Nykyisessä tilanteessa ne eivät tule kyseeseen, koska varsinaista motivaatiota niiden käsittelyyn ei ole eikä niistä saada porttimaksua. Tällöin kaasutukseen soveltuvat myös peltobiomassat ja eläinten rehut (esimerkiksi valkuaisrehut, säilörehut).

## 5.2 Maatilojen biokaasun tuotannon vaihtoehdot ja kannattavuus

Maatilojen toimintamallit biokaasua tuottaessa jakautuvat karkeasti kolmeen eri vaihtoehtoon. Tällä hetkellä Suomessa vaihtoehtoja on rajallisesti. Alla on kuvattu todennäköisimmät toimintamallit biokaasun osalta maataloilla tulevaisuudessa. Määdätettävät määrät ovat esimerkkejä. Vaihtoehtoja maatilallisille ovat

- Vaihtoehto 1: Tuotanto omalla tilalla oman karjan lannasta, kapasiteetti 2000 t/v lantaa
- Vaihtoehto 2: Yhteislaitos useiden maatilojen kesken, kapasiteetti yhteensä 100 000 t/v lantaa ja ulkopuolisia syötteitä
- Vaihtoehto 3: Maksu yhteislaitokselle oman tilan lannan käsittelystä

Alla on esitetty kuvaus jokaisesta toimintamallista sekä esimerkkilaskelman avulla arvioitu kannattavuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

### Vaihtoehto 1

Yksittäisen maatilan biokaasun tuotanto voi tapahtua konttilaitoksessa, joka on rakennettu käsittelemään noin 2000 t lietelantaa vuodessa. Tuotetulla kaasulla voidaan tuottaa ainoastaan lämpöä tai sekä sähkö että lämpöä CHP-moottorilla.

Alla on esitetty esimerkkikannattavuuslaskelma naudan lietettä määdättävästä konttiratkaisuun perustuvasta biokaasulaitoksesta. Tila kuluttaa lämmön tuotannon polttoainetta (kevyt öljy) vuodessa 100 MWh ja sähköä 60 MWh. Kulutukset ovat yksittäiselle nautakarjatilalle (noin 60 lypsylehmää ja sonnia, lisäksi nuorta karjaa) mahdollisia. Nykyinen lämmitysmuoto on öljy. Kannattavuuslaskelmissa on verrattu kannattavuutta pelkän lämmön tuotannossa ja sähkön ja lämmön yhteistuotannossa CHP-moottorilla. Laskelmassa on oletettu että laitos käsittelee

ainoastaan oman tilan lietalantaa, joka voitaisiin myös levittää tilan tai naapureiden pellolle. Rakennuksen rakentamisen motiivina ovat hajuhaittojen vähentäminen ja energiantuotanto. Laskelma perustuu oletukseen, jonka mukaan kaikki tilan käyttämä sähkö ja lämpö tuotetaan biokaasulla. Sähkön arvo on 80 €/MWh, sillä siirto, verot ja energia korvataan. Öljyn arvo on 0,5 €/l. Ylijäämäkaasu poltettaisiin soihdussa.

<b>Öljylämmön korvaaminen biokaasulla</b>		<b>Öljylämmön ja sähkön korvaaminen biokaasulla</b>	
<b>Investointi</b>		<b>Investointi</b>	
Biokaasulaitos	170 000 €	Biokaasulaitos	170 000 €
Muut kulut	30 000 €	Muut kulut	30 000 €
Yhteensä	200 000 €	CHP-moottori	15 000 €
Investointituki 20 %	40 000 €	Yhteensä	215 000 €
Investointi yhteensä	160 000 €	Investointituki 20 %	43 000 €
Pääomakustannus vuodessa	15 180 €	Yhteensä	172 000 €
		Pääomakustannus vuodessa	16 320 €
<b>Tulot / a</b>		<b>Tulot / a</b>	
Korvaavan lämpöenergian arvo	12 500 €	Korvaavan lämpöenergian arvo	12 500 €
Yhteensä	12 500 €	Korvaavan sähköenergian arvo	4 800 €
		Yhteensä	9 800 €
<b>Kustannukset / a</b>		<b>Kustannukset / a</b>	
Laitoksen sähkönkulutus	2 000 €	Käyttötyö	6 840 €
Käyttötyö	5 460 €	Huolto	2 500 €
Huolto	1 500 €	Yhteensä	9 340 €
Yhteensä	8 960 €		
<b>Tuotannon tulos €/v</b>	<b>-11 640 €</b>	<b>Tuotannon tulos €/v</b>	<b>-15 860 €</b>

Taulukko 19: Yksittäisen maatalan biokaasulaitoksen kannattavuus, esimerkkilaskelma

Yhteenvedon voidaan sanoa, että mille tahansa maatilalle biokaasulaitos ei ole taloudellisin mittarein kannattava investointi. Myöskään saatavien investointitukien määrällä ei ole juuri merkitystä, koska laitoksen käyttökate on vain niukasti positiivinen. Biokaasulaitos yksittäisellä maatilalla voi kannattaa vain, mikäli laitos vastaanottaa myös ulkopuolisia sivutuotteita maksua vastaan käsiteltäväksi. Lisäksi on huomioitava, että yleisesti nautatiloilla lämmitykseen voidaan käyttää puuta öljyn sijasta, joka edelleen heikentää investoinnin laskennallisesta kannattavuutta. Tämän tyyppisten laitosten yleistymisen vaatii tuotetulle sähkölle takuuhintaa.

## Vaihtoehto 2

Yhteislaitos useiden maatilojen kesken voidaan toteuttaa esimerkiksi osuuskuntapohjaisesti siten, että laitos käsittelee pääasiassa osakastilojen lietelantaa. Maksusta otetaan vastaa myös muuta jätettä sekä muiden tilojen lantaa. Lanta haetaan tilojen lietesäiliöistä ja palautetaan käsiteltynä samoille tiloille. Lanta on laitoksen määrällinen päätuote, puolet porttimaksutuloista saadaan kuitenkin teollisuuden sivutuotteista. Biokaasulaitos sijaitsee erillään yksittäisistä tiloista, sähkö toimitetaan pääsääntöisesti alueen jakeluverkkoon ja lämpö menee laitoksen prosessin omakäyttöön. Tulevaisuudessa mahdollista voi olla esimerkiksi biokaasun jalostaminen ajoneuvokäyttöön tai maakaasuverkkoon. Yhteistuotantolaitoksen käsittelykapasiteetti voi olla esimerkiksi 100 000 tonnia lantaa vuodessa.

Alla esitetty vertailevasti yhteistuotantolaitoksen kannattavuus ilman porttimaksuja sekä porttimaksuja otettaessa. Oletuksien mukaan laitos ottaa vastaan lietelantaa 80 000t/v hintaan 5 €/t ja muita sivutuotteita 20 000 t/v hintaan 20 €/t (porttimaksut). Porttimaksujen osuus tuotoista on kokonaisuudessaan noin 80 %. Sähkön tuotetaan vuodessa 5000 MWh ja siitä saatava keskihinta on 40 €/MWh. Lämpöä ei kyetä hyödyntämään taloudellisesti syrjäisen sijainnin vuoksi. Pääoman tuottovaatimukseksi on oletettu 5 % ja pitoajaksi 15 vuotta.

<b>Yhteislaitos, ei porttimaksuja</b>		<b>Yhteislaitos, porttimaksuja lannasta ja jätteistä</b>	
<b>Investointi</b>		<b>Investointi</b>	
Biokaasulaitos, kok. investointi	7 000 000 €	Biokaasulaitos, kok. investointi	7 000 000 €
Investointituki 20 %	1 400 000 €	Investointituki 20 %	1 400 000 €
Investointi	5 600 000 €	Investointi	5 600 000 €
Pääomakulut vuodessa	531 360 €	Pääomakulut vuodessa	531 360 €
<b>Tulot/a</b>		<b>Tulot/a</b>	
Sähköä	200 000 €	Sähkö	200 000 €
Yhteensä	200 000 €	Porttimaksut lietteistä	400 000 €
		Porttimaksut teollisuuden sivutuotteista	400 000 €
		Yhteensä	1 000 000 €
<b>Käyttökustannukset / a</b>			
Hoitotyö	200 000 €		
Huoltotyöt ja varaosat	200 000 €	<b>Käyttökustannukset / a</b>	
Muut kulut	50 000 €	Hoitotyö	200 000 €
Yhteensä	450 000 €	Huoltotyöt ja varaosat	200 000 €
		Muut kulut	50 000 €
		Yhteensä	450 000 €
<b>Tuotannon tulos €/v</b>	<b>-781 360 €</b>	<b>Tuotannon tulos €/v</b>	<b>18 640 €</b>

Taulukko 20: Kannattavuuden vertailua yhteistuotantolaitoksella, esimerkkilaskelma

Myös yhteistuotantolaitos tarvitsee siis merkittäviä tuloja porttimaksuista, jotta laitos voi olla kannattava. Lämmön tuotannolla myyntiin voitaisiin kannattavuutta edelleen parantaa. Tämänkään tyyppisiä lantaan perustuvia laitoksia ei voi syntyä Suomeen viittä enempää (karjakeskittymät) ilman biokaasun takuuhintaa.

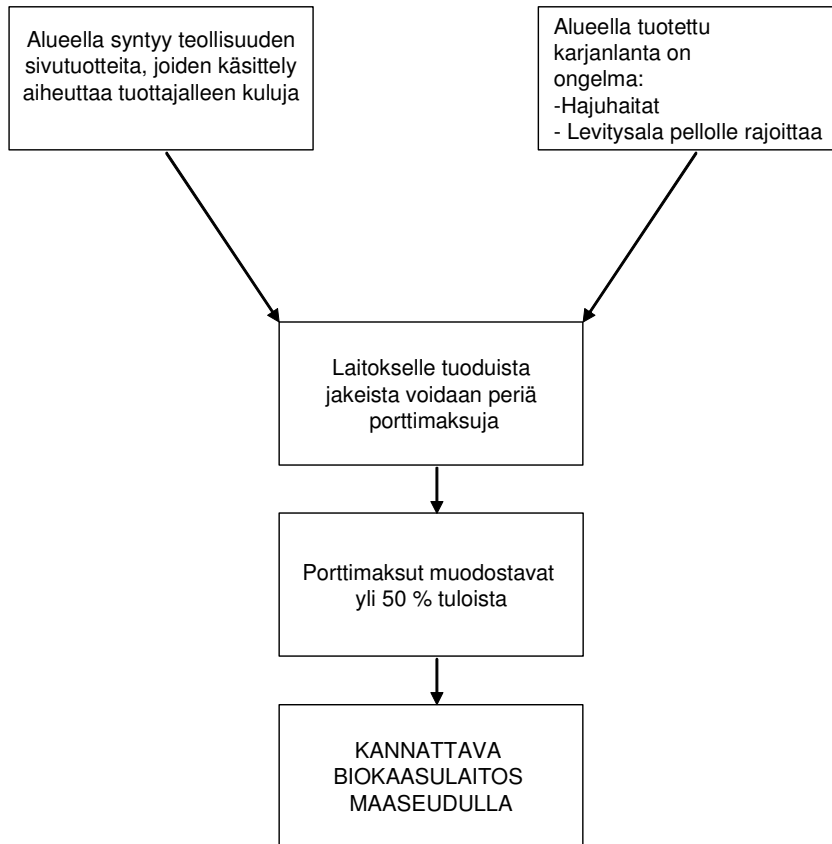
### **Vaihtoehto 3**

Maatilan vaihtoehtona voi myös olla lannan toimittaminen yhteislaitokselle ja näin sen käsittelyn ulkoistaminen. Mädätetty lanta toimitetaan takaisin tilalle tai se käytetään maanparannukseen muualla. Todennäköinen kustannus tilalle on tällöin noin 5 €/t.

## **5.3 Biokaasun kannattavuuden edellytykset**

### **5.3.1 Kannattavuuden edellytykset**

Biokaasun tuotannon perusedellytykset ovat mahdollisuus kannattavaan liiketoimintaan ja lupien saanti perustettavalle laitokselle. Myös yhteys sähköverkkoon on välttämätön. Esitettyjen kannattavuuslaskelmien pohjalta voidaan biokaasun tuotannon edellytykset tiivistää siten, että porttimaksujen saanti on välttämätöntä. Kannattavan biokaasulaitoksen toimintaympäristö maaseudulla voidaan esittää alla olevan kaavion avulla.



Kuva 15: Biokaasulaitoksen toimintaedellytykset maaseudulla

Porttimaksujen ohella kannattavaa toimintaa tukevia edellytyksiä ovat seuraavat:

- Yhteislaitoskokuoluokka
  - o "Suuruuden ekonomia"
  - o Alueella suuria määriä orgaanisia sivutuotteita jotka sopivat kaasutukseen
- Biokaasulaitokset samalla tontilla suuren energiankäyttäjän kanssa
  - o Säästetään sekä sähköenergian että siirron kulut
  - o Liiketoimintamalli, joka toimii vesilaitoksilla Suomessa
  - o Energiaomavaraisuus ja huoltovarmuus kasvaa
- Investointituet
  - o Biokaasulaitoksella pääomakustannukset ovat merkittävä kuluerä ja rahoituksen kokoaminen laitosta varten on haastavaa.

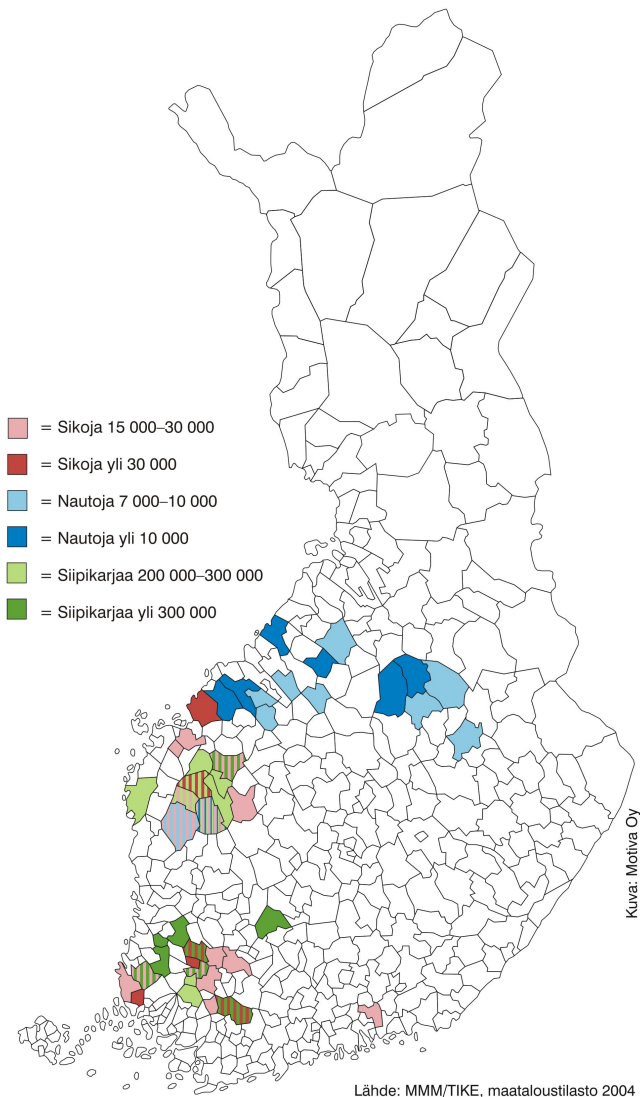
### 5.3.2 Biokaasun tuotannon tarpeeseen johtavat tekijät

Biokaasun tuotannon tarve ja kannattavuus ei maataloilla tällä hetkellä synny oman energian tuotannosta tilan yhteydessä. Nykyisin todellinen biokaasupotentiaali muodostuu jakeista ja sivutuotteista, jotka voivat olla jätettä. Jätteellä siis tarkoitetaan tässä yhteydessä sivutuotetta, jonka käsittelystä ollaan valmiita maksamaan päätuotannon turvaamiseksi. Kaasutukseen

soveltuvaksi jätteeksi voidaan maaseudulla tällä hetkellä lukea ainoastaan lanta. Myös eläinten raatoja voitaisiin kaasuttaa, niiden merkitys on kuitenkin vähäinen. Huomioitavaa on myös, että Vehmaan biokaasulaitos ei ole saanut lupaa sian raatojen kaasutukseen.

Lähtökohtaisesti karjanlanta on lannoite, joka lisää peltojen tuottavuutta. Lanta voi nykyisin muuttua jätteeksi hajuhaittojen tai levitysalan rajoittavuuden takia. Hajuhaitat voivat heikentää elämän laatua maaseudulla ja evätä ympäristölupia maataloilta. Levitysalaa puolestaan rajoittavat ympäristötuen ehdot pakollisilta ja vapaaehtoisilta osiltaan (vähennetty lannoitus). Lanta muuttuu ongelman kautta jätteeksi siis ainoastaan sellaisella seudulla, jolla karjaa on erittäin runsaasti (hajuhaitat) sekä erityisesti niillä alueilla joilla suuri karjamäärä yhdistyy suuren karjatiheyteen suhteessa peltoalaan, jolle lantaa voi levittää (levitysalaa rajoittaa).

Biokaasun tuotannon tarpeet keskittyvät tulevaisuudessa alueille, joilla on voimakasta karjataloutta keskittyneesti pienellä alueella. Tämä koskee erityisesti sikataloutta, joka on voimakkaasti keskittynyttä, jonka lanta ei ole myyntituote (kuten kananlanta) ja jonka lanta haisee voimakkaasti. Alla on esitetty kunnat, joissa eläinmäärä on erittäin korkea. Siipikarjan lannassa on merkittävää potentiaalia, mutta lannan ollessa myyntituote ja erinomainen lannoite, sen kaasuttaminen ei ensisijaisesti tule kyseeseen. Levitetty siipikarjan lanta kuitenkin vähentää esimerkiksi alueen sian lannan potentiaalista levitysalaa.



*Kuva 16: Suomen karjatalouden keskittymät karjalajeittain<sup>62</sup>*

Kuvasta nähdään sikaloiden ja siipikarjatalouden keskittyminen Pohjanmaalle, Satakuntaan Huittisten seudulle sekä Varsinais-Suomeen. Nautakarjatalous taas keskittyy Pohjois-Savoan sekä Keski-Pohjanmaalle mukaan lukien osa ruotsinkielistä pohjanmaata ja Kalajokilaakso. Toistaiseksi Suomessa sijaitsevista maaseudun biokaasulaitoksista ainoastaan Vehmaan laitos sijaitsee karjatalouden keskittymäalueilla, sillä biokaasulaitokset yksittäisillä tiloilla ovat käytännössä kokeiluluontoisia tai niiden kannattavuus ei perustu lannan kaasuttamiseen. Tulevaisuudessa Vehmaan laitoksen tapaisia yksiköitä voidaan olettaa syntyvän muille kartan osoittamille keskittymäalueille maksimissaan noin 5 kappaletta ilman biokaasulle asetettavaa takuuhintaa.

### 5.3.3 Keinoja biokaasun tuotannon kasvattamiseen maaseudulla

Biokaasun tuotannon lisääntymiseen maaseudulla vaikuttavat ensisijaisesti alla esitetyt tekijät. Taulukossa on myös esitetty biokaasupotentiaaliin vaikuttavat toimenpiteet sekä toisaalta se, miksi jokin skenaario edistäisi biokaasupotentiaalin toteutumista. Biokaasulaitoksen potentiaalin kehittyminen jatkossa riippuu ensikädessä poliittisista päätöksistä. Ainoastaan energianhinta ja karjatalouden kokoluokan ja alueellisen painottumisen yleinen kehitys on suurimmilta osin markkinatalouden säätelämää. Myös biokaasulaitosten hintakehitys perustuu osin markkinakehitykseen.

<b>Biokaasupotentiaalin toteutumista estävä tekijä tällä hetkellä</b>	<b>Vaikuttava toimenpide</b>
Investointi erittäin suuri	Merkittävä investointituki, esim 70 %
Biokaasun tuotanto ei kannata ilman porttimaksuja	Takuuhinta biokaasulaitoksen sähköenergialle noin 20 snt/kWh

<b>Biokaasupotentiaalin toteutumista edistävät skenaariot</b>	<b>Vaikutuksen peruste</b>
Karjatalous keskittyy ja tuotantoyksiköt kasvavat	Karjanlanta muodostuu ongelmaksi yhä useammin
Lannan levitysmääräysdirektiivit ja ympäristötuen ehdot kiristyvät	
Ympäristölupien myöntämisehdot suurille karjaloille kiristyvät	
Sähkön hinta moninkertaistuu takuuhinnan tai markkinatilanteen vuoksi	Biokaasulaitoksen rakentaminen kannattaa ilman porttimaksuja
Konttilaitosten investointikustannus pienenee murto-osaan nykyisestä investointitukien ja kehitystyön tuloksena	Pienen kokoluokan biokaasulaitoksen tulee paremmin kannattavaksi

*Taulukko 21: Biokaasupotentiaalin toteutumiseen vaikuttavat tekijät tällä hetkellä ja tulevaisuuden mahdollisuudet*

## 6 Biodiesel

Biodiesel on eri kasviöljyistä tai eläinrasvoista valmistettua uusiutuvaa polttonestettä, jota voidaan käyttää lämmityskattiloiden, työkoneiden tai ajoneuvojen polttoaineena. Alun perin Diesel-moottorin vaihtoehtoiseksi polttoaineeksi tarkoitettua biodieseliä kutsutaan käyttökohteesta riippumatta biodieseliksi. Biodieselin valmisteverotus on tällä hetkellä fossiilista dieselöljyä korkeampi eikä biodieselin valmistus ja käyttö ole Suomessa kasvanut merkittävästi.

### 6.1 Öljykasvit biodieselin raaka-aineina

Suomen maataloudessa biodieselin tuotanto on tällä hetkellä mahdollista öljykasveista. Tulevaisuudessa mahdollista voi olla myös raaka-aineen tuotanto metsästä ja pellolta esimerkiksi Fischer-Tropsch-prosessiin perustuviin tuotantolaitoksiin. Biodieselin valmistaminen myös eläinrasvoista on mahdollista, Neste Oil on hankkinut suurimman osan Suomessa tuotettavista eläinrasvoista omaa biodieseltuotantaan varten ostamalla Honkajoki Oy:n ja Findest Protein Oy:n tuotannon.<sup>63</sup>

Suomessa kasvatetaan seuraavia öljykasveja<sup>64</sup>:

- Syysrypsi
- Syysrapsi
- Kevätrypsi
- Kevätrapsi
- Öljypellava
- Auringonkukka
- Öljyhamppu
- Sinappi

Koska yli 95 % Suomessa viljeltävästä öljykasvialasta kasvaa kevätrypsiä, perehdytään tässä selvityksessä rypsi-biodieselin valmistukseen ja sen kannattavuuteen.<sup>65</sup> Muista öljykasveista ainakin sinapista ja rapsista on kokeiltu valmistaa biodieseliä Suomessa.

---

<sup>63</sup> Neste Oil

<sup>64</sup> Öljykasvinviljelijän opas, Saatavissa <http://www.agronet.fi/rypsi2000/>.

<sup>65</sup> Öljykasvinviljelijän opas, Saatavissa <http://www.agronet.fi/rypsi2000/>.

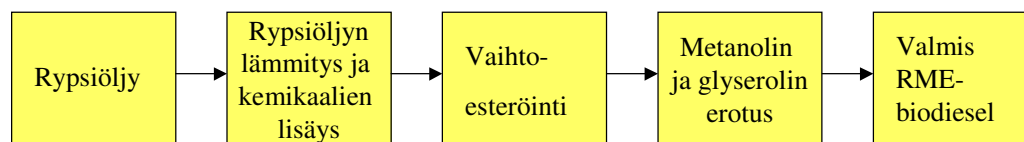
Syysrypsiä voidaan myös viljellä laajimmalla alalla Suomessa, sillä se menestyy Pohjanmaan rannikolta Oulun seudulta aina Etelä-Karjalaan asti. Keski-Suomessa ja Savossakin rypsiä voidaan viljellä.

## 6.2 Biodieselin tuotantotekniikka maataloilla

Rypsimetyyliesterin tuotanto maatilalla perustuu suhteellisen yksinkertaiseen tekniikkaan. Aluksi rypsi puristetaan puristimessa rypsiöljyksi. Puristuksessa on käytössä kaksi eri pääteknologiaa, kylmä- ja kuumapuristus, joista molempia käytetään maataloudessa. Maatalouskokoluokassa öljysaanto jää yleensä alhaiseksi, esimerkiksi rypsiä käsiteltäessä noin 20-25 % välille siemenen massasta. Ainoastaan noin 50 % siemenen sisältämästä öljystä saadaan siis erotettua ja loput 50 % jää puristeeseen.

Kuumapuristuksella öljysaantoa voidaan nostaa korkeammalle. Myös asentamalla kaksi tai useampia puristimia sarjaan on saantoa mahdollista nostaa. Tässä selvityksessä kannattavuuslaskelmissa öljysaannoksi oletetaan 25 % siemenen kokonaismassasta. Puristamisen jälkeen rypsiöljy tulee käsitellä, maatilakokoluokassa käsittely tarkoittaa käytännössä laskeuttamista.

Laskeutunut rypsiöljy käsitellään seuraavaksi vaihtoesteröintiprosessissa metyyliesteriksi. Esteröintilaitteen yhteyteen on myös mahdollista hankkia erillinen esikäsitely-yksikkö, jolla rypsiöljyä voidaan käsitellä esteröintilaitteeseen sopivammaksi. Vaihtoesteröintiprosessin tärkeimmät vaiheet on esitetty kuvassa alla. Metanolin ja glyserolin jälkeen erotuksen jälkeen biodiesel on vielä pestävä vedellä ennen käyttöä.

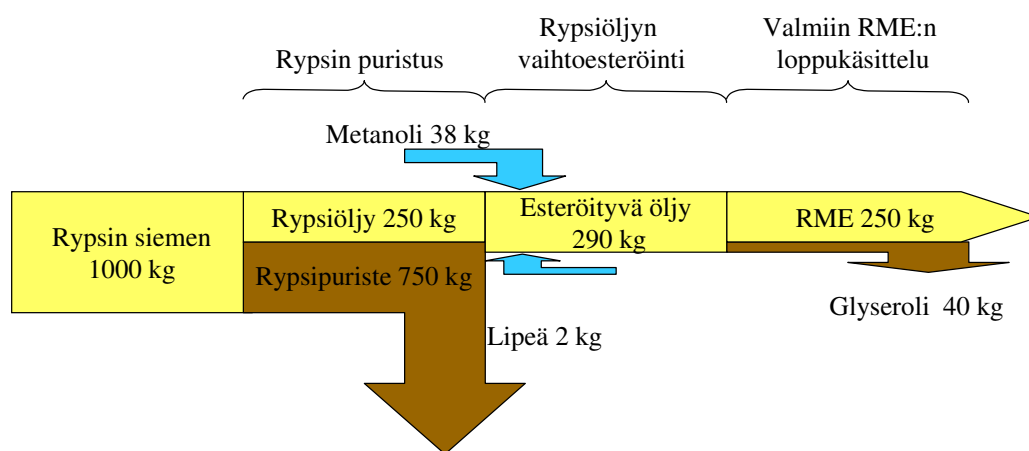


Kuva 17: Vaihtoesteröintiprosessin tärkeimmät vaiheet (esimerkkinä rypsimetyyliesterin valmistus)

Rypsiöljy esteröidään useimmiten erätoimisessa esteröintilaitteessa metanolia ja katalyyttiä (lipeä tai kaliumhydroksidi) käyttäen rypsimetyyliesteriksi eli RME:ksi. Metanolia tarvitaan rypsiöljyn ominaisuuksista riippuen 10-20 % öljyn määrästä, tässä työssä arvioidaan keskimääräiseksi tarpeeksi 15 %. Katalyyttiä tarvitaan prosessiin katalyytiksi noin 0,5-1,0 % öljyn kokonaismäärästä.

Maatilakokoluokassa esteröintilaitteen kapasiteetti on tyypillisesti muutamia satoja litroja valmista biodieseliä vuorokaudessa.

Lopputuotteena maatalan biodieselilaitoksella syntyy biodieselin lisäksi rypsipuristetta ja glyserolia, joka erotetaan biodieselistä laskeuttamalla tai erillisellä glyserolin erotuslaitteistolla. Myös rypsinviljelyssä syntyvä korsi voidaan laskea tuotannon sivutuotteeksi. Maatilalla vaihtoesteröinnillä rasvahaposta metanolia hyödyntäen valmistettu biodiesel kuuluu FAME-biodieseihiin (Fatty Acid Methyl Ester) ja sille on oma EU:n laajuinen standardi EN-14213 lämmityskäyttöön ja EN-14214 liikennekäyttöön.



Kuva 18: Raaka-aineiden massavirrat RME:n valmistuksessa vaiheittain<sup>66</sup>

## 6.3 Biodieselin ja sivutuotteiden käyttömahdollisuudet maataloilla

### 6.3.1 Biodiesel

Biodieseliä voidaan käyttää maatalalla dieselkäyttöisissä ajoneuvoissa, työkoneissa, ja lämmitysöljynä. Lämmitysöljynä sitä voidaan ilman muutoksia käyttää suurissa polttimissa esimerkiksi viljan kuivureissa, pienimmissä polttimissa on sen sijaan vaihdettava polttoainesuutin.<sup>67</sup> Lämmityskäytössä biodieselin laadun tulee täyttää normi EN-14213 biodieselin lämmityskäytöstä.

<sup>66</sup> Lähde: Bionova Engineering

<sup>67</sup> Lähde: Oilon

Ajoneuvoihin ja työkoneisiin biodiesel soveltuu periaatteessa aina vähintään 5 % seoksena, tällöin polttonesteet pääsääntöisesti täyttävät edelleen dieselille määrätyt standardit ja öljy-yhtiöiden omat laatu normit. Tästä huolimatta osa valmistajista kieltää biodieselin käytön kokonaan. Suuremmissa pitoisuuksissa se soveltuu tapauskohtaisesti ajoneuvovalmistajan antamien ohjeiden mukaan seossuhteessa 5-100 %. Biodieselin työkonekäytössä tulee tällöin huomioida EN-14214-standardin mukainen laatu. Vaatimuksena voi olla myös yhdysvaltalaisen ASTM D6751 standardin mukainen polttoaine, joka vastaa edellä mainittua eurooppalaista standardia. Valmistajat voivat asettaa biodieselin käytölle myös erikoisehtoja, kuten polttoainesuodattimen vaihtovälin tiukentamista. Käytettävässä seoksessa on huomioitavaa on myös biodieselin kylmänkestävyys, joka voi olla talvilaatuista dieseliä huonompi.

Alla on esitetty biodieselin soveltuminen eri merkkeisiin traktoreihin. Huomioitavaa on, että soveltuminen on aina traktorin malli- sekä ikäkohtaista.

<b>Merkki</b>	<b>Valmistajan sallima korkein seossuhde</b>	<b>Huomioitavaa</b>
Same / Lambourghini	0 %	Ei sovellu lainkaan
New Holland	20 %	
Case	20 %	TVT-moottori 100%
John Deere	5 %	Tiivisteet vaihdettava
Valtra / Sisudiesel	100 %	Tier 4 päästöluokassa maksimi 5 %
Massey Ferguson	5 %	
Deutz-Fahr	100 %	Vuosittain vaihdettava polttoaineletku, ylivuotoputki ahtopaineensäädin. Ei muutoksia alle 10 % seoksilla
McCormick	5 %	
Fend	10 %	Huoltoväli puolittuu, Polttoainesuodattimien vaihto 30-50 käyttötunnin jälkeen.
Claas	0 % (100%)	Biodieseliä käytettäessä tehtävä erillinen sopimus

Taulukko 22: Biodieselin soveltuvuus traktoreihin ja puimureihin <sup>68</sup>

### 6.3.2 Rypsipuriste

Rypsipuriste soveltuu erityisen hyvin valkuaisrehuksi naudoille. Biodiesellaitosta perustettaessa tulee tutkia myyntikanavat erityisesti lähiseudun nautakarjatiloiille. Sinänsä rypsipuriste on myös mahdollista polttaa puun tai hakkeen seassa sopivalla kattilalla.

<sup>68</sup> Lähde: Koneviesti nro 7/2006, Seinäjoen Ammattikorkeakoulu ja Bionova Engineering

### 6.3.3 Glyseroli

Biodiesellaitoksessa syntyvä glyseroli on mahdollista jalostaa puhtaaksi glyseroliksi, jota käytetään muun muassa kauneudenhoitotuotteissa. Tämä on kuitenkin kannattavaa ainoastaan suuressa kokoluokassa. Biodieselin kasvaneen tuotannon vuoksi raakaglyserolin hinnan arvioidaan eräiden arvioiden mukaan putoavan jopa 0 €/t arvoon Euroopassa. Maatiloilla ei ole siis perusteltua odottaa tuloja glyserolista. Sen käyttö energiana onkin potentiaalisin keino. Glyserolin polttoon on saatavissa erillisiä polttimia.

### 6.3.4 Rypsin korsi

Hyvin merkittävä osa rypsin energiasta jää korren mukana peltoon. Rypsin korsi on mahdollista hyödyntää energiana kuten olkia muutenkin, joten sen hyödyntämismahdollisuudet riippuvat peltoenergian tulevasta kehityksestä.

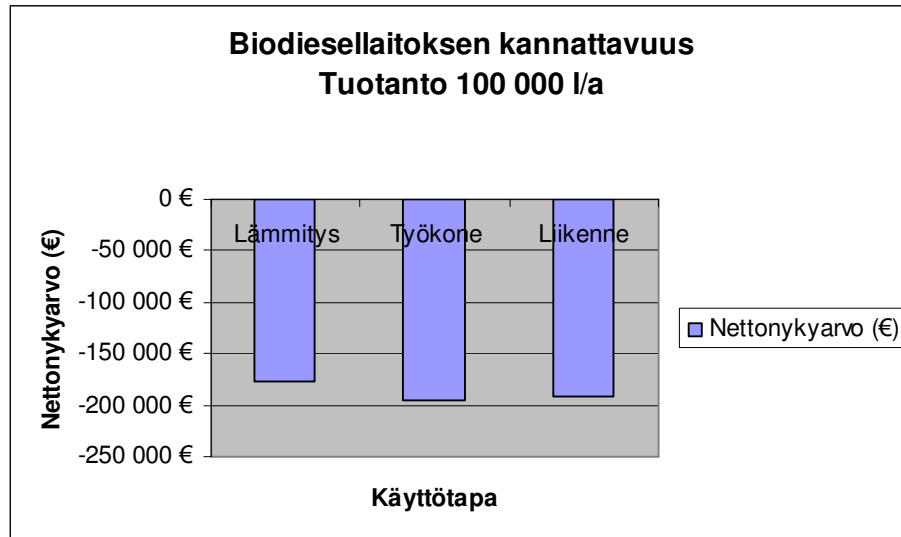
## 6.4 Biodieselin tuotannon kannattavuus

Biodieselin tuotannon kannattavuus laskettiin ”lähibiodieseliä” tuottavalle laitokselle (tuotanto 100 000 t rypsi biodieseliä vuodessa) Laskenta suoritettiin nettohyötylaskentaan perustuen. Laskentatapa valittiin, koska biodiesellaitoksen käyttökate muodostui negatiiviseksi eikä takaisinmaksuaikaa siten ollut mielekäästä laskea.

Kannattavuuslaskennan perusteina olivat vaihtoehtokustannukset. Rypsin hinta huomioitiin markkinahinnan mukaan (lokakuu 2006 hinnat, lähde Öljy- ja kaasualan keskusliitto) ja biodieselistä saadut tuotot perustuivat vastaavan fossiilisen referenssipolttoaineen hintaan vähennettynä biodieselin valmisteverolla vastaavassa käytössä. Mahdollisia eroja lämpöarvossa ei huomioitu. Rypsipuristeen arvona käytettiin 220 €/t. Kaikki käytetyt oletukset on esitetty taulukossa alla. Investointikulut sisältävät rypsipuristimen ja esteröintilaitteen hankinnan lisäksi rypsin ja lopputuotteiden käsittelyn ja varastoinnin. Investointikustannuksessa on huomioitu investointituki 20 %. Kustannus ei sisällä rakennuksista aiheutuvia kustannuksia.

Laskentaperusteet		
Investointi	59 000	€
Pitoaika	7	vuotta
Korkokanta	5	%
Rypsin hinta	250	€/t
Öljytuotteiden hinnat	loka.06	
Rypsipuristeiden hinta	220	€/t

Taulukko 23: Kannattavuuslaskennan laskentaperusteet



Kuva 19: Biodiesellaitoksen kannattavuus käyttötavan mukaan

Tuotannon kannattavuuden kannalta investoinnilla ei ole suurta merkitystä. Merkittävimmät tekijät biodieselin valmistuksen kannattavuuden kannalta ovat

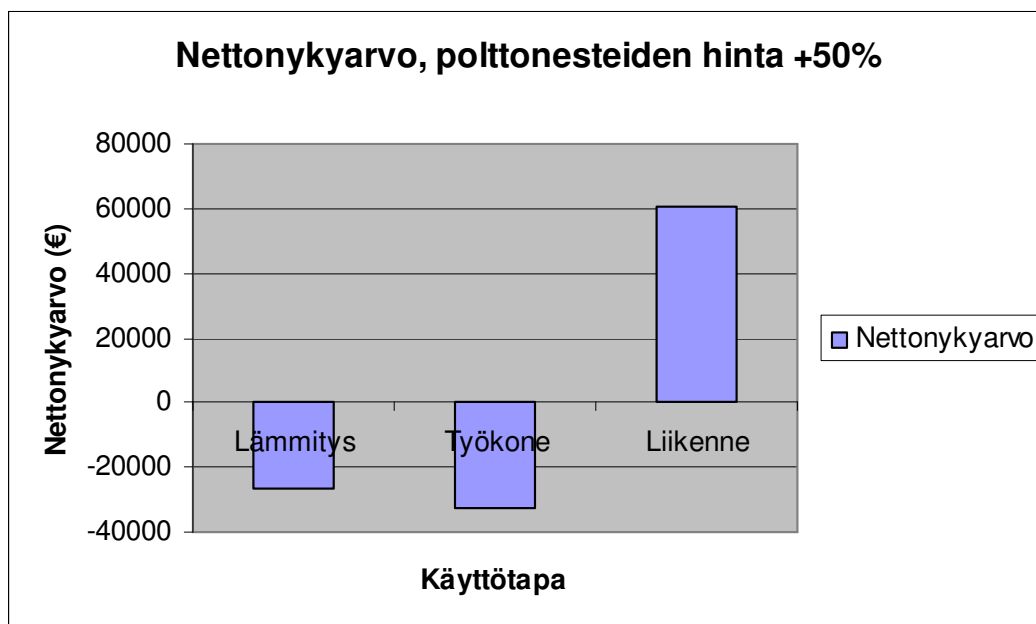
- Rypsin hinta
- Polttonesteiden hinta
- Rypsipuristeesta saatava hinta
- Valmisteverotus

Rypsi muodostaa kaikista kuluista laitoksella noin 70 %, joten sen markkinahinnan vaihtelulla on erittäin suuri merkitys kuluihin. Toisaalta kannattavuus voi parantua selvästi, mikäli alueella on hankittavissa rypsiä alle markkinahinnan. Biodieselillä ja rypsipuriste tuottavat molemmat noin 50 % laitoksen tuotoista valituilla hintatasoilla. Valmisteverotus on puolestaan selkeästi merkittävin poliittisista päätöksistä kannattavuuteen vaikuttava tekijä.

## 6.5 Referenssipolttonesteiden hinnan ja valmisteverotuksen merkitys

### 6.5.1 Öljyn hinnan vaikutus kannattavuuteen

Öljytuotteiden hinnoilla on erittäin suuri merkitys biodieselin valmistuksen kannattavuuteen. Tällöin biodieselin myynnistä saatavat tulot tai maatilalla vältetyt tulot nousevat selvästi. Suurin vaikutus alla olevan laskelman mukaan on dieselöljyyn, johon prosentuaalinen nousu vaikuttaa rahamääräisesti eniten.



Kuva 20: Biodieselin valmistuksen kannattavuus, polttonesteiden hinnat + 50 %

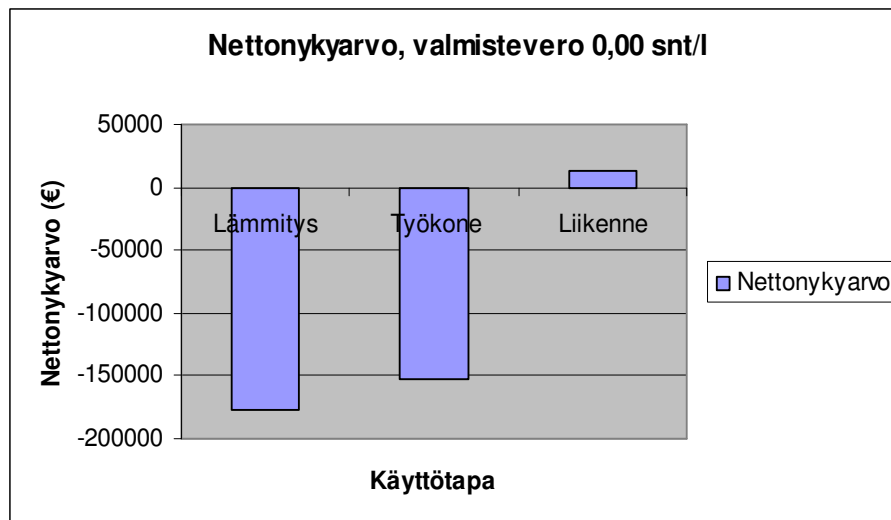
### 6.5.2 Valmisteverotus

Biodieselin valmistevero määräytyy sen käyttötavan mukaan. Arvonlisäverotus on aina myytäessä sama, tällä hetkellä 22 %. Biodieselin verotus käyttötapojen mukaan on taulukoitu alla. Biodieselin verotus liikennekäytössä perustuu "muu laatu" -luokituksen mukaiseen valmisteverotukseen ja on siten korkeampi kuin fossiilisen diesel-öljyn verotus (rikittömän dieselöljyn valmistevero yhteensä 31,94 snt/l). Työkonekäytön ja lämmityskäytön verotus perustuu kevyen polttoöljyn verotukseen vastaavissa käyttökohteissa ja on sama kuin vastaavalla fossiilisella tuotteella. (Laki 29.12.1994/1472)

Käyttökohde	Perusvero	Lisävero	Huoltovar- muusmaksu	Valmistevero yhteensä
Liikennekäyttö	29,48	4,76	0,35	34,59
Työkonekäyttö	1,93	4,78	0,35	7,06
Lämmityskäyttö	0	0	0	0

Taulukko 24: Biodieselin valmisteverotus käyttötavan mukaan (snt/l) (Laki 29.12.1994/1472)

Valmisteverotuksella on erittäin merkittävä rooli biodieselin valmistuksen kannattavuuteen. Poistettaessa valmistevero biodieselin valmistukselta kokonaan, on kannattavuuslaskennan oletusarvoilla mahdollista tuottaa biodieseliä kannattavasti maatilakokoluokan laitoksessa liikennekäyttöön.



Kuva 21: Biodieselin valmistuksen kannattavuus, ei valmisteveroa

## 7 Toimintamallit uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi

Uusiutuvan energian käytön merkittävin lisäämispotentiaali maataloilla liittyy fossiilisten polttoaineiden vaihtamiseen uusiutuviin polttoaineisiin maatilojen lämmityksessä. On kuitenkin olemassa erikoisratkaisuja, joiden avulla uusiutuvan energian osuutta koko tilan energiankäytöstä voidaan lisätä enemmän kuin pelkällä polttoaineen vaihdolla saadaan aikaan. Alla on esitelty merkittävimmät keinot. Keinoista lämpöyrittäjyyden merkitys on jo nyt suuri, sillä päätuotantosuuntana energiantuotanto oli vuonna 2005 jo 1037 maatilalla ja kaikkiaan toimintaa harjoitti 1887 tilaa eli vajaat 3 % kaikista maataloista.<sup>69</sup> Muiden merkitys on vähäisempi.

### 7.1 Lämpöyrittäjyys

Lämpöyrittäjyys on voimakkaasti yleistynyt elinkeino maaseudulla. Yleensä lämpöyrittäjä toimittaa on vastuussa koko lämmöntuotantojärjestelmästä, asiakkaana on puolestaan usein kunta tai pienteollisuuden tuotantolaitos. Lämpöyrittäjyys on merkittävä keino edistää bioenergian käyttöä maaseudun lämmöntuotannossa, sillä se voi asiakkaalle olla yhtä vaivatonta kuin kaukolämpö sekä hinnaltaan kilpailukykyistä esimerkiksi omaan öljylämmitykseen verrattuna.

Toistaiseksi maatalouden merkitys lämpöyrittäjyyspalvelujen ostajana on mitättömän pieni. Tämä johtuu pääosin pienehköistä yksiköistä lämpöyrittäjyyden kannalta. Tulevaisuudessa ympärivuotisista puutarhoissa on potentiaalia kehittyä merkittäviksi lämpöyrittäjäpalveluiden ostajiksi suurten kulutusmäärien ollessa kyseessä. Lämpöyrittäjyyden avulla puutarhojen energiankäytössä runsaasti käytössä olevaa kevyttä ja raskasta öljyä voitaisiin korvata esimerkiksi hakelämmöllä.

Lämpöyrittäjyys soveltuu useisiin eri tilanteisiin energianhankintamuotona ja liiketoimintana. Alla olevassa taulukossa on kuvattu reunaehtoja, joiden toteutuessa lämpöyrittäjyys voi olla hyvä ratkaisu niin toimittajan kuin lämmön ostajankin kannalta.

---

<sup>69</sup> Lähde: TIKE

Lämpöyrittäjä	Lämmitettävä kohde	Kaupalliset ehdot
<p><b>Halu toimia lämpöyrittäjänä</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- yrittäjähenkisyys</li> <li>- Halu sitoa itsensä toimintaan mukaan pitkälle tulevaisuuteen</li> </ul> <p><b>Mahdollisuus toimia lämpöyrittäjänä</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riittävät taloudelliset, fyysiset ja henkiset resurssit</li> <li>- Polttoaineen toimitusketju kunnossa</li> <li>- suuret pääomat, varalla olo, vastuu</li> <li>- Maatalousyrittäjän ajankäyttö: Mihin tila keskittyy tulevaisuudessa?</li> </ul> <p><b>Kyky toimia lämpöyrittäjänä</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tekninen osaaminen</li> <li>- Taloudellinen osaaminen</li> <li>- Organisoitukyky</li> </ul>	<p><b>Riittävän ison lämmöntarpeen omaava kohde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yli 500 KW:n kohde yleensä alaraja kannattavuuden kannalta</li> <li>- Maataloudessa potentiaalisia palvelun ostajia puutarhat</li> </ul> <p><b>Teknisesti toteuttamiskelpoinen kohde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakennuksen nykyinen lämpöjärjestelmä ja verkosto</li> <li>- Muut asiat: kaava, naapurit, liikenne...</li> </ul> <p><b>Lämmön ostajan halu ja tarve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajatus ja toimintamalli sisäistetty</li> <li>- Hyödyt omalle toiminnalle ymmärretty ja todettu</li> </ul>	<p><b>Lämmön hinta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molemmille osapuolille kannattava</li> </ul> <p><b>Sopimusjakson pituus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liiketoiminta pääomavaltaista</li> <li>- Sopiva sopimusjakso jopa 15 vuotta</li> </ul>

Taulukko 25: Lämpöyrittäjyyden reunaehdot<sup>70</sup>

Tyypillisiä tuotantosuuntia, joille toimintamalli voi soveltua

- Lämmön myynti: Kasvinviljelytilat, viljatilat, pienet ja keskisuuret lihanautatilat ja lihasikalat
- Lämmön osto: erittäin suuret puutarhat, teollisuusluokan karjatilat

## 7.2 Viljankuivaamon liittäminen tilan lämpökeskukseen

Kuivaamo voidaan kytkeä osaksi tilan lämpöjärjestelmää siten, että tuloilmakanavaan asennetaan radiaattori. Kaikki kuivaamon tuloilma kulkee radiaattorin läpi, jolloin se lämpiää jopa yli 70 C mikäli

<sup>70</sup> Prizztech

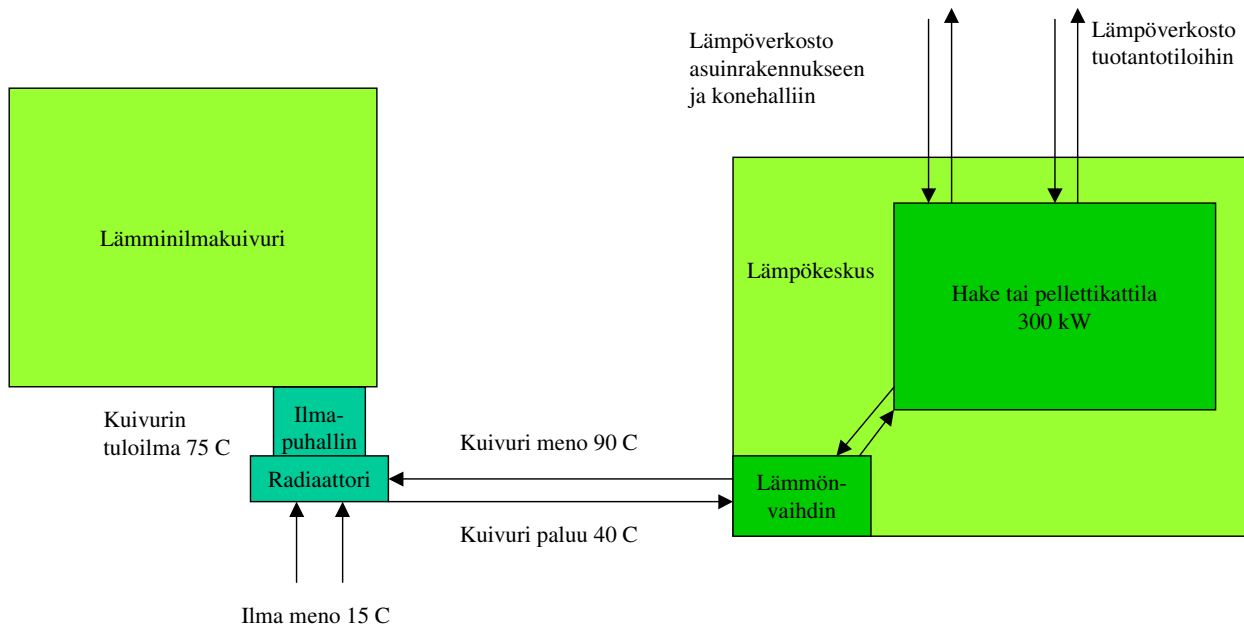
radiaattori on mitoitettu tarpeeksi suureksi. Mikäli radiaattori mitoitetaan liian pieneksi, joudutaan vesikierron ohella ilmaa osittain lämmittämään öljyllä.

Toimintamallin etuna on kuivauskauden ajoittuminen pääosin lämmityskauden ulkopuolelle. Öljyä voidaan kuitenkin joutua käyttämään muissa rakennuksissa kuivauskaudella, sillä kuivatessa käytännössä kaikki lämpökattilan tuottama lämpö johdetaan kuivuriin. Mikäli lämmön tarvetta on samaan aikaan kuivauksen kanssa tuotantotiloissa, voidaan asia hoitaa lisälämmittämällä kuivaamo perinteisellä öljyilmanlämmittimellä tai käynnistämällä tuotanto- ja asuintilojen varakattilat. Tuotantoa kannattaakin (esimerkiksi eläinkierto) mahdollisuuksien mukaan optimoida siten, että kuivauskaudella muuta lämmitystä ei juurikaan tarvita.

Viljaa kuivattaessa on huomioitava uusiutuvalla polttoaineella toimivan kattilan heikompi säätömahdollisuus öljyyn verrattuna. Käytännössä asia voidaan hoitaa esimerkiksi siten, että polttoaineen syöttö loppuu tai menee minimiteholle puoli tuntia ennen vesikierron pysähtymistä radiaattorissa (kierrätyspumput pysähtyvät).

Mikäli radiaattori halutaan asentaa kuivuriin paikalleen kiinteästi, tulee ilmaa lämmittävän nesteen olla glykolia. Näin estetään nesteen jäätyminen talvella. Tällöin lämpökeskuksen yhteyteen tulee rakentaa lämmönvaihdin, jossa kattilassa kiertävä vesi lämmittää kuivurille menevän glykolikierron. Mikäli radiaattori poistetaan talveksi ja vesikierto tyhjennetään, voidaan radiaattoriin johtaa normaalia vettä.

Kuivaamon liittäminen lämpökeskukseen on järkevää, mikäli lämpökeskus täytyy mitoittaa talviaikaisen huippukulutuksen mukaan kuivaamo vastaavalle lämpöteholle. Tällöin huipputeho lämmityskaudella on lähes sama kuin huipputeho kuivauskaudella. Lämpökeskuksen maksimitehoa ei kannata mitoittaa kuivaamon tarvitsemaan kokoluokkaan ainoastaan kuivurin vuoksi, tällöin kattilan käyttö muuna vuodenaikana on erittäin epätaloudellista.



Kuva 22: Lämminilmakuivurin liittäminen tilan lämpöverkkoon. Lämpötilat ja kytkennät ovat esimerkkejä.

Tyypillisiä tuotantosuuntia, joille toimintamalli voi soveltua

- Broilerkasvattamot
- Untuvikkokasvattamot
- Suuret lattiamunituskanalat
- Suuret porsitussikalat
- Maatilan yhteydessä merkittävää lämpöenergian myyntiä

### 7.3 Viljankuivurin lämminilman kehittäminen uusiutuvalla energialla

Yksi merkittävimmistä potentiaaleista lisätä uusiutuvan energian käyttöä maataloilla on käyttää haketta, pellettiä tai viljaa viljan kuivaamon lämmön lähteenä. Nykyisin vain muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta lämminilmakuivureiden energianlähteenä on öljy.

Öljy soveltuu erityisen hyvin kuivureiden lämmönlähteiksi hyvän säädettävyytensä sekä helppoutensa vuoksi. Toinen haaste on investointikustannus, joka nousee hakkeella lämmitettäessä helposti korkeaksi. Uuden öljykäyttöisen lämminilmakehittimen hankintakustannus on kaikkineen noin 15 000 euroa kun taas vastaavasti noin 300 kW tehoisesta hakelämpökoneesta

kustannus vaihtelee noin 40 000 ja 60 000 euron välillä (alv 0 %). Lisäksi säätöautomaatikassa on huomioitava hitaampi alasajo.<sup>71</sup>

Kuivurin normaaleilla käyttötunneilla (200 tuntia) hakekontin hankkiminen ei ole nykyisillä energian hinnoilla taloudellisesti järkevä vaihtoehto. Jos hakekontille on löydettävissä muuta käyttöä esimerkiksi kasvihuoneen tai teollisuushallin lämmittämiseen on investointi helppo saada kannattavaksi. Toinen mahdollisuus olisi erittäin suuri rahtikuivauksen määrä, sillä kannattavuuden alarajana voidaan pitää noin 400 käyttötuntia.

Kuivurivalmistajat ovat heräämässä biopolttoaineiden käyttöön lämmityksessä ja markkinoille on tulossa muun muassa malli, joka voidaan sijoittaa suoraan vanhan öljylämmittimen yhteyteen vain poltin poistamalla ja savukaasumuri lisäämällä. Tulevaisuudessa valmiit maatiloille nykyistä käyttökelpoisemmat ratkaisut lisäävät biopolttoaineiden käyttöä viljan kuivaamisessa. Tällä hetkellä ratkaisu edellyttää vielä perehtymistä ja erikoisjärjestelyjä sekä suurta kuivattavaa viljamäärää.

Tyypillisiä tuotantosuuntia, joille toimintamalli voi soveltua

- Suuret viljatilat, joilla myös rahtikuivausta
- Suuret tilat, joilla kuivurin läheisyydessä merkittävää lämmön kulutusta (esimerkiksi puutarha)

## **7.4 Ilmalämmittimien biopolttoainekäyttö ja liittäminen lämpöverkoston**

Ilmanlämmittimiä käytetään maatiloilla yleisesti lämmitykseen esimerkiksi porsitussikaloissa sekä konehalleissa. Useimmiten ilmanlämmitin toimii joko öljyllä tai sähköllä. Markkinoilla on kuitenkin myös saatavissa ilmanlämmittimiä, jotka on liitettävissä lämpöverkoston normaalin lämmönvaihtimen tapaan. Myös biopolttoaineella toimivia ilmalämmittimiä on olemassa. Konehallien peruslämmitys on mahdollista hoitaa myös ilmalämpöpumpulla ja käyttää muita lämmityksiä vain varalla.

Tyypillisiä tuotantosuuntia, joille toimintamalli voi soveltua:

- Lämpökeskuksella energiaa tuottavat tilat
- Erityisesti sikalat

---

<sup>71</sup> Lähteet: Prizztech ja Bionova Engineering

# LIITE 1: Energiankulutukseen mitattavuus ja jakaumien määrittämisen metodologia maataloilla

Alla on kuvattu maatalojen energiankäytön jakauman määrittämenetelmät sekä määrittämisen haasteet ja toisaalta luotettavuutta parantavat tekijät.

Energiankäytön jakaumaa voidaan selvittää tyypillisesti seuraaviin menetelmiin perustuen:

- Mittaukset
- Mittaustiedon käsittely
- Rakennusautomaatiojärjestelmistä kerättävät tiedot
- Laitteistoista saatavat tiedot
- Haastattelut
- Tilastotiedot
- Arviot
- Motiwatti 2.0 ohjelma

Maataloilla energiankulutuksen jakaumaa vastaavalla tarkkuudella on mahdotonta määrittää koska käytössä ovat yllä mainituista keinoista lähinnä alla taulukoidut tiedot. Esimerkkinä on esitetty tietyn asian määrittämiseksi tehty työ ja menetelmien käyttö niissä

- Laskutustiedot
- Laitteistoista saatavat tiedot
- Haastattelut
- Puutteelliset tilastotiedot
- Arviot

Energiankulutuksen jakaumia ei maataloilla yleensä mitata mitenkään eivätkä rakennusautomaatiojärjestelmät useinkaan kerää yksityiskohtaista historiatietoa (trendikäyrät) vaan säätävät nykyistä tilannetta käsin säädettävän asetusarvon mukaan. Joillakin tiloilla jopa energiankulutuksen kokonaismäärän selvittäminen on erittäin haasteellista. Esimerkiksi tarkkoja tietoja työkoneiden kuluttamasta polttoaineesta ei tiedetä eikä oman puupolttoaineen energiasisällöstä ole varmaa tietoa, sillä osa puusta voi olla märkää ja välillä kuivaa ja välillä koivua ja välillä rannan pajua. Tilastokeskiarvot esimerkiksi polttopuun lämpöarvolle eivät välttämättä kuvaa yksittäisen maatalon käyttämää puuta.

Toisaalta esimerkiksi yhden tiläkäynnin aikana tehtävät mittaukset eivät välttämättä kerro läheskään kaikesta tilalla tapahtuvasta toiminnasta, koska suuri osa energiasta kuluu maataloilla jaksoittain. Esimerkkinä voidaan pitää viljankuivausta, joka kuluttaa suurella teholla energiaa ainoastaan syksyllä parin viikon ajan voiden muodostaa jopa yli 50 % tilan vuoden energiakulutuksesta. Ainoat jatkuvasti energiaa kuluttavat kohteet ovat käytännössä ilmastointi ja osa valaistuksesta kulutettavan tehon vaihdellessa ajan hetken mukaan huimasti. Näitä aiheuttavat erityisesti tuotantokatkokset loppukasvatukseen perustuvilla tilatyypeillä (lihasikalat, broilerkasvattamot, lihanautatilat), joilla ei ole kasvatusta ennen seuraavan erän saapumista. Varsinaisen peruskuorman määrä on siis tyypillisesti pieni lähes kaikilla tilatyypeillä.

Yksityiskohtaista tutkimustietoa maatalouden energiankäytön jakaumasta on erittäin vähän ja se painottuu yleisluontoisiin tietoihin. Myöskään valmiita ohjelmistoja maatalouden energian jakauman selvittämiseksi ei ole. Näin ollen jakaumaa tutkittaessa joudutaan pääasiassa turvautumaan laitetietoihin ja haastattelujen perusteella sekä toimintaympäristötietojen kautta määritettäviin käyntiaika-arvioihin ja säätölogiikkatietoihin.

Maataloilla keinovalikoima on siis huomattavasti suppeampi, joten tämä aiheuttaa epävarmuustekijöitä jakauman määrittelytuloksiin. Toisaalta vaikka jakaumia arvioitaessa kohdataan merkittäviä epävarmuustekijöitä, voidaan jakaumien tuloksia pitää suuruusluokaltaan oikeina sekä niistä tehtäviä havaintoja merkittävimmistä kulutuskohteista oikeina. Yksityiskohtaisemmin tietoa jakaumista saadaan parhaiten pitkällä aikavälillä syntyvistä tilastotietokannoista esimerkiksi maatalouden energiakatsastuksiin liittyen.

Alla on taulukoitu jakauman määrittelyssä käytettyjen laskutustietojen, haastattelutietojen ja arvioiden luotettavuutta lisääviä tekijöitä sekä merkittävimpiä jakauman määrittelyksen epävarmuustekijöitä.

Luotettavuutta lisäävät tekijät	Luotettavuutta vähentävät tekijät
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maatalouden prosessien toistuvuus ja rutiinit</li> <li>- Isäntien pitkä kokemus oman tilan töistä, yleensä lapsesta lähtien vuosikymmeniä</li> <li>- Toiminnan samankaltaisuus tilasta riippumatta saman tuotantosuunnan sisällä (esimerkiksi broilerkasvattamot)</li> <li>- Koko ketju yleensä omassa hallinnassa: Laitteiden osto on harkittu itse, toteutettu itse, käytetään itse ja huolletaan itse</li> <li>- Jatkuva seuranta, töissä käydään monilla karjatiloiilla 365 päivää vuodessa</li> <li>- Automaatiojärjestelmiä seurataan ja ohjataan, koska niiden käyntiaika vaikuttaa tuotantoon ja kulutukseen (esimerkiksi ruokinta, ilmastointi)</li> <li>- Puutarhat: Mittaustietoja saatavilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mittaustietoa sähkön, lämmön ja työkonepolttoaineiden jakaumasta tilan sisällä erittäin vähän</li> <li>- Rakennusautomaatiojärjestelmien kautta ei yleensä saa historiatietoa (esimerkiksi trendidata)</li> <li>- Tilastotieto ja luotettava tutkimustieto maatalouden energiankäytön jakaumasta hyvin vähäistä</li> <li>- Ei tietoa käytettyjen polttoaineiden lämpöarvosta yksittäisellä tilalla (esim polttopuut)</li> <li>- Kaukoluenta harvinaista toistaiseksi</li> <li>- Automaattisesti toimivien laitteiden käyntiaikoja ei kaikilta osin seurata, koska "ei ole pakko"</li> <li>- Tilakäynnillä kaikkien laitteiden toimintaa ei voida seurata ja mitata jaksottaisen käynnin vuoksi (esimerkiksi viljankuivaamot)</li> <li>- Karjasuojissa liikkuminen rajoitettua mm hygieniasyistä</li> <li>- Kulutuksia seurataan lyhyellä aikajänteellä (tarkat numerotiedot eri vuosilta vähissä)</li> </ul>

*Taulukko 26: Kulutusjakaumien määrittämisen tulosten luotettavuuteen vaikuttavat tekijät*

## LIITE 2: Energiankulutuksen tunnusluvuista maataloilla

Energiankulutuksen tunnuslukuja maataloilla luotaessa huomioon on otettava erityisesti tekijä, joka energiankulutukseen vaikuttaa. Tunnuslukuja tulisi siis rakentaa siten, että tiettyä kulutusmäärää verrataan siihen eniten vaikuttavaan tekijään. Esimerkiksi sähkön kulutuksen vertaileminen peltopinta-alaan on perusteeton tunnusluku, sillä sähkönkulutus ei synny pellolla.

Tunnuslukuja rakennettaessa on myös huomioitava eri kulutuskohteet (esimerkiksi asuinrakennus, viljankuivaamo, karjasuoja, konehalli), sillä ne poikkeavat tyypiltään ja kulutusperusteiltaan selvästi toisistaan. Esimerkiksi kaiken lämmityspolttoaineiden sisältämän energiamäärän jakaminen vaikkapa karjasuojan tilavuudella ei välttämättä kerro mitään koko tilan energiankäytöstä tai sen tehokkuudesta. Lisäksi osa tiloista voi lämpimiä, osa puolilämpimiä ja osa kylmiä, joten tilavuuksia ja pinta-aloja määritettäessä tämä on otettava huomioon.

Eroja on myös tuotantosuunnissa, vertailemalla lihasikalan ominaislämmönkulutusta porsitussikalan lämmönkulutukseen ei voida vetää mitään johtopäätöksiä. Kohtalaisen hyvin kaikille maataloille yleispäteviä tunnuslukuja voidaankin luoda lähinnä työkoneiden polttoaineiden kulutukselle viljanviljelyssä, viljankuivaamoille sekä asuinrakennusten kulutukselle. Sopivia tunnuslukuja maatalojen energiankäytön vertailemiseen voivat olla:

### Karjasuojien kulutus

- **Kulutus / tuotantomäärä** huomioiden tuotantosuunta
- **Kulutus / karjapaikkamäärä** huomioiden tuotantosuunta
- **Kulutus / tilavuusyksikkö** huomioiden tuotantosuunta

### Viljankuivaamo

- **Kulutus / kuivattu viljamäärä**
- **Kulutus / haihdutettu vesimäärä**
- **Kulutus / viljelyala**

### Työkoneet

- **kulutus / viljelyala**

### Asuinrakennus

- **Kulutus / tilavuusyksikkö**