

Hevostilojen energianeuvonnan kehittäminen

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikka
Ympäristönsuojelutekniikka
Opinnäytetyö
15.08.2016
Mari Eronen

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

ERONEN, MARI: Hevostilojen energianeuvonnan kehittäminen

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 51 sivua

Kesä 2016

TIIVISTELMÄ

Energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvien energianlähteiden käytön edistäminen ovat tärkeä osa EU:n energialinjauksia. Suomen maaseudulla on runsaasti potentiaalia uusiutuvan energian tuotantoon. Maaseutuviraston Neuvo 2020 -palvelu tarjoaa maataloille mm. energianeuvontaa ja -suunnittelua. Hevostalous on maatalouden toimialana jatkuvassa kasvussa, joten myös hevostiloille suunnattua energianeuvontaa tarvitaan tulevaisuudessa yhä enemmän.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten energianeuvontaa ja -suunnittelua voitaisiin kohdentaa hevostiloille sopivaksi sekä miten tilojen energiantuotantopotentiaalia voitaisiin arvioida tarkemmin. Selvityksessä tarkastellaan kolmen esimerkkitalan energiantuotantopotentiaalia biokaasun tuotannon, kompostilämmön hyödyntämisen ja oljen polttoainekäytön osalta sekä mahdollisuuksia käyttää aurinkoenergiaa ja tuulivoimaa sähköntuotannon tukena.

Taustatietona energiankulutuksen arvioinnissa olivat energianeuvojan esimerkkitaloille laatimat energiasuunnitelmat. Tilojen energiantuotantopotentiaalin arvioinnissa käytettiin apuna internet-pohjaisia laskureita ja sovelluksia. Osa hevostalouteen liittyvästä teoriatiedosta perustui kirjoittajan omaan kokemukseen. Teoriatieto uusiutuvista energialähteistä kirjoitettiin eri kirjallisuuslähteisiin perustuen.

Hevostilojen energianeuvonnassa tulee ottaa huomioon, että lanta on monella tilalla hyödyntämätön energianlähde. Hevosien lannasta voidaan tuottaa biokaasua, mutta tilakohtaisen biokaasulaitoksen perustaminen pelkästään sen varaan ei ole nykytekniikalla kannattava ratkaisu. Sen sijaan lannan kompostoinnissa syntyvä lämpö on aina mahdollista ottaa talteen ja käyttää tilojen lämmityksessä. Monella hevostilalla viljellään viljaa, jolloin sivutuotteena syntyy olkea. Tilat voisivat parantaa energiaomavaraisuuttaan käyttämällä olkea lämmön tuottamiseen. Aurinko ja tuuli voivat toimia apuna hevostilojen sähköntuotannossa, mutta ainoaksi energianlähteeksi ne eivät sovi, koska tuotanto vaihtelee sääolosuhteiden mukaan.

Asiasanat: uusiutuva energia, energianeuvonta, hevostalous

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

ERONEN, MARI: Developing Energy Counseling for Horse Farms

Bachelor's Thesis in Environmental Technology, 51 pages

Summer 2016

ABSTRACT

Improving energy efficiency and increasing the use of renewable energy sources are an important part of the EU's energy policies. Finnish countryside has great potential for renewable energy production. Energy counseling and planning is being provided for farms by the Agency for Rural Affairs as a part of the service called Neuvo 2020. Equine industry is constantly growing part of the Finnish agriculture, so in the future it is even more important to direct these services also for the horse farms.

The purpose of this study is to find out how energy counseling and planning could be targeted to fit the horse farms, and also how the energy potential of the farms could be assessed in more detail. Three horse farms are being examined as examples in this report. The energy potential of the farms is being assessed in the following fields: biogas production, utilization the heat generated in composting horse manure and thermal utilization of straw. The possibilities to use solar and wind energy for electricity production are also been assessed.

Estimated energy consumption of the farms is based on the energy plans prepared by the energy counselor. Assessing the energy potential of the farms has been implemented by using Internet-based calculators and applications. Some of the background information related to the equine industries is based on the author's own experience. Theoretical information from renewable energy sources is based on different literary sources.

In energy counseling for horse farms must be taken into account the possibilities to use horse manure as a source of energy. Horse manure can be used in biogas production, but the establishment of biogas plant solely on it is not a viable solution considering the current technology. Instead, the heat generated in composting manure can always be recovered and used for heating spaces. Many horse farms have grain production, and straw is being generated as a by-product. The farms could improve their energy self-sufficiency by using the straw in heat production. Part of the electricity used in horse farms could be produced by using solar and wind power, but they cannot be the only sources of energy, because the electricity production varies according to weather conditions.

Key words: renewable energy, energy counseling, equine industry

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	HEVOSTILOJEN YMPÄRISTÖ- JA ENERGIAKYSYMYKSET	3
2.1	Energian- ja vedenkulutus hevosilalla	3
2.2	Lannan käsittely ja varastointi	4
2.3	Kuivikkeen merkitys	5
3	UUSIUTUVA ENERGIA HEVOSTILOILLA	6
3.1	Lannan hyödyntäminen energiana	6
3.2	Biokaasu	8
3.2.1	Tuotantoprosessit	9
3.2.2	Lanta biokaasun syötteenä	10
3.2.3	Vihermassa biokaasun syötteenä	11
3.2.4	Biokaasulaitos	11
3.3	Lannan kompostointi ja lämmön talteenotto	12
3.3.1	Kompostointitekniikat	13
3.3.2	Lämmön talteenotto	14
3.4	Olki polttoaineena	15
3.5	Aurinkoenergia	16
3.6	Tuulivoima	17
4	MAATILAN ENERGIASUUNNITELMA	19
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	20
6	ESIMERKKITILAT	22
6.1	Tila 1	22
6.1.1	Energiankulutus	22
6.1.2	Energiantuotantopotentiaali	23
6.2	Tila 2	26
6.2.1	Energiankulutus	26
6.2.2	Energiantuotantopotentiaali	27
6.3	Tila 3	32
6.3.1	Energiankulutus	32
6.3.2	Energiantuotantopotentiaali	33
7	HEVOSTILOJEN ENERGIANEUVONNAN KEHITTÄMINEN	37
7.1	Energiätehokkuuden parantaminen	37

7.2	Energiantuotantomahdollisuuksien arviointi	38
7.3	Suosituksset tiloille	41
7.3.1	Tila 1	41
7.3.2	Tila 2	43
7.3.3	Tila 3	45
8	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	51

1 JOHDANTO

Energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvien energianlähteiden käytön lisääminen ovat tärkeä osa EU:n energialinjauksia, ja niiden suhteen on määritelty tavoitteet EU:n ilmasto- ja energiapaketissa vuodelle 2020. Energiatehokkuutta on tarkoitus parantaa 20 % ja uusiutuvien energianlähteiden käyttöä lisätä 20 % vuoden 1990 tasoon verrattuna. EU-maat ovat myös asettaneet kansallisia tavoitteita. Suomen tavoitteena on mm. lisätä uusiutuvan energian osuutta kokonaisenergiantuotannosta 9,5 % vuoden 2005 tasoon verrattuna, jolloin se olisi 38 %. (European comission 2016.)

Suomen maaseudulla on runsaasti potentiaalia uusiutuvan energian tuotantoon. Tämä pitäisi nähdä voimavarana ja yhtenä keinona saavuttaa asetetut tavoitteet. Uusiutuvan energian käytön lisäämistä pyritään edistämään mm. tarjoamalla koulutusta, neuvontaa ja investointitukia. (ProAgria 2012, 9.)

Maaseutuviraston Neuvo 2020 -palvelu tarjoaa maataloille mm. energianeuvontaa ja -suunnittelua. Maataloille voidaan tehdä Maatilan energiasuunnitelma, jossa kartoitetaan tärkeimmät energiatehokkuuden kehittämiskohteet tai esimerkiksi vaihtoehdot lämmitysratkaisuissa. Myös tilan energiapotentiaali kartoitetaan pääpiirteissään. (Maaseutuvirasto 2016.)

Hevostalous on maatalouden toimiala, joka on jatkuvassa kasvussa ja muodostaa siten yhä merkittävämmän osan suomalaisesta maaseudusta (Hippolis 2012, 4). Näin ollen myös hevostiloille suunnattua energianeuvontaa tarvitaan tulevaisuudessa yhä enemmän. Neuvo 2020 – palvelua on mahdollista hyödyntää myös hevostiloilla, jotka ovat samalla maatiloja eli niillä on tilatunnus. Suunnitelma tehdään erilaisille maataloille saman mallin mukaisesti. Tilat voivat käyttää myös suppeampia Neuvo 2020 –palveluja.

Tämän selvityksen tarkoituksena on pohtia, miten energianeuvontaa ja -suunnittelua voitaisiin kohdentaa hevosiloille sopivammaksi sekä miten tilojen energiantuotantopotentiaalia voitaisiin arvioida tarkemmin.

Selvityksessä tarkastellaan esimerkkitulojen energiantuotantopotentiaalia biokaasun tuotannon, kompostilämmön hyödyntämisen sekä oljen polttoainekäytön osalta. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuuksia käyttää aurinkoenergiaa ja tuulivoimaa energiantuotannon tukena.

Tämän opinnäytetyön tekijällä on vuosien kokemus hevosialalta sekä harrastuksen että ammatin kautta. Osa hevosiloihin liittyvistä taustatiedoista on kirjoitettu tähän kokemukseen perustuen. Teoriatieto uusiutuvista energialähteistä on kirjoitettu eri kirjallisuuslähteisiin perustuen. Taustatietona energiankulutuksen arvioinnissa ovat Maaseutuviraston hyväksymän ProAgrian energianeuvojan kolmelle esimerkkitalalle laatimat energiasuunnitelmat. Esimerkkitulojen energiantuotantopotentiaalin arvioinnissa on käytetty energiasuunnitelmaa sekä internet-pohjaisia laskureita ja sovelluksia. Tutkimusmenetelmät kuvataan tarkemmin luvussa 5.

Selvitys on osa Maaseuturahaston rahoittamaa Lahden ammattikorkeakoulun InforME-Infomaatiomuotoilulla maaseudun uusiutuvan energian mahdollisuudet esille -hanketta, jonka tarkoituksena on edistää uusiutuvan energian käyttöä maaseudulla. Hankkeen yhteistyökumppaneita ovat ProAgria Etelä-Suomi, ProAgria Keskusten Liitto, Hämeen ammattikorkeakoulu ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

2 HEVOSTILOJEN YMPÄRISTÖ- JA ENERGIAKYSYMYKSET

Suomen hevostalous on monimuotoista, ja alan yritysten määrä on jatkuvassa kasvussa. Ala tarjoaa monelle elinkeinon, työn ja harrastusmahdollisuuden sekä maaseudulla että kaupungissa. Hevosalalla on myös välillisiä työllistäviä vaikutuksia esimerkiksi rehu-, rakentamis- ja varustekaupan kautta. Vuonna 2015 hevosten määrä Suomessa oli 74 200, hevostalleja oli noin 16 000 ja hevosala työllisti suoraan noin 15 000 henkilöä. Ratsastuksen harrastajia oli noin 170 000, kun taas raviurheilun puolella harrastajien ja seuraajien määrä oli vielä suurempi, noin 210 000. Ravikilpailut ovatkin Suomen toiseksi seuratuin urheilulaji. (Hippolis 2012, 4; Hippolis 2016a, 3.)

Kyseessä on siis tulevaisuudessa yhä merkittävämpi maatalouden toimiala. Siksi on tärkeää, että myös hevostilojen energiatehokkuuden parantamiseen kiinnitetään huomiota, ja energianeuvontaa kohdistetaan vastaamaan tilojen tarpeita.

2.1 Energian- ja vedenkulutus hevostilalla

Hevostiloilla tarvitaan energiaa pääasiassa lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen. Tallin lämpötilaksi suositellaan 2 – 8 °C, eikä se saisi kesälläkään nousta yli 25 °C (Pesonen & al. 2008, 27). Laissa määritellään, että lämpöeristetyn eläinsuojan sisälämpötilan on talven aikana oltava vähintään 2 °C (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavien hevostalouksrakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 588/2015 8 §). Lämmityksen suunnittelussa otetaan huomioon hevosten tuottama lämpömäärä. Yhden hevosen lämmönluovutusteho on noin 600 – 700 W. Lisälämmitystarve riippuu mm. sisä- ja ulkolämpötilojen erosta sekä hevosten lukumäärästä ja siitä, montako tuntia vuorokaudesta ne viettävät sisätiloissa. (Ahokas 2016, 4.)

2.2 Lannan käsittely ja varastointi

Lannan käsittelyssä, kuljetuksessa ja varastoinnissa on noudatettava v. 2015 voimaan tullutta valtioneuvoston asetusta eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. Asetuksen tarkoituksena on ehkäistä ja vähentää lannan käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä aiheutuvia päästöjä vesistöön, maaperään ja ilmaan. Samassa asetuksessa (liite 1) määritellään, että täysikasvuinen hevonen tuottaa lantaa vuodessa noin 8 - 17 m³, hevosen koosta riippuen. Määrään sisältyy myös kuivike, jonka osuus voi olla jopa 60 – 80 % (Airaksinen 2006, 16). Tämä tarkoittaa, että yhteensä Suomessa syntyy kuivikelantaa noin miljoona kuutiota vuodessa. Kuivikelannan tiheys on noin 350 – 400 kg/m³ (Kauppinen 2005, 4).

Asetuksen mukainen lantala on mitoitettava niin, että siihen mahtuu 12 kuukauden aikana kertyvä lantamäärä. Lisäksi lantalan tulee olla tiivispohjainen, ja siinä on oltava ajoliuska sekä kuormauslaatta. Jätelain 8 § (646/2011) mukaan lanta tulisi ensisijaisesti käyttää lannoitteena kasvintuotannossa, toissijaisesti taas hyödyntää energiana. Vuoden 2016 alusta voimaan tulleet kaatopaikka-asetuksen säädökset kieltävät biohajoavan jätteen, joksi lanta myös luokitellaan, sijoittamisen kaatopaikalle.

Koska monet tallit sijaitsevat nykyään lähellä taajama-alueita, niillä ei välttämättä ole käytössä omia peltoja, joille lantaa voisi levittää. Tallinpitäjän tulisi silloin tehdä kirjallinen ja pitkäaikainen sopimus maanviljelijän tai puutarhayrittäjän kanssa lannan luovuttamisesta, jotta huolto sujuisi. Tallinomistaja on aina ensisijaisesti vastuussa lannan varastoinnista, viljelijä puolestaan peltokäytöstä. Lannan käsittely alkaakin olla tallinpitäjille yhä suurempi ongelma, josta voi aiheutua vuositasolla usean tuhannen euron kustannukset (Hippolis 2012, 10). Kun pohditaan lannan energiahyötykäytön ratkaisujen kannattavuutta, on olennaista ottaa huomioon myös lannan käsittelyyn liittyvät hyödyt.

2.3 Kuivikkeen merkitys

Tallinpitäjän on tärkeää huomioida karsinoissa käytettävän kuivikemateriaalin vaikutus lantahuoltoon. Ongelmat hevosenlannan käytössä lannoitteena liittyvätkin juuri suureen kuivikepitoisuuteen. Suomalaisilla talleilla yleisimmin käytetyt kuivikemateriaalit ovat turve, olki, olkipelletti, sahanpuru, kutterinlastu ja puupelletti. Myös paperisilppua käytetään jonkin verran. Muita vaihtoehtoja ovat mm. hamppu, ruokohelpi ja pellava, tosin niiden saatavuus Suomessa on melko haasteellista. Käytetty kuivikemateriaali vaikuttaa olennaisesti mm. muodostuvan lannan määrään (taulukko 1), energiahyötykäyttömahdollisuuksiin ja kompostoitumisaikaan. Eryteisesti puupohjaisten kuivikemateriaalien kompostoituminen kestää kauan. Huonosti kompostoitunut lanta sitoo typpeä maasta ja se on siksi lannoitteena tehotonta. Lannoitekäytön ja kompostoitumisen kannalta turve olisi paras vaihtoehto, mutta toisaalta sen tuotanto aiheuttaa ympäristöongelmia ja sitä voidaan pitää uusiutumattomana luonnonvarana. (Hippolis 2016b.)

Taulukko 1: Kuivikelannan muodostuminen (Tenhunen 2014)

Kuivike	Lantaa/hevonen/a (m3)
Puupelletti	6
Olkipelletti	18
Olki	19
Puru	19
Turve	19
Puru + turve	20

3 UUSIUTUVA ENERGIA HEVOSTILOILLA

Keskimääräisen maatilan energiankulutus on noin 150 000 kWh vuodessa, josta 33 % kuluu työkoneiden polttoaineisiin, 19 % viljankuivaukseen, 29 % tuotantotiloihin ja 19 % asuinrakennuksiin.

Energiankulutuksen jakautumiseen vaikuttaa olennaisesti tilan tuotantosuunta. (ProAgria Oulu 2014, 4) Vertailun vuoksi pientaloissa lämmitysenergian tarve on normaalisti noin 120 kWh/m², eli 100 m² talossa lämmitykseen kuluisi vuodessa energiaa 12 000 kWh.

Valaistukseen ja sähkөөn kuluu noin 5 000 – 6 000 kWh/vuosi. (Kaivosoja & al. 2011, 143.)

Useat maatilat pystyisivät tuottamaan itse osan tarvitsemastaan energiasta ja parantamaan siten energiaomavaraisuuttaan. Myös hevostiloilla saattaa olla tähän hyvät mahdollisuudet, kunhan ne vain osataan tunnistaa. Seuraavaksi tarkastellaan hevostiloille sopivia uusiutuvan energian tuotantomuotoja. Puun käyttöä energialähteenä ei tarkastella tässä työssä, koska hake ja pienpuu ovat jo hyvin vakiintuneita ja tunnettuja energialähteitä.

3.1 Lannan hyödyntäminen energiana

Kuten aikaisemmin on todettu, lantahuollon järjestäminen on yhä useammalle hevostilalle kasvava ongelma. Tässä selvityksessä käsitellään tarkemmin kahta erilaista tapaa hyödyntää hevosen lantaa energianlähteenä: biokaasun tuotantoa mädätyksen avulla ja kompostilämmön talteenottoa. Muita tapoja ovat esim. poltto ja terminen kaasuttaminen. (Hippolis 2016b.)

Riikka-Liisa Säikkö (2012, 10) on kandidaatin työssään tutkinut hevosen lannan hyödyntämismahdollisuuksia energiantuotannossa. Hän on mm. laskenut hevosen lannan teholliseksi lämpöarvoksi 17,4 MJ/kg kuiva-ainetta. Säikön mukaan ongelmaksi lannan poltossa muodostuu korkea kosteuspitoisuus, joka on keskimäärin 65 %. Kosteus vaikuttaa suoraan heikentävästi lannan lämpöarvoon.

Erityisesti lannan poltto on viime aikoina herättänyt paljon keskustelua. Ruotsissa ja Saksassa hevosenlantaa on poltettu energiaksi jo vuosia. Suomen lainsäädäntö luokittelee hevosenlannan eläinperäiseksi jätteeksi, jolloin sen käsittelyä säätelee jätelaki (646/2011). Jätteen, eli tässä tapauksessa lannan, polttaminen ei ole kiellettyä, mutta sitä varten tarvitaan jätteenpolttoasetuksen (151/2013) mukainen jätteenpolttolaitos sekä säännöllinen mittaus päästöille. Sekä laitoksen perustamisen, että päästömittausten kustannukset ovat saatuihin hyötyihin nähden niin suuret, että harvalla yksittäisellä tallinpitäjällä on resursseja tällaiseen ratkaisuun. (Hippolis 2016b.)

Energiayhtiö Fortum on kehittänyt lannan energiahyötykäytön ympärille lupaavalta vaikuttavan kiertotalousmallin, Fortum HorsePowerin, joka yhdistää hevostallit, voimalaitokset ja kuivikehuollon. Palvelu toimii siten, että Fortum toimittaa talleille kuivikkeen, noutaa lannan talleilta säännöllisin väliajoin ja hyödyntää sen sitten sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksellaan Järvenpäässä. Palvelua tarjotaan tuotantolaitoksen lähellä sijaitseville talleille. Kuivikkeena käytetään sahanpurua, kutterinpurua tai puupellettiä niiden hyvien poltto-ominaisuuksien vuoksi. (Fortum Oyj 2016.)

Kyseessä on maksullinen palvelu, joka soveltuu lähinnä sellaisille tiloille, joilla ei ole käytössä peltoja lannan levittämistä varten, ja lannan hävittämisestä koituisi kustannuksia. Erityisesti pääkaupunkiseudun talleille tällainen ratkaisu voi olla taloudellisesti kannattava.

Terminen kaasutus olisi nyky-lainsäädännön puitteissa yksittäiselle toimijalle polttamista kannattavampi tapa hyödyntää lantaa energiana. Jätteenpolttoasetuksen (151/2013) mukaan jätteenpolton vaatimuksia ei sovelleta kaasutus- ja pyrolyysilaitoksiin, mikäli poltossa syntyvän kaasun käsittelystä ei aiheudu suurempia päästöjä kuin maakaasun polttamisesta. Kaasuttamisessa polttoaine poltetaan ali-ilmalla, jolloin kaikki palava aine ei pääse hapettumaan. Näin syntyvä polttoaine on pääosin hiilimonoksidia ja vetyä. Polttoaineen kosteus saisi olla enimmillään 50 %, joten hevosen

lanta on kuivattava ennen kaasutusta. Ruotsissa on kehitetty hevosen lannan kaasuttamiseen sopivia laitteita, jotka ovat saaneet EU-tukea. Suomessakin tätä vaihtoehtoa on tutkittu. (Hippolis 2016b.)

3.2 Biokaasu

Biokaasua tuotetaan mädätysprosessin avulla anaerobisissa olosuhteissa käyttämällä syötteenä orgaanista ainesta, kuten lantaa, vihermassaa tai biojätettä. Lopputuotteena syntyy myös lietettä, joka voidaan hyödyntää lannoitteena. Biokaasuseos koostuu enimmäkseen metaanista (35 - 80 %) ja hiilidioksidista (20 - 65 %). Lisäksi se sisältää typpeä 0 - 25 %, rikkivetyä 0 - 2 % sekä kloori- ja fluoriyhdisteitä. (Alakangas 2000, 144.) Syötteen määrä ja laatu vaikuttavat olennaisesti syntyvän kaasun koostumukseen. Koska metaania muodostuu orgaanisen aineksen hajotessa, sen määrä on riippuvainen syötteen sisältämän helposti hajoavan orgaanisen aineen määrästä (Riihimäki & al. 2014, 14).

Biokaasutuksen ympäristöhyötynä on se, että lannan ravinteet saadaan talteen ja pystytään sulkemaan erityisesti typen ja fosforin ravinnekierto, jolloin ympäristöön päätyvää ravinnekuormitusta ja kasvihuonekaasujen määrää voidaan vähentää huomattavasti. Prosessin aikana osa lannan sisältämästä typestä muuttuu kasveille käyttökelpoisempaan muotoon. (Tampio & al. 2014, 2.)

Biokaasua voidaan käyttää lämmön tuotannossa, yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa (CHP = Combined Heat and Power) tai jalostaa liikennepolttoaineeksi. Lämmön tuotanto on yksinkertaisin ja halvin vaihtoehto. Siinä kaasu poltetaan kattilassa, jonka hyötysuhde on noin 85 - 95 %. CHP-tuotannossa kaasu poltetaan moottorissa, jolloin ensisijainen tarkoitus on tuottaa sähköä, ja lämpö syntyy sivutuotteena. Sähkön osalta hyötysuhde on noin 35 % ja lämmön osalta se on noin 50 %, kokonaisuutena siis 85 %. Biokaasun lämpöarvo on 4 - 6 kWh/m³, riippuen metaanipitoisuudesta (Alakangas 2000, 144). Metaanin energiasisältö on

noin 10 kWh/m³. Hiilidioksidilla ei ole lämpöarvoa. (Riihimäki & al. 2014, 7.)

3.2.1 Tuotantoprosessit

Biokaasua voidaan tuottaa märkä- tai kuivamädätystekniikalla. Märkämädätyksessä yleisimmin käytetty tuotantotekniikka perustuu pumpattavien jakeiden jatkuvatoimisiin täyssekoitteisiin biokaasureaktoreihin, jotka ovat sylinterimäisiä säiliöitä. Märkämädätyksen syötteenä voidaan käyttää materiaaleja, joiden kuiva-ainepitoisuus on korkeintaan noin 15 %. Materiaalia pumpataan jatkuvalla syötöllä reaktoriin, jossa se sekoittuu. Muodostuva biokaasu johdetaan kaasuväylään ja sitä kautta energiantuotantoon käyttötarkoituksen mukaan. Metaani on voimakas kasvihuonekaasu, joten sitä ei saa päästää ilmakehään. Käyttämättä jäänyt kaasu on poltettava kattilassa, johdettava lauhduttimeen tai poltettava soihdunpolttimessa (Riihimäki & al. 2014, 12). Syntyvää mädätysjätettä täytyy myös poistaa jatkuvasti reaktorista uuden materiaalin tieltä mädätysjäteväylään, jossa biokaasun tuotanto jatkuu edelleen. Väylällä mädätysjätteet katettuihin säiliöihin saadaan maksimoitua energiantuotanto ja minimoitua metaanikaasupäästöjä. (Motiva Oy 2013, 15-16.)

Biokaasua voidaan tuottaa myös panosperiaatteella, jolloin mädäntyminen tapahtuu säiliössä vaiheittain. Tätä tekniikkaa käytetään lähinnä vain kuivamädätyksessä. Mikäli tavoitteena on tasainen kaasuntuotanto, on käytettävä useampaa rinnakkaista reaktoria, jotka täytetään ja tyhjenetään eri aikoihin. Kuivamädätyksessä voidaan käyttää syötteenä materiaaleja, joiden kuiva-ainepitoisuus on keskimäärin noin 30 %. Myös kuivamädätysprosessi vaatii vettä. Kuivamädätyslaitoksia on erilaisia, mutta yleensä ne ovat ilmatiiviitä laakavarastoja, jotka on varustettu kastelu- ja lämmitysjärjestelmällä. Laitosten yleisin toimintaperiaate on sellainen, että mädätyskammiossa olevan mädätettävän materiaalin päälle pumpataan kierrätettävää nestettä. Säiliö tyhjenetään ja täytetään pyörökuormaajalla. Suurin ongelma laitoksissa on yleensä se, ettei aines

sekoitu riittävästi. Kuivamädätys on myös yleensä hitaampaa kuin märkämädätys, koska materiaalin hajoaminen kestää kauemmin. (Motiva Oy 2013, 17.) Euroopassa kuivamädätystekniikkaa käytetään jonkin verran laitospöytäkaavassa kasviperäisille materiaaleille (Tampio & al. 2014, 2).

3.2.2 Lanta biokaasun syöteenä

Periaatteessa hevosen lanta soveltuu hyvin biokaasuntuotantoon sen sisältämien hyödyllisten mikrobien takia. Tuotetun kaasun määrään ja metaanipitoisuuteen vaikuttaa kuitenkin olennaisesti karsinoissa käytetty kuivike. Turve tai olki soveltuvat paremmin biokaasun tuotantoon kuin puupohjaiset kuivikkeet, koska bakteerit hajottavat heikosti puupohjaista materiaalia. (Hippolis 2016b.)

Hevosenlanta soveltuu paremmin käytettäväksi kuivamädätysprosessissa, koska sen kuiva-ainepitoisuus on tavallisesti noin 35 %. Se on huomattavasti kuivempaa verrattuna esimerkiksi naudan lantaan, jossa on kuiva-ainetta noin 10 %. (Säikkö 2012, 31) Jos hevosen lantaa halutaan käyttää märkämädätysprosessissa, siihen on lisättävä 2/3 nestettä, jolloin se sadaan pumpattavaan muotoon. Nesteinä voidaan käyttää esim. lietelantaa, jätevettä tai puhdistamolietettä. Kuivikkeena on käytettävä turvetta, silputtua olkea tai olkipellettiä, koska purukuivike aiheuttaa ongelmia prosessissa. (Fagerström & al. 2013, 8.)

MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen ja TTS Työtehoseuran HorseManure -hankkeessa (2014) on tutkittu hevosen kuivikelantaa biokaasuprosessin syöteenä. Tutkimuksessa käytettiin puupohjaista kuivikelantaa, koska sen loppusijoittamisessa on eniten ongelmia. Tutkimuksessa havaittiin, että hevosen kuivikelannan metaanintuotto oli keskimäärin 70,5 m³/tonni sulavaa orgaanista ainesta (m³/tVS), ja 19,6 m³/tonni tuoretta lantaa. Kaasun metaanipitoisuus oli melko alhainen, keskimäärin 53 %, mikä johtui lähinnä metaania tuottamattoman puupohjaisen kuivikkeen suuresta määrästä. Tutkimuksen

raportissa todetaan myös, että aikaisempien tutkimustietojen mukaan hevosen lannan metaanintuottopotentiaali on vaihdellut välillä 40 – 170 m³/tVS käytetyn kuivikkeen määrästä ja laadusta riippuen. (Tampio & al. 2014, 2.)

3.2.3 Vihermassa biokaasun syötteenä

Vihermassasta eli nurmibiomassasta voidaan myös valmistaa biokaasua. Suomessa nurmea ei kuitenkaan ole juuri viljelty tähän tarkoitukseen, mutta vihermassaa voidaan saada myös luonnonhoitonurmilta, viherkesannoilta ja suojavyohykkeiltä. Keskimääräinen sato on tutkimusten mukaan ollut 4,6 – 5,6 tonnia ka/ha. (Laurila & al. 2014, 14.) Yhdestä kuiva-ainekilogrammasta ruohoa voidaan tuottaa biokaasua 0,6 – 0,7 m³ (Alakangas 2000, 147).

Vihermassaa voidaan käyttää syötteenä sekä märkä- että kuivamädätyslaitoksissa. Kun biokaasun raaka-aineena käytetään pelkästään kasviperäistä ainesta, voi ongelmaksi muodostua hivenaineiden puute, jolloin biokaasua muodostuu vähemmän. Tilannetta voidaan korjata lisäämällä syötteenä käytettävän vihermassan joukkoon metallisuoloja, jolloin saadaan samalla vähennettyä rikkivedyn määrää kaasussa. Tämä on hyvä asia, koska rikkivety syövyttää moottoreita ja kaasukattiloita. Haittana suolojen lisäämisessä on se, että mädätysjäännöksessä oleva fosfori muuttuu kasveille vähemmän käyttökelpoiseen muotoon. Lantaa ja vihermassaa voidaan myös käyttää yhdistelmänä, ja näin maatila voi nostaa energiantuotantopotentiaaliaan. Kustannuslaskelmia tehdessä on kuitenkin syytä ottaa huomioon, että nurmimassan viljelystä aiheutuu kustannuksia, kun taas lanta syntyy sivutuotteena. (Motiva Oy 2013, 7.)

3.2.4 Biokaasulaitos

Biokaasulaitoksen perustaminen on luvanvaraista toimintaa. Suomessa elintarviketurvallisuusvirasto Evira vastaa hyväksyttävillä laitoksilla ja

prosesseille asetettavista vaatimuksista sekä valvoo ja ylläpitää rekisteriä hyväksytyistä laitoksista. Maatilakohtainen biokaasulaitos ei kuitenkaan tarvitse laitoshyväksyntää, mikäli laitos käsittelee vain omalta tilalta tulevaa lantaa sekä turvallisia kasvijätteitä, eikä lopputuotteena syntyvää lannoitetta saateta markkinoille, vaan käytetään omalla tilalla.

Ympäristölupa kuitenkin tarvitaan ja sen myöntää joko kunnan ympäristöviranomainen tai aluehallintoviranomainen.

Rakennusviranomaiselta on haettava rakennuslupa laitokselle, ja Turvatekniikan keskukselle on tehtävä kemikaali-ilmoitus. Mikäli kyseessä on suurempi laitos, tarvitaan myös lupa kemikaalien varastointiin. (Motiva Oy 2013, 9.)

Suomessa biokaasusähkön tuottaja voi saada syöttötariffin eli takuuhinnan tuottamastaan sähköstä. Syöttötariffi maksetaan kolmen kuukauden jaksoissa, ja sen määrä riippuu sähkön markkinahinnasta. Se määräytyy siten, että sähkön tavoitehinnasta 83,50 €/MWh vähennetään sähkön markkinahinta kolmen kuukauden keskiarvon mukaan. Huhtikuussa 2016 tämä markkinahinta oli 30,22 €/MWh, jolloin syöttötariffin määrä oli 53,28 €/MWh. (Energiavirasto 2016.)

Tariffijärjestelmään pääsulle on olemassa tiettyjä edellytyksiä.

Biokaasulaitoksen generaattoritehon on oltava vähintään 100 kilovoltiampeeria, ja laitoksen tehon vähintään 100 kilowattia. Näin suurta tehoa ei moni tila pysty saavuttamaan omalla tuotantokapasiteetillaan.

Lisäksi edellytetään, ettei laitoksen perustamiseen ole saatu investointitukia, eikä siinä saa olla käytettyjä osia. (Motiva Oy 2013, 9.)

Keskimääräinen biokaasulaitokseen vaadittava investointi on 500 000 €, jonka lisäksi kuluja aiheutuu mm. kaasun ja mädätysjätteen käsittelystä ja säilytyksestä (Fagerström & al. 2013, 12).

3.3 Lannan kompostointi ja lämmön talteenotto

Kompostoinnin ensisijainen tarkoitus on parantaa lannan ominaisuuksia ja hyödynnettävyyttä maanparannusaineena samalla kun taudinaiheuttajat ja

rikkakasvien siemenet tuhoutuvat. Toisin kuin mädätys, kompostointi on aerobinen prosessi, jossa mikro-organismit muuttavat eloperäistä ainesta kompostituotteeksi. Aineksen lahotessa syntyy hiilidioksidia, vettä, nitraattia, sulfaattia, humusta ja lämpöä. Hevosen lanta ilma kuiviketta kompostoituu hyvin, koska se sisältää hiiltä ja typpeä mikrobien kannalta optimaalisessa suhteessa. Kuivikelannan kompostoitumiseen vaikuttaa olennaisesti käytetty kuivikemateriaali. Kasvipohjaisten kuivikkeiden, kuten oljen ja turpeen, on havaittu kompostoituvan puupohjaisia nopeammin. (Hippolis 2016b.)

3.3.1 Kompostointitekniikat

Lantaa voidaan kompostoida monella eri tavalla. Tyypillisin näistä on passiivinen kompostointi varastoinnin aikana, esimerkiksi lantalassa tai karsinan kuivikepatjassa. Toinen yleinen Suomessa käytetty tapa on aumakompostointi lantapatterissa, eli lanta varastoidaan pellolle yhteen tai useampaan aumaan, joista se voidaan sitten levittää suoraan lannoitteeksi. Tuubikompostoinnissa taas lanta pakataan pitkään muovituubiin kompostoitumaan. (Turunen 2013, 41.)

Niin kutsuttuja aktiivisia kompostointijärjestelmiä ovat rumpu- ja konttikompostointi. Rumpukompostointi on Suomessa käytössä jo usealla tallilla. Tämän menetelmän etuina ovat mm. lannan nopeampi kompostoituminen ilmastuksen ja lämpövaikutuksen avulla, jolloin myös käsittely helpottuu, sekä pienempi tilantarve lantalaan verrattuna (Pihkala 2016). Lanta syötetään sylinterinmuotoiseen, putkimaiseen säiliöön, joka pyörii vaakatasossa akselinsa ympäri ja sekoittaa sisällä olevaa ainesta. Kompostorin lämpötilaa ja kosteutta voidaan säädellä rummun pyörimisnopeutta säätämällä. Hevosenlantaa käsittelevät rumpukompostorit ovat yleensä tilavuudeltaan 30 – 77 m³, ja lannan käsittelyaika keskimäärin 7 – 10 päivää. Tämän jälkeen lanta jälkikompostoidaan noin kolmen kuukauden ajan. Konttikompostointi edustaa uudempaa tekniikkaa, jota on saatavilla esimerkiksi Ruotsissa. Siinä lanta laitetaan ensin sekoitusvaunuun, jolloin siitä saadaan

tasalaatuista, ja siirretään sen jälkeen käsiteltäväksi aerobiseen fermentoriin, joka on varustettu ilmastusputkilla ja lämpötilailmaisimilla. Aktiivinen vaihe kestää 2 - 4 vrk, riippuen halutusta lopputuloksesta. Jälkikompostointivaihe kestää noin viisi viikkoa. Kompostoitumisaika eri tekniikoilla on esitetty taulukossa 2. (Hippolis 2016b.)

Taulukko 2. Kompostoitumisaika eri tekniikoilla. (Hippolis 2016b)

Tekniikka	Aktiivinen vaihe	Jälkikompostointi
Auma	21 - 28 d	6 - 12 kk
Tuubi	-	6 - 12 kk
Rumpu	7 - 10 d	3 kk
Kontti	2 - 4 d	1 kk

3.3.2 Lämmön talteenotto

Kompostoitumisprosessissa vapautuu lämpöenergiaa, joka on mahdollista ottaa talteen ja käyttää esimerkiksi tallirakennuksen tai käyttöveden lämmittämiseen. Kompostin lämpötila voi olla jopa 60 – 70 °C.

Yksinkertaisin ja halvin tapa lämmön talteenotolle on asentaa lantalan yhteyteen (esim. betonilaatan alle) putkisto, jossa kiertää vesi tai muu lämmön siirtämiseen soveltuva neste. Mikäli on olemassa riski, että putket jäätyvät, on käytettävä pakkasenkestävää nestettä. Apuna voidaan käyttää myös lämpöpumppua, jolloin suurempi osa lämmöstä saadaan talteen. (Turunen 2013, 47.) Vastaavanlainen järjestelmä voidaan asentaa myös kuivikepatjan alle (Hippolis 2016b).

Myös rumpukompostori voidaan varustaa lämmöntalteenottojärjestelmällä, jolloin kompostoitumisprosessissa vapautuva poistolämpö hyödynnetään lämpöpumpputekniikan avulla. Edellä kuvattuja lämmöntalteenottojärjestelmiä on käytössä useilla suomalaisilla hevosiloilla, joilla niistä on saatu hyviä kokemuksia. (Hippolis 2016b.)

Tamperelaisella Laalahden tilalla rumpukompostori on ollut käytössä jo vuodesta 1993. Investointi ei tullut sen kalliimmaksi kuin lantalan perustaminen. Järjestelmän huoltokustannuksetkin ovat olleet kohtuulliset,

joitain kuluvia osia on jouduttu vaihtamaan. Kompostori on mitoitettu 20 hevoselle, ja sen avulla lämmitetään tallirakennuksen käyttövesi, valjashuone sekä toimistotilat. Tehokkaamman lämpöpumpun avulla olisi omistajan arvion mukaan mahdollista lämmittää myös tilan asuinrakennus. (Pihkala 2016.)

Kompostilämmön tuottoa koskevaa tutkimustietoa on vähän saatavilla. Hanne Turunen (2013, 50) on opinnäytetyössään tutkinut hevosen lannan kompostoitumisessa syntyvää lämpöä, ja päätynyt tulokseen, että käyttökelpoinen kompostilämmöntuotto turvelannalla olisi 1,1 kWh/kg kuiva-ainetta. Turusen laskelmat perustuvat Teknologian tutkimuskeskus VTT:n ja Työtehoseuran polttokokeissa määritettyyn turvelannan teholliseen lämpöarvoon 4,4 kWh/kg kuiva-ainetta (15,57 MJ/kg). Kompostilämmön osuus on arviolta 50 % tästä eli 2,2 kWh/kg kuiva-ainetta. Edelleen hyötykäyttöön saatava osa tästä olisi arviolta 50 % (esim. rumpukompostorissa). Turunen on tämän perusteella laskenut yhden hevosen kompostilämmön tehoksi 390 W. Saavutettu lämpöteho voi kuitenkin käytännössä olla huomattavasti pienempi, kuten Turunen tutkimustulostensa valossa toteaa.

3.4 Olki polttoaineena

Olkea syntyy viljantuotannon (vehnä, ohra, ruis, kaura) sivutuotteena, joten sen tuotantokustannukset ovat suhteellisen edulliset. Oljen tehollinen lämpöarvo kuiva-ainekilogrammaa kohden on keskimäärin 17,4 MJ. Se soveltuu hyvin poltettavaksi lämpökattiloissa ja on poltto-ominaisuuksiltaan samankaltainen kuin puu. Polttamiseen tarvitaan kuitenkin erikseen olkea varten suunniteltu kattila. Kattilat ovat teholtaan yleensä alle 1 MW (Kaivosoja & al. 2011). Mikäli olkea halutaan polttaa puun tai turpeen polttoon tarkoitetuissa leijupolttokattiloissa, sen osuus voi olla enimmillään noin viisi prosenttia. (Alakangas 2000, 98.)

Hehtaarin viljelyalalta on mahdollista saada noin 2 - 4 tonnin kuiva-ainesato olkea (Laurila & Saarinen 2014, 2). Tämän perusteella voidaan laskea energiasaannoksi noin 10 - 20 MWh/ha.

Haasteina oljen käytössä ovat mm. sen vaatima suuri varastotila, pieni energiatiheys ja korkea tuhkapitoisuus. Poltto-ominaisuuksiin vaikuttaa myös viljalaji. Vehnän olki on poltto-ominaisuuksiltaan paras. Kauran olki taas on haasteellisin, koska sillä on alhaisin lämpöarvo ja huonoimmat sulamisominaisuudet. Olki voidaan myös jatkojalostaa pelleteiksi tai briketeiksi, mikä kasvattaa polttoaineen tiheyttä ja helpottaa käsittelyä. (Alakangas 2000, 98.)

Viljakasvien olkien lisäksi myös öljykasvien (rapsi, rypsi) oljet soveltuvat käytettäväksi kiinteänä polttoaineena. Niiden olkisato on keskimäärin 1 945 kg ka/ha ja energiasaanto 25 % kosteudessa noin 7 MWh/ha. (Alakangas 2000, 102.)

3.5 Aurinkoenergia

Auringon säteilyenergiaa voidaan käyttää lämmön tuotantoon aurinkokeräimillä tai sähkön tuotantoon aurinkopaneeleilla. Lämmön tuotannossa aurinkoenergiaa käytetään Suomessa yhdistettynä johonkin toiseen lämmitysmuotoon, useimmiten puu- tai hakelämmitykseen. Säteilystä pystytään hyödyntämään lämpöenergiana noin 20 - 35 % ja sähkönä noin 15 %. Auringon säteily määrä Suomessa on keskimäärin 1 000 kWh/m². (Motiva Oy 2014.)

Aurinkopaneelit soveltuvat hyvin maatiloille, koska niillä on usein suuria rakennuksia ja paljon kattopinta-alaa, jolle paneelit voidaan sijoittaa. Rakennusvaiheessa tai peruskorjauksen yhteydessä paneelit on myös mahdollista integroida kattopelteihin (Walker 2013, 17). Kun aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuudet huomioidaan jo rakennusvaiheessa, siitä saadaan paras hyöty tilojen lämmityksessä. Perusajatuksena on sijoittaa lämmitystä kaipaavat tilat eteläpuolelle ja viileät pohjoispuolelle. Esimerkiksi kuivurille sopiva paikka on aurinkoisella

etelärinteellä, ja kun se varustetaan tummalla katteella, voidaan auringon lämpöenergiaa hyödyntää kuivausilman esilämmityksessä. (ProAgria 2014, 22.)

Suomessa on taloudellisesti kannattavinta tuottaa aurinkosähköä vain omaan käyttöön, ja siksi järjestelmän mitoittaminen sopivaksi on tärkeää. Sähköverkkoon kytketyssä aurinkosähköjärjestelmässä ylimääräinen sähkö syötetään verkkoon, ja sähköyhtiö maksaa siitä hyvitysmaksun. Tämä maksu perustuu sähköpörssin mukaiseen hintaan ja siitä vähennetään vielä välityspalkkio, jolloin hyvitystä maksetaan yleensä noin 2 – 4 senttiä kilowattitunnilta. Näin ollen aurinkopaneelit sopivat parhaiten käyttöön tilalle, jolla sähkönkulutus on suurimmillaan päivällä. (Jodat 2016.)

3.6 Tuulivoima

Tuulivoimaa hyödynnetään enimmäkseen sähkön tuotannossa muuntamalla ilman virtauksen liike-energia ensin pyörimisenergiaksi ja edelleen sähköksi generaattorin avulla. Säätojärjestelmän avulla vaihteleva sähköntuotanto muunnetaan sähköverkkoon soveltuvaksi tai akkuihin varastoitavaksi. Tuulisähkön tuotanto vaihtelee tuulisuuden mukaan. Suomessa talvet ovat tuulisinta aikaa, joten silloin tuulisähköä tuotetaan eniten (Suomen Tuulivoimayhdistys 2016). Tuulivoima on lähes päästötöntä energiaa. Suurimmat päästöt syntyvät voimalan rakentamisesta, ja huoltotoimet tuovat oman kuormituksensa, mutta itse sähkön tuotannosta ei aiheudu päästöjä. (Kaivosoja & al. 2011, 145.)

Kiinteistökohtaisella pientuulivoimalalla voidaan tuottaa sähköä omaan käyttöön. Niiden teho on huomattavasti vähäisempi, kuin teolliseen käyttöön tarkoitetuilla turbiineilla, yleensä alle 50 kilowattia. Maston korkeus on tyypillisesti 5 – 30 metriä, ja potkurin pinta-ala alle 200 neliometriä. Pientuulivoimaloita käytetään esimerkiksi maataloilla, kesämökeillä ja kotitalouksissa. Energiaa on kannattavinta tuottaa suoraan omaan käyttöön. Pientuulivoimalat käynnistyvät, kun tuulennopeus on noin

2 m/s, kun taas isommat vaativat käynnistyäkseen suuremman tuulienopeuden, yleensä 3 – 4 m/s (Tuuliatlas 2016). (Suomen Tuulivoimayhdistys 2016.)

Tuulivoimalat voidaan luokitella kahteen päätyyppiin roottorin akselin asennon perusteella: pystyakselisiin (VAWT) ja vaaka-akselisiin (HAWT). Pystyakseliset ova sylinterimallisia ja toimivat hyvin myös pyörteisissä tuuliolosuhteissa. Vaaka-akseliset taas ovat potkurityyppisiä voimaloita, jotka on suunniteltu tietyille tuulienopeusalueille. Tuulivoimalan nimellisteho kilowatteina ei vielä suoraan kerro sen energiantuotantopotentiaalista, sillä vaikuttavia tekijöitä ovat myös tuuliolosuhteet, voimalan ominaisuudet ja maston korkeus. Teholtaan 5 kW:n voimalaitoksen voidaan odottaa tuottavan vuoden aikana 14 000 – 24 000 kWh. (Kaivosoja & al. 2011, 132.)

4 MAATILAN ENERGIASUUNNITELMA

Maatilan energiassuunnitelma on yksi Maaseutuviraston Neuvo 2020 – palveluista. Energiasuunnitelmia tehdään enimmäkseen maidontuotanto-, sikatalous- ja kasvinviljelytiloille. Hevostiloille niitä on toistaiseksi tehty melko vähän. Tämän opinnäytetyön taustatyöhön kuului osallistuminen kolmen hevostilan arviokäynnille sekä raporttien laatiminen yhdessä ProAgria Etelä-Suomen energianeuvojien kanssa.

Suunnitelman tekeminen alkoi tilakäynnillä, jolloin tilan omistajaa haastateltiin ja kerättiin tietoja tilan energiankulutuksesta, sekä kartoitettiin tilalla sijaitsevat rakennukset, niiden tilavuus, kylmä ja lämmin pinta-ala sekä päälämmönlähde. Lisäksi selvitettiin rakennusten lämpökanavan pituus, laskennallinen tehon tarve ja energian kulutus.

Käynnin aikana kartoitettiin myös tilalla käytössä olevat työkoneet, niiden teho ja käyttötunnit vuoden aikana sekä polttoöljyn kulutus. Lisäksi kartoitettiin tiedot viljeltävästä peltoalasta, energia- ja vesijohtoverkostot, energian kulutuksen ja kustannusten seuranta sekä energian kulutukseen vaikuttavat toteutetut tai suunnitteilla olevat investoinnit ja muutokset.

Kartoituksen perusteella saatiin kokonaiskuva tilan energiankulutuksen ja energiakustannusten jakautumisesta. Myös hiilidioksidin tuotannosta tehtiin laskelmat. Valmiissa raportissa näitä tietoja havainnollistetaan erilaisilla taulukoilla ja kuvaajilla.

Energiantuotantopotentiaalia tarkastellaan energiassuunnitelmassa seuraavien energianlähteiden osalta: harvennuspuu metsästä, olki sekä lannan ja kesantoalan biokaasupotentiaali. Näistä on yhteenvedona laskettu tilan bioenergiapotentiaali kokonaisuudessaan. Loppuraportissa tehdään suosituksia jatkotoimepiteistä energiatehokkuuden parantamiseksi ja uusiutuvan energian käytön edistämiseksi.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli esimerkkituloille laadittujen raporttien analysoinnin ja kirjallisuudesta saadun tiedon soveltamisen kautta löytää laajennusmahdollisuuksia hevostiloille tehtävään energiasuunnitelmaan sekä täydentää tuloksia energiantuotantopotentiaalin tarkemmalla analysoinnilla. Näiden kolmen hevostilan taustatiedot, energiankulutustiedot ja arvio energiantuotantopotentiaalista käsitellään seuraavassa luvussa.

Tilalla syntyvän lannan määrä on arvioitu tilan hevosmäärän ja karsinoissa käytetyn kuivikemateriaalin perusteella (taulukko 1), niin että kuivikelannan tiheys on 350 – 400 g/m³ (Kauppinen 2005, 4) ja sen kuiva-ainepitoisuus on 35 % (Hippolis 2016b). Nämä luvut perustuvat keskiarvoihin ja saattavat todellisuudessa vaihdella.

Lannan energiahyötykäytön mahdollisuuksia on tarkasteltu biokaasuntuotantopotentiaalin ja kompostilämmön talteenoton kannalta. Lisäksi on arvioitu kesantoalalta saatavan nurmimassan biokaasupotentiaalia. Biokaasun tuotantopotentiaalin arvioinnissa on käytetty työvälineenä E-farm Pro –ohjelmaa (E-farm Pro 2016). Lämmöntuotannossa lämpökattilan hyötysuhteeksi on määritetty 90 %. CHP-tuotannossa hyötysuhteeksi on määritetty sähkön osalta 35 % ja lämmön osalta 50 %. Biokaasulaitoksen omakäyttöenergiaksi on laskuissa asetettu sähkön osalta 20 % ja lämmön osalta 25 %. Kompostilämmön tuotantopotentiaalin arvioinnissa on hyödynnetty Hanne Turusen (2013, 50) opinnäytetyössään tekemiä laskelmia.

Oljen lämpöenergiapotentiaalin arvionnissa on myös käytetty E-farm Pro-ohjelmaa. Arvioinnissa on vertailtu energiantuotantopotentiaalia olkisadon vaihtelun sekä erilaisten laitteistojen välillä. Laskuissa on käytetty saannon vaihteluvälinä 1 000 – 4 000 kg kuiva-ainetta/ha, sekä tuotannon hyötysuhteina 70 % (erätäytöinen laitteisto) ja 80 % (automaattinen laitteisto).

Aurinkoenergian tuotantopotentiaalin arvioinnissa on käytetty työvälineenä PvGIS:iä (Photovoltaic Geographical Information System 2016), jonka avulla voi interaktiivisia karttoja hyödyntäen arvioida auringon säteilytehoa sekä sähköntuotantopotentiaalia valituissa kohteissa. Sovelluksen avulla on myös saatu tietoa säteilytehon ja sähköntuotantopotentiaalin kuukausittaisesta vaihtelusta.

Tuulienergian tuotantopotentiaalin arvioinnissa on hyödynnetty Tuuliatlaksen tietoja, jotka perustuvat tuulisuustietoihin 50 metrin korkeudessa. Maatiloille soveltuvat pientuulivoimalat toimivat 5 – 30 m korkeudella, jolloin tuulennopeus on eri luokkaa kuin 50 metrissä. Tämän vuoksi vertailussa on käytetty Lahden Renkomäen sääasemalta (Suomen Sääpalvelu Oy 2016) saatua tietoa. Kyseinen tuulimittari on asennettu maatilan talon viereen 10 metrin korkeudelle maanpinnasta.

6 ESIMERKKITILAT

6.1 Tila 1

Tilan toiminta on keskittynyt hevoskasvatukseen, jonka lisäksi tarjotaan asiakkaille pihatto- ja karsinapaikkoja sekä nuorten hevosten peruskoulutusta. Hevosten määrä vaihtelee 25 ja 35 välillä. Tilalla ei viljellä korjattavia satokasveja, vaan pellot ovat hevosten laidunkäytössä. Peltoalaa on yhteensä 20 ha, joista 7,6 ha on tilan omistuksessa, ja loput ovat käytössä laiduntamissopimuksella. Tilalla sijaitsee asuinrakennus (230 m²), tallirakennus (200 m²), jossa on erilliset varsomiskarsinat, sekä pihatto (260 m²). Lantala sijaitsee pihatton yhteydessä. Tallin karsinoissa käytetään kuivikkeena purua tai turvetta. Pihatossa on lisäksi olkikuivitus päällimmäisenä.

6.1.1 Energiankulutus

Tilalla on lämmitysmuotona suora sähkölämmitys. Sähkönkulutus on tilan omistajan mukaan ollut noin 37 – 42 MWh vuodessa. Asuinrakennuksessa on lisälämmönlähteenä varaava puutakka sekä varaukset ilmalämpöpumpuille. Tallirakennus on kokonaan lämmintä tilaa ja varsomiskarsinoissa on katossa erilliset säteilylämmittimet, jotka ovat käytössä vain muutamana päivänä vuodessa. Pihatto on kylmää tilaa. Energiasuunnitelman mukainen arvio energiankulutuksen jakautumisesta tilalla on esitetty taulukossa 3.

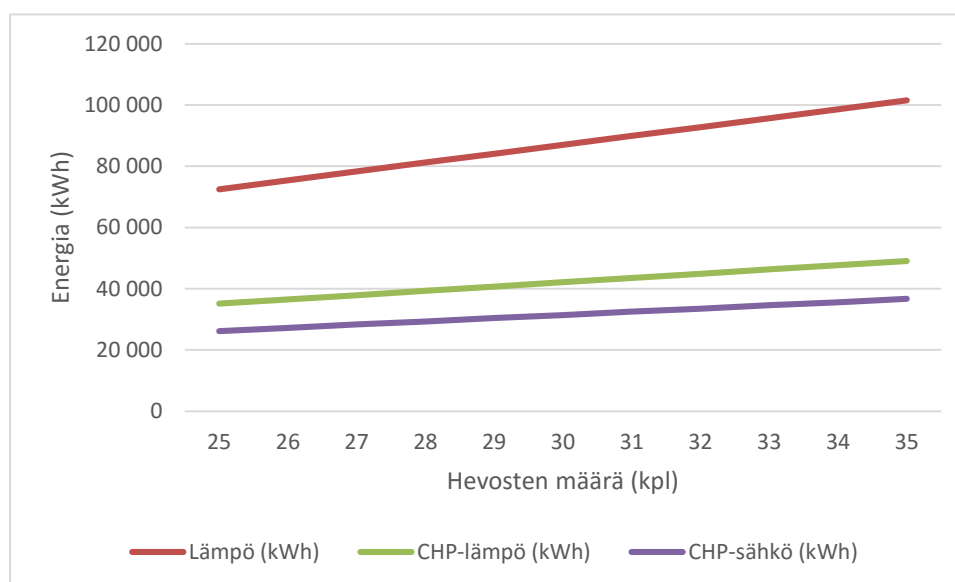
Taulukko 3. Arvioitu energiankulutuksen jakautuminen tilalla 1.

	Lämmitys ja lämmin käyttövesi (kWh)	Laitesähkö (kWh)	Traktori (kWh)	Yhteensä (kWh)
Asuinrakennus	31 852	5 750		37 602
Hevostalli	1 120	5 040		6 160
Pihatto				0
Viljely			3 600	3 600
Yhteensä	32 972	10 790	3 600	47 362

6.1.2 Energiantuotantopotentiaali

Biokaasu

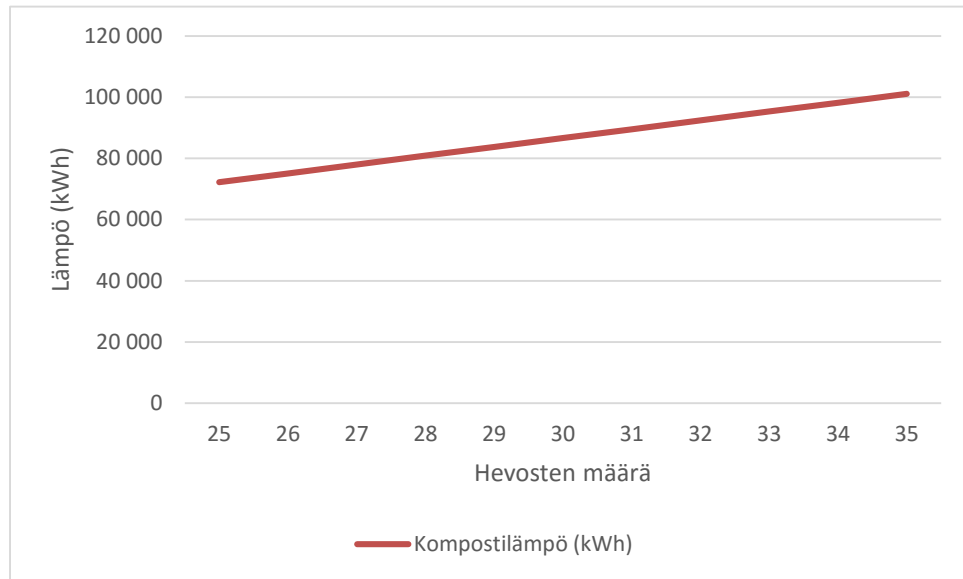
Kun huomioidaan tilan hevospäärä (25 – 35 kpl) sekä karsinoissa käytetty kuivike (puru-turveseos), voidaan sivun 5 taulukon 1 perusteella laskea, että kuivikelantaa syntyy vuodessa 500 – 700 m³ (187,5 – 262,5 tonnia). Tällä lantamäärällä on laskettu teoreettinen biokaasun energiapotentiaali, joka on kuvattu kuviossa 1. On kuitenkin otettava huomioon laidunkauden vaikutus, joten todellinen talteen kerättävä lantamäärä on pienempi. Lisäksi on huomioitava, että E-farmin laskelmat perustuvat sahanpurukuivikelantaan.



Kuvio 1. Biokaasun energiantuotantopotentiaali hevospäärän mukaan (E-farm Pro 2016).

Lannan kompostointi ja lämmöntalteenotto

Pihattorakennuksessa on kolme betoniloosia, joista yksi on lantala, ja kaksi hevosten suojavaikkoja. Kaikissa näissä tapahtuu lannan passiivista kompostoitumista ja samalla syntyy lämpöä huomattava määrä. Kuviossa 2 on esitetty teoreettinen lämmöntuottopotentiaali rumpukompostorilla perustuen Turusen (2013) tekemiin laskelmiin.



Kuvio 2. Lannan teoreettinen lämmöntuottopotentiali rumpukompostorilla hevosten määrän mukaan. (Turunen 2013)

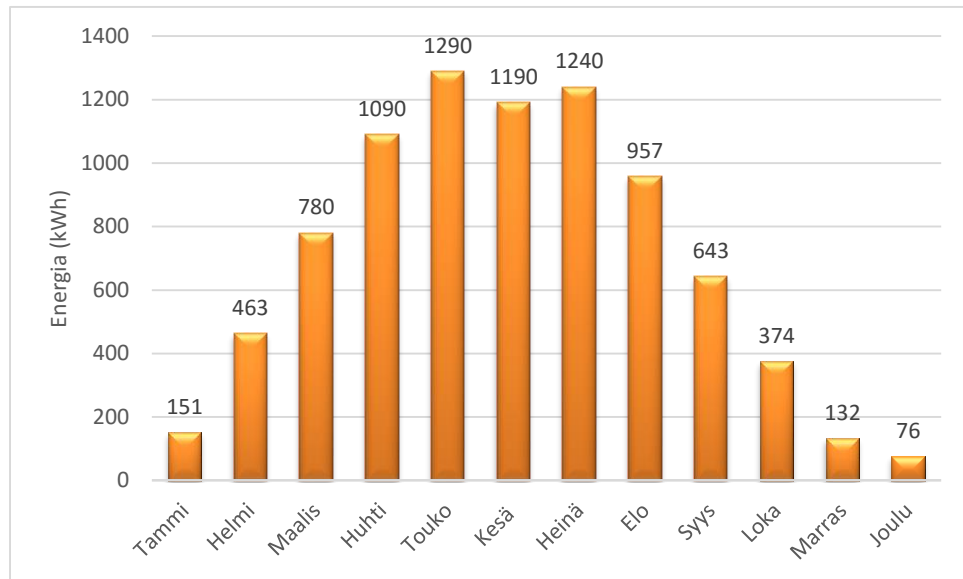
Olki

Tilalla ei viljellä viljaa, joten omaa oljentuotantoa ei ole. Hevosten karsinoiden kuivikkeena käytettävä olki ostetaan ulkopuolelta.

Aurinko ja tuuli

Arvioitu auringon keskimääräinen säteily määrä tilalla on 1 090 kWh/m² vuodessa. Arvioitu potentiaalinen energiantuotto 1 kW:n järjestelmällä olisi 838 kWh vuodessa, vastaavasti 10 kW:n järjestelmällä voitaisiin tuottaa 8 380 kWh. (PvGIS 2016)

Kuviossa 3 on esitetty energiantuotannon kuukausittainen vaihtelu 10 kW:n järjestelmällä.



Kuvio 3. Aurinkoenergian tuotantopotentiaalin kuukausittainen vaihtelu 10 kW:n järjestelmällä (PvGIS 2016).

Tuuliatlaksen (2016) tietojen mukaan keskituulennopeus alueella on 5,5 m/s 50 metrin korkeudella, mikä periaatteessa olisi riittävä tuulivoimalan toiminnan kannalta. Pientuulivoimalan korkeus on kuitenkin vain 5 – 30 metriä, jolloin tuulennopeus on pienempi. Vertailun vuoksi sääasemalla 10 metrin korkeudella mitattu keskituulennopeus on 1,5 m/s (Suomen Sääpalvelu Oy 2016). Tällä perusteella voidaan olettaa, että todellinen tuulennopeus on pienempi kuin Tuuliatlaksen ilmoittama.

6.2 Tila 2

Tilan päätuotantosuunta on hevostalous, jonka lisäksi viljellään kauraa ja heinää luomutuotantona. Viljelyalaa on yhteensä 80 ha, josta laidunkäytössä on 5 ha, riistapeltona 2 ha, viherkesantona 15 ha ja maisemanhoitoon on varattu 6,5 ha. Kauran viljelyala on 15 ha ja heinän 35 ha. Lisäksi tilalla on metsää 20 ha. Hevosten määrä on tällä hetkellä noin 40, mutta juuri valmistuneen aktiivitallin ansiosta paikkojen määrä tulee nousemaan 60: een. Karsinoissa käytetään kuivikkeena olkipellettiä, mutta tarkoituksena on vaihtaa se hamppuun. Pihatossa on olkikuivitus.

Tilan rakennuskanta koostuu asuinrakennuksesta (350 m²), tallirakennuksesta (1 280 m²), jonka yläkerrassa on kokous- ja saunatilat (150 m²), sekä maneesista (1 536 m²), jonka yhteydessä on lämmitetyt sosiaalityt (64 m²). Lisäksi tilalla on koneiden korjauspaja (450 m²), josta 150 m² on lämmintä tilaa.

Vuonna 2016 valmistunut ja juuri käyttöön otettu aktiivitalli on kokonaan kylmää tilaa. Siihen kuuluu pihattorakennus, heinä- ja väkirehuautomaatit sekä hevosten ulkoilualue. Tällä hetkellä aktiivitallissa asuu 15 hevosen lauma.

6.2.1 Energiankulutus

Asuinrakennuksen päälämmitysmuotona on öljylämmitys. Tilan omistajan mukaan lämmitykseen kuluu öljyä noin 3 000 litraa vuodessa, ja tilan kokonaissähkökulutus on ollut noin 120 MWh vuodessa.

Tallirakennuksessa ei ole erillistä sähkömittaria, ja aktiivitalli on juuri otettu käyttöön, joten sähkökulutuksen jakautumisesta ei ole saatavilla tarkkaa tietoa. Energiasuunnitelman mukainen arvio energiankulutuksen jakautumisesta tilalla on esitetty taulukossa 4.

Tallirakennuksen kokoustitoissa sekä varuste- ja kuivaushuoneessa on lattialämmitys. Lisäksi tallirakennuksessa on 3 kW ilmalämpöpumppu. Talli on valaistu loisteputkilampuilla. Maneesi on lämpöeristetty, mutta

varsinaista lämmitystä siellä ei ole. Katsomon yläpuolella on lämpösäteilijät, joita tosin ei ole käytetty. Maneesi on valaistu monimetallilampuilla, joita on yhteensä 27 kpl. Maneesin päädyssä on lisäksi erillinen lämmitettävä tila. Aktiivitalissa ei ole lämmitystä, mutta juomakupit on varustettu lämpövastuksella. Sähköä siellä kuluttavat yövalot, tietokone, heinä- ja väkirehuautomaatti sekä lämpövastukset.

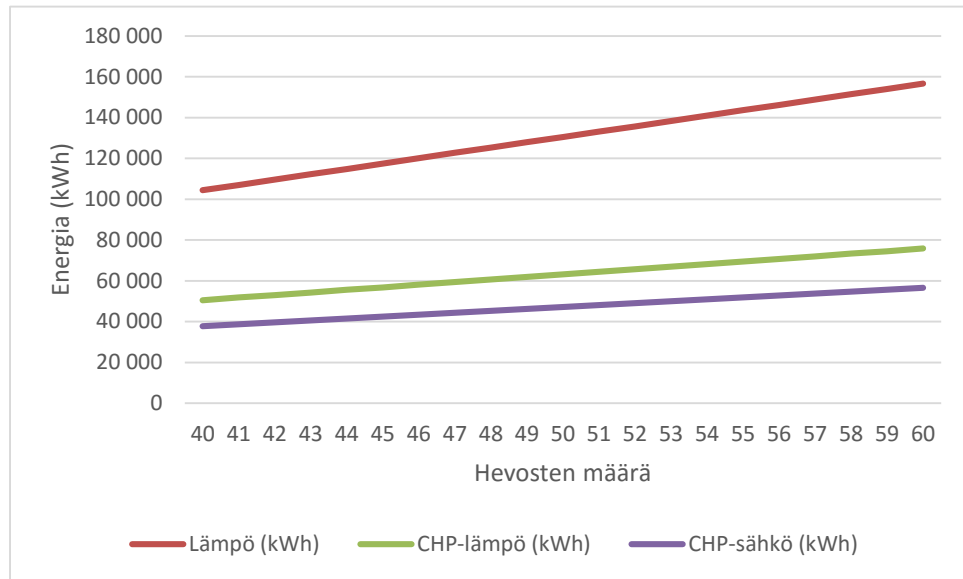
Taulukko 4. Arvio energiankulutuksen jakautumisesta tilalla 2.

	Lämmitys ja lämmin käyttövesi (kWh)	Laitesähkö (kWh)	Traktori (kWh)	Yhteensä (kWh)
Asuinrakennus	30 153	10 500		40 653
Hevostalli	39 494	12 000		51 494
Hevostalli, kokoustila	21 373	9 600		30 973
Aktiivitali	0	6 000		6 000
Maneesi	6 720	3 600		10 320
Paja	4 512	4 800		9 312
Viljely			122 000	122 000
Yhteensä	102 252	46 500	122 000	270 752

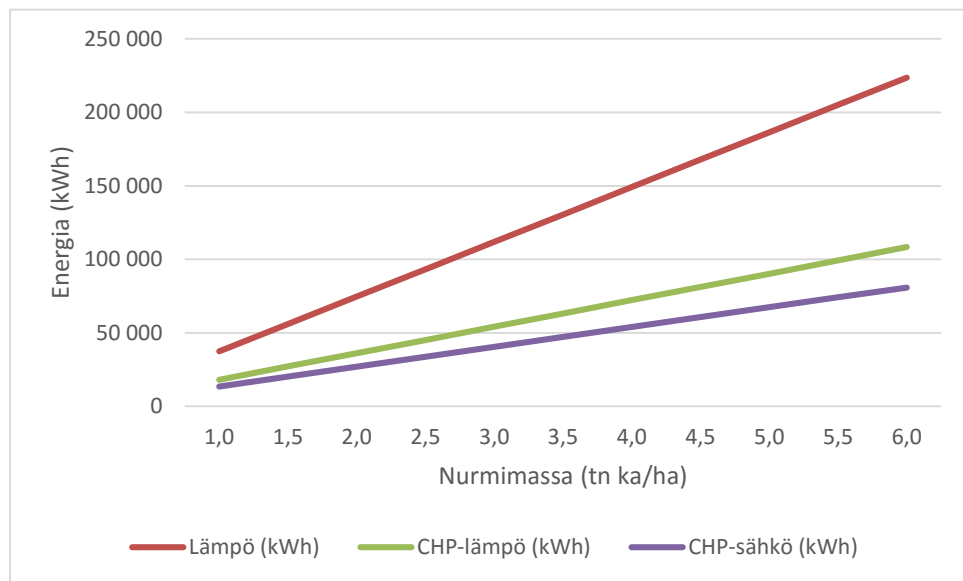
6.2.2 Energiantuotantopotentiaali

Biokaasu

Tilalla voitaisiin käyttää biokaasulaitoksen syötteenä hevosen lantaa ja nurmimassaa kesantoalalta. Kun huomioidaan tilan hevospäärä (40 – 60 kpl) sekä karsinoissa käytetty kuivike (olkipelletti), voidaan taulukon 1 perusteella laskea, että kuivikelantaa syntyy vuodessa 720 – 1080 m³ (270 – 405 tonnia). Tällä lantamäärällä on laskettu teoreettinen biokaasun energiapotentiaali, joka on esitetty kuviossa 4. On kuitenkin otettava huomioon laidunkauden vaikutus, joten todellinen talteen kerättävä lantamäärä saattaa olla pienempi. Lisäksi on huomioitava, että E-farmin laskelmat perustuvat sahanpurukuivikelantaan, jonka biokaasuntuotto on heikompi kuin olkipelletillä. Kesantoalan biokaasupotentiaalin vaihtelu on esitetty kuviossa 5.



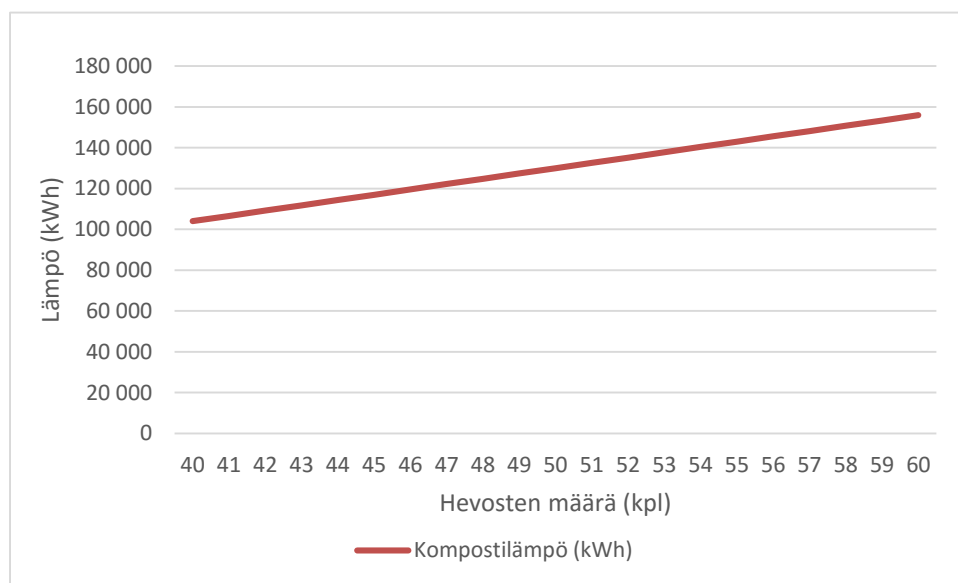
Kuvio 4. Biokaasun energiantuotantopotentiaali hevosten määrän mukaan (E-farm Pro 2016).



Kuvio 5. Biokaasun energiantuotantopotentiaali nurmisadon vaihtelun mukaan (E-farm Pro 2016).

Lannan kompostointi ja lämmöntalteenotto

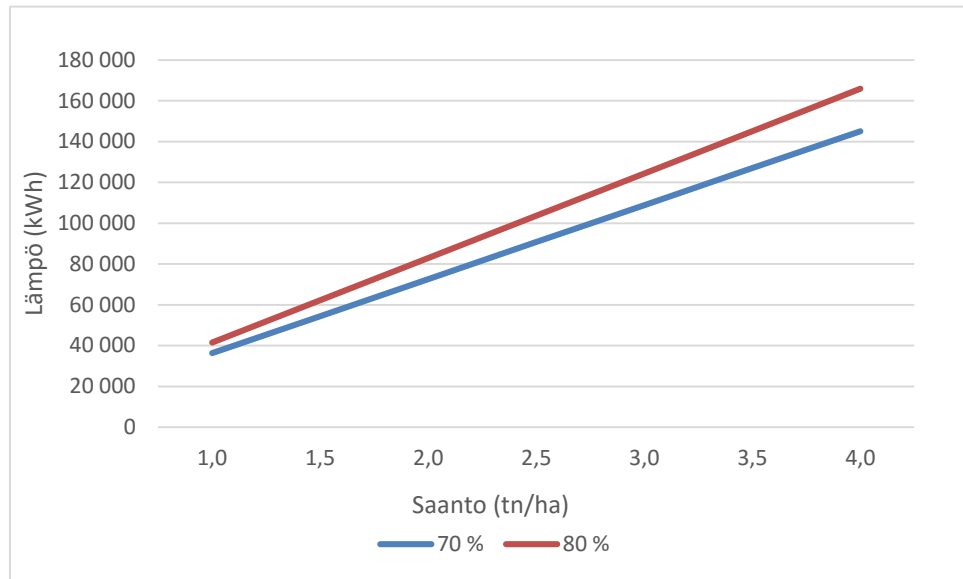
Sekä lantalassa että pihatossa tapahtuu lannan passiivista kompostoitumista. Kuviossa 6 on esitetty teoreettinen lämmöntuottopotentiali rumpukompostorilla hevospäärän mukaan perustuen Turusen (2013) tekemiin laskelmiin.



Kuvio 6. Lannan teoreettinen lämmöntuottopotentiali rumpukompostorilla hevospäärän mukaan (Turunen, 2013).

Olki

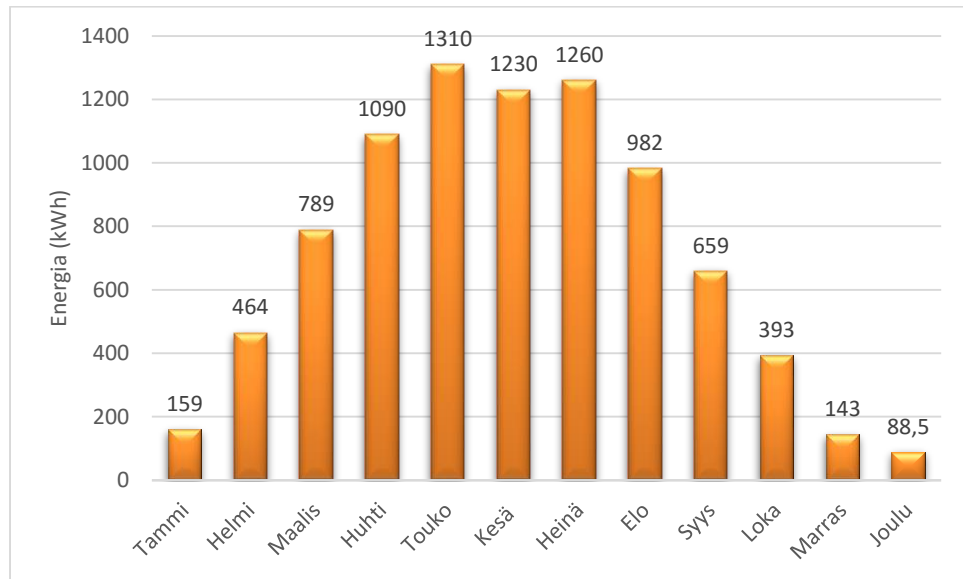
Tilalla viljellään kauraa 15 ha:n peltoalalla, jolloin sivutuotteena syntyy olkea. Kuviossa 7 on esitetty viljakasvien oljen teoreettisen lämpöenergiapotentialin vaihtelu 1 – 4 kuiva-ainetonnin hehtaarisadolla sekä automaattisella (80 % hyötysuhde) että erätäyttöisellä (70 % hyötysuhde) laitteistolla. On kuitenkin otettava huomioon, että kauran viljan poltto-ominaisuudet ovat melko haasteelliset. E-farm Pro -ohjelman laskelmissa ei myöskään oteta huomioon viljalajin vaikutusta oljen energiantuottopotentialiin.



Kuvio 7. Viljakasvien oljen lämpöenergiapotentiaali automaattisella (80 %) ja erätäyttöisellä (70 %) laitteistolla (E-farm Pro 2016).

Aurinko ja tuuli

Arvioitu auringon kesimääräinen säteily määrä tilalla on 1 100 kWh/m² vuodessa. Arvioitu potentiaalinen energiantuotto 1 kW:n järjestelmällä olisi 857 kWh vuodessa, vastaavasti 10 kW:n järjestelmällä voitaisiin tuottaa 8 570 kWh. (PvGIS 2016.) Kuviossa 8 on esitetty aurinkosähkön tuotannon kuukausittainen vaihtelu.



Kuvio 8. Aurinkoenergian tuotantopotentiaalin kuukausittainen vaihtelu 10 kW:n järjestelmällä. (PvGIS 2016)

Tuuliatlaksen tietojen mukaan keskituulennopeus on alueella 5,5 m/s 50 metrin korkeudella, mikä periaatteessa olisi riittävä tuulivoimalan toiminnan kannalta. Pientuulivoimalan korkeus on kuitenkin vain 5 – 30 metriä, jolloin tuulennopeus on pienempi. Edellisen tilan kohdalla löytyi vertailukelpoista tietoa tuulisuusolosuhteista 10 metrin korkeudella maanpinnasta, ja samalla perusteella voidaan olettaa, että todellinen tuulennopeus tilalla on pienempi kuin Tuuliatlaksen ilmoittama.

6.3 Tila 3

Tilan päätuotantosuunta on yhdistetty pelto- ja eläintalous. Sivutoimialana on hevoskasvatus. Tilalla on viljelyalaa yhteensä noin 100 ha, josta vehnää 12 ha, rehuohraa 14 ha, rypsiä 7 ha, laidunta 15 ha ja loput 52 ha heinäviljelyä. Lisäksi tilalla on metsää 102 ha. Tilalla on hevosia noin 25 kpl, lypsylehmiä 18 kpl ja lisäksi nuorkarjaa.

Rakennuskantaan kuuluu asuinrakennus (200 m²), navetta (600 m²), talli (270 m²) ja konehalli (120 m²). Lisäksi on kaksi pihattoa, kylmä maneesi sekä heinä- ja viljakuivuri. Lantalan tilavuus on noin 400 m³. Karsinoiden kuivikkeena käytetään olkea.

6.3.1 Energiankulutus

Tilan kokonaissähkökulutus vuositasolla on omistajan mukaan ollut noin 100 MWh, josta 20 MWh kuluu tallirakennuksessa. Tilalla seurataan sähkön- ja vedenkulutusta erillismittarien avulla. Asuinrakennuksen päälämmitysmuotona on hakelämmitys. Haketta on kulunut vuodessa noin 70 irtokuutiometriä. Tallissa sähköä kuluu valaistukseen, koneelliseen ilmanvaihtoon ja osittain lämmitykseen. Lämpimiä tiloja ovat varuste- ja kuivaushuone (18 m²) sekä sosiaalitalat. Navetta (600 m²) on kokonaan kylmää tilaa. Energiasuunnitelman mukainen arvio energiankulutuksen jakautumisesta tilalla on esitetty taulukossa 5.

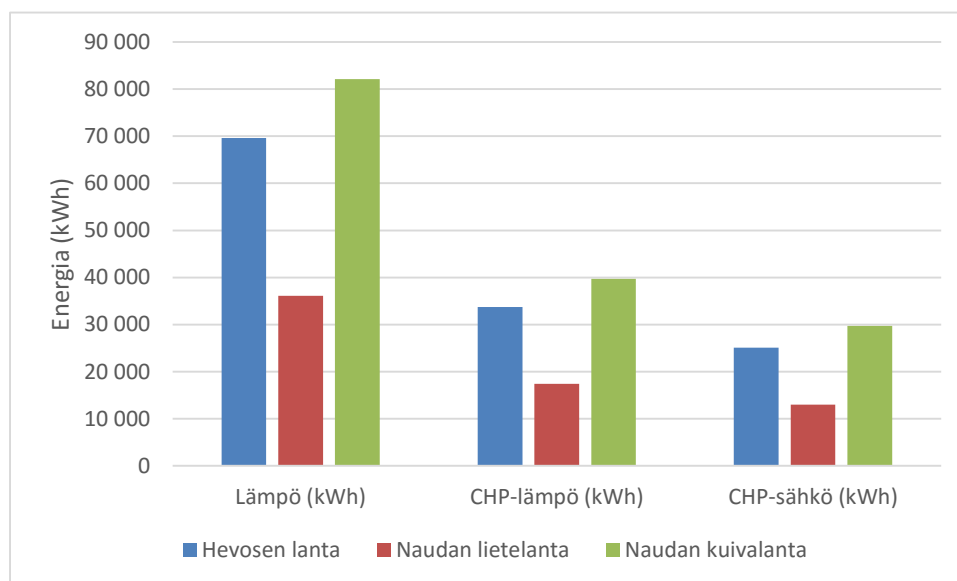
Taulukko 5. Energiasuunnitelman mukainen arvio energiankulutuksen jakautumisesta tilalla 3.

	Lämmitys ja lämmin käyttövesi (kWh)	Laitesähkö (kWh)	Traktori (kWh)	Yhteensä (kWh)
Asuinrakennus	39 373	8 000		47 373
Hevostalli + konehalli	8 666	20 600		29 266
Navetta	3 866	43 260		47 126
Kuivuri	20 400	2 100		22 500
Viljely			101 000	101 000
Yhteensä	72 305	73 960	101 000	247 265

6.3.2 Energiantuotantopotentiaali

Biokaasu

Biokaasulaitoksen syötteenä olisi mahdollista käyttää hevosen ja lehmän lantaa. Kuviossa 9 on esitetty teoreettinen biokaasun energiapotentiaali tilalla syntyvällä lantamäärällä.



Kuvio 9. Biokaasun energiantuotantopotentiaali eri syötteillä (E-farm Pro 2016).

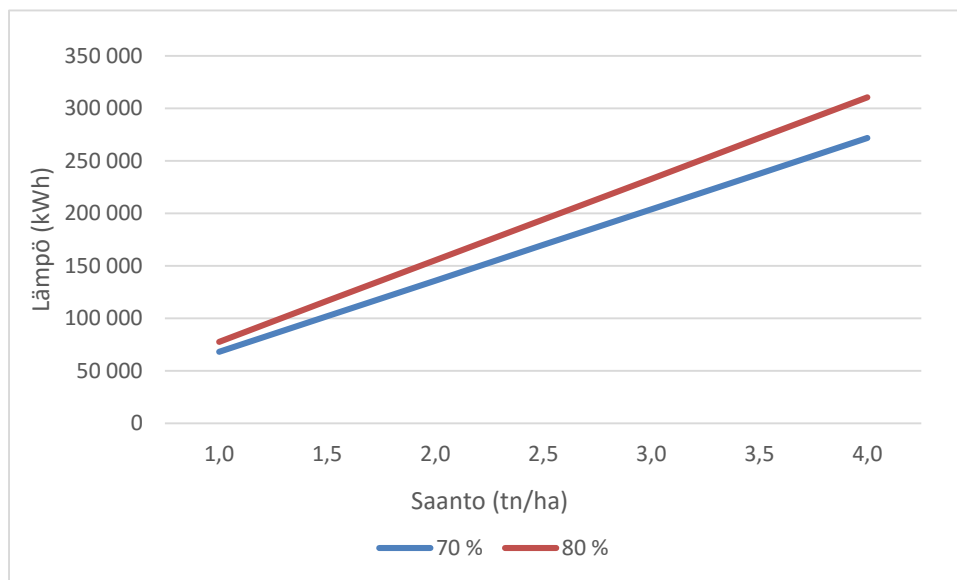
Lannan kompostointi ja lämmöntalteenotto

Sekä lantalassa, että pihatossa tapahtuu lannan passiivista kompostoitumista. Jos teoreettinen lämmöntuotto rumpukompostorilla on 1,1 kWh/kg kuiva-ainetta (Turunen 2013), niin 25 hevosen lannalla voitaisiin tuottaa lämpöä vuodessa 72 188 kWh.

Olki

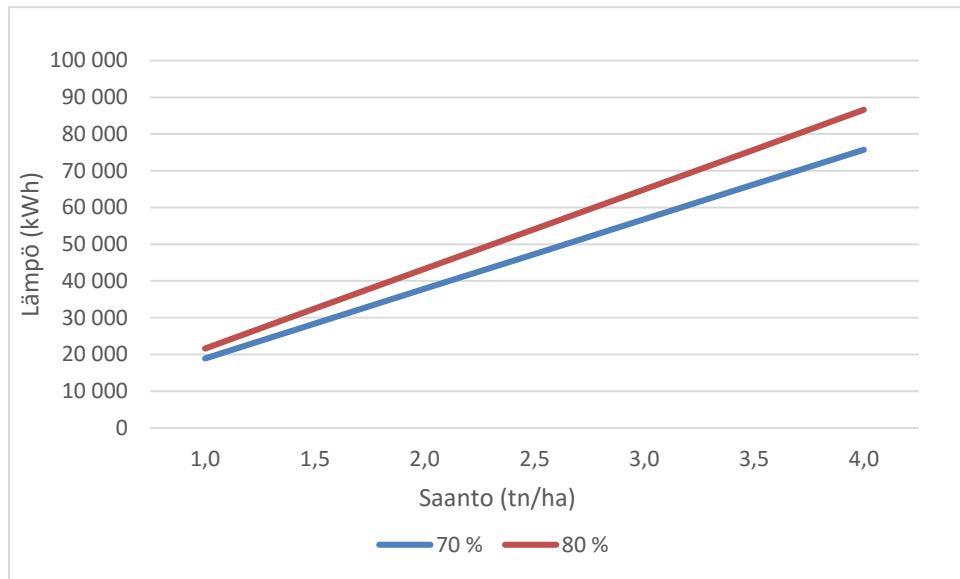
Tilalla viljellään vehnää 12 ha:n ja ohraa 14 ha:n peltoalalla, jolloin samalla syntyy olkea. Kuviossa 10 on esitetty viljakasvien oljen teoreettinen

lämpöenergiapotentiaalin vaihtelu 1 – 4 tonnin hehtaarisadolla sekä automaattisella (80 % hyötysuhde) että erätäyttöisellä (70 % hyötysuhde) laitteistolla. On otettava huomioon, että vehnällä ja ohralla on hiukan erilaiset lämpöarvot, mutta E-farmilla ei ole mahdollista eritellä viljalajeja.



Kuvio 10. Viljakasvien oljen lämpöenergiapotentiaali automaattisella (80 %) ja erätäyttöisellä (70 %) laitteistolla (E-farm Pro 2016).

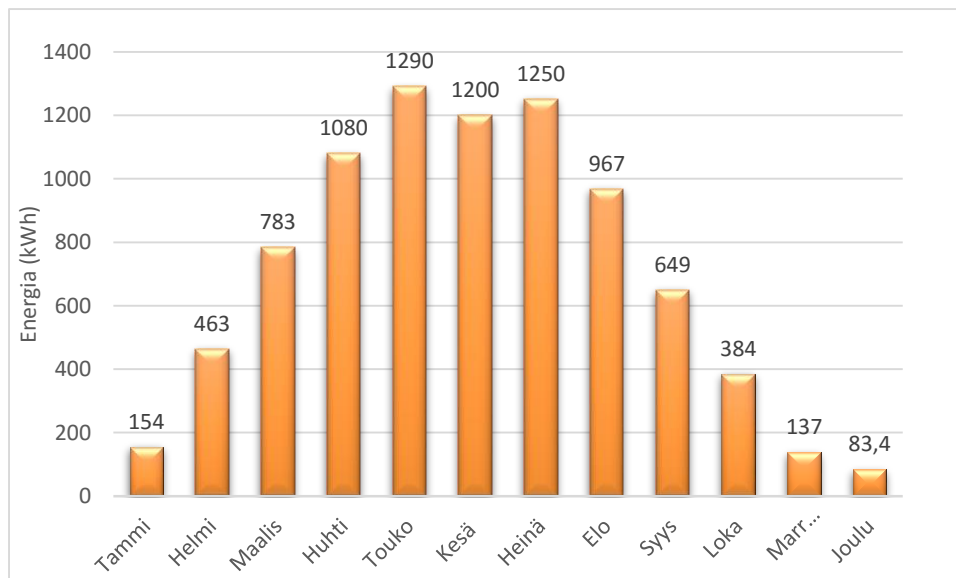
Tilalla viljellään myös rypsiä 7 ha:n peltoalalla. Rypsin olkea on myös mahdollista käyttää polttoaineena. Kuviossa 11 on esitetty rypsin oljen teoreettisen lämpöenergiapotentiaalin vaihtelu 1 – 4 tonnin hehtaarisadolla sekä automaattisella (80 % hyötysuhde) että erätäyttöisellä (70 % hyötysuhde) laitteistolla.



Kuvio 11. Öljykasvien oljen lämpöenergiapotentiaali automaattisella (80 %) ja erätäytteisellä (70 %) laitteistolla. (E-farm Pro 2016)

Aurinko ja tuuli

Arvioitu auringon säteily määrä tilalla on 1 100 kWh/m² vuodessa. Arvioitu potentiaalinen energiantuotto 1 kW:n järjestelmällä olisi 844 kWh vuodessa, vastaavasti 10 kW:n järjestelmällä voitaisiin tuottaa 8 440 kWh. (PvGIS 2016) Kuviossa 8 on esitetty aurinkosähkön tuotannon kuukausittainen vaihtelu.



Kuvio 12. Aurinkoenergian tuotantopotentiaalın kuukausittainen vaihtelu 10 kW:n järjestelmällä. (PvGIS 2016)

Tuuliatlaksen tietojen mukaan keskituulennopeus on alueella 5 m/s 50 metrin korkeudella, mikä periaatteessa olisi riittävä tuulivoimalan toiminnan kannalta. Pientuulivoimalan korkeus on kuitenkin vain 5 – 30 metriä, jolloin tuulennopeus on pienempi. Tilan 1 kohdalla löytyi vertailukelpoista tietoa tuulisuusolosuhteista 10 metrin korkeudella maanpinnasta, ja samalla perusteella voidaan olettaa, että todellinen tuulennopeus tilalla on pienempi kuin Tuuliatlaksen ilmoittama.

7 HEVOSTILOJEN ENERGIANEUVONNAN KEHITTÄMINEN

Energiasuunnitelmasta saa kokonaiskuvan energiankulutuksesta ja sen jakautumisesta tilalla. Edellytyksenä on, että lähtötietona on käytettävissä riittävästi tietoa energiajakeista ja kulutuskohteista. Lisäksi energiasuunnitelmassa lasketaan kesantonurmen, vilja-alan, lannan ja harvennettavan metsäalan energiapotentiaali vakioarvoilla. Tiloille suunnattua energianeuvontaa voisi laajentaa soveltamalla erityyppisille tiloille erilaisia suunnitelmamalleja. Monella hevosatilalla lannan käsittely aiheuttaa yhä enemmän ongelmia ja siitä saattaa aiheutua suuria kustannuksia. Tästä syystä erilaiset lannan energiahyötykäyttömahdollisuudet tulee tuoda esille ja arvioida energiantuotantopotentiaalia sekä vaihtoehtojen kannattavuutta laajemmin. Jälkiseuranta on olennaista, jotta saadaan tietää, miten tilanne on kehittynyt.

Kolmen esimerkkitalan tarkastelun perusteella vaikuttaa siltä, että suuri osa hevosiloilla tarvittavasta lämmöstä voitaisiin tuottaa lannan avulla. Yksittäisille tiloille kompostilämmön hyödyntäminen olisi paras vaihtoehto, kun taas biokaasulaitosta voi harkita useammalle tilalle yhteiseksi. Osa tilojen tarvitsemasta sähköstä olisi mahdollista tuottaa aurinkopaneelien avulla, koska kattopinta-alaa on runsaasti käytettävissä.

7.1 Energiatehokkuuden parantaminen

Hevostallien energiatehokkuutta voidaan parantaa samalla tavalla kuin useimmissa muissakin rakennuksissa. On tärkeää estää rakennusten lämmönhukka ja huolehtia rakenteiden tiiviyydestä. Talleissa lämmitystä kaipaavat tilat ovat lähinnä varuste- ja kuivatushuoneet sekä sosiaalitalat, jotka on syytä eristää kylmästä talliosuudesta pitämällä ovet suljettuina. Sähkön kulutusta voidaan pienentää vaihtamalla sähkölaitteet ja lamput energiatehokkaisiin versioihin sekä välttämällä niiden turhaa päällä pitämistä. Liiketunnistimet lamputta ovat myös hyvä ratkaisu.

Ratsastustalleilla sähköä kuluu myös kentän ja maneesin valaistukseen.

Jos tallilla on käytössä molemmat, kannattaa pimeään aikaan huolehtia siitä, etteivät ne ole turhaan valaistuna samanaikaisesti. Tallissa lisävalaistuksen tarvetta voidaan pienentää hyödyntämällä mahdollisuuksien mukaan luonnonvaloa ja suosimalla sisä rakenteissa valoa heijastavia vaaleita pintoja. Maneesin seinät on myös mahdollista rakentaa valoa läpäisevästä katemuovista, jolloin lisävalaistusta tarvitaan vain pimeällä. Lisähyötynä tulee auringon lämmittävä vaikutus esim. kevättalvella, kun ulkona on vielä kylmä.

Veden kulutusta on mahdollista säädellä esimerkiksi selkeällä ohjeistuksella hevosten ja varusteiden pesusta. Vesiautomaatit hevosten karsinoissa säästävät vettä, koska hevoset voivat juoda niistä sen verran kuin haluavat. Hevosten jalkojen kylmäyksessä taas on mahdollista käyttää tihkutusletkuja, joiden avulla kaikki jalat saadaan kylmättyä yhtä aikaa ja vettä säästyy 75 %.

Energiankulutukseen vaikuttavat olennaisesti myös ihmisten kulutustottumukset. Useilla talleilla liikkuu päivittäin paljon ihmisiä, kuten yksityishevosten omistajia tai ratsastuskoulujen oppilaita, joille tulisi jakaa tietoa energian säästämiseen liittyvistä käytännöistä. Tämä onkin olennainen ero verrattuna esim. maidon- ja lihantuotantotiloihin, joilla liikkuu pääosin vain tilan omaa väkeä. Erilliset sähkö- ja vesimittarit auttavat sähkökulutuksen seurannassa.

7.2 Energiantuotantomahdollisuuksien arviointi

Tässä selvityksessä tarkastellut lannan kompostilämmön talteenotto, aurinkoenergia ja tuulivoima ovat kokonaan uusia osia, jotka eivät kuulu vakiona nykyiseen Maatilan energiasuunnitelmaan Neuvo 2020 -järjestelmässä. Ne ovat myös monelle hevosetilalle mahdollisesti sopivia vaihtoehtoja. Erityisesti silloin, jos omaa metsää tai peltoa ei juuri ole, eikä biokaasulaitoksen perustaminen ole taloudellisesti kannattavaa.

Lannan energiantuotantopotentiaalin vaihteluun vaikuttaa moni tekijä, ja siksi sitä on syytä analysoida tarkemmin. Lannan kertymisen kannalta on

suuri merkitys sillä, kuinka suuren osan vuodesta hevoset viettävät laitumella (0 – 3 kk), josta lantaa ei kerätä talteen. Useilla talleilla tilanne on eri hevosilla erilainen. Tämä täytyy ottaa huomioon tarkkoja laskelmia tehdessä. Karsinoissa käytetyn kuivikkeen laatu ja määrä vaikuttavat myös kertyvän lannan määrään sekä biokaasuntuotantopotentiaaliin ja lannan kompostoitumiseen. Kesantoalalta saatavan nurmimassan määrä vaihtelee myös.

Kun arvioidaan lannasta tuotetun biokaasun energiapotentiaalia, ainoa varmasti tunnettu asia on metaanin energiasisältö. Metaanin osuus biokaasusta ja samalla myös biokaasun energiasisältö vaihtelevat. Kuivikkeen laatu ja määrä vaikuttavat tuotetun biokaasun laatuun ja määrään. Hevosien lannasta tuotetun biokaasun tuotantopotentiaalin arvioimisen haasteellisuus liittyykin lannan korkeaan kuivikepitoisuuteen (60 – 80 %). Kuivikemateriaalin valintaan vaikuttaa moni asia, kuten saatavuus, hinta, käyttötottumukset, mahdollinen lannoitekäyttö ja esteettiset kysymykset. Tilan omistajille on syytä jakaa tietoa myös kuivikkeen vaikutuksesta lannan energiahyötykäyttömahdollisuuksiin. Tässä työssä biokaasun tuotantopotentiaalin arvioinnissa käytettiin työvälineenä E-farm Pro -ohjelmaa, jonka laskenta perustuu purukuivikelantaan. Näin ollen esimerkkitulojen biokaasun energiapotentiaalista on voitu tehdä vain suuntaa antavia laskelmia.

Biokaasulaitos voi myös tarjota ratkaisun tilan lantahuolto-ongelmiin, jolloin sen hyötyjä tulisi arvioida laajemmin, kuin vain energiantuotannon kannalta. Näitä ovat mm. lannan käsittelyn ja kasvien hajoamisen aiheuttamien päästöjen väheneminen, ravinteiden ja orgaanisen aineen kierrätys sekä lannan hygieniointi. Voitaisiin myös selvittää mahdollisuuksia yhteislaitoksen perustamiseen muiden lähialueen tilojen kanssa.

Kompostilämmön hyödyntäminen on monelle hevosetilalle biokaasua soveltuvampi ratkaisu lannan energiahyötykäyttöä ajatellen. Tähän löytyy hyvinkin yksinkertaisia ratkaisuja, jotka eivät vaadi suuria investointeja,

kuten lantalan alle asennettu vesiputkistopiiri. Tällaisista järjestelmistä on saatu hyviä kokemuksia suomalaisilta hevostiloilta, mutta saatavilla ei ollut tietoa siitä, voiko lämmöntalteenotto tällä tavalla vaikuttaa heikentävästi lantalassa tapahtuvaan passiiviseen kompostoitumisprosessiin.

Rumpukompostorin avulla lannan kompostilämpö voidaan hyödyntää tehokkaammin. Tässä työssä tarkasteltiin esimerkkituloilla syntyvän lannan teoreettista lämmöntuottopotentiaalia, ja todettiin, että se riittäisi kattamaan suuren osan tilojen nykyisestä lämmön tarpeesta. Laskelmissa oli oletuksena, että käytössä on rumpukompostori ja kuivikkeena käytetään turvetta. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että todellinen lämmöntuotto voi olla huomattavasti pienempi.

Aurinkoenergian kohdalla on syytä kartoittaa kyseisen alueen säteilyolosuhteet, joiden perusteella voi arvioida potentiaalista vuosituottoa. Tämän lisäksi neuvonnassa tulee selvittää asiakkaalle, mitkä tekijät voivat vaikuttaa aurinkovoimalan todelliseen tuottoon sekä miten varmistetaan sähkön saatavuus silloin kun auringon säteily ei ole riittävää. On myös tärkeä selvittää, minkälainen järjestelmä sopii juuri kyseisen tilan tarpeisiin. Jos tilanomistajalla on kiinnostusta sijoittaa tällaiseen järjestelmään, olisi hänelle tarjottava neuvoja ja apua suunnitteluun. Aurinkoenergia on kannattavinta silloin, kun tuotettu sähkö pystytään hyödyntämään heti. Hevostiloilla rakennusten sähkönkulutus on yleensä suurimmillaan iltaisin, koska hevoset ovat päivällä ulkona tarhoissa tai laitumilla. Aurinkoenergia ei voi myöskään olla tilan ainoa energianlähde tuotannon epätasaisuuden takia, mutta sitä voidaan käyttää energiantuotannon osana.

Pientuulivoimala voi myös soveltua monelle hevostilalle energiantuotannon tueksi. Tilan omistajalle voidaan kertoa, että esimerkiksi Tuuliatlaksen avulla saadaan suuntaa antavaa tietoa paikallisista tuuliolosuhteista. Jos halutaan arvioida tarkemmin tuotantopotentiaalia, on syytä tehdä tarkempia mittauksia paikan päällä.

7.3 Suositukset tiloille

7.3.1 Tila 1

Biokaasu

Tällä hetkellä hevosen lanta olisi ainoa mahdollinen syöte, ja tilan hevospäärän (25 – 35 kpl) tuottama lantamäärä on niin vähäinen, ettei biokaasulaitoksen perustaminen nykytekniikalla ole kannattava vaihtoehto. Biokaasun tuotantopotentiaalia olisi mahdollista kasvattaa käyttämällä syötteenä esimerkiksi peltobiomassaa. Tällä hetkellä kaikki tilan pellot ovat kuitenkin laidunkäytössä. Hevosen lannan mädätykseen soveltuu parhaiten kuivamädätyslaitos, joita on hiljattain tullut markkinoille myös maatilakokoluokassa, mutta niiden toimivuudesta ei vielä ole käyttökokemuksia saatavilla. Märkämädätyslaitosta voisi harkita vaihtoehtona, mikäli tilalla olisi käytettävissä siihen sopivia syötteitä (esim. lietelanta), joita voitaisiin käyttää yhdessä hevosen lannan kanssa. Tällöin myös karsinoiden kuivike olisi hyvä vaihtaa esim. olkisilppuun tai -pellettiin.

Kompostilämpö

Omistajien toiveena on saada lämmitys nykyisin kylmään pihattoon. Lämpöä tarvittaisiin lähinnä talvella, ja silloinkin vain muutama aste enemmän ulkoilämpötilaan verrattuna. Lisäksi varustehuoneisiin (20 m² + 20 m²) haluttaisiin lämmitys. Tähän tarkoitukseen olisi mahdollista hyödyntää lantalan ja pihatton yhteyteen asennettavaa lämmöntalteenottojärjestelmää. Yksinkertaisimmillaan se on betonilaatan alle asennettava keruuputkisto, jossa kiertää pakkasenkestävä neste (esim. vesi-glykoliseos). Tällaisen järjestelmän investointikustannukset ovat pienet, ja koska kompostilämpöä syntyy joka tapauksessa, ratkaisua voidaan pitää kannattavana. Tämän kokoluokan talleilla on tiettävästi käytössä myös lämmöntalteenottojärjestelmällä varustettuja rumpukompostoreita, jollaisesta voi pyytää tarjouksen valmistajalta.

Oiki

Tilalla ei ole omaa viljantuotantoa.

Aurinkoenergia

Aurinkoenergian ja tuulivoiman hyödyntäminen ovat olleet omistajilla harkinnassa. Kuten aiemmin todettiin, hevostallin sähkönkulutusta ajatellen aurinkoenergia ei ole sopivin ratkaisu, mutta sitä voidaan hyödyntää energiantuotannon tukena. Samoin osa asuinrakennuksen kuluttamasta sähköstä on mahdollista tuottaa tallin katolle asennettavilla aurinkopaneeleilla. Asuinrakennuksessa on käytössä suora sähkölämmitys, ja energiasuunnitelmassa arvioitu sähkönkulutus on 37 602 kWh/v, josta laitesähkön osuus on 5 750 kWh. Kesällä lämmitykseen tarvittavan sähkön määrä on melko vähäinen, mutta laitesähkön kulutus jakautuu arvion mukaan tasaisesti ympäri vuoden. Sähkön kulutus kuukautta kohden olisi silloin 479 kWh. Kuviosta 3 voidaan nähdä, että maaliskuusta syyskuuhun olisi teoriassa mahdollista tuottaa tarvittava määrä sähköä aurinkoenergialla, jos käytössä olisi 10 kW:n järjestelmä. Tällöin paneelien tarvitsema pinta-ala on noin 66 m² (Areva Solar Oy 2016). Tallirakennuksen ja pihaton pinta-ala on yhteensä 460 m². Kattopinta-alasta noin puolet on etelään päin. Näin ollen tilaa olisi riittävästi. On kuitenkin pidettävä mielessä, että auringon säteilyteho on täysin riippuvainen säätilasta – pilvisellä säällä tuotto on lähes olematon. Koska energiantuotantoa ei voida kokonaan laskea aurinkoenergian varaan, kannattaa investoida aluksi pienempään järjestelmään, jolloin saadaan käsitys sen todellisista hyödyistä.

Tuulivoima

Pientuulivoimala voisi toimia apuna sähköntuotannossa. Tilalla käytettävä vesi tulee omasta kaivosta, joten veden pumppaukseen voisi käyttää tuulivoimaa. Tästä olisi apua esimerkiksi veden jakelussa laitumille. Alueen tuulisuustietoja on kartoitettu luvussa 6, mutta mikäli

pientuulivoimalan perustamista harkitaan, on suositeltavaa teettää tarkemmat mittaukset paikallisista tuuliolosuhteista.

7.3.2 Tila 2

Biokaasu

Tällä tilalla syntyvä lantamäärä on huomattavasti suurempi kuin edellisellä ja kuivikkeena käytetty olkipelletti soveltuu biokaasun tuotantoon hyvin. Syötteenä voitaisiin käyttää myös kesantoalalta saatavaa nurmimassaa. Kun tilan hevospäärä nousee 60:een, biokaasun energiapotentiaali olisi yhteensä noin 320 – 360 MWh lämpöenergiaa. Hevosen lannan mädätykseen soveltuu parhaiten kuivamädätyslaitos, joita on hiljattain tullut markkinoille myös maatilakokoluokassa, mutta niiden toimivuudesta ei vielä ole käyttökokemuksia saatavilla. Mahdollisuuksia kuivamädätyslaitoksen perustamiseen tulevaisuudessa kannattaa selvittää.

Kompostilämpö

Lantalassa ja pihatossa tapahtuu lannan kompostoitumista, josta syntyvä lämpö kannattaisi ottaa talteen ja hyödyntää esim. tallin lattialämmityksessä tai käyttöveden lämmityksessä. Yksinkertaisimmillaan lämmöntalteenottojärjestelmä on betonilaatan alle asennettava keruuputkisto, jossa kiertää pakkasenkestävä neste (esim. vesiglykoliseos). Tällaisen järjestelmän investointikustannukset ovat pienet, ja koska kompostilämpöä syntyy joka tapauksessa, ratkaisua voidaan pitää kannattavana. Tämän kokoluokan talleilla on tiettävästi käytössä myös lämmöntalteenottojärjestelmällä varustettuja rumpukompostoreita, jollaisesta voi pyytää tarjouksen valmistajalta.

Olki

Tilalla on omaa viljantuotantoa, jonka sivutuotteena syntyy olkea. Oljen lämpöenergiapotentiaali on esitetty kuviossa 7. Keskimääräisellä

olkisadolla 3 tn ka/ha lämpöenergiaa voitaisiin tuottaa laitteistosta riippuen 109 – 125 MWh/v. Lämpöenergiaa kuluu tilalla energiasuunnitelman mukaan 103 MWh/v. Tilalla on tällä hetkellä käytössä öljy- ja sähkölämmitys, joten energiaomavaraisuutta voitaisiin parantaa lämmitysjärjestelmän vaihdolla. Mikäli olkea halutaan käyttää ainoana polttoaineena, sitä varten on hankittava polttoon soveltuva kattila.

Aurinkoenergia

Tilan omistajat ovat harkinneet aurinkopaneelien käyttöönottoa, mutta niiden kannattavuudesta kaivattaisiin laskelmia. Tälläkin tilalla energiankulutus painottuu iltaan, jolloin aurinkoenergiaa ei ole saatavilla. Aktiivitalissa sähköä tosin kuluu päivälläkin, mutta kulutustietoja ei vielä ole tiedossa. Tähän tarkoitukseen voi olla kannattavaa hyödyntää aurinkosähköä, kunhan järjestelmä mitoitetaan sopivaksi. Lisäksi tilalle on suunnitteilla kävelytyskone, jossa sähköä tarvitaan päivälläkin. Tallirakennuksen yläkerran kokoustiloissa aurinkosähköä voitaisiin myös hyödyntää, mikäli niitä käytettäisiin päivällä. Kokoustilojen laitesähkön kulutuksen on arvioitu olevan 9 600 kWh, ja mikäli se jakautuu tasaisesti ympäri vuoden, kuukausikohtainen kulutus on 800 kWh. Kuviosta 12 voidaan nähdä, että 10 kW:n järjestelmällä olisi teoriassa mahdollista tuottaa tähän tarkoitukseen riittävä määrä sähköä huhtikuusta elokuuhun. Tallirakennuksessa, maneesissa ja aktiivitalin pihatossa on runsaasti kattopinta-alaa, jolle aurinkopaneelit voitaisiin asentaa. Esimerkiksi maneesin pinta-ala on 1 472 m² ja puolet kattopinta-alasta on etelään päin. Paneelien tarvitsema pinta-ala 10 kW:n järjestelmässä on noin 66 m² (Areva Solar Oy 2016). Tilaa siis olisi riittävästi. On kuitenkin pidettävä mielessä, että auringon säteilyteho on täysin riippuvainen säätilasta – pilvisellä säällä tuotto on lähes olematon. Koska energiantuotantoa ei voida kokonaan laskea aurinkoenergian varaan, kannattaa investoida aluksi pienempään järjestelmään, jolloin saadaan käsitys sen todellisista hyödyistä.

Tuulivoima

Pientuulivoimala voisi toimia apuna sähköntuotannossa. Tilalla käytettävä vesi tulee omasta kaivosta, joten veden pumppaukseen voisi käyttää tuulivoimaa. Tästä olisi apua esimerkiksi veden jakelussa laitumille. Alueen tuulisuustietoja on kartoitettu luvussa 6, mutta mikäli pientuulivoimalan perustamista harkitaan, on suositeltavaa teettää tarkemmat mittaukset paikallisista tuuliolosuhteista.

7.3.3 Tila 3

Biokaasu

Tilalla on hevosten lisäksi lypsykarjaa, joten märkämädätyslaitoksen syötteenä voitaisiin käyttää myös lietelantaa. Nykyisellä eläinmäärällä lietelantaa ei kuitenkaan synny riittävästi suhteessa hevosen lantaan, joten laitokseen tarvittaisiin lisäksi jotain nestemäistä syötettä. Kuivikkeena käytettävä olki sopii silputtuna hyvin biokaasun tuotantoon. Hevosen lannan mädätykseen soveltuu parhaiten kuivämädätyslaitos, joita on hiljattain tullut markkinoille myös maatilakokoluokassa, mutta niiden toimivuudesta ei vielä ole käyttökokemuksia saatavilla. Tila sijaitsee alueella, jolle on keskittynyt myös muita hevostiloja. Yhteisen biokaasulaitoksen perustamista voisi pitää ratkaisuna, jota kannattaisi selvittää tarkemmin.

Kompostilämpö

Tilalla oli jo aiemmin kokeiltu lämmöntalteenottojärjestelmän käyttöönottoa asentamalla lantalan betonilaatan alle keruuputkisto. Koska nesteenä käytettiin pelkkää vettä, putkisto pääsi jäätymään pakkasella rikkoen samalla betonilaatan. Jos putkistossa käytettäisiin pakkasen kestäväää nestettä, järjestelmä voisi toimia hyvin. Myös rumpukompostoria kannattaa harkita. Silloin lannan käsittely nopeutuisi, ja lantalan vaatima tila saataisiin muuhun käyttöön. Lämpöpumpun avulla kompostorissa syntyvä

lämpö voitaisiin hyödyntää tallirakennuksen tilojen lämmityksessä tai mahdollisesti myös asuinrakennuksessa.

Olki

Tilalla on omaa viljan- ja öljykasvintuotantoa, jonka sivutuotteena syntyy olkea. Olkien lämpöenergiapotentialiaali on esitetty kuvioissa 10 ja 11. Lämmityksessä käytetään tällä hetkellä hakekattilaa, jossa poltettava hake saadaan omasta metsästä. Tältä osin tilalla ollaan jo nyt pitkälti energiaomavaraisia lämmityksen suhteen, eikä oljen polttoa varten tarvittavaa kattilaa näin ollen liene kannattavaa hankkia. Olki pystytään myös hyödyntämään karsinoissa kuvikkeena.

Aurinkoenergia

Tilan rakennuksissa on runsaasti kattopinta-alaa, jolle aurinkopaneelit voitaisiin asentaa, ja hyödyntää aurinkoa apuna energiantuotannossa. Järjestelmä täytyy kuitenkin mitoittaa tilan käyttöön sopivaksi, ja ottaa huomioon sähköntuotannon vaihtelevuus. Kesällä lämmitykseen tarvittavan energian määrä on melko vähäinen, mutta laitesähkön kulutus jakautuu arvion mukaan tasaisesti ympäri vuoden. Esimerkiksi asuinrakennuksen sähkön kulutus kuukautta kohden olisi silloin 667 kWh/kk. Kuvioista 12 voidaan nähdä, että maaliskuusta elokuuhun olisi teoriassa mahdollista tuottaa tarvittava määrä sähköä aurinkoenergialla, jos käytössä olisi 10 kW:n järjestelmä. Tällöin paneelien tarvitsema pinta-ala on noin 66 m² (Areva Solar Oy 2016). Navetan pinta-ala on 600 m². Kattopinta-alasta noin puolet on etelään päin. Näin ollen esimerkiksi siinä olisi tilaa riittävästi. On kuitenkin pidettävä mielessä, että auringon säteilyteho on täysin riippuvainen säätilasta – pilvisellä säällä tuotto on lähes olematon. Koska energiantuotantoa ei voida kokonaan laskea aurinkoenergian varaan, kannattaa investoida aluksi pienempään järjestelmään, jolloin saadaan käsitys sen todellisista hyödyistä. Tilalla on käytössä viljakuivuri, joka kuluttaa vuodessa öljyä noin 2 000 litraa. Markkinoille on äskettäin tulleet aurinkoenergialla toimivia kuivureita, jollaista kannattaa harkita tällekin tilalle.

Tuulivoima

Pientuulivoimala voisi myös toimia apuna energiantuotannossa. Alueen tuulisuustietoja on kartoitettu luvussa 6, mutta mikäli pientuulivoimalan perustamista harkitaan, on suositeltavaa teettää tarkemmat mittaukset paikallisista tuuliolosuhteista.

8 YHTEENVETO

Suomalaisilla hevosiloilla on mahdollisuuksia parantaa energiaomavaraisuuttaan, kunhan ne vain osataan tunnistaa. Maaseutuviraston Neuvo 2020 -palvelu tarjoaa tähän apua mm. energianeuvonnan ja -suunnittelun muodossa. Tämän opinnäytetyön yhteydessä laadittiin kolmelle erilaiselle hevosilalle Maatilan energiasuunnitelma Neuvo 2020 -palveluna. Tarkoituksena oli selvittää, miten energianeuvontaa ja -suunnittelua voitaisiin kohdentaa hevosiloille sopivaksi sekä miten tilojen energiantuotantopotentiaalia voitaisiin arvioida tarkemmin. Esimerkkitulojen energiantuotantopotentiaalia tarkasteltiin biokaasun tuotannon, lannan kompostilämmön hyödyntämisen ja oljen polttoainekäytön osalta. Lisäksi tarkasteltiin tilojen mahdollisuuksia hyödyntää aurinkoenergiaa ja tuulivoimaa sähköntuotannon tukena. Energiapotentiaalin arvioinnissa käytettiin apuna internet-pohjaisia laskureita ja sovelluksia.

Energiatehokkuutta hevosiloilla voidaan parantaa samoin kuin muuallakin, eli estämällä rakennusten lämmönhukka, käyttämällä energiatehokkaita sähkölaitteita ja välttämällä niiden turhaa päällä pitämistä sekä suunnittelemalla tilojen käyttö mahdollisimman tehokkaaksi. Energian säästämiseen liittyvistä käytännöistä tiedottaminen on erityisen tärkeää, koska monilla talleilla liikkuu päivittäin useita ihmisiä, joilla kaikilla on omat käyttötottumuksensa. Erillisten sähkö- ja vesimittarien käyttö on suositeltavaa, jotta saadaan tietoa kulutuksen todellisesta jakautumisesta.

Koska lanta on hevosiloille yhtä aikaa yhä suurempi jäteongelma sekä hyödyntämätön energianlähde, hevosilojen energianeuvonnassa on olennaista kartoittaa lannan hyötykäyttömahdollisuudet. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin esimerkkitulojen mahdollisuuksia hyödyntää hevosen lantaa biokaasun tuotannossa sekä ottamalla talteen lannan kompostilämpö. Tällä hetkellä tietävästi yksikään biokaasulaitos ei vielä toimi pelkällä hevosen lannalla, vaikka se soveltuukin biokaasun syötteeksi. Hevosen lannan käsittelyyn soveltuvia maatilakokoluokan

kuivamädätyslaitoksia on jo ilmaantunut markkinoille, mutta käyttökokemuksia ei toistaiseksi ole saatavilla. Tekniikka on vielä uutta ja hinta on korkea, joten harvalla yksittäisellä tilalla on resursseja investoida tällaiseen ratkaisuun. Useamman tilan yhteisen biokaasulaitoksen perustaminen voisi kuitenkin olla vaihtoehto.

Kompostilämmön hyödyntäminen on monelle hevosvilalle biokaasua soveltuvampi ratkaisu lannan energiahyötykäyttöä ajatellen. Jokaisella hevosvilalla tulisi olla käytössä lain edellyttämä lannan varastointijärjestelmä, jossa tapahtuu passiivista tai aktiivista kompostoitumista, ja samalla syntyy lämpöä. Tämän lämmön talteenotto ja hyödyntäminen tilojen tai käyttöveden lämmitykseen eivät välttämättä vaadi monimutkaista tekniikkaa tai suuria investointeja, joten sitä voi suositella jokaiselle tilalle, vaikka lämmöntuottopotentiaalın arviointi onkin haasteellista. Esimerkkituloista yhdellä oli jo pohdittu kompostilämmön hyödyntämistä, mutta tietoa tekniikan toimivuudesta kaivattiin lisää. Toisella tilalla oli jo kokeiltu järjestelmän käyttöönottoa, mutta se epäonnistui teknisistä syistä. Neuvontaa ja tiedotusta aiheesta siis tarvitaan.

Osa tilojen tarvitsemasta sähköstä olisi mahdollista tuottaa aurinkoenergian avulla. Tallirakennuksissa ja maneeseissa on usein runsaasti kattopinta-alaa, jolle aurinkopaneelit voidaan asentaa. On kuitenkin otettava huomioon, että aurinkoenergian tuottaminen on kannattavinta silloin, kun se saadaan hyödynnettyä välittömästi. Energiantuotanto myös vaihtelee sääolosuhteiden ja vuodenaikojen mukaan, joten sitä ei voi ajatella ainoana energianlähteenä. Olennaista onkin mitoittaa järjestelmä tilan omaan käyttöön sopivaksi, jolloin vältetään tuottamasta ylijäämäsähköä.

Pientuulivoimala voisi myös toimia apuna hevosvilojen energiantuotannossa, ja sellaisia onkin käytössä useilla maatiloilla. Kaikki tässä työssä tarkastellut esimerkkivilat sijaitsevat alueilla, joilla tuulennopeus olisi energiantuotannon kannalta riittävä 50 metrin

korkeudella. Pientuulivoimaloiden korkeus on yleensä 5 – 30 metriä, jolloin myös tuulennopeus on pienempi, joten ennen kuin pientuulivoimalaa lähdetään perustamaan, on syytä selvittää paikalliset tuuliolosuhteet tarkemmilla mittauksilla.

Lisätutkimusta hevosen lannan energiahyötykäyttömahdollisuuksista tarvitaan edelleen ja sitä tehdäänkin koko ajan. Hevosen lannan kuivikepitoisuus on usein korkea, noin 60 – 80 %, joten kuivikkeen laadulla on suuri merkitys lannan hyötykäyttöä ajatellen. Puupohjaiset kuivikkeet ovat poltto-ominaisuuksiltaan parhaita, kun taas turve tai olki kompostoituvat nopeammin, ja sopivat myös biokaasun tuotantoon. Tuoreen tutkimustiedon mukaan hevosen lannan metaanintuottopotentiaalin vaihteluväli on 40 – 170 m³/tVS kuivikkeen laadusta ja määrästä riippuen. Vertailun vuoksi MTT:n ja Ukipolisin Biokaasulaskurissa käytetty arvo on 200 m³/tVS (Riihimäki & al. 2014).

Kun halutaan arvioida tarkemmin tilalla kertyvän lannan biokaasupotentiaalia, on selvitettävä, mitä kuiviketta karsinoissa käytetään, ja mikä on todellinen tilalla kertyvä lantamäärä. Jos todellista määrää ei ole tiedossa, sen laskemisessa tulisi huomioida hevosten lukumäärän lisäksi niiden koko, sekä montako kuukautta vuodesta ne viettävät laitumella. Kuivikemateriaalin vaikutuksesta lannan tilavuuspainoon löytyy kuitenkin melko vähän tietoa, joten tästäkin tarvittaisiin jatkotutkimusta.

Myös kompostilämmön hyödyntämiseen liittyviä jatkotutkimusaiheita nousi esille tätä selvitystä tehdessä. Avoimia kysymyksiä ovat esimerkiksi, miten kuivikemateriaali vaikuttaa kompostilämmöntuottoon, ja kuinka lämmöntalteenotto esimerkiksi lantalasta vaikuttaa siinä tapahtuvaan passiiviseen kompostoitumisprosessiin.

LÄHTEET

- Ahokas, J. 2016. Rakennusten lämmitys ja lämpöhäviöt. Helsingin Yliopisto Agroteknologia. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://www.energia-akademia.fi/attachments/article/74/Rakennusten_l%C3%A4mmitys_ja_l%C3%A4mp%C3%B6h%C3%A4vi%C3%B6t_netti.pdf
- Alakangas. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/t2045.pdf>
- Airaksinen, S. 2006. Bedding and Manure Management in Horse Stables. Kuopion yliopisto. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_951-27-0443-9/index.html
- Areva Solar Oy. 2016. Aurinkolaskuri. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.arevasolar.fi/fi/aurinkolaskuri>
- E-farm Pro. 2016. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.efarm.fi/>
- Energiavirasto. 2016. Syöttötariffin määräytyminen ja markkinahinnat. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/syottotariffin-maaraytyminen-ja-markkina-hinnat>
- European Commission. 2016. 2020 climate & energy package. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm
- Fagerström, P., Kyrö, A., Aalto, A., Kuparinen, K., Ekholm, E. 2013. Selvitys Orimattilan hevoskylän lannan hyödyntämiseksi. Ladec Oy.
- Fortum Oyj. 2016. Fortumin HorsePower ratkaisee tallien lantaongelman. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/countries/fi/lampo/tulevaisuuden-lampo/horsepower/pages/default.aspx>

Hippolis. 2012. Mahdollisuuksien hevonen – Hevosalan kehittämisohjelma. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa:

http://www.hippolis.fi/yhteistyö_ ja_ edunvalvonta/mahdollisuuksien_ hevonen-kehittämistö/

Hippolis. 2016a. Hevostalous lukuina 2015. [Viitattu 15.8.2016].

Saatavissa: http://www.hippolis.fi/hevosala/hevostalous_lukuina/

Hippolis 2016b. Lantahuoltoon liittyviä hyviä käytäntöjä. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa:

http://www.hippolis.fi/fi_innohorse/fi_manure/fi_good_practices/

Jodat. 2016. Aurinkosähkön omakulutus. Jodat Ympäristöenergia Oy.

[Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa:

http://www.energiakauppa.com/epages/energiakauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014082005/Categories/Aurinkosaehkoe/Aurinkosaehkoen_omakulutus

Jätelaki 646/2011. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Kaivosoja, L., Kivikko, J. ja Peltola, A. 2011. Päijät-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienenergiaa – kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti hyödyntäen. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Kauppinen, P. 2005. Hevoslannan hyötykäytön mahdollisuudet.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [Viitattu 15.8.2016]

Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20538/hevoslannan_hyotykaytto_12.pdf?sequence

Laurila, J. ja Saarinen, J. 2014. Peltobiomassojen korjuu ja sen ympäristövaikutukset - kohdealueena Varsinais-Suomi ja Satakunta.

[Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa:

http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/481%20biotalous%20RAKI/Raportti_Peltobiomassojen_hyodyntaminen_29102014.pdf

Maaseutuvirasto. 2016. Maatilojen neuvontajärjestelmä. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/neuvoja/neuvo2020/Sivut/default.aspx>

Motiva Oy. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf

Motiva Oy. 2014. Auringosta lämpöä ja sähköä. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/10585/Auringosta_lampoa_ja_sahkoa_\(2014\).pdf](http://www.motiva.fi/files/10585/Auringosta_lampoa_ja_sahkoa_(2014).pdf)

Pesonen, I., Virtanen, H., Jansson, H. 2008. Hyvinvoiva, turvallinen ja ympäristöystävällinen talli. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.hippos.fi/files/1373/talliopas08.pdf>

PvGIS. 2016. Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Pihkala, T. 2016. Tilan omistaja. Laalahden tila. Haastattelu 12.8.2016.

ProAgria Oulu. 2014. Uusiutuvaa energiaa maataloudessa. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/tiedotteet-2014/uusiutuvaa_energiaa_maataloudessa.pdf

Riihimäki, M., Mahal, K., Suoniemi, J., Nurmio, J., Sirkiä, S., Marttinen, S., Pyykkönen, V., Winquist, E. 2014. Biokaasulaskuri.fi – Biokaasulaskurin käyttöohje. Ukipolis Oy. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Suomen Sääpalvelu Oy. 2016. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <https://www.saapalvelu.fi/>

Suomen Tuulivoimayhdistys. 2016. Tietoa tuulivoimasta. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta>

Säikkö, R-L. 2012. Hevosenlannan nykykäyttö ja hyödyntämismahdollisuudet energiantuotannossa Suomessa. Kandidaatintyö ja seminaari. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/84450/S%c3%a4ikk%c3%b6_Riikka-Liisa_Kandidaatinty%c3%b6.pdf?sequence=1

Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M., Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja TTS Työtehoseura. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/horsemanure/HorseManure_maataloustieteenp%C3%A4iv%C3%A4t2014_Biok.pdf

Tenhunen. 2014. Selvitys hevosen kuivikelannan hyötykäyttömahdollisuuksista teknillisestä, juridisesta sekä talliyrittäjien näkökulmasta. Oulun yliopisto, teknillinen tiedekunta. Kandidaatintyö. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/PDF-esitteet/Selvitys_hevosen_kuivikelannan_hyotykayttomahdollisuuksista_Aнна_Tenhunen.pdf

Turunen, H. 2013. Hevosenlanta lämmönlähteenä vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä. Opinnäytetyö. Karelia ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, YAMK. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56774/Turunen_Hanne.pdf?sequence=1

Tuuliatlas. 2016. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250>

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 362/2003. [Viitattu 15.8.2016]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130151>

Walker, A. 2013. Solar Energy – Technologies and project delivery for buildings. John Wiley & Sons, Inc.