

OPPIMATERIAALEJA

PUHEENVUOROJA

RAPORTTEJA 106

TUTKIMUKSIA

Pekka Alho, Sirpa Halonen,
Minna Kuuluvainen & Hillka Matilainen

HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTÖN KEHITTÄMINEN



TURUN AMMATIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPPIMATERIAALEJA

PUHEENVUOROJA

RAPORTTEJA 106

TUTKIMUKSIA

Pekka Alho, Sirpa Halonen,
Minna Kuuluvainen & Hilikka Matilainen

HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTÖN KEHITTÄMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN
RAPORTTEJA 106

Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2010

ISBN: 978-952-216-183-3 (painettu)

ISSN: 1457-7925 (painettu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino – Juvenes Print Oy, Tampere 2010

ISBN: 978-952-216-184-0 (PDF)

ISSN: 1459-7764 (elektroninen)

<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522161840.pdf>



SISÄLTÖ

ESIPUHE	5
1 JOHDANTO	7
2 HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTTÖ MEILLÄ JA MUUALLA	11
2.1 Perinteinen ja teollinen hyödyntäminen Suomessa	11
2.2 Hyödyntäminen Saksassa	12
2.3 Hyödyntäminen Ruotsissa	13
3 KUIVIKKEIDEN MERKITYS LANNAN JATKOKÄSITTELYSSÄ	15
4 HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTTÖ ENERGIAKSI	21
4.1 Poltto	22
4.2 Biokaasu	26
4.3 Lannan jatkojalostus pelleteiksi tai briketeiksi	27
5 LANNOITEKÄYTTÖ JA SEN VAATIMUKSET LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ	29
5.1 Lannoitekäyttö maataloilla	31
5.2 Hevosenslannan soveltuvuus avomaa- ja kasvihuoneviljelyyn	32
6 HEVOSENLANNAN MUU HYÖTYKÄYTTÖ	34
7 METSÄMÄEN RAVIRATA JA ALUEELLINEN YHTEISTYÖ	35
8 VAIHTOEHDOT LANNAN HYÖDYNTÄMISELLE METSÄMÄESSÄ	38
8.1 Nykyinen käytäntö ja sen kustannukset	39
8.2 Kompostointi, jatkojalostus lannoitteeksi ja kustannukset	42
8.3 Poltto ja sen kustannukset	45
8.4 Biokaasutus ja sen kustannukset	46
8.5 Kuivikelannan kuivaus ja pelletöinti	47
8.6 Hyödyntämisvaihtoehtojen ympäristövaikutukset	50

9	ALUEELLINEN MALLI LANNAN HYÖTYKÄYTÖLLE	53
9.1	Kustannusvertailu eri hyödyntämis- ja jatkokäsittelykohteisiin	54
9.2	Kuivaus & pelletöinti -vaihtoehdon kustannusten arviointi	56
10	HEVOSEN LANNAN HYÖTYKÄYTÖN NÄKYMIÄ	59
	LÄHTEET	63
	LIITTEET	67

ESIPUHE

Metsämäen raviradan ravitoiminnasta vastaava Turun Hippos ry törmäsi ongelmaan nimeltä hevosenlanta lähes sattumalta. Perinteisesti on totuttu ajattelemaan, että hevosenlanta on hyvä lannoite, jolle aina löytyy sijoituspaikka. Näin on ehkä ollut, mutta tänä päivänä tilanne on toinen. Laki ja asetukset määräävät tarkasti, mikä on jätettä, missä ja miten sitä saa säilyttää, kenelle sitä saa myydä sekä minne sen voi sijoittaa. Kun vielä taajama-alueilla kiinnitetään huomiota hevosten ulkoilutarhoihin jäävään lantaan, on vanhasta hyvästä lannasta tullut pienoinen ongelma.

Metsämäen raviradalla on kolme talliyksikköä, jotka on vuokrattu ammattivalmentajien käyttöön. Valmentajien velvollisuutena on huolehtia lannan pois kuljettamisesta, mutta ravirata haluaa luonnollisesti olla apuna hyvän toimintatavan löytämisessä. Sijoituspaikkana on jo jonkin aikaa ollut Turun Viherliikelaitoksen osoittama kompostointialue Topinojan kaatopaikalla, mutta tiedossa on ollut, että tämä sijoituspaikka tulee aikanaan tiensä päähän. Nämä olivat lähtökohdat, kun Turun Hippos ry lähti mukaan lannan hyötykäyttöön liittyvään Turun ammattikorkeakoulun hankkeeseen.

Jo hyvin varhaisessa vaiheessa selvisi, että sinänsä yksinkertaisesta asiasta oli hahmotettavissa yllättävän monta eri ratkaisumallia. Monia malleja oli tutkittu jo ennestään, joitain varsin perinpohjaisestikin, mutta silti uusia ajatuksia löydettiin tämänkin selvityksen sivuille. Lähtökohtaisesti lannan hyötykäytölle voidaan ajatella kolme eri päälinjausta.

Hevosenlannan perinteisin käyttömuoto on lannoitekäyttö. Tutkimuksen haasteena oli selvittää mm. miten lannan kuivikkeena käytetty aines vaikuttaa sen kompostointiin ja sitä kautta lannoiteominaisuuksiin. Kuivikkeena käytetään nykyisin turvetta, sahanpurua, kutteria tai olkea, Metsämäessä pääasiassa turvetta.

Lannan poltto on alan harrastajien joukossa suuria tunteita herättävä asia, varsinkin kun lainsäädäntö on ottanut siihen jyrkän kannan. Energiapotentiaalia lannassa on, mutta ongelmana ovat poltosta ilmaan vapautuvat savukaasut,

joiden koostumus tosin vaihtelee hyvin haitallisesta (märkänä poltettava lanta) lähes puubriketin poltosta ilmaan pääsevää kaasua vastaavaan vaarattomaan savukaasuun (kuivatettu ja pelletöity lanta).

Kolmas linjaus on tavallaan yhdistelmä kahdesta edellisestä. Siinä otetaan lannasta kaasuttamalla energia talteen, jonka jälkeen jäljelle jäävä lanta soveltuu taas lannoitteeksi.

Todellisen hyödyn saavuttamiseksi lanta pitää vielä ratkaisumallin löytymisen jälkeenkin osata tuotteistaa, oli malli mikä hyvänsä. Asia on hyvin tärkeä, sillä vaikka lanta ei tänä päivänä ole vielä hallitsematon ongelma, se voi sitä joskus vielä olla. Varsinais-Suomen alueella hevosmäärä on lähes kaksinkertaistunut viimeisten kymmenen vuoden aikana ja se kasvaa edelleen. Hyvän ratkaisun löytäminen voi antaa kestäväen toimintamallin koko maan hyödyksi osana uudistuvan energian hallittua käyttöä.

Roger Johansson
Metsämäen ravirata

I JOHDANTO

Lanta oli maatalousyhteiskunnan aikaan tärkeä karjanhoidon sivutuote. Joskus siitä saattoi muodostua jopa päätuote, sillä siitä saatiin ravinteita viljanviljelyyn ja hevosenlannan kohdalla lisuketta sianruokintaan. Aikaa myöten karjanlannan merkitys maanparannuksessa on vähentynyt tehokkaamman ja helpommin käytettävän kemiallisen lannoituksen yleistessä. Karjanlanta on toki arvostettu maanparannusaine vieläkin, jos lanta syntyy omalla maatilalla, jossa se on helposti omaan peltoon käytettävissä.

Hevostalous on laajentunut voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Suomessa on yli 70 000 hevosta. Hevostalous on myös paljolti erkaantunut maataloudesta. Nykyiset hevosityritykset ovat usein palveluyrityksiä ja sijaitsevat kohtuullisten liikenneyhteyksien päässä asutuskeskuksista ilman omaa peltoa ja maaviljelysyhteyttä. Näissä olosuhteissa hevosenlannasta tulee jätettä, jonka varastointi ja poiskuljetus aiheuttavat yrittäjille kustannuksia ja heikosti hoidettuna ympäristöongelmia. Usein jätteen sijoituspaikka on kaatopaikka, joka kaiken jätteen kohdalla on viimeinen vaihtoehto. Lannan kohdalla se ei ympäristösäädösten mukaan ole edes mahdollista.

Tämän julkaisun perustana olevassa projektissa on tarkasteltu hevosenlannan erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia, joiden kautta ympäristöongelmia aiheuttavasta jätteestä tulee hyödyllinen sivutuote tai sen raaka-aine. Projektin tarkoituksena oli tuottaa Varsinais-Suomen hevoseskittymää Metsämäkeä case-tapauksena käytävä malli hevosenlannan hyödyntämisestä. Malli ja sen pohjaksi koottu tieto on hyödynnettävissä muissa vastaavissa kohteissa.

Tämän hevosenlannan hyötykäyttöä käsittelevän projektin käsillä olevan julkaisun ovat kirjoittaneet projektiryhmän jäsenet projektipäällikkö Pekka Alho, lehtori; FM Hilikka Matilainen, yliopettaja; VTL Sirpa Halonen sekä ympäristösuunnittelijaopiskelija Minna Kuuluvainen Turun ammattikorkeakoulusta. Esipuhe on Metsämäen raviradan toiminnanjohtajan Roger Johanssonin laatima ja hevosenlannan lannoitekäytön lainsäädäntöä koskevan osan viiden-

nessä luvussa on kirjoittanut ohjausryhmän jäsen Hannamaija Fontell Biolan Oy:stä. Koko projektin ohjausryhmä on ideoillaan ja kommentteillaan tukenut julkaisun syntymistä.

Hevoslannan hyödyntäminen sivutuotteena on tärkeä kysymys paitsi Suomessa myös monissa muissa maissa. Euroopan alueella hevoslannan käyttömahdollisuuksia yhdenmukaistaa EU:n lainsäädännöllinen ohjaus. Hevoslanta on luokiteltu eläinperäiseksi jätteeksi ja siten jätteenpolttodirektiivin ja -asetuksen alaiseksi (2000/76/EY). Raportin luvussa 2 tehdään kirjallisuuteen ja haastatteluihin perustuva katsaus hevoslannan hyödyntämiseen Suomessa ja sen lähialueilla, erityisesti Ruotsissa ja Saksassa. Yhteisestä säädöspohjasta huolimatta kansalliset, alueelliset ja paikalliset ratkaisut ja tulkinnat näyttävät olevan erilaisia.

Kuivikkeella on suuri merkitys lannan hyödyntämisessä. Lähes poikkeuksetta hevoslannan sivutuotekäyttöä tarkasteltaessa puhutaan kuivikelannasta. Kuivikkeella on tärkeä merkitys hevosen hyvinvoinnille ja kuivikkeen valintaan vaikuttaa sen saatavuus, laatu, hinta ja sopivuus pääasialliseen tarkoitukseensa. Kansainvälisesti tarkasteltuna kuivikemateriaalit poikkeavat eri maissa ja kansallisestikin kuivikkeen valinnoissa on eroja. Laadukkaan sivutuotteen aikaansaaminen vaatii riittävän homogeenista kuivikelantaa. Kuivikkeiden merkitystä lannan jälkikäsitteilylle ja hyötykäytölle tarkastellaan luvussa 3.

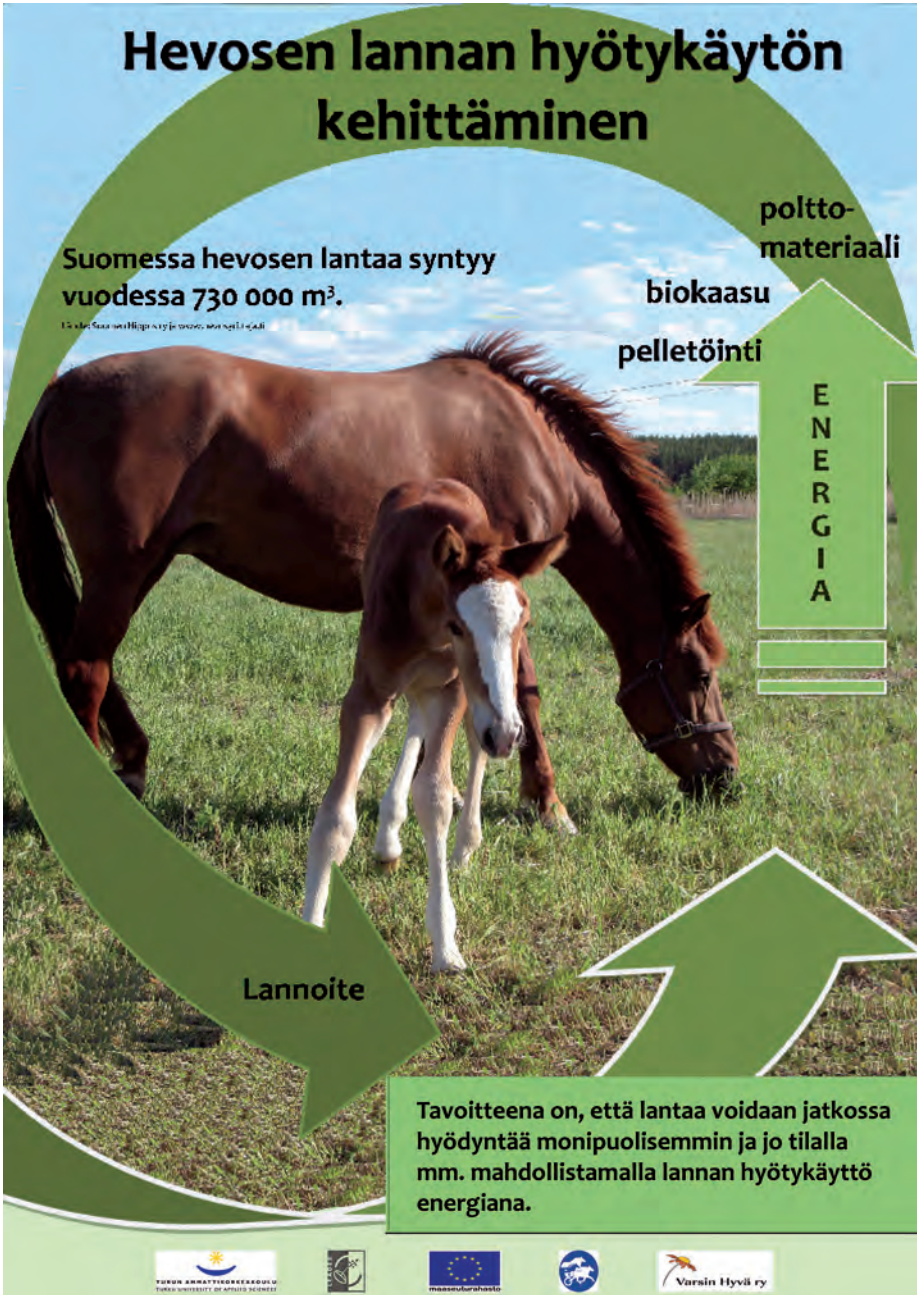
Tarkasteltavia hevoslannan hyötykäytön vaihtoehtoja ovat perinteinen lannoitekäyttö ja Suomessa uudempi energiakäyttö biokaasutuksen tai polton kautta. Luvussa 4 tarkastellaan yleisellä tasolla mahdollisuuksia lannan hyödyntämiseen energiana. Monella tallilla olisi halukkuutta lannan energiakäyttöön erityisesti suorapolton avulla. Vaikka säädökset mahdollistavat hevoslannan suorapolton, ne asettavat niin vaativat ehdot päästöjen seurannalle, että pienpolttolaitoksissa kustannukset nousevat merkittävästi. Myös energian tuottaminen biokaasun avulla vaatii investointeja. Lannoitekäyttö on perinteinen tapa hyödyntää hevoslantaa, mutta lannoitteen tuotteistaminen on toistaiseksi ollut pienimuotoista. Lannoitekäyttömahdollisuutta, siihen liittyviä vaatimuksia ja lainsäädäntöä käsitellään luvussa 5.

Julkaisun myöhemmissä luvuissa (7–9) tarkastellaan edellä mainittuja hevoslannan hyödyntämisvaihtoehtoja Metsämäen raviradan näkökulmasta. Luvussa 7 kuvataan Metsämäen toimintaympäristö ja toimijat. Eri mallien sopivuutta Metsämäen olosuhteisiin tarkastellaan puolestaan luvussa 8. Optimaalisen lannan hyötykäyttömallin luominen, parhaan mahdollisen tekniikan

löytäminen (BAT) ja ympäristövaatimusten täyttäminen on monimuotoinen palapeli. Luvussa 9 kootaan edellisten osioiden pohjalta alueellinen malli varsinais-suomalaiselle hevoskeskittymälle, jonka keskuksena Metsämäki toimisi. Tähän hevoskeskittymään ajateltiin kuuluvan Kaarina, Lieto, Masku, Naantali, Nousiainen, Raisio, Rusko ja Turku. Kuntien sijainnit arvioitiin sellaiseksi, että niistä hevosentilaa olisi logistisesti järkevää tuoda Metsämäkeen hyödynnettäväksi. Yhteensä näiden kuntien hevosmäärä on noin 2 000 hevosta. Luvussa perustellaan hyötykäyttövalinnat sekä arvioidaan niiden kustannukset, taloudellinen kannattavuus ja ympäristövaikutukset.

Viimeisessä luvussa hahmotellaan hevosentilannan hyödyntämisen liittymistä laajempiin kehittämisen suuntaviivoihin sekä valtakunnallisiin ja alueellisiin strategioihin ja toimintaohjelmiin. Lisäksi tuodaan esille ne konkreettiset kehittämisasiat, joiden avulla kehitystyötä pyritään viemään eteenpäin.

Projekti osallistui Turun ammattikorkeakoulun Tutkimus- ja kehittämissuunnitelman hanke-esittelypäivään Sepänkadun yksikössä keväällä 2010. Lisäksi hanke oli esillä hevosalan yhteistyöseminaarissa Ypäjällä toukokuussa 2010. Oheinen posterit (Kuva 1) on hankkeen esittelymateriaalia edellä mainituissa tapahtumissa.



KUVA 1. Projektin tarkoitus ja lannan hyödyntämisen kiertokulku.

2 HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTTÖ MEILLÄ JA MUUALLA

2.1 PERINTEINEN JA TEOLLINEN HYÖDYNTÄMINEN SUOMESSA

Suomessa on noin 70 000 hevosta ja määrä on ollut viime vuosina koko ajan nousussa. Kymmenessä vuodessa hevosten määrä on lisääntynyt 40 prosenttia ja vuosittain määrän on arvioitu kasvavan noin 1 000 hevosella (Hippolis, Hevosalan hanketoiminnan kehittämisohjelma vuosille 2007–2013). Yksi täysikasvuinen hevonen tuottaa vuodessa lannan ja kuivikkeen seosta noin 12 m³ (Nitraattiasetus 931/2000), joten Suomessa kuivikelantaa muodostuu vuodessa 700 000–800 000 m³. Määrään vaikuttavat hevosen ikä, käytetty kuivikemateriaali ja hevosen oleskeluaika tallissa.

Lanta luokitellaan EU:n sivutuoteasetuksen mukaan eläinperäiseksi sivutuotteeksi ja sen käsittelyn tulee täyttää sivutuoteasetuksen vaatimukset (EY 1774/2002). Hevosen kuivikelanta määritellään Suomessa eläinperäiseksi biojätteeksi. Jätelain mukaan se on ensisijaisesti hyödynnettävä maanparannus- tai lannoitemateriaalina ja toissijaisesti energiana (Jätelaki 1993/1072, 3 luku, 6 §). Perinteisesti hevosen kuivikelantaa on hyödynnetty levittämällä sitä lannoitteeksi pelloille ja puutarhaan tai kompostoimalla se mullaksi (Pusa & Ekroos 2009).

Hevostallit sijaitsevat nykyisin yhä useammin kaupunkien läheisyydessä, jossa ei välttämättä aina ole tarpeeksi peltopinta-alaa lannan hyötykäyttämiseksi lannoitemateriaalina tai multana. Lantaa voidaan joutua kuljettamaan pitkiä matkoja, jos sopivaa vastaanottajaa ei löydy lähistöltä. Tästä aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia (Kuulusa 2008). Kuljetusmatkat aiheuttavat kustannusten lisäksi hiilidioksidipäästöjä (Pusa & Ekroos 2009).

Pälkäneellä sijaitseva Humuspehtoori Oy on jo parinkymmenen vuoden ajan ottanut vastaan talleilta hevosenlantaa kompostointia varten. Tänä aikana se on kompostoinut vuosittain hevosenlantaa noin 8000–10000 m³. Kompostoidun lannan Humuspehtoori Oy hyödyntää lannoite- ja maanparannusaineiden raaka-aineena. Kaupalliset lopputuotteet soveltuvat valmistajan mukaan vihannes-, marja- ja perunanviljelyyn. (Humuspehtoori Oy 2010.)

Hollmén (2010) on selvittänyt hevostallien tilannetta hevosenlannan hyötykäytön suhteen Varsinais-Suomessa. Hollménin mukaan lantaa päätyy esimerkiksi pellonreunoille tai metsiin asiallisten levitys- tai käsittelypaikkojen puuttuessa. Pienimmiltä harrastustallien pitäjiltä saattaa lannan loppusijoituskohde puuttua kokonaan. Yleisimmin lanta päätyy ainakin osaksi kotipuutarhoihin tai kerääntyy vuodesta toiseen tallin läheisyyteen.

Turun Viherliikelaitos on vastaanottanut pieniä määriä hevosenlantaa puutarhajättekompостinsa tukiaineeksi. Nykyinen toiminnalle myönnetty ympäristölupa umpeutuu vuoden 2011 lopussa. Alustavien tietojen mukaan Viherliikelaitos on hakemassa jatkoa kyseiselle toiminnalle, mutta nykyistä pienemmällä kapasiteetilla. Kaatopaikalle hevosenlantaa ei enää voi viedä, sillä vuonna 2005 kaatopaikkojen biohajoavan jätteen vastaanottoa koskevat määräykset muutuivat. Koska Turun seudun kaatopaikoilla ei ole käsittelemättömälle biohajoavalle jätteelle kompostointialuetta, ei kaatopaikka voi lantaa vastaanottaa. (Hollmén 2010.)

2.2 HYÖDYNTÄMINEN SAKSASSA

Mahalin (2010) mukaan Saksassa hevosenlantaa hyödynnetään polttomateriaalina. Kuivikemateriaalina siellä käytetään pääsääntöisesti olkea. Kuivikelannasta erotellaan hevosen lantakakkarat ennen jatkokäyttöä. Saksassa esimerkiksi Oeko-therm valmistaa polttokattiloita, jotka on hyväksytty kuivatushevosenlannan tai pelletöidyn hevosenlannan polttamiseen.

Saksalainen Hippocon AG on yritys, joka kerää hevosen kuivikelantaa kehittämäänsä keräyskonttiin. Pelletöintiä varten yritys esilajittelee, murskaa ja kuivaa keräämänsä kuivikelannan ja valmistaa niistä pellettejä, joita voidaan polttaa tarkoitukseen sopivissa erityiskattiloissa, esimerkiksi vanhainkodeissa ja rivitaloyhtiöissä (Hippocon AG 2010). Toinen tapa yrityksellä on käyttää hevosenkuivikelannasta erotellut hevosen lantakakkarat biokaasutukseen ja

tuottaa näin sähköä. Biokaasutuksessa muodostuva jäte voidaan edelleen pelletöidä ja käyttää poltossa. (Mahal 2010.)

Saksassa toimii myös yritys nimeltään Plantaqenz, jonka tarkoituksena on myydä hevosalleille olkipellettejä kuivikkeeksi. Tuodessaan pelletit tallille yritys kerää sieltä samalla hevosen kuivikelantaseoksen. Yritys valmistaa kuivikelantaseoksesta pellettejä, joita se toistaiseksi myy puutarhalannoitteeksi. Pellettien valmistukseen käytetään kuivikelantaseosta sellaisenaan. Yrityksen mukaan lannoite sopii erityisen hyvin ruusulle, orkidealle ja mansikalle. Koska lannoite hajotessaan tuottaa lämpöä, se soveltuu hyvin kasvilavoille. Plantaqenz toimittaa tiloille myös tilakohtaisia lämpökattiloita ja pelletöintilaitoksia, joihin yritys hakee viralliset luvat asiakkaansa puolesta. Lähtökohtana yrityksellä on, ettei lantaa kuljetettaisi pitkiä matkoja. Lisäksi yrityksellä on suunnitteilla tuottaa biokaasua hevosenkuivikelannasta ja tuottaa näin sähköä, jota vuorostaan voidaan hyödyntää pelletöinnissä. (Mahal 2010, Plantaqenz 2010.)

Lähellä Müncheniä Saksassa toimii lisäksi kierrätysosuuskunta, joka toimittaa hevosatilalle kontin hevosenkuivikelannan keräystä varten. Osuuskunta huolehtii kontin tyhjennyksestä ja lantaseoksen varastoinnista, kuivatuksesta ja valmistamisesta pelleteiksi. Osuuskunnalla on oma polttokattila, jossa tuotettua lämpöä se myy lähellä oleville teollisuusyrityksille. Osuuskunnan valmistamia pellettejä myydään osuuskunnan jäsenille, jotka voivat polttaa niitä omissa kattiloissaan tai myydä niitä eteenpäin. (Mahal 2010.)

2.3 HYÖDYNTÄMINEN RUOTSISSA

Ruotsissa kattilavalmistaja AB SWEBO Flis & Energi AB on kehittänyt ja koekäyttänyt yhteistyössä Luulajan Teknisen yliopiston kanssa kattiloita, joihin polttoaineeksi soveltuu myös kostea hevosenlantapuruseos (kosteus 50 %) (Jordbruksaktuellt 2007). Kattiloita on kahta kokoluokkaa. Pienempi soveltuu käytettäväksi 5–15 ja suurempi 15–45 hevosen talleilla. Kattiloita on käytössä Ruotsissa useilla paikkakunnilla, esimerkiksi Timrån ratsastuskeskuksessa ja Bodenin koelaitoksessa. (SWEBO 2010). Timrån ratsastuskeskuksessa poltetaan noin 1 400 m³ puru-lantaseosta vuodessa. Poltossa muodostunut lämpö riittää lämmittämään ratsastuskeskuksen kaikki rakennukset. Tuhkan paikalliset maanviljelijät sekoittavat hevosenlantaan ja hyödyntävät pelloillaan. (Rantala & Viljakainen 2010.)

Ruotsissa on alkanut myös projekti, jossa selvitetään mahdollisuuksia hevosenlannan hyödyntämiseen biokaasuna. Flinga Biogas AB on saanut rahoituksen Energiavirastolta projektiin, jonka tavoitteena on kehittää koelaitos, jossa hevosenlannasta voidaan tuottaa biokaasua ja jossa pienimuotoinen biokaasuntuotto on taloudellisesti kannattavaa. Tarkoituksena on, että tuotettu biokaasu voidaan hyödyntää suoraan kyseisellä tilalla. (Jordbruksaktuellt 2010.)

VTT:n tutkimus hevosenlannan polton päästöistä arvioi ruotsalaisen tutkimuksen ”Hevosenlannan ympäristöystävällinen polttaminen” suomenkielisen käännöksen (Hermansson ja Lundgren/Luulajan teknillinen yliopisto, Pettersson/Energiatekninen keskus, ETC, Piteå, Lindgren, Forsberg/ABELKO Innovation sekä Jansson/AB Swebo Flis och Energi) tuloksia. Arvioinnin tuloksena todetaan, että esitetyt mittaustulokset Bodenin ja Timrån kokeista hiukkasten CO- ja NO_x- pitoisuuksien suhteen eivät oleellisesti poikkea Työtehoseuran kattilakokeissa mitatuista arvoista. (Puustinen ym. 2009). Näin ne eivät tuo oleellisesti uutta tietoa hevosenlannan poltosta. Tulosten vertailua toisaalta vaikeutti poltettavan materiaalin erilaisuus. Suomen kokeissa käytettiin polttoaineena kuivikelannan ja hakkeen sekoitusta, kun taas Ruotsissa materiaalina oli purulantaseos.



3 KUIVIKKEIDEN MERKITYS LANNAN JATKOKÄSITTELYSSÄ

Kuivikkeen ensisijainen tehtävä on hevosen hyvinvoinnin ja tallihygienian takaaminen. Kuivikkeen valinta määrittää myös kuivikelannan jatkoehdyntämisen mahdollisuudet.

Kuivikkeet voidaan jaotella kasvi- ja puupohjaisiin materiaaleihin. Kasvipohjaisia kuivikemateriaaleja ovat olki, pellava, hamppu ja turve. (Airaksinen 2006, 16, 20.) Myös järviruokoa voidaan käyttää oljen tapaan silputtuna kuivikkeena (Hagelberg ym. 2008). Kuivikkeeksi soveltuu myös ruokohelpi (Iisalmen Sanomat 2008). Kutteri, sahanpuru ja paperisilppu ovat puupohjaisia kuivikkeita. Suomessa kuivikkeena käytetään pääsääntöisesti kutteria, purua, turvetta ja olkea. Jonkin verran on käytössä myös näiden sekoitteita. Keski-Euroopassa käytetään enemmän olkea ja jonkin verran myös hamppua sekä pellavaa. (Airaksinen 2006, 20–21.) Sahanpurua ja olkea voidaan käyttää myös pellettimuodossa.

Hevosen kuivikelannasta on jopa 60–80 % kuiviketta. Vaikka siinä on imeytyneenä myös hevosen virtsaa, on se silti huomattavasti kuivempaa kuin esimerkiksi naudan- tai sianlanta. Kuivikkeen määrä lannassa riippuu käytetystä kuivikemateriaalista. (Airaksinen 2006, 16.)

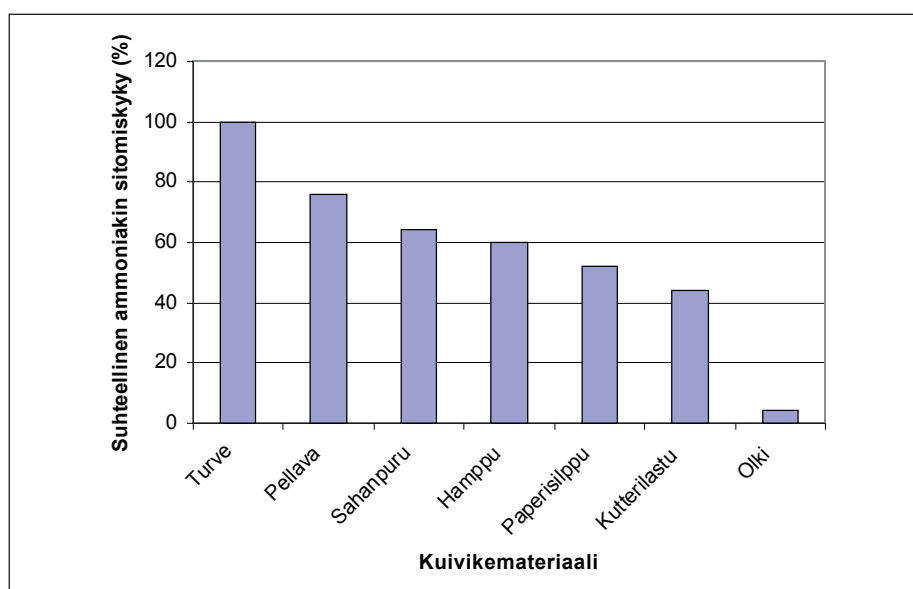
Käytettävän kuivikkeen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat kuivikkeen hinta, saatavuus, varastoitavuus, käsiteltävyys sekä tottumukset ja mieltymykset. Kuivikevalinnalla taas vuorostaan on merkitystä tallin ilmanlaatuun, ja siten hevosten ja tallissa työskentelevien hyvinvointiin. Kutterin ja purun etuna on helppo saatavuus, käsiteltävyys, valoisuus ja miellyttävä tuoksu. Turpeella taas on myönteinen vaikutus tallin ilmanlaatuun. Turpeen pitäisi kuitenkin olla hyvälaatuista ja pölyämätöntä. Vaalea vähän maaton turve on hyvä vaihtoehto kuiviketurpeeksi. Suomessa oljen käyttöä kuivikkeena rajoittaa sen mahdollisesti korkea homepöly- ja sädesienipitoisuus, joka johtuu Suomen ilmastosta. (Roivas 2004, Rantala & Viljakainen 2010.)



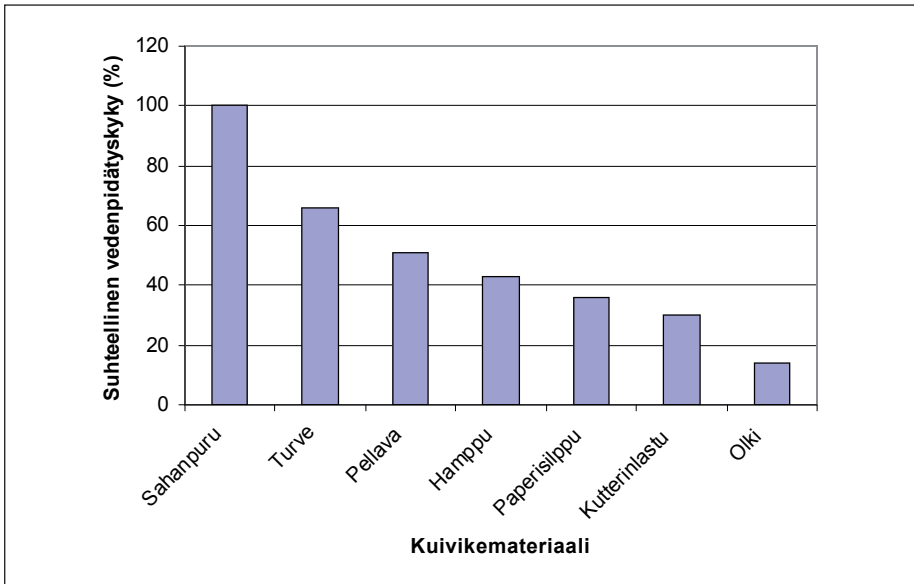
KUVA 2. *Kuivikkeella on tärkeä merkitys hevosen hyvinvoinnille. (Kuva: Minna Kuuluvainen.)*

Eri kuivikemateriaaleilla tehdyissä tutkimuksissa on verrattu muun muassa kuivikkeiden veden pidätyskykyä ja ammoniakin sitomiskykyä. Airaksisen tutkimuksessa (2006) koekuivikkeina oli kutteri, sahanpuru, sanomalehtisilppu, olki, rahkaturve, hamppu ja pellava. Lisäksi tutkittiin turve/kutteri-, turve/sahanpuru- ja turve/olkiseoksia. Näissä turpeen osuus oli kolminkertainen toiseen seosmateriaaliin nähden. Tutkimuksissa selvisi, että turpeella ja turvepohjaisilla seoskuivikkeilla oli erinomainen ammoniakin sitomiskyky (Kuvio 1). Myös pellava ja sahanpuru sitoivat hyvin ammoniakkia. Tutkituista kuivikemateriaaleista heikoin ammoniakin sitomiskyky oli oljella. Vedensitomiskyvyltään parhaimmat kuivikemateriaalit olivat sahanpuru ja rahkaturve (Kuvio 2). Heikoimmin vettä sitoi itseensä olki (Airaksinen 2006.) Liitteessä 1 on esitetty eri kuivikemateriaalien suhteellinen ammoniakin ja veden pidätyskyky taulukkomuodossa.

Fleming ym. (2008) ovat myös selvittäneet eri kuivikemateriaalien ammoniak- ja vedensitomiskykyä. Tutkimuksessa kuivikemateriaaliin lisättiin neljän-toista vuorokauden ajan tietty määrä hevosenlannan ja virtsan seosta. Tutkittavat kuivikemateriaalit olivat vehnänolki, kutterinlastu, hampupäistäre, pellavapäistäre, vehnänolkipelletit ja paperisilppu. Tämän tutkimuksen perusteella paras ammoniakinsitomiskyky oli olkipelleteillä ja huonoin oljella, paperisilpulla ja kutterinlastulla. Vedensitomiskyky oli paras olkipelleteillä ja paperisilpulla. Heikoimmin vettä sitoivat kutterilastut ja olki.



KUVIO 1. *Kuivikemateriaalien suhteellinen ammoniakkin sitomiskyky (17,4°C). (Airaksinen 2006.)*



KUVIO 2. *Kuivikemateriaalien suhteellinen veden pidätyskyky (huoneenlämpötila). (Airaksinen 2006.)*

Kuivikemateriaalin vedenpidätys- ja ammoniakinsitomiskyvyllä on vaikutusta siihen, kuinka paljon kuivikelantaa vuodessa muodostuu. Airaksinen ym. (2001) ovat selvittäneet kuivikelannan määrää, kun on käytetty erilaisia kuivikkeita (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. *Vuosittainen kuivikelannan määrä hevosta kohden erilaisia kuivikemateriaaleja käytettäessä. (Airaksinen & Heinonen-Tanski & Heiskanen 2001.)*

Kuivikemateriaali	Kuivikelanta/hevonen/vuosi (m ³)
Hamppu	9.1
Turve/kutterinlastu (3:1)	9.1
Turve	9.8
Turve/olki (3:1)	11.7
Paperisilppu	11.7
Turve/sahanpuru (3:1)	12.4
Kutterinlastu	12.4
Pitkä olki	19.5

Kuivikevalinnalla on oleellinen merkitys myös lannan jatkokäsittelyn kannalta. Kuivikelannan käyttöön lannoitteena vaikuttavat sen kompostointiominaisuudet. Hevosenlanta itsessään kompostoituu suotuisissa ympäristöolosuhteissa nopeasti jo kuukaudessa. Myös lannan hiili/typpi-suhde (C/N 25:1) on kompostoinnin kannalta hyvä. (Airaksinen ym. 2001.) Kuivikelannan kompostointia voidaan nopeuttaa käyttämällä patterikompostoinnin sijasta rumpu- tai tuubikompostointia (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007).

Airaksinen ym. (2001) ovat selvittäneet hevosen eri kuivikelantojen kompostoitumisnopeutta. Tutkimuksissa osoittautui, että kasvipohjaiset kuivikkeet kompostoituvat nopeasti. Turvelanta kompostoitui nopeimmin ja oli käytettävissä lannoitteena jo kuukauden kompostoinnin jälkeen, ja sen lannoitearvo oli hyvä. Sen sijaan puupohjaisilla kuivikkeilla kompostoituminen on hidas prosessi. Lisäksi puuaineksen hajoaminen kuluttaa maaperästä liukoista typpeä, joka heikentää sen lannoitearvoa. Kolmen viikon kompostoinnin jälkeen liukoisien typen määrä oli korkein turvelantakompostissa ja alhaisin kutterinlastu-, olki- ja hammppulantakompostissa. Erot ovat selvittävissä kuivikemateriaalien erilaisella ammoniakkin sitomiskyvyllä. Kaikissa kuivikelantakomposteissa lämpötila kohosi niin korkealle, että ainakin osa lannassa olevista mikrobeista, loisista ja rikkakasvin siemenistä tuhoutui. Lannassa olevat ravinteet säilyivät hyvin turvepohjaisissa ja kutterikuivikelannoissa. (Airaksinen ym. 2001.) Taulukossa 2 on esitetty kuivikelannan kompostoitumisnopeus ja lannan hyödyntäminen kasviviljelyssä. Liitteessä 2 näkyvät kuivikelannan fosfori- ja kaliummäärät lannan varastoinnin eri vaiheissa mitattuna (0-6 viikkoa).

Amerikassa Swinker ym. (1998) ovat selvittäneet hevosen kuivikelannan kompostoitumisnopeutta kuudenkymmenen vuorokauden aikana, kun kuivikkeena on käytetty kuusipuusta tehtyä sahanpurua, puhelinluetteloista tehtyä paperisilppua ja vehnän olkea. Tässä tutkimuksessa osoittautui, että sahanpurua sisältävä kuivikelanta kompostoitui nopeammin kuin paperisilppua ja olkea sisältävä kuivikelanta. Lisäksi lämpötila sahanpurulantakompostissa oli suotuisin mikrobien aktiiviselle toiminnalle. Kaikissa tutkituissa komposteissa C/N-suhde oli kompostoinnin alussa liian korkea, mikä hidasti hajoamisprosessia. Tutkimuksessa todettiin, että kompostoitumisen nopeuttamiseksi lantaa tai virtsaa pitäisi olla kompostoitavassa materiaalissa enemmän tai sitten siihen pitäisi lisätä typen lähteeksi esimerkiksi ruohosilppua. Olkea sisältävässä kompostissa hitaan hajoamiseen syynä saattoi olla oljen ”liiskautuminen” sen kastuessa, mikä heikensi hajottajamikrobien aktiivisuutta. Tällöin myöskään lämpötila ei kohonnut kompostissa tarpeeksi korkealle, jotta se olisi tuhon-

nut tautia aiheuttavat mikrobit ja rikkakasvien siemenet. Tutkimuksen lopussa paperisilpusta oli vielä luettavissa tekstiä ja olki oli säilyttänyt hyvin värinsä ja rakenteensa. Tämä osoitti, että hajoamista ei juuri ollut tapahtunut. Sen sijaan sahanpurua sisältävästä kompostissa tulvi ”maamaista” tuoksua ja kompostin keskiosista nousi lämmintä höyryä, mikä oli merkki toimivasta mikrobiaktiivisuudesta.

TAULUKKO 2. *Hevosen kuivikelannan kompostoitumisnopeus ja sen vaikutus hyödyntämiseen kasviviljelyssä. (Airaksinen 2006.)*

Kuivike	Kuivikelannan kompostoitumisnopeus	Kuivikelannan hyödyntäminen kasveilla
Turve	Nopea	Helppo
Olki	Melko nopea	Melko helppo
Hamppu	Melko nopea	Melko helppo
Pellava	Melko nopea	Melko helppo
Kutterilastu	Hidas	Ongelmallinen
Sahanpuru	Hidas	Ongelmallinen
Paperisilppu	Hidas	Ongelmallinen

Kuivikkeen valinnalla on suuri merkitys lannan hyödynnettävyyteen. Kompostoinnin kannalta paras kuivikevaihtoehto näyttäisi olevan turve (Airaksinen 2001). Kuivikkeen merkitystä lannan jatkokäsittelyn kannalta tarkastellaan lähemmin luvussa 8.

4 HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTTÖ ENERGIAKSI

Hevosennannan hyödyntäminen energiaksi on Suomessa toistaiseksi olematonta, sillä lainsäädäntö ja sen tulkinnat estävät käytännössä yhden luontevista käyttömuodoista, eli suoran polton pienissä kattiloissa. Suuremmissa jatkuvatoimisen savukaasumittauksen omaavissa jätteenpolttolaitoksissa, kuten esimerkiksi läheisellä Orikedon jätteenpolttolaitoksella, lantaa voisi periaatteessa polttaa, mutta laitoksen nykyisten lupamääräyksiensä mukaan se ei ole mahdollista. Lisäksi laitoksen kapasiteetti ei riitä edes kaiken polttokelpoisen kotitalousjätteen polttotarpeisiin Turun seudulla.

Biokaasun suhteen Suomi kulkee jäljessä useisiin muihin Euroopan maihin verrattuna. Suomessa ei toistaiseksi ole kuin muutamia biokaasulaitoksia, joissa hevosennantaa voisi mädättää. Laitosten perustaminen on tosin viime vuosina lisääntynyt. Biokaasulaitoksia puoltaa se seikka, että kokonaisprosessissa voidaan hyödyntää sekä lannan sisältämät ravinteet että mädätyksessä syntyvän kaasun energia. Topinojalla sijaitsevan Biovakka Suomi Oy:n laitoksessa mädätetään tällä hetkellä ainoastaan yhdyskuntajätevesilietettä eikä laitos voi lupamääräysten mukaan ottaa vastaan hevosennantaa.

Voimassa oleva EY:n jätedirektiivi on siirretty kansalliseen lainsäädäntöön jätelain (1072/1993) ja ympäristönsuojelulain (86/2000) nojalla. EY:n jätteenpolttodirektiivi on pantu toimeen jätteenpoltoasta annetulla valtioneuvoston asetuksella (362/2003). Maa- ja metsätalousministeriön käynnistämässä lannan, eloperäisten jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntämisvaihtoehtojen tutkimusohjelmassa (Hyötylanta) selvitetään vuosina 2008–2010 muun ohella näiden jätteiden käyttökelpoisuutta energiantuotannossa uusiutuvan bioenergian käytön lisäämiseksi.

4.1 POLTTO

Suomalaiset hevosalan ammattilaiset kokevat, että säädöksiä hevosenlannan polttamisesta tulkitaan Suomessa eri tavalla kuin muualla Euroopassa. Asiasta on tehty eduskuntakysely kansanedustaja Timo Heinosen toimesta (KK 222/2008 vp), johon ympäristöministeri Paula Lehtomäki (KK 222/2008 vp) on vastannut seuraavasti:

Suomen viranomaisten linja on lannanpoltossa ollut voimassa olevan EY:n lainsäädännön ja Suomen lainsäädännön mukainen. Ympäristöministeriö on selvittänyt lannanpolton tilannetta muissa maissa, mutta näissä selvityksissä ei ole ilmennyt, että lannanpoltto olisi rajattu viranomaisohjeissa jätteenpolttodirektiivin soveltamisalan ulkopuolelle.

Toisessa kirjallisessa eduskuntakyselyssä kansanedustaja Timo Heinonen tiedusteli (KK 209/2010 vp) mahdollisuuksia rajoitettuun lannanpolttoon ilman jatkuvaa päästömittausta suorittavia laitteita. Hän esitti että ensivaiheessa ympäristökeskukselta haettaisiin lupa rajoitettuun jätteenpolttoon, joka tarkoittaisi ainoastaan kuiviketta, joka sisältää tietyn määrän hevosen lantaa ja virtsaa. Tämän jälkeen voitaisiin hakea poikkeusta jätteenpoltoasetuksen mukaisiin mittauksiin esimerkiksi tekemällä tarkistusmittaus vuosittain, jos ympäristökeskus niin vaatii.

Vastaajan, ympäristöministeri Paula Lehtomäen (KK 209/2010 vp) kanta on tiukasti säädösten mukainen:

Hevosen lantaa voidaan polttaa, mutta sen polttamiseen sovelletaan EY:n parlamentin ja neuvoston direktiiviä jätteenpoltosta (2000/76/EY). Jätteenpoltto-direktiivi on pantu Suomessa voimaan sen kanssa samansisältöisellä valtioneuvoston asetuksella (362/2003). Jätteenpolttoa koskevaa lupaa myönnettäessä lupaviranomaisella ei ole harkintavaltaa sellaisen mittausvelvoitteen tarpeellisuudesta, joka on säädetty pakolliseksi jätteenpoltossa annetussa valtioneuvoston asetuksessa.

Hevosenlannan polttoa energiatarkoituksiin on kuitenkin tutkittu jonkin verran. Esimerkiksi Kauppinen (2005) on opinnäytetyössään selvittänyt hevosenkuivikelannan polttoa. Työssään hän teki polttokokeita kuivikelannalla, jossa kuivikkeina oli käytetty sahanpurua. Yksinään käytettynä purupitoinen kuivikelanta on kuitenkin sen verran kosteaa, että se vaatii kuivatuksen ennen polttoa. Kokeissa käytettiinkin purulantahake- ja purulantapellettiseoksia ja

tutkittiin niiden poltto-ominaisuuksia. Polttoaineessa oli kuivikelantaa ja seosmateriaalia suunnilleen yhtä paljon. Polttokokeet tehtiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun Bioenergiakeskuksessa. Kokeissa käytettiin Thermian Arimax 340 Bio -kattilaa ja polttimena 40 kilowatin Minijet 540 -hakestokeria.

Polttokokeiden perusteella pelletti näytti olevan haketta parempi vaihtoehto, sillä se oli kuivempaa, sillä oli korkeampi energiasisältö ja lisäksi se sekoittui hyvin purulantaan. Pellettejä käytettäessä lämpöenergiaa tuotettiin koepoltossa verkostoon 184 kWh, joka oli noin 2/3 purulantaseoksen ja pelletin kokonaisenergiasisällöstä. Palamisen alussa syntyvä lämpöenergia kului polttoaineen purulantaosan kuivaukseen, sillä purulannan kosteusprosentti oli noin 60. Tuhkatilaan muodostunut tuhka vastasi rakenteeltaan pääosin puhdasta puutuhkaa. Osa tuhkasta oli kuitenkin paakkuuntunut korkeassa palamislämpötilassa ilmeisesti lannan sisältämien kivennäisaineiden yhteen liimautumisen (sintraantumisen) vuoksi. Paakkuuntuminen voi aiheuttaa polttimen palopään ilma-aukkojen tukkeentumista, joten niiden puhdistamisesta tulisi huolehtia säännöllisin väliajoin. Tukkeentumisen voi estää myös käyttämällä liikkuva-arinaista polttolaitteistoa, jossa tuhka putoaa tuhkatilaan.

Kauppinen (2005) selvitti työssään myös poltossa muodostuneita savukaasupitoisuuksia. Mittauksissa käytettiin Testo-savukaasuanalysaattoria. Purulantapellettiseoksen poltossa suoritetuissa mittauksissa happipitoisuus oli 8,1 %, hiilidioksidipitoisuus 12,5 %, hiilimonoksidipitoisuus 207 ppm ja yli-ilmakerroin 1,62. Pitoisuuksien tulisi olla 5–8 %, 13–16 % ja alle 100 ppm sekä yli-ilmakertoimen alle 1,5. Polttokokeiden perusteella Kauppinen päätteli, että lannan poltto yhdessä puhtaan seospolttoaineen kanssa on mahdollista. Sen sijaan purulannan poltto yksinään vaatisi suuren kosteuspitoisuutensa vuoksi kuivatuksen ennen polttoa.

VTT ja Työtehoseura (Pellikka 2009, Puustinen ym. 2009.) ovat tehneet polttokokeita kiinteistökokoluokan stokerisyöttöisellä kaupallisella kattilalla (40 kW). Polttoaineena käytettiin hevosenslanta-sahanpuru-hakeseosta tai hevosenslanta-turve-hakeseosta. Tukipolttoaineena molemmissa seoksissa oli hake. Polttoaineessa purulantaa/turvelantaa oli 40 % ja haketta 60 %. Jatkuvatoimiset mittaukset tehtiin rikkidioksidista, typen oksideista, orgaanisesta kokonaishiilestä, hiilimonoksidista, vetykloridista ja vetyfluoridista. Kertaluonteiset mittaukset tehtiin hiukkasista, raskasmetalleista, dioksiineista ja furaaneista sekä polyklooraatuista dibentsofuraaneista ja -dioksiineista (PCDD/F). Lisäksi raskasmetallit, dioksiinit ja furaanit analysoitiin. Käytettäessä polttoaineena

hevosenlanta-sahanpuru-hakeseosta ylittivät savukaasujen hiukkas-, kokonaishiili-, hiilimonoksidi- ja PCDD/F-pitoisuudet jätteenpolttoasetuksen raja-arvot. Hevosenlanta-turve-hakeseosta poltettaessa ylittyivät lisäksi sallitut typenoksidipitoisuudet (Taulukko 3). Verrattaessa mitattuja hevosenlantakuivikehakepolton päästöarvoja puun pienpolton päästöarvoihin ne eivät oleellisesti eroa toisistaan (Puustinen ym. 2009, 14–16, 18).

TAULUKKO 3. *Hevosenlannanpolttokokeet, mitattujen pitoisuuksien vertailu jätteenpolton raja-arvoihin. Pitoisuudet kuivissa kaasuisissa, NTP, ($t = 0^\circ \text{C}$, $p = 101,3 \text{ kPa}$) ja $\text{O}_2 = 11\%$ (Puustinen ym. 2009.)*

		Jätteenpoltto- asetus, n:o 362/2003 raja-arvot vuorokausi ka.	Mitattut pitoisuudet koe 1 10.12.2008 Sahanpurulanta (40 %) + hake (60 %)	Mitattut pitoisuudet koe 2 11.12.2008 Turvelanta (40 %) + hake (60 %)
Hiukkaset	mg/m ³	10	120 ¹⁾	230 ²⁾
TOC	mg/m ³	10	14 ³⁾	180 ³⁾
HCl	mg/m ³	10	5	10
HF	mg/m ³	1	<2 ⁴⁾	<2 ⁴⁾
SO ₂	mg/m ³	50	19	39
NO _x (NO + NO ₂) (ilmaistuna NO ₂ :na)	mg/m ³	400 ⁵⁾	340	520
CO	mg/m ³	50	320	1700
Cd + TI	mg/m ³	0,05	0,009	0,010
Hg	mg/m ³	0,05	0,001	0,001
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V	mg/m ³	0,5	0,17	0,32
PCDD/F I-TEQ	ng/m ³	0,1	0,17	0,24

¹⁾ Neljän kokeen keskiarvo

²⁾ Kolmen kokeen keskiarvo

³⁾ TOC ilmoitettuna kokonaishiilenä

⁴⁾ HF- pitoisuudet alle määrittäysrajan, joka tässä matriisissa oli 2 mg/m³

⁵⁾ Nimelliskapasiteetti enintään 6 tonnia / tunti

Ruotsissa Lundgren ym. (2009) ovat selvittäneet hevosenlanta-kutterinlastuseoksen käyttöä polttoaineena lämmöntuotannossa ja näin muodostuneen lämmön hyödyntämistä hevostallilla. Poltossa käytettiin vastavirtaperiaatteella toimivaa arinakattilaa, jonka lämpöteho oli 250 kW. Kattilamalli soveltuu hyvin suhteellisen kostealle ja epähomogeeniselle polttoaineelle, koska kattila on kaksiosainen. Ensimmäisessä vaiheessa polttoaine pääasiassa kuivatetaan. Varsinaisessa polttovaiheessa muodostunut lämpö siirretään jatko- ja kuivatusvaiheeksi esimerkiksi vesikiertoon. Lisäksi Lundgren ym. analysoivat poltossa muodostuneen tuhkan koostumusta ja arvioivat sen sopivuutta metsänlannoitukseksi.

Polttokokeet osoittivat, että hevosenlanta-kutterinlastuseos soveltuu lämpöenergian tuottoon. Jos poltossa käytetyn seoksen kosteusprosentti ei ylitä viittä prosenttia, ovat hiilimonoksidi- eli häkäpäästöt alhaiset. Siksi poltossa käytettävän kuivikelannan oikeanlainen varastointi onkin tärkeää. Hevosenlannan korkeista typpipitoisuuksista johtuen typenoksidipäästöt olivat kuitenkin korkeat. Tehdyt analyysit osoittivat, että hevosenlanta-kutterinlastuseoksen typpipitoisuus oli korkeampi kuin pelkällä kutterinlastulla, mutta se oli kuitenkin merkittävästi alhaisempi kuin esimerkiksi kananlannalla. Myös rikki-, kloori-, pii-, kalium- ja magnesiumipitoisuudet olivat korkeammat kuin pelkällä kutterinlastulla. Sen sijaan kalsiumipitoisuus oli alhainen. Tutkimuksissa selvitettiin myös kutterinlastun ja hevosenlanta-kutterinlastuseoksen lämpöarvot. Niissä ei ollut suurtakaan eroa: kutterinlastun lämpöarvo oli 20.56 MJ/kg kuiva-ainetta ja hevosenlanta-kutterinlastuseoksen vastaavasti 19.37 MJ/kg kuiva-ainetta. Lisäksi analysoitiin polttoaineena käytetyn hevosenlanta-kutterinlastuseoksen ja poltossa muodostuneen tuhkan koostumusta (Liite 3 ja Liite 4). Kromi- ja nikkelpitoisuudet olivat tuhkassa monikertaiset verrattuna käytetyn polttoaineen vastaaviin pitoisuuksiin. Tämä ilmeisesti johtui siitä, että kattilamateriaalin ruostumaton teräs kontaminoi tuhkaa. Muilta osin tuhkan raskasmetallipitoisuudet olivat alhaiset, joten tuhka näytti analyysin perusteella sopivan metsänlannoitukseen. (Lundgren ym. 2009.)

Suomessa ja Ruotsissa polttokokeita on tehty hevosen kuivikelannalla, joissa kuivikkeena on ollut sahanpuru, kutterinlastu tai turve. Sahanpurun huonona puolena oli sen suuri kosteuspuiteisuus (Kauppinen 2006). Kutterinlastu osoittautui käyttökelpoiseksi, etenkin jos kuivikelannan kostuminen oli pystytty estämään sen varastointivaiheessa (Lundgren ym. 2009). Turpeen käyttö kuivikkeena aiheutti poltossa jonkin verran sahanpurua korkeammat savukaasujen typenoksidipitoisuudet (Puustinen ym. 2009).

4.2 BIOKAASU

Hevosenuivikelantaa voidaan käyttää myös biokaasutukseen, joskaan hevosenlanta ei ole tuottoisinta mahdollista materiaalia kaasun tuottamiseen. Käytetty kuivike vaikuttaa mädätyksessä tuotetun kaasun määrään. Jos hevosilla on käytetty kuivikkeena puupohjaista kuiviketta, lanta soveltuu kuivikkeen korkean ligniinipitoisuuden vuoksi mädätykseen huomommin kuin esimerkiksi sikaloiden lietelanta. (Maaseudun tiede 2010, Pusa & Ekroos 2009.) Sen sijaan turvetta sisältävä hevosenlanta sopii Pusan ja Ekroosin (2009) mukaan hyvin biokaasun tuottoon. Hevosennannalle sopivaa biokaasureaktoria ei kuitenkaan ole vielä olemassa, mutta MTT:n teknologiakeskuksessa rakennettiin koekäyttöön reaktori, jolla biokaasun tuotto onnistuu myös kuivasta lannasta, kuten hevosenlannasta. Ensimmäiset mädätyskokeet tehtiin hevosenlanta-turveseoksella. Kokeissa käytettiin noin 38 kg hevosenlanta-turveseosta, johon lisättiin noin 3 kg lehmänlannan mädätysjäännöstä. Vuorokaudessa seos tuotti noin 30 litraa biokaasua. Sen metaanipitoisuus oli noin 46 %, loppuosa oli hiilidioksidia ja vesihöyryä. Biokaasua käytettäessä kaasumoottorin polttoaineena metaanipitoisuuden olisi hyvä olla korkeampi (vähintään 50 %). Sitä voitaisiin kohottaa lisäämällä seokseen esimerkiksi nurmen vihersilppua tai keittiön biojätettä. (Maaseudun tiede 2/2010.)

Biokaasulaitokseen ei sovelleta jätteenpoltoasetusta eikä jätteenpolttodirektiivejä. Jos toiminta on jätteen hyödyntämistä laitos- tai ammattimaisesti, tarvitaan ympäristölupa. (Pusa & Ekroos 2009.) Biokaasutuksessa käytetyn raaka-aineen vaikutus syntyvän kaasun määrään ja kaasun metaanipitoisuuteen on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Eri raaka-aineista saatavan biokaasun määrä ja saatavan biokaasun metaanipitoisuus (kirjallisuuden perusteella). (Mannonen 2004.)

Raaka-aine	Syntyvän kaasun määrä NTP (m ³ /tonni kuiva-ainetta)	Kaasun metaanipitoisuus (%)
Sianlanta	340–550	65–70
Naudanlanta	90–310	65
Kananlanta	310–620	60
Hevoslanta	200–300	
Lampaanlanta	90–310	
Olki	200–460	50–60
Heinä	280–550	70
Vihannesjätteet	330–360	
Perunanvarret	280–490	
Maatalousjäte	310–430	60–70
Pudonneet lehdet	210–290	58
Vesihyasintti	375	
Levä	420–500	63
Puhdistamoliete	310–750	

4.3 LANNAN JATKOJALOSTUS PELLETEIKSI TAI BRIKETEIKSI

Pelletit ja brikitit ovat käyttökelpoiseen muotoon tiiviiksi puristettua materiaalia. Pelletit ovat pieneksi puristettuja lieriön mallisia kappaleita, kun taas brikitit ovat esimerkiksi suorakaiteen muotoisia ja kooltaan selvästi suurempia. Yleisimmin pelletointiin käytetään puupohjaista raaka-ainetta, kuten kutterin- tai sahanpurua. Pelletit sopivat käytettäväksi esimerkiksi lämmityskattilassa, brikitit vastaavasti esimerkiksi takassa poltettaviksi. Suomessa pellettien käyttö lämmönlähteenä ei ole toistaiseksi saavuttanut merkittävää asemaa ja pääosa Suomen pellettituotannosta meneekin vientiin, muun muassa Ruotsiin. Pellettien energiasältö on kokoon nähden suuri. 1 kg puupohjaista pellettiä vastaa 4,8 KWh (Metsäkeskus 2010). Näin ollen 1000 kg pellettiä vastaa lähes 500 l polttoöljyä.

Hankkeen käytännön tavoitteeksi oli kirjattu pelletointikokeiden tekeminen kuivikelannasta. Koska Metsämäen ravirata käyttää kuivikkeena pääasiassa turvetta, tehtiin kokeet tällä materiaalilla. Turvelanta soveltuu sellaisenaan varsin hyvin pelletoitäväksi, mutta edellyttää kuitenkin ensin lannan kuivaamista.

Turvelantapellettien energiasisältö on jopa puupellettiä suurempi. (Kantola, suullinen tiedonanto 31.10.2010.)

Käytettäessä muita kuivikkeita, kuten vaikkapa olkea, joudutaan kuivikelanta ennen pelletöintiä silppuamaan, sillä pitkäsaikeinen korsi ei sovellu suoraan pelletöitäväksi. Silppuaminen voidaan tehdä esimerkiksi vasaramyllyllä tai sopivalla silppurilla. Joka tapauksessa muita kuivikkeita käytettäessä prosessiin tulee mukaan yksi energiaa ja työtä vaativa lisävaihe.

Vaikka pelletöinti kuluttaa energiaa, on energiankulutus tehokkaimmillaan vain muutamia prosentteja tuotetun polttoaineen energiasisällöstä. Pienempien pelletöintilaitteistojen hinnat lähtevät noin 10 000 eurosta ylöspäin. Lisäksi prosessissa tarvitaan muun muassa kuljettimia ja siloja.



5 LANNOITEKÄYTTÖ JA SEN VAATIMUKSET LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ

Hevosenlantaa ja hevosenlantakompostia on perinteisesti pidetty ja pidetään edelleen erittäin hyvänä lannoitteena ja maanparannusaineena. Purukuivitetun lannan soveltuvuus ei ole paras mahdollinen pelloilla ja puutarhassa, koska se kompostoituu ja hajoaa hitaasti sekä syö hajotessaan typpeä. (Airaksinen 2006.) Hevosenlantaa ja hevosenlantakompostia saa levittää omalle pellolle sekä luovuttaa levitettäväksi lannanlevityssopimuksella (Jansson & Särkijärvi 2007).

Kun hevosenlanta tuotteistetaan myytäväksi tuotteeksi, vaikka tuote olisikin ”vain” hevosenlantakompostia, astutaan sekä lannoitelain että sivutuoteasetuksen piiriin, joiden noudattamista valvoo Suomessa Eviran lannoitevalmisteyksikkö. Lannoitevalmistelaki (539/2006, MMMa 12/07 lannoitevalmisteista, muutettu mm. asetuksin MMMa 09/09 ja 19/09) koskee sekä kasvualueita, komposteja että lannoitteita. Uudistettu asetusluonnos oli käännettävänä julkaisutekstiä kirjoitettaessa. Toimintaa koskee myös Maa- ja metsätalousministeriön asetus 13/07 lannoitevalmistean toiminnasta ja valvonnasta, jota on muutettu asetuksella 20/09.

Sivutuoteasetuksessa (EY) N:o 1774/2002 (mm. komission asetus (EY) 181/2006) säädellään eläinperäisten sivutuotteiden käsittelyä ja käyttöä. Uusittu sivutuoteasetus (EY) N:o 1069/2009 on voimassa ja sitä sovelletaan 4.3.2011 alkaen; toimeenpanoasetus on hyväksytty ja julkaisutekstiä kirjoitettaessa se oli käännettävänä (SANCO/7066/2010). Lanta on aina eläinperäinen sivutuote, jonka käsittelyssä pitää huomioida hygieniavaatimusten täyttyminen, jotta tuote ei aiheuttaisi vaaraa käyttäjälleen.

Lannan kompostoiminen on paikallisen ympäristöviranomaisen valvonnan alaista toimintaa. Varsinkin kaupalliseen tuotteeseen tähtäävän toiminnan

aloittamiseen liittyvistä ympäristövaatimuksista, mahdollisista luvista ja toiminnan valvonnasta on syytä olla yhteydessä ympäristöviranomaisiin.

Jos hevosenantaa ”tuottava” yksikkö päättää ryhtyä tuotteistamaan lantaa omiksi myytäviksi tuotteiksi, toiminnan aloittamisesta pitää tehdä ilmoitus Eviraan. Sen kotisivuilta löytyy toiminnan aloitusilmoituslomake, joka toimijan on toimitettava Eviraan liitteineen. Toiminnan aloittamisilmoituksen liitteenä Eviraan on toimitettava omavalvontasuunnitelma, jossa kuvataan aiottu toiminta (esimerkiksi lannan kompostointi) ja suunnitelma siitä, kuinka toimintaa aiotaan valvoa. Markkinoille saatettavista tuotteista (jos ne ovat jo tiedossa) on tässä vaiheessa hyvä toimittaa myös tuoteselosteet. Tuoteselosteet on joka tapauksessa toimitettava Eviraan ennen kuin tuotteet saatetaan markkinoille.

Tuoteselosteessa ilmoitettavat asiat on määritelty kunkin lannoitteen tyyppinimen osalta lannoitelaisissa (esimerkiksi maanparannuskomposti). Hyviä käytännön ohjeita tuoteselosteiden laadintaan löytyy Eviran kotisivuilta. Vaikka tuotetta olisi tarkoitus myydä irtotavarana, tuoteseloste pitää olla olemassa ja se pitää antaa jokaiselle asiakkaalle. Suomessa tuoteseloste on kirjoitettava sekä suomeksi että ruotsiksi. Jos tuote saatetaan markkinoille pakattuna, tuoteseloste pitää olla näkyvässä tuotteen pakkauksessa.

Kun Evirassa on todettu toiminnanharjoittajan täyttävän toiminnalle asetetut vaatimukset, toiminnanharjoittaja saa laitoshyväksynnän ja laitoshyväksyntänumeron. Laitoshyväksynnässä kerrotaan, millaista toimintaa toiminnanharjoittaja saa harjoittaa, miten toimintaa tulee valvoa ja miten toiminnan valvonnasta pitää raportoida Eviraan. Laitoshyväksyntänumero on mainittava aina esimerkiksi tuoteselosteessa.

Koska lanta on eläinperäinen sivutuote, sen käsittelylämpötiloista säädetään EU-direktiivissä ja sivutuoteasetuksessa. Normaalisti EU:n alueella lannan hygienisoitumisen todentamiseen vaaditaan todistetusti 1 tunnin ajan 70 °C lämpötila. Hevosenantan osalta voidaan hyväksyä myös vaihtoehtoisesti yli 50 °C 14 vuorokauden ajan, mutta silloin tuotetta on lupa saattaa markkinoille vain Suomessa. Myös tässä tapauksessa lämpötilavaatimuksen täyttymistä on seurattava ja tuloksien on oltava myöhemmin tarkasteltavissa.

Lannan hygienisoitumista on seurattava myös säännöllisin mikrobiologisin testein. Lain mukaan markkinoille saatettava tuote ei saa sisältää salmonellaa (ei todettavissa / 25 g näytettä) tai *E.coli* bakteereja enempää kuin 1000

pmy/g. Hygieniavalvontaa pitää suorittaa lannoitevalmisteille akkreditoidussa laboratoriossa.

Jos hevosenlantatuotetta myydään pakattuna, tuote ei saa sisältää enempää kuin 2 itävää rikkakasvinsiementä / l, irtotavarana myytävälle (esimerkiksi lantakompostille) raja-arvo on 5 kappaletta. Hevosenlannan osalta on myös huomioitava hukkakauran leviämiskasvi ja oma- ja ulkovalvontasuunnitelmassa on kuvattava riskin minimoimiseksi tehdyt toimenpiteet.

Kaikkien lannoitevalmisteita markkinoille saattavien toimijoiden on pystyttävä osoittamaan tuotteiden jäljitettävyyden (esimerkiksi päivästä a päivään b kompostoitu erä on pakattu eränä A). Jos jossain valmistuserässä havaitaan virheitä, on erä pystyttävä rajaamaan ja sen käsittelystä sovittava erikseen Eviran kanssa. (Evara 2010.)

5.1 LANNOITEKÄYTTÖ MAATILOILLA

Kuulusa (2008) on selvittänyt opinnäytetyössään hevosenlannan hyötykäyttöä lannoitteena Päijät-Hämeessä. Alueen tallinpitäjille ja viljelijöille tehtiin kysely, jonka tavoitteena oli selvittää, millainen seudun hevostallien tilanne on lannan käsittelyssä ja onko viljelijöillä halukkuutta vastaanottaa lantaa lannoitteeksi. Saatujen vastausten perusteella esimerkiksi käytetyn kuivikkeen laadulla on vaikutusta siihen, ottaisiko viljelijä hevosen kuivikelantaa vastaan. Viljelijät eivät mielellään ottaneet lantaa, jos kuivikkeena oli käytetty sahanpurua tai kutterinlastua. Lannoitekäytön kannalta paras kuivike oli turve, mutta myös olkea pidettiin hyvänä vaihtoehtona. Luomutilalla oljen vastaanotolle oli ehtona se, että viljelyssä ei ollut käytetty korrenvahvistimia.

Samansuuntaisia vastauksia lannan hyötykäytön mahdollisuuksista maataloilla saatiin myös Kaakkois-Suomen alueella Imatran, Ruokolahden ja Valkealan hevosenomistajille ja pienille hevostalleille tehdyssä kyselyssä lannankäsittelyn ja -käytön nykytilasta ja kehittämistarpeesta. Maanviljelijät eivät ottaneet mielellään vastaan puupohjaista kuiviketta sisältävää hevosenlantaa. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007.)

Länsi-Turunmaan kaupungin alueella Huovila (2009) teki hevostalleille vastaavanlaisen kyselyn. Sen perusteella suurimmalla osalla kyselyyn vastaajista ei ollut ongelmia lannan jatkosijoittamisen suhteen. Tähän saattoi osaksi vaikut-

taa se, että kuivikkeena talleilla käytettiin yleisimmin turvetta ja toisaalta noin puolet kyselyyn vastanneista levitti lannan omille pelloilleen. Kuitenkin noin 60 prosenttia vastanneista oli kiinnostunut hyödyntämään lantaa muullakin kuin nyt käytössä olevalla tavalla, esimerkiksi luovuttamalla sitä ilmaiseksi jatkokäsittelyyn.

Turun ympäristössä sijaitseville 39 tallille vuonna 2009 tehdyssä kyselyssä ilmeni, että 37 tallin kuivikelannat päätyivät joko omille tai lähialueella sijaitsevien viljelijöiden pelloille. Kaksi tallia toimitti lannat maanrakennusyritykselle. Kuivikkeena suurimmalla osalla talleista käytettiin turvetta, jolloin kuivikelanta soveltui hyvin lannoitemateriaaliksi tai maanparannusaineeksi. Turun alueella on ollut mahdollisuus toimittaa kuivikelantaa myös Turun kaupungin Viherliikelaitoksen kompostointikentälle, jossa se kompostoidaan yhdessä puutarhajätteen kanssa. Ei ole kuitenkaan varmaa, jatkuuko hevosenlannan vastaanotto siellä. (Hollmén 2010.)

5.2 HEVOSENLANNAN SOVELTUVUUS AVOMAA- JA KASVIHUONEVILJELYYN

Suomessa tehtyjen tutkimusten perusteella kompostoitunut hevosen turvelanta soveltuu lannoitteeksi sekä avomaalle että kasvihuoneviljelyyn (Hevostietokeskus 2005, Airaksinen 2006, 42–43). Tutkimuksissa on selvitetty viljeltyjen lajikkeiden satoisuutta, nitraattimääriä, makua ja hygieenistä laatua. Avomaalla koekasveina viljeltiin perunaa, porkkanaa, valkokaalia, salaattia, avomaankurkkua ja mansikkaa. Erityisesti porkkanalla, avomaankurkulla ja salaatilla satotaso oli huomattavasti parempi hevosenlannalla lannoitettaessa kuin käytettäessä verrokkilannoitusta (mineraalilannoitetta tai kompostoitunutta karjanlantaa). Viljeltyjen lajikkeiden nitraattipitoisuudet olivat alhaisia. Vihannesten ja mansikan hygieeninen laatu oli hyvä. (Hevostietokeskus 2005.)

Airaksinen (2006) selvitti tutkimuksessaan kompostoidun hevosen turvekuivikelannan käyttöä tomaatin, kurkun ja paprikan luonnonmukaisessa kasvihuoneviljelyssä. Tutkimuksen perusteella kompostoitunut hevosen turvelanta sopii käytettäväksi lannoitteena myös luonnonmukaisessa kasvihuoneviljelyssä. Hevosen turvekuivikelannasta ravinteet liukenivat tasaisemmin ja hitaammin maaperään kuin vertailussa käytetyistä mineraalilannoitteesta tai kompostoituneesta karjanlannasta. Viljeltyjen tutkimuslajikkeiden sato oli hyvä ja nitraattipitoisuudet alhaiset. Niiden hygieeninen laatu oli erinomainen, sillä

niissä ei esiintynyt ulosteperäisiä mikrobeja. Myös maku arvioitiin hyväksi. (Airaksinen 2006, 42–43.)

Yang ym. (2008) ovat tutkineet kompostoidun hevosenlannan, kompostoidun hevosenlannan ja typpilisän, kompostoidun hevosenlannan ja typpi-kaliumlisän, kompostoidun hevosenlannan ja typpi-fosforilisän sekä kompostoidun hevosenlannan ja typpi-fosfori-kaliumlisän vaikutusta kurkun satomääriin. Tutkimukset osoittivat, että määrällisesti paras sato saatiin, kun hevosenlantaan oli lisätty edellä mainittuja ravinteita. Sen sijaan käytetyillä ravinnevaihtoehdoilla ei näyttänyt olevan vaikutusta sadon määrään. Pienin kurkkusato saatiin silloin, kun viljelyssä ei ollut käytetty mitään lannoitteita. Sato jäi pienemmäksi myös, kun ravinnelisänä oli käytetty pelkkää kompostoitua hevosenlantaa.



6 HEVOSENLANNAN MUU HYÖTYKÄYTTÖ

Jonkin verran hevosen kuivikelantaa käytetään myös savirakentamisessa, sillä rappaukseen käytettyyn savi-kalkkilaastiin voidaan lisätä hevosenlantaa (Volhard ym. 1994, 108). Tuore hevosenlanta parantaa savilaastin työstettävyyttä ja lisää valmiin rappaoksen lujuutta, sillä siinä on kuidun lisäksi myös liima-aineita. Hevosenlannan etuna lehmänlantaan on sen miedompi tuoksu. Laasti soveltuu sekä sisä-, että ulkorappaukseen ja mahdollisesti myös tiilien muuraamiseen. Jos lisäaineena käytetään kuivaa hevosenlantaa, laasti soveltuu vain sisärappaukseen (Ranki 2007.)



7 METSÄMÄEN RAVIRATA JA ALUEELLINEN YHTEISTYÖ

Kehittämishankkeen tavoitteena oli löytää sopivat toimintamallit hevosenlannan hyötykäytölle. Pilottikohteina toimivat Turun Metsämäen ravirata ja ne alueen talleista, joille lannan jatkokäsittely vaatii tulevaisuudessa uusia kestävämpiä ratkaisuja. Hankkeessa syntyneet mallit ovat sovellettavissa valtakunnallisesti.

Turun Metsämäen ravirata sijaitsee Turussa, Vanhan Tampereentien varrella, hieman yli kuuden kilometrin etäisyydellä Turun keskustasta. Metsämäen käytössä on 43,5 hehtaaria maa-alaa (Johansson 2010). Metsämäessä toimii kolme tallia, Ravitalli Harri Koivunen Oy, Ravitalli Hannu Nyman ja Ravitalli Arto Hammar, joissa asuu yhteensä 49 hevosta. Nämä tuottavat 588 m³ kuivikkeen ja lannan seosta vuodessa. Arvio on tehty yleisen keskiarvon mukaan, 12 m³ vuodessa / hevonen.

Vakituisesti Metsämäessä asuvien hevosten lisäksi Metsämäen ravirataa käyttää päivittäin harjoitteluun noin 25 hevosta lähialueelta. Raveja Metsämäessä järjestetään 34 kertaa vuodessa, jolloin Metsämäessä vierailee 110 hevosta. Raveihin tulevat hevoset viiptyvät Metsämäessä noin neljä tuntia. Päivittäin harjoittelemaan tulevat hevoset viettävät Metsämäessä aikaa noin kaksi tuntia. Suuri käyttöaste luonnollisesti lisää Metsämäkeen jäävän lannan määrää. Laskennallisesti vierailevat hevoset tuovat lantaa (ilman kuiviketta, kun lannan määrä kuivikelantaseoksesta on 70 %) Metsämäkeen vuodessa 13,6 m³.

Turussa ravikilpailutoiminta on sijoittunut Metsämäen alueelle vuodesta 1978 lähtien. Turun Hippoksen toiminta on alkanut jo vuonna 1894, silloin nimellä Hevoskasvatusyhdistys Hippos. (Turun Hippos ry 1994).



KUVA 3. Metsämäen raviradalla vierailee päivittäin 25 hevosta harjoittelemassa, kilpailupäivinä enemmänkin. (Kuva: Minna Kuuluvainen.)

Turun Hippos ry on vastuussa Metsämäen ravi-, peli-, valmennus- ja muonitustoiminnasta. Ravikilpailujen yhteydessä palveluita tarjotaan muun muassa 400 hengen ravintolassa ja Totohallissa. Raviradan keskikentän viheraluetta hyödynnetään näyttelyiden pitopaikkana ja ratsastuskilpailuissa varsinkin kesäkausina. Keskikenttää hyödyntävät joka vuosi ratsastuskilpailuita järjestävä Metsämäki Ratsastus Masters ry ja koirien juoksukilpailuista vastaava Turun Greyhound Klubi ry. Suomen suurin ravitapahtuma Kuninkuusravit on Metsämaässä järjestetty vuosina 1983 ja 2001.

Turun Hippoksen toiminta rahoitetaan alueen Toto-peli tuotolla, josta yhdistys saa tietyn osan. Yhdistyksen toimintaperiaatteen mukaan kaikki tuotto sijoitetaan ravitoiminnan hyväksi järjestämällä raveja ja edistämällä hevoskasvatusta ja -valmennusta. Yhdistyksellä on noin 400 jäsentä. (Turun Hippos ry 2010).



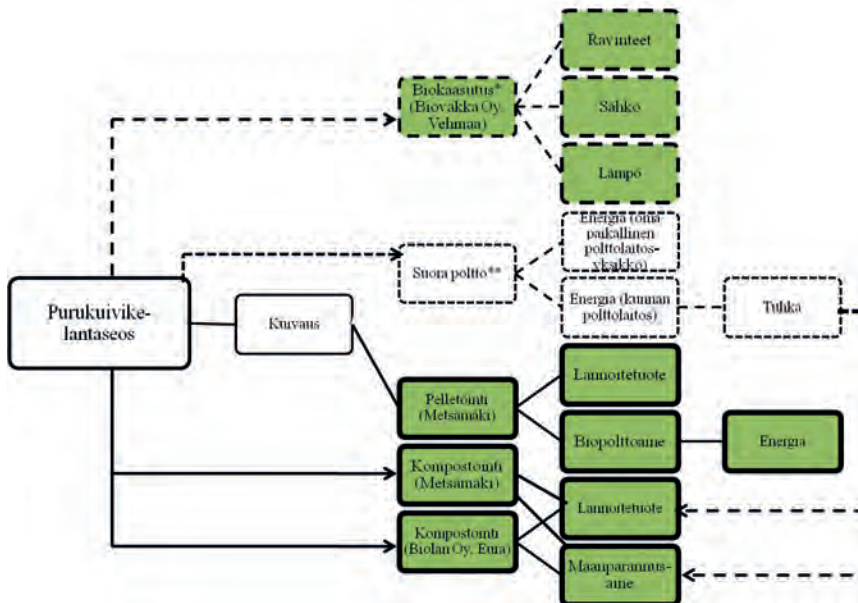
KUVA 4. *Metsämäen raviradan alueen rakennuksia. (Kuva: Roger Johansson.)*

Alueella toimii myös Hevos- ja koiratarvikeliike Varikko, Turun Ravinaiset ry (tallikahvio) ja Varsinais-Suomen Hevosjalostusliitto ry, jolle kuuluvat hevosjalostukseen kuuluvat viranomaistehtävät. Lisäksi Turun Hippos ry tekee paljon yhteistyötä Metsämäki Masters ry:n ja keskusjärjestöjen Suomen Hippos ry:n ja Fintoto Oy:n kanssa sekä Lännen ratojen (Forssa, Kokemäki, Pori, Tampere ja Turku) kanssa. (Johansson 2010).

8 VAIHTOEHDOT LANNAN HYÖDYNTÄMISELLE METSÄMÄESSÄ

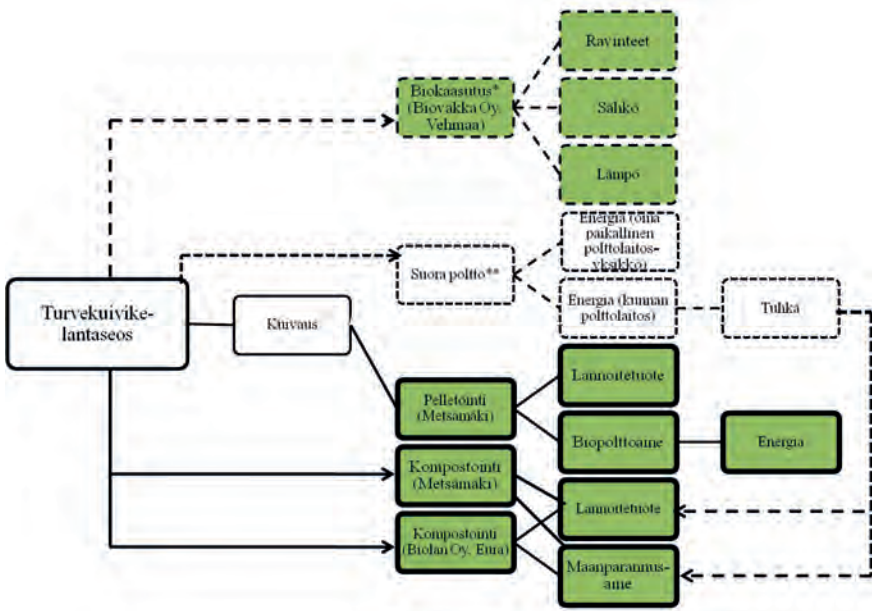
Hankkeen aikana työryhmä pohti monia hyödyntämisvaihtoehtoja Metsämäkeä varten. Seuraavassa tarkastellaan eri vaihtoehtoja lannan hyötykäytölle, niiden kustannuksia ja vaikutuksia ympäristöön.

Alla olevissa prosessikaavioissa on kuvattu kuivikkeen merkitystä jatkokäsittelyn kannalta. Mikäli käytössä on purukuivike, ovat varteenotettavimmat vaihtoehdot pelletöinti, poltto, kompostointi ja biokaasutus. Biokaasutuksessa purukuivikelantaseoksella on metaanipitoisuus turvekuivikelantaseosta alhaisempi.



KUVIO 3. Purukuivikelantaseoksen hyötykäyttömahdollisuudet. *Tällä hetkellä lähin biokaasulaitos, jonka ympäristölupa kattaa hevosenlannan, on Vehmaalla. **Turun jätteenpolttolaitoksella ei vastaanottokapasiteettia, eikä nykyinen ympäristölupa mahdollista lannan vastaanottoa (v. 2010).

Turvekuivikkeen kohdalla kompostointi ja pelletöinti osoittautuvat tutkimusten perusteella varteenotettavimmiksi jatkokäsittelyvaihtoehdoiksi.



KUVIO 4. Turvekuivikelantaseoksen hyötykäyttömahdollisuudet. Suositeltavat hyödyntämislinjat on korostettu vihreällä värillä. *Biokaasutuksessa purukuivikelantaseoksella on metaanipitoisuus turvekuivikelantaseosta alhaisempi. **Turun jätteenpolttolaitoksella ei kapasiteettia ottaa vastaan, eikä nykyinen ympäristölupa mahdollista lannan vastaanottoa (v. 2010).

8.1 NYKYINEN KÄYTÄNTÖ JA SEN KUSTANNUKSET

Metsämässä on tällä hetkellä pääsääntöisesti käytössä turvekuivike. Lannan keräys talleilla tapahtuu manuaalisesti. Lanta ja kostea turve kerätään kottikärryihin ja viedään lantalaan. Koivusen tallin lantalaan mahtuu kuivikelantaseosta 50 m³. Lantala tyhjenetään seitsemän kertaa vuodessa siten, että Metsämäen raviradan kuorma-auto vie kuivikelantaseosta 8 m³ kerrallaan Turun Viherliikelaitokselle. Hammarin ja Nymanin tallien lanta kasataan vaihtolavalle, josta lanta viedään välivarastoon ja sieltä eteenpäin Turun Viherliikelaitokselle 12–15 kertaa vuodessa.

Turun Viherliikelaitoksella kuivikelantaseos sekoitetaan puutarhajätteen sekaan kompostoitumaan. Viherliikelaitoksen vastaanottopiste sijaitsee Topinojan jätekeskuksessa. Kuljetusmatkaa Metsämäen ja Topinojan välillä on noin 4 km. Koska kuljetusetäisyys on lyhyt, koostuvat todelliset kustannukset pääasiassa tehdystä työstä. Työhön sisältyy kuljetuksen lisäksi myös lastaus ja purku. Näin lyhyelle etäisyydelle on vaikea laskea varsinaisen kuljetuksen todellisia kustannuksia, sillä esimerkiksi pakkasesta käynnistetty kuorma-auto pätkäajossa kuluttaa todellisuudessa selvästi enemmän, kuin mitä pelkkä kilometrien mukaan laskettu teoreettinen kulutus antaisi ymmärtää. Kuorma-auton lisäksi tarvitaan kuormaaja tai traktori täyttämään kuormalava. Seuraavassa oletuksena on käytetty, että käytössä on raviradan oma kuorma-auto, joka siirtää kerralla 8 m³ kuivikelantaseosta.

TAULUKKO 5. *Kustannuksia voidaan arvioida nykykäytännöllä kertyvän tyhjennyskertaa kohti seuraavasti.*

	Oma auto ja työ			Urakoitsijan työnä		
	tuntihinta (€)	tuntimäärä (h)	€	tuntihinta (€)	tuntimäärä (h)	€
Miestyötunnit (sis. koneen käytön)	30	2	60	60 + alv 23 %	2	147,60
Arvioidut polttoainekustannukset / kerta			10			
Yhteensä			70			147,60

Tyhjennys 21 kertaa vuodessa maksaisi näin laskettuna 1 470 euroa. Mahdollinen talkootyö alentaa kustannuksia.

Jos vastaava työ tilataan kuorma-autoyrittäjältä ja tuntihinta on 60 € + alv 23 % / tunti, sisältäen ajoneuvon ja kuljettajan, ovat kustannukset tällöin 2 x 73,80 € = 147,60 € / kerta. Taloudellisesti järkevämpää on viedä kerralla suurempi kuorma. Kun käytetään suurempivetoista kuormalavaa (20 m³), tarvitaan vuodessa keskimäärin 8,5 kuljetusta. Vuosikustannus olisi tuolloin 1 254,60 €, eli jopa hiukan oman työn hintaa vähemmän. Kun tähän lisätään vielä kuormauksen kustannus, ollaan hyvin lähellä samaa tasoa.



KUVA 5. *Metsämäessä olevaan Koivusen tallin lantalaan mahtuu 50 kuutiota kivi-
vikelantaa. (Kuva: Minna Kuuluvainen.)*

Tämän hetkinen Metsämäen raviradan ja tallien pääasiallinen energiamuoto on kaukolämpö. Sen kustannukset vuonna 2009 olivat 26 078 euroa. Sähkökustannukset olivat samana vuonna 45 570 euroa. Sähköstä ja kaukolämmöstä valtaosa käytetään katsomorakennuksen lämmittämiseen. Kaukolämmön hinta on kohonnut voimakkaasti viime aikoina. Mikäli kehitys jatkuu samantyyppisenä, tulee paikallisesti tuotettu uusiutuva energia kilpailukykyisemmäksi ja lannan hyödyntäminen energiaksi entistä kannattavammaksi.

Turussa kaukolämmöstä 24 % on tuotettu uusiutuvilla polttoaineilla ja 76 % fossiilisilla polttoaineilla. Uusiutuvat energian lähteet koostuvat kaatopaikka-
kaasusta, Orikedon lämpökeskuksesta saatavasta lämmöstä, jätteenpolttolaitok-
tokselta ja lämmön talteenotosta. (Oy Turku Energia 2008.) Alueella synty-
vän hevosenlannan hyödyntäminen energiaksi vähentäisi oleellisesti fossiilisilla
polttoaineilla tuotetun energian tarvetta Metsämäessä. Tämä tukisi ilmasto-
tavoitteita ja saattaisi osoittautua pidemmällä aikavälillä myös taloudellisesti
kannattavaksi.

8.2 KOMPOSTOINTI, JATKOJALOSTUS LANNOITTEEKSI JA KUSTANNUKSET

Jätelain mukaan hevosenlantaa tulisi ensisijaisesti käyttää maanparannusaineena ja vasta toissijaisesti energiana. Metsämässä käytetty turvekuivikelanta sopisi sinänsä hyvin kompostointikäyttöön. Kompostointilaitoksen perustaminen Metsämäkeen vaatisi toisaalta merkittävästi tilaa, tuotanto-osaamista, investointeja ja ympäristöluvan. Lannoiteasetuksen vaatimusten mukainen lannoitteen valmistus ja tuotteistaminen olisi iso prosessi, joka ei välttämättä tukisi Metsämäen ydintoimintaa tai sen omavaraisuutta, vaan toiminta vaatisi käytännössä oman yrittäjän (ks. luku 5). Vaihtoehtoisesti kuivikelantaseos olisi mahdollista kuljettaa Biolan Oy:n käsiteltäväksi ja jalostettavaksi kompostointituotteeksi Euraan.

Taulukossa 6 on vertailtu kuivikelantaseoksen kuljetuskustannuksia Euraan vaihtoehdoissa, joissa kuorma-auton kyytiin mahtuu joko 8 m³ (Metsämäen oma kuorma-auto) tai 20 m³ (ostopalvelu) kuivikelantaa. Lähteenä on käytetty VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmää ja automalleina pientä jakelukuorma-autoa (kokonaismassa 6 t), joka on lähinnä Metsämäen omaa käytössä olevaa kuorma-automallia, sekä jakelukuorma-autoa, jonka kantavuus on 9 t.

Metsämäen omalla autolla tehtävään kuljetustyöhön eritelty kuljetuskustannukset, kun taas ostopalvelussa ne sisältyvät hintaan. Polttoaineen hintana on käytetty 1,17 € / litra (Turun seudun polttoaineseuranta 2010). Kun kuorma-auto ajetaan täydellä kuormalla Biolanille, on sen kulutus 12,8 l / 100 km ja polttoainekustannukset silloin 15 €. Kuorma-auto palaa tyhjällä kuormalla, jolloin sen kulutus on 11,1 l / 100 km ja kuljetuskustannukset ovat 13 €. Ostopalveluun ei ole laskettu erikseen polttoainekustannuksia, sillä ne ovat mukana ostopalveluhinnassa.

TAULUKKO 6. Lannan kuljetuskustannukset Euraan Biolanin käsitteilylaitokselle. Vertailussa on oletettu, että työhön (lastaus, kuljetus ja purku) käytetään yhteensä neljä tuntia. Metsämäen oman työn hinnaksi on laskettu 30 € / h ja kuljetuskertoja tarvitaan 21. Ostopalvelu tapahtuisi suuremmalla kuorma-autolla, jolloin lannan kuljetustarve vähenisi 8,5 kertaan vuodessa. Lähteet: LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT 2010 ja Polttoaineen hintaseurantapalvelu 2010.

KOMPOSTOINTI	Matka 200 km Metsämäki – Biolan Oy, Eura	
	oma auto, 8m ³	ostopalvelu, 20m ³
Kuorman suuruus	oma auto, 8m ³	ostopalvelu, 20m ³
Kuljetus (meno-paluu, yht. 200 km)	27 €	
Henkilötyökustannukset*	120 €	369 €
Omalla autolla matka tehdään 21 kertaa vuodessa	3 087 €	
Ostopalveluna matka tehdään 8,5 kertaa vuodessa		3 137 €

*omalla autolla ja työllä 30 €/h
vuokrapalveluna 60 € + alv 23 % / h (sis. polttoaineet)
työajaksi on arvioitu 4 h

Käytännössä 8 m³:n kuljettaminen ei ole kovin tehokasta eikä taloudellista, joten vertailuksi on otettu 20 m³ lavalla kuljettava urakoitsija, jonka tuntihinta on 60 € + alv 23 % / tunti sisältäen kuljettajan ja auton. Matkoja tarvitaan tällöin 8,5 ja vuosikustannus olisi siten 3 137 €. On myös huomattava, että liikennepolttoaineiden hinta on edelleen nousussa, mikä tulee varmasti nostamaan kuljetusten kustannuksia jatkossa.

Tällä hetkellä Biolan ei peri vastaanottomaksua turvekuivikelantaseoksesta, mutta se on mahdollista tulevaisuudessa. Purukuivikelantaseoksesta peritään vastaanottomaksua 3 € / m³ (Fontell 2010, suullinen tiedonanto). Tämä tekisi vuodessa noin 500 euroa vastaanottomaksuja.



KUVA 6. Turvekuivikelantaseosta kompostoitumassa Biolanilla Eurassa. (Kuva: Minna Kuuluvainen.)



KUVA 7. Purukuivikelantaseosta kompostoitumassa Biolanilla Eurassa. Taustalla näkyy jo kompostoitunutta turvekuivikelantaa. (Kuva: Minna Kuuluvainen.)

8.3 POLTTO JA SEN KUSTANNUKSET

Metsämäen tapauksessa polttovaihtoehtoja on lähtökohtaisesti kaksi: joko toimittaa materiaali polttolaitokselle tai rakentaa oma polttolaitos. Ensimmäistä vaihtoehtoa ei tällä hetkellä käytännössä ole, sillä Orikedon polttolaitoksen kapasiteetti on täynnä, eikä nykyinen ympäristölupa mahdollista lannan vastaanottoa. Tästä syystä ei kyseisestä vaihtoehdosta tehty tarkkoja laskelmia. Kustannusarvion pohjaksi on kuitenkin hyvä panna merkille, että nykyinen Orikedon laitos veloittaa tuodusta materiaalista noin 90 € / tonni.

Suunnitteilla oleva ja kapasiteetiltaan Orikedon laitosta oleellisesti suurempi polttolaitos Turun seudulle saattaa muuttaa tilannetta oleellisesti. Tällöin poltto saattaa muodostua hyvinkin kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi. Laitoksen on arvioitu toteutuvan kuitenkin vasta 2010-luvun jälkimmäisellä puoliskolla, eikä sen lupaehtoja tai edes sijaintia voida vielä arvioida.

Oman polttolaitoksen perustaminen ei myöskään, ainakaan toistaiseksi, ole mahdollinen ratkaisu. Lainsäädäntö ja sen nykyinen tulkinta tekevät pienpolton omissa kattiloissa kannattamattomaksi, koska ne edellyttävät jatkuvia mitauksia. Mikäli jatkuvatoimisen savukaasumittauksen vaatimukseen tulee lievennyksiä, kattiloita voitaisiin esimerkiksi tyyppihyväksyä, jonka jälkeen säännölliset tarkistusmittaukset olisivat riittäviä. Jos alkaen 90 000 euroa + alv 23 % (www.energia.fi) maksavaa päästömittaajärjestelmää ei tarvita, voisi kannattavuus muuttua oleellisesti. Perusteita lainsäädännön tarkistuksille olisi, sillä mm. VTT:n tutkimusraportti hevosenlannan polton päästöistä (Puustinen, H.; Kajolinna, T.; Pellikka, T.; Kouki, J. & Vuorio, K. 2009) toteaa loppulauseenaan, että ”kun hankkeessa mitattuja tuloksia verrataan puhtaan puun pienpolton päästöihin, havaitaan, etteivät näissä kokeissa mitatut lantakuivike + hakepolton päästöt oleellisesti poikkea puhtaan puun pienpolton päästöistä”.

Varteenotettavammaksi vaihtoehdoksi voisi nousta myös laajempi aluelämpölaitos, jossa Metsämäki olisi osakkaana mukana. Aluelämpölaitoksen toteuttaminen edellyttäisi riittävän osakaspuun ja mahdollisesti erillisen toimijan. Tällöin edes lainsäädännön vaatimusten täyttäminen ei välttämättä aiheuttaisi osakkaille ylitsepääsemätöntä kustannusta.

8.4 BIOKAASUTUS JA SEN KUSTANNUKSET

Biokaasutus on hapeton mädätysprosessi, jonka aikana orgaaninen aines, esimerkiksi lanta, tuottaa metaania. Biokaasulaitokselta saadaan tarpeen ja markkinoiden mukaan jalostettua lämpöä ja sähköä, tai kaasua voidaan käyttää vaikkapa liikennepolttoaineena. Kaasua varastoidaan suurissa kuuissa. Prosessin jäännösmateriaali voidaan käyttää lannoitteena tai siitä pystytään jalostamaan esimerkiksi ravinteita.

Oman biokaasulaitoksen rakentaminen Metsämäkeen olisi kallis investointi, eikä hankkeen puitteissa tätä vaihtoehtoa ajateltu realistisena. Kuivikelantaseos voidaan kuitenkin kuljettaa Biovakka Oy:n biokaasulaitokseen Vehmaalle, jonne Metsämäestä on matkaa noin 50 km. Kuljetuskustannuksineen, vastaanottomaksuineen ja henkilötyökustannuksineen lannan kuljetus Biovakalle maksaa vuodessa noin 4 200 euroa. Alla olevassa taulukossa on eritelty kuljetuksesta aiheutuvat kustannukset ja vastaanottomaksut. Kuten jo edellä todettiin, kuivikelantaseosta kuljetetaan Metsämäen raviradalta Metsämäen omalla kuorma-autolla jatkokäsittelyyn 8 m³ kerrallaan, jolloin matka joudutaan tekemään 21 kertaa vuodessa. Ostopalveluna kuivikelantaa saadaan vietyä 20 m³ kerrallaan, joten se vähentää vuoden aikana tehtävät matkat 8,5 kertaan vuodessa.

Alla olevaan taulukkoon on laskettu kuljetuskustannusten lisäksi myös vastaanottomaksut arvioiden, että 1 m³ turvekuivikelantaseosta painaa noin 350 kg (Johansson, suullinen tiedonanto 2010). Biovakka Oy perii vastaanottomaksua 40 € / 1 000 kg (Heilä, suullinen tiedonanto 2010) ja polttoaineen hintana on käytetty 1,17 € / litra.

TAULUKKO 7. Lannan kuljetuskustannukset Biovakka Oy:n Vehmaan biokaasulaitokselle. (LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT 2010 ja Polttoaineen hintaseuran-
tapalvelu 2010.)

BIOKAASUTUS	Matka 50 km Metsämäki – Biovakka Oy, Vehmaa	
	oma auto, 8m ³	ostopalvelu, 20 m ³
Kuorman suuruus		
Kuljetus (meno-paluu, yht. 100 km)	14 €	
Henkilötyökustannukset*	90 €	221 €
Matka tehdään 21 kertaa vuodessa	884 €	
Matka tehdään 8,5 kertaa vuodessa		1 882 €
Vastaanottomaksu / krt (40 € / 1 t)	112 €	280 €
Vastaanottomaksut vuoden ajalta	2 352 €	2 380 €
Kustannukset yhteensä	3 236 €	4 262 €

*omalla autolla ja työllä 30 €/h
vuokrapalveluna 60 € + alv 23 % / h (sis. Polttoaineet)
työajaksi on arvioitu 3 h

Biovakka Oy:llä on biokaasulaitos myös Topinojalla, joka sijaitsee aivan Metsämäen läheisyydessä. Laitoksen ympäristölupa ei tällä hetkellä salli hevoselannan vastaanottoa, mutta mikäli tilanne muuttuu, on lannan vieminen Topinojalla sijaitsevaan biokaasulaitokseen kustannuksiltaan verrannollinen nykyiseen käytäntöön, jossa kuivikelanta toimitetaan Topinojalle (ks. luku 8.1). Biovakan mukaan hevoselannan käytön mahdollistavat muutokset ympäristölupaan ovat lähtökohtaisesti täysin mahdollisia.

8.5 KUIVIKELANNAN KUIVAUS JA PELLETÖINTI

Paikallinen pelletöintilaitos Metsämäessä poistaisi lannan kuljetustarpeen. Kustannuksia tulisi kuivurista ja pelletöinnistä sekä mahdollisesti pellettilämmitykseen siirtymisestä ja pellettien markkinoinnista. Hyvä vaihtoehto saataisi olla esimerkiksi pellettiprosessin ulkoistaminen. Lähitullelta tulevan kuivikelannan vastaanotto voisi olla lähtökohtaisesti ilmaista, mutta toisaalta toimittaja vastaisi lannan tuomisesta aiheutuvista kuluista. Pellettivaihtoehtoja punnitessa on kuitenkin muistettava, että lainsäädännön mukaan kuivikelantaseoksesta valmistettu pelletti on toistaiseksi edelleen eläinperäistä jätettä, ja sitä on käsiteltävä jäteasetuksen mukaisesti.

Hankkeen pelletöintikokeet tehtiin Laitilassa, Lokapelletti Oy:n laitteilla ja tiloissa. Yrityksellä on käytössä kaksi Hylicpress MP 250 -proto-konetta. Koneiden kapasiteetti on noin 250 kg pellettiä / tunti. Kahdella koneella päästään siten 500 kg:n tuntituottoon. Käytetyn pelletöintikoneen maksimikulutus on 15 kW / tunti. Käytännössä kulutus ei ole maksimiluokkaa. Lisää energiaa kuuluu imureihin ja kuljettimiin, mutta niiden energiankulutus ei yrittäjän mukaan ole kovin merkittävää. MP 250 -koneen hinta on noin 30 000 € + alv. (Kantola, suullinen tiedonanto 2010).

Koska kesä 2010 oli selvästi tavallista helteisempi ja kuivempi, myös ulkona lantalassa ”paahtuneen” turvelannan pelletöintiä kokeiltiin mielenkiinnosta sellaisenaan. Kosteuspitoisuutta ei mitattu, mutta pelletöintikoe varmisti selkeästi sen, ettei kesäkuiva kuivikelantakaan ole riittävän kuivaa sellaisenaan pelletöitäväksi. Jos turvekuivikelannan kosteusprosentti on keskimäärin noin 60–70 %, lienee kesän kuivaaman lannan kosteus ollut tätä hiukan pienempi. Mikäli lantaa voitaisiin levittää ohuempana kerroksena esimerkiksi asfalttikentälle, saattaisi kuivuminen teoriassa olla riittävää.

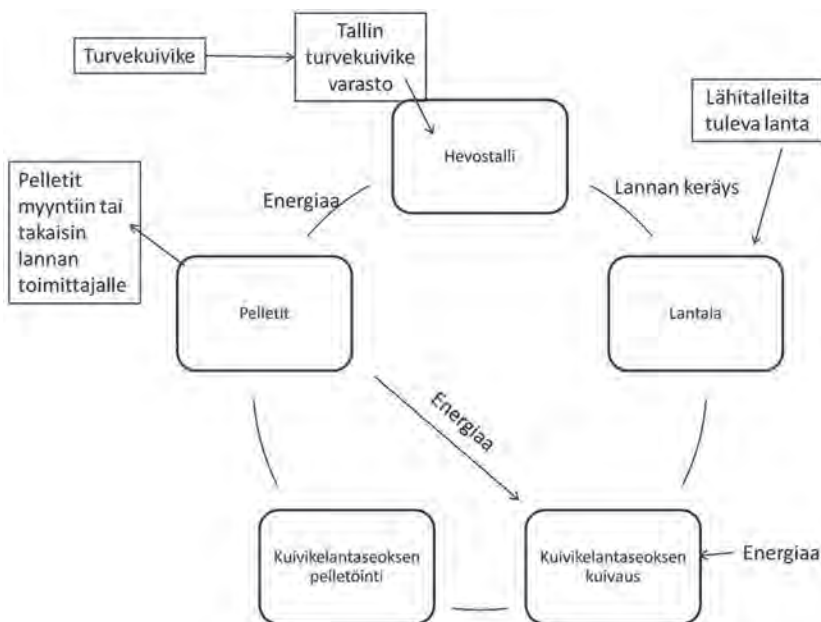


KUVA 8. *Hankkeessa tehtyä kuivikelantapellettiä. (Kuva: Pekka Alho.)*

Lanta piti siis saada kuivattua, eikä sopivan laitteiston ja toimijan löytäminen ollut helppoa. Lukuisten yhteydenottojen jälkeen löysimme yrityksen, joka oli jo kehittänyt prototyyppiä lannan kuivaamiseksi. Vielä osin keskeneräisellä prototyyppillä kuivattua lantaa toimitettiin Lokapelletille pelletöitäväksi. Tulokset olivat pelletin valmistajan mukaan jopa odotettuakin parempia. Pelletöinti sujui luontevasti ja pelletit olivat ulkoiselta laadultaan ensiluokkaisia, eli kiiltäviä ja kiinteitä. Kuivatusta kuivikelannasta tehtiin kosteusanalyysi Biolan Oy:n laboratoriossa ja kosteudeksi saatiin 12 % (Biolan Oy:n laboratorio 2010).

Hyvien tulosten myötä vaihtoehto, jossa lanta ensin kuivataan ja sen perään pelletöidään, alkoi kiinnostaa laajemminkin. Aiemmat hevosenlannan polttokokeet on pääsääntöisesti tehty polttamalla kuivikelantaa sellaisenaan tai seospolttona muun materiaalin kanssa (Kauppinen 2005). Kostean materiaalin polttaminen tuottaa yleensäkin selvästi enemmän päästöjä myös esimerkiksi puuta poltettaessa. Niin Kauppinen (2005) kuin Lundgren ja Pettersson (2009) viittaavat materiaalin kuivaustarpeeseen ennen polttoa. Kokeita kuivatulla materiaalilla ei kuitenkaan ole tehty. Hankkeen työryhmä oli sitä mieltä, että tällä menetelmällä tuotettujen pellettien poltto ei voisi merkittävästi poiketa pellettien tai puun poltosta yleensäkin. Asian todentamiseksi tarvittaisiin kokeita ja savukaasumittauksia poltettaessa kuivattua materiaalia.

Metsämäkeen hahmotellussa kuivaus & pelletöinti –prosessissa (ks. kuvio 5) Metsämäen käyttämästä energiasta suuri osa voitaisiin tuottaa polttamalla omia pellettejä ja myös kuivurin energia saataisiin tuotettua samoilla pelleteillä. Koejärjestelyissä edettiin jo melko pitkälle, mutta laajemmista kokeista jouduttiin luopumaan tämän hankkeen osalta. Hevosenlannan hyötykäytön kehittämishanke oli alun perin suunniteltu selvityshankkeeksi, eikä se sisältänyt varoja laajempiin käytännön kokeisiin. Kuivatun materiaalin hyödyntämiseen ollaan päättävän hankkeen innoittamana hakemassa uutta rahoitusta. Tavoitteena hyvien tutkimustulosten myötä voisi parhaimmillaan olla koelaitoksen perustaminen Metsämäkeen.



KUVIO 5. *Prosessikuvaus pelletöinnistä Metsämässä.*

8.6 HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Kuten on aikaisemminkin tullut ilmi, Metsämäki kuljettaa kuivikelantaseoksen nykyisin Turun Vihertiikelaikoksellle. Vihertiikelaikoksekoittaa kuivikelantaseosta puutarhajättekompustin tukiaineeksi. Kuljetusmatka Vihertiikelaikoksellle ei ole Metsämäestä pitkä, vain muutaman kilometrin, joten tähän saakka Metsämäen tallit ovat saaneet järkevän sijoituspaikan kuivikelannalleen. Nykyinen toiminnalle myönnetty ympäristölupa umpeutuu vuoden 2011 lopussa. Alustavien tietojen mukaan Vihertiikelaikokse on hakemassa jatkoa kyseiselle toiminnalle, mutta nykyistä pienemmällä kapasiteetilla. Näin ollen Metsämäen talleillakin on jouduttu pohtimaan uusia ympäristöystävällisiä ja taloudellisia vaihtoehtoja kuivikelannan sijoittamiselle.

Ympäristöhaittoja aiheuttaa levitys- tai jatkokäsittelypaikkojen puute ympäri Varsinais-Suomea. Hollmén (2010) mainitsi tutkimuksessaan, että usein tallien lanta päättyi pellonreunoille tai metsiin. Täysin käsittelemättömänä tai vajaan kompostoituneena kuivikelantaseos voi aiheuttaa ravinnevalumia, hajuhaittoja ja hygieniaongelmia.

Kaikissa esitetyissä vaihtoehdoissa kuivikelannan kuljetuksesta aiheutuu päästöjä ilmaan. Liikennöinti aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä, typen oksideja, metaania, rikkidioksidia ja hiilimonoksidia eli häkää sekä pienhiukkaspäästöjä. Kuivaus & pelletöinti -vaihtoehdossa materiaali käsiteltäisiin Metsämäessä, eikä suoria liikennepäästöjä mainittavasti aiheutuisi. Myös muiden tallien Metsämäkeen mahdollisesti tuoma kuivikelanta tai valmistettujen pellettien kuljetus aiheuttaisi päästöjä. Kuljetuksesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä on esitetty taulukossa 8.

Kuivikelanta voidaan kuljettaa kompostoitumaan Biolan Oy:lle Euraan. Kuivikelantaseoksen kompostoinnin tapahtuessa Biolan Oy:n käsittelylaitoksessa kompostointi tapahtuu asianmukaisissa oloissa, eivätkä lannan ravinteet pääse valumaan lähiympäristöön. Lannan haju muuttuu kompostoitua mieltyvämmäksi ja myös ammoniakkaa haihtuu (Palva, ym. 2009, 39). Kompostoinnin tuloksena syntyvä lannoitetuote on syntynyt uusiutuvasta biomassasta; näin voidaan ajatella syntyvän positiivisia ympäristövaikutuksia. Lanta saadaan hyötykäyttöön jalostettuna, mikä vähentää kemiallisten lannoitteiden tarvetta.

Metsämäen kohdalla ei pystytä arviomaan päästöjä polton suhteen muutoin kuin yleisellä tasolla. Polton ympäristövaikutuksia käsitellään mm. tämän julkaisun luvussa 4.1. Metsämäen sijainti kaatopaikan ja teollisuusalueen lähistöllä, suhteellisen kaukana tiheästä asutuksesta, mahdollistaisi luultavasti poltotoiminnan siten, etteivät siitä aiheutuvat päästöt, liikenne tai mahdollinen melu rasittaisi merkittävästi lähiympäristöä.

Biovakka Oy:n Vehmaan biokaasulaitokselle myönnettiin ympäristölupa vuonna 2003. Ympäristöluvassa todetaan, että laitoksen toiminnalla arvioidaan olevan positiivisia vaikutuksia ympäristölle, kun lannan peltolevityksestä aiheutuvat hajuhaitat pienenevät ja ravinnevalumat vesistöihin vähenevät. Ympäristöluvassa annetaan pilaantumista ehkäisemistä koskevia määräyksiä mm. jäteveden käsittelyyn. Laitoksen lähellä ei ole luonnon- tai ympäristönsuojelun kannalta merkittäviä kohteita. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2003.)

Lannan kuljetuksesta Vehmaalle jatkokäsittelyyn syntyy päästöjä. Liikennöinti aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä ja typen oksideja, metaania, rikkidioksidia sekä hiilimonoksidia eli häkää. Taulukossa 8 on kerrottu kuljetuksessa aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä.

TAULUKKO 8. *Kuljetuksessa Metsämäestä jatkokäsittelyyn aiheutuvat liikenteen hiilidioksidipäästöt. Taulukossa näkyy hiilidioksidipäästöt kiloina ja CO₂-ekvivalenteina tonneina, kun kuivikelantaa viedään 8,5 kertaa vuodessa joko kompostoitumaan Biolan Oy:lle tai biokaasutukseen Biovakka Oy:lle Metsämäen raviradalta 20m³ kerrallaan. (LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT 2010)*

Liikenteen hiilidioksidipäästöt				
Määränpää ja matka (km)	Ajetut km (edestakainen matka)	CO ₂ -kerroin (g/km)	CO ₂ -päästöt (kg)	CO ₂ -päästöt (CO ₂ -ekv.t)
Biolan, Eura (100 km)	200	579	116	23 160
Matka 8,5 kertaa vuodessa	4 200		984	196 860
Biovakka, Vehmaa (50 km)	100	579	58	5 790
Matka 8,5 kertaa vuodessa	2 100		492	49 215

Oman kuivaus- ja pelletöintilaitoksen perustaminen Metsämäkeen poistaisi tarpeen Metsämäen tallien kuivikelantaseoksen kuljettamisesta muualle. Samalla lähialueen talleille avautuisi mahdollisuus kuljettaa kuivikelantaa Metsämäkeen. Ympäristövaikutuksia prosessista tulisi lähinnä juuri kuivikelantaseoksen kuljetuksesta Metsämäkeen lähialueilta sekä kuivurin lämmittämisestä.

Pellettien käyttäminen esimerkiksi rakennusten lämmityksessä on ilmastoystävällinen vaihtoehto, sillä pellettienergia on tuotettu uusiutuvista energialähteistä (Suomen Pellettienergiayhdistys ry 2010). Metsämäen tapauksessa pelletit tuotettaisiin hevosen kuivikelantaseoksesta, jolloin seos saadaan hyötykäyttöön energiaksi. Kuopion yliopiston tekemän tutkimuksen mukaan puun pienpoltto aiheuttaa enemmän pienhiukkaspäästöjä kuin pellettien polttaminen (Tissari 2005).

Turvelantapellettien poltosta aiheutuu lievää turpeen tuoksua, joka saattaa rajoittaa pellettien käyttämistä kotitalouksien lämmityksessä. Metsämäen osalta tätä ongelmaa tuskin olisi, sillä turpeen ominaishaju on tallien läheisyydessä normaalia ja hajuhaittoja tulee joka tapauksessa ravialueen naapurina toimivalta Topinojan kaatopaikalta.

9 ALUEELLINEN MALLI LANNAN HYÖTYKÄYTÖLLE

Metsämäen raviradan lähellä sijaitsee myös muita hevostalleja. Alueen tallien kesken voidaan luoda yhteinen lannan hyödyntämismalli. Metsämäen välittömässä lähiympäristössä on noin 100 hevosta, jotka tuottavat kuivikelantaseosta 1 200 m³ vuodessa. Turun seudulla on hevosia noin 2 380 (Hollmén, 2010).

Hankkeen kannalta olennaisiksi kunniksi, joista hevosentantaa olisi logistisesti järkevää tuoda Metsämäkeen hyödynnettäväksi, valittiin Kaarina, Lieto, Masku, Naantali, Nousiainen, Raisio, Rusko ja Turku. Yhteensä näiden kuntien hevosten määrä on noin 2 000 hevosta, joiden tuottama kuivikelanta on vuodessa 24 000 m³.

Yhden hevosen tuottama lantamäärä, joka on 8–12 kuutiota vuodessa, tarvitsee yhden hehtaarin peltoalaa levitykseen (Viitanen 2007). Näin ollen Turun seudun 2 380 hevosen tuottama lantamäärä (28 560 m³) tarvitsisi 2 380 ha peltoalaa. Hollménin (2010) mukaan suuri osa Varsinais-Suomen talleista sijoittaa lannan joko omille pelloille tai toimittaa sen lähiseudun viljelijän pelloille. Hevostilojen peltoalat ovat pieniä ja pellot ovat suurimmaksi osaksi nurmella, jolloin lannanlevitysalaa ei aina joka vuosi ole riittävästi. (Hollmén, 2010) Lantaa ei voi levittää pelloille mihin aikaan vuodesta tahansa, sillä nitraattiasetus kieltää lannan levityksen 15.10.–15.4. välisenä aikana. Mikäli maa on sula ja kuiva, lantaa voidaan levittää 15.11. asti. Keväällä lannan levitys on mahdollista aloittaa aikaisintaan 1. huhtikuuta. (Jansson & Särkijärvi 2007.)

TAULUKKO 9. *Metsämäen raviradan, lähiympäristön ja Turun seudun hevostuotanto.*

Alue	Hevosmäärä	Kuivikelantamäärä / v (m ³)
Metsämäen ravirata	49	588
Metsämäen lähialue	100	1 200
Lähikunnat*	2 000	24 000
Turun seutu**	2 380	28 560

* Kaarina, Lieto, Masku, Naantali, Nousiainen, Raisio, Rusko ja Turku

** Kaarina, Lieto, Masku, Naantali, Nousiainen, Raisio, Rusko, Turku, Sauvo, Mynämäki, Paimio

9.1 KUSTANNUSVERTAILU ERI HYÖDYNTÄMIS- JA JATKOKÄSITTELYKOHTEISIIN

Hankkeessa määritettiin vaihtoehtoja, joita vertailtiin keskenään. Metsämäen ravirata voi kuljettaa kuivikelantaseoksen Turun Viherliikelaitokselle tai Biolanille Euraan kompostoitavaksi ja edelleen jalostettavaksi. Turvekuivikelannasta ei Biolan peri tällä hetkellä vastaanottomaksua, mutta vastaanottomaksu saatetaan ottaa lähitulevaisuudessa käyttöön. Purukuivikelantaseoksesta peritään vastaanottomaksua 3 € / m³ (Fontell 2010, suullinen tiedonanto).

Kolmas vaihtoehto on viedä kuivikelantaseos Vehmaalle Biovakka Oy:n bio-kaasulaitokseen. Laitos perii vastaanottomaksua 40 € / 1000 kg. Neljäs vaihtoehto, Turun Orikedon jätteenpolttolaitos, ei voi lupamääräysten perusteella vastaanottaa lantaa polttoon. Vaihtoehto otettiin kuitenkin mukaan vertailuun laskettaessa kuljetuskustannuksia siltä varalta, että vaihtoehto tulisi uuden polttolaitoksen myötä mahdolliseksi tulevaisuudessa.

Edellä mainittujen lisäksi vaihtoehtoina voivat tulevaisuudessa olla poltto ravikeskuksen omassa kattilassa (realistinen vaihtoehto, mutta ei nykyilainsäädännössä mahdollinen), sekä kuivaus & pelletointi, joka niin ikään vaatii paljon resursseja ja tuekseen uutta käytännön tutkimustietoa.

Metsämäen raviradan vaihtoehtoja on koottu taulukkoon 10. Koska Viherliikelaitos ei pian enää pysty vastaanottamaan lantaa, on Metsämäen, kuten muidenkin hevosyrittäjien, selvitettävä muita mahdollisuuksia. Orikedon polttolaitos ei myöskään voi ottaa lantaa vastaan, mutta se on otettu mukaan laskelmiin tulevaisuutta ajatellen.

TAULUKKO 10. *Kustannusvertailu eri hyödyntämismuuttokäytöille. Taulukkoon on koottu vuoden aikana kertyvät kustannukset joko omaa autoa (8m³ kuormalla) 21 kertaa käyttäen tai ostopalvelua 8,5 kertaa (20m³ kuormalla) käyttäen. Lisäksi kustannuksiin on laskettu mukaan vastaanottomaksut Biovakka Oy:n ja Orikedon polttolaitoksen tapauksissa sekä henkilötyökustannukset.*

	oma auto	ostopalvelu
Metsämäki – Turun Viherliikelaitos, Turku (8 km)		
Kuljetuskustannukset / vuosi	23 €	-
Henkilötyökustannukset / vuosi	630 €	177 €
Yhteensä	653 €	177 €
Metsämäki – Biolan Oy, Eura (200 km)		
Kuljetuskustannukset / vuosi	567 €	-
Henkilötyökustannukset / vuosi	2 520 €	3 137 €
Yhteensä	3087 €	3 137 €
Metsämäki – Biovakka Oy, Vehmaa (100 km)		
Kuljetuskustannukset / vuosi	294 €	-
Henkilötyökustannukset / vuosi	1 890 €	1 882 €
Vastaanottomaksut / vuosi	2 352 €	2 380 €
Yhteensä	4 536 €	4 262 €
Metsämäki – Orikedon polttolaitos, Turku (8 km)		
Kuljetuskustannukset / vuosi	23 €	-
Henkilötyökustannukset / vuosi	630 €	177 €
Vastaanottomaksut / vuosi	5 355 €	5 355 €
Yhteensä	6 008 €	5 532 €

Lannan vieminen Turun Viherliikelaitokselle on yllä mainituista vaihtoehtoista huomattavasti edullisin vaihtoehto. Nykyinen ympäristölupa umpeutuu lähitulevaisuudessa, eikä uusista lupamääräyksistä ole vielä tietoa.

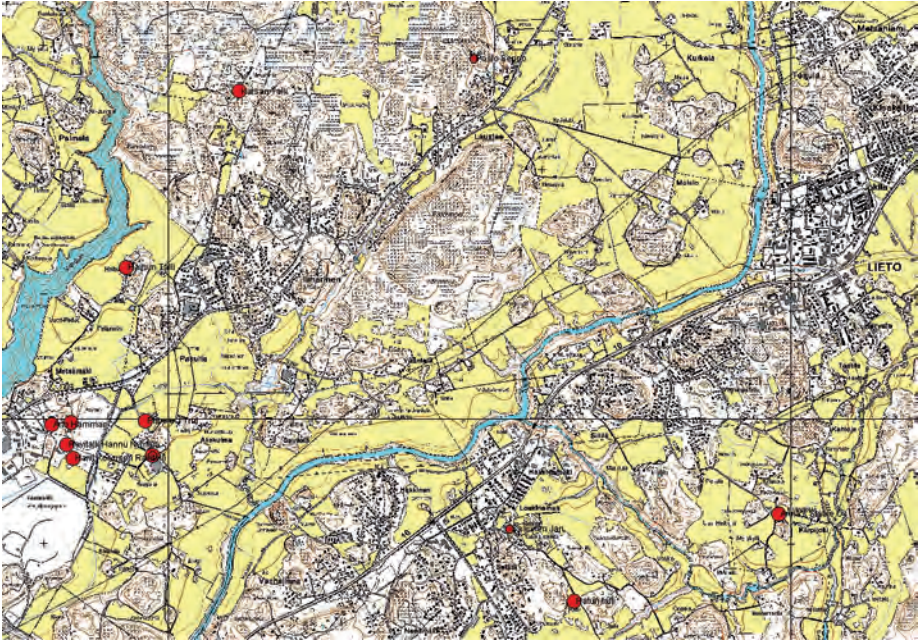
9.2 KUIVAUS & PELLETÖINTI -VAIHTOEHDON KUSTANNUSTEN ARVIOINTI

Kuivaus ja pelletöinti -vaihtoehdon todellisia kustannusvaikutuksia on vaikea arvioida, sillä kuivurista on olemassa vasta prototyyppi. Investoinnin kokoluokasta saa karkean kuvan, kun laskee yhteen kuivurille ja pellettikoneelle arvioitujen hinnat (100 000 € + 30 000 €). Lisäksi tulee huomioida kustannukset apulaitteiden (kuljettimet ym.) ja mahdollisten tuotantotilojen ja varastojen rakentamisesta ja käytöstä. Pellettien poltto edellyttää myös tarkoitukseen sopivan kattilan hankintaa. Kuluissa on huomioitava myös työvoimakustannukset.

Lähialueen kuntien tallien tuottama lantamäärä olisi taulukon 9 mukaan 24 000 m³ / vuosi ja Metsämäen osuus tästä noin 600 m³. Jos kuivikelannan paino on noin 350 kg / m³, olisi Metsämäen omasta raaka-aineesta saatava pellettimäärä vuositasolla noin 210 tonnia ja koko Turun alueen 8 400 tonnia ja niiden energiasisällöt vastaavasti 1 000 MWh ja 40 000 MWh, olettaen että pelletin energiasisältö on 4,8 kWh / kilo.

Lokapelletin käyttämä pelletöintikone kuluttaa 15 kWh sähköä tunnissa tuottaen 250 kg pellettejä. Jos oletetaan, että kuivurin pelletin kulutus on 25 l / tunti, tarkoittaa tämä karkeasti sitä, että noin 10 % pellettituotannosta menee kuivaus & pelletöinti -prosessin energiankulutukseen. Loppu jäisi esimerkiksi Metsämäen ravikeskuksen lämmitysenergiaksi. Yhdellä pellettikoneella Metsämäen lantakuivikkeen vuotuisen pelletöintiin kuluisi 105 kahdeksantuntista työpäivää. Vastaavasti koko seudun vuotuisen kuivikelannan (8 400 tonnia) pelletöintiin kuluisi tällä kalustolla yli kymmenen vuotta, joten silloin tarvitaan tehokkaampi pelletöintiprosessi.

Metsämäen vuotuinen kaukolämmön kulutus oli vuonna 2009 noin 500 MWh, mikä tarkoittaa noin 26 000 euron kustannuksia. Oman lannan laskennallinen energiapotentiaali on vuosikulutukseen verrattuna noin kaksinkertainen, eli 1 000 MWh. Vaikka tästä vähennetään laitteiston energiankulutuksena 10–20 %, jäljelle jäävällä energiamäärällä lämpenee Metsämäen rakennusten lisäksi vielä useita pienempiä kiinteistöjä. Näitä taustatietoja voi hyödyntää investointipäätöksiä tehtäessä ja investointien kuoletusaikaa arvioidessa.



KUVA 10. Metsämäen raviradan hevosityttäjien keskittymä näkyy vasemmalla ja lähiympäristössä punaisella muita hevosityttäjiä. © Maanmittauslaitos 2008. MML/OPP/VASU/134/08. Aineiston kopiointi ilman maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty. Kartta-aineiston käsittely on toteutettu MapInfo Professionaalilla, jonka toimittaa Pitney Bowes MapInfo Limited.

10 HEVOSENLANNAN HYÖTYKÄYTÖN NÄKYMÄÄ

Hevosyrittäjyys on voimakkaassa kasvussa ja sen merkitys maaseudulla vahvistuu. Suomessa on noin 70 000 hevosta ja määrä kasvaa noin tuhannella vuodessa. Maaseutupoliittisessa kokonaisohjelmassa vuosille 2009–2013 nähdään hevostalous merkittävänä elinkeinona maaseudulla. Hevosala menestyy erityisesti kaupunkien ja muiden asutuskeskusten läheisyydessä, missä sillä on huomattava sosiaalinen ja taloudellinen merkitys. Taajamien läheinen maaseutu on myös aluetta, missä perinteisellä lannan käyttötavalla maanparannusaineena on heikosti mahdollisuuksia.

Valtakunnalliset, alueelliset ja paikalliset strategiat ja ohjelmat ovat keinoja suunnata toimintaa yhteisesti sovittuihin, tärkeinä pidettyihin tavoitteisiin ja kohdentaa voimavaroja tavoitteiden kannalta järkevästi. Suuntien ja painopisteiden tunnistaminen on etenkin hanketoiminnassa tärkeitä. Aiemmin mainitun Maaseutupoliittisen kokonaisohjelman lisäksi tärkeitä ohjelmia hevosennan hyödyntämishankkeelle ovat muun muassa Lounais-Suomen ympäristöohjelma vuosille 2010–2013, Turun kaupungin ilmasto- ja ympäristöohjelma sekä Hevosalan hanketoiminnan kehittämisohjelma vuosille 2007–2013.

Hevosennanta kiinnittyy tulevaisuuden kuviin paitsi hyvänä maanparannusaineena myös energiantuotannon ja ympäristönsuojelun kautta. Tarve tehostaa lannan ravinteiden ja energian hyötykäyttöä on kasvanut samanaikaisesti kun lannan ympäristöhaitat, etenkin ravinteiden huuhtoutuminen, vesistöjen rehevöityminen ja hajuhaitat, ovat lisääntyneet. Myös paineet uusiutuvan energian tuotantoon ja biomassojen ravinteiden hyödyntämiseen kasvavat fossiilisten raaka-aineiden vähetessä ja ilmastotavoitteiden kiristyessä. Useat valtakunnalliset ja alueelliset strategiat ja ohjelmat sisältävät linjauksia tulevaisuuden energiantuotannosta. Valtakunnallisesti energiantuotannossa korostetaan uusiutuvien energiaratkaisujen (puu, biomassa, ilma- ja maalämpö, jätteet) aikaisempaa parempaa hyödyntämistä ja myös paikallisten ratkaisujen tarvetta. Energian tuotanto ja käyttö liittyvät keskeisesti suurimman ympäris-

töhaasteen, ilmastonmuutoksen, hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen. Energiantuotannossa nähdään välttämättömänä siirtyä fossiilisista energialähteistä mahdollisimman pitkälti uusiutuvien energialähteiden käyttöön ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kaikin tavoin.

Lounais-Suomen ympäristöohjelmassa (2010) on ilmaistu näkemys alueellisesta energiantuotannosta. Strategisessa linjauksessa numero 11 esitetään että tavoitteena on, että maaseudulla hyödynnetään hajautettua, paikallisiin ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa energiantuotantoa ja osallistutaan näin koko maan energian huoltovarmuuden lisäämiseen. Vaikka suurin osa energiasta ajatellaan tulevan puuhakkeen hyödyntämisestä myös muun biomateriaalin - kuten lannan ja kasvibiomassan - hyödyntämistä edistetään ohjelmakauden (2007–2012) aikana. (Lounais-Suomen ympäristöohjelma 2010.)

Turun kaupungin suunnitelmat ovat Metsämäen kannalta merkittäviä, sijaitsehan se kaupungin alueella. Turun kaupungin suuntaviivoja kuvataan Turun kaupungin ilmasto- ja ympäristöohjelmassa 2009–2013. Ohjelmassa nimetään suurimmiksi kasvihuonekaasujen päästölähteiksi energiankulutus ja liikenne. Energiaosuuden päätavoitteet ovat kaupungin toimintojen energiatehokkuuden parantaminen 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä (vuoden 2005 tasosta mitattuna) sekä uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen. Kaupunki on päättänyt lisätä lämmön hankinnassa uusiutuvien energialähteiden käyttöä muun muassa Orikedon lämpökeskuksen laajennuksella, toisen hakelämpökeskuksen rakentamisella sekä jäteveden lämpöä hyödyntävän Kakolan lämpöpumppulaitoksen laajennuksella. (Turun kaupungin Ilmasto- ja ympäristöohjelma 2009–2013.)

Turun kaupungin tavoitteena on ollut edistyksellisyys jätteiden hyötykäytössä. Hyötyjätteet toimitetaan teollisuuteen ja polttokelpoiset jätteet jätteenpolttolaitokselle energiantuotantoon. Arvion mukaan Turun seudun yhdyskuntajätteistä pystytään hyödyntämään materiaalina 30 prosenttia ja energiana 50 prosenttia (vuonna 2009). Nykyisellä jätteenpolttolaitoksella on toimilupa vuoteen 2014 asti. Tavoitteena on, että vuoteen 2016 mennessä alle 10 % yhdyskuntajätteestä ohjautuu kaatopaikalle. (Turun kaupungin ilmasto- ja ympäristöohjelma 2009–2013.)

Sähkön hankinnassa kaupunki pyrkii lisäämään osakkuusyhtiöiden sähkön tuotantoa. Turun Seudun Energiantuotanto ja Maakaasu (TSME) Oy:n tavoitteena on hyödyntää maakaasun lisäksi jäte- ja kierrätysmateriaaleja lämmön ja sähkön yhteistuotannossa. TSME:llä on suunnitteilla CFB-monipolt-

toainelaitos sähkön ja lämmön yhteistuotantoon vuoteen 2017 mennessä, mikäli maakaasua ei alueelle saada. (Turun kaupungin ilmasto- ja ympäristö-ohjelma 2009–2013.)

Valtakunnallisten ja alueellisten kehittämisohjelmien perusteella hevosenlannan hyödyntäminen energiana olisi nykyiseen energiapolitiikkaan sopiva vaihtoehto. Hevosenlannalla on kuitenkin edelleen eläinperäisen jätteen status, joka vaikeuttaa sen hyödyntämistä. Suurten polttolaitosten läheinen sijoittuminen ja mahdollisuus hyödyntää hevosenlantaa polttoaineena ovat olennaisia kysymyksiä jatkossa. Maa- ja metsätalousministeriön käynnistämässä lannan, eloperäisten jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntämisvaihtoehtojen tutkimusohjelmassa *Hyötylanta* selvitetään vuosina 2008–2010 myös lannan ja muiden vastaavien jätteiden käyttökelpoisuutta energiantuotannossa uusiutuvan bioenergian käytön lisäämiseksi. Raportti ei ole kuitenkaan vielä käytettävissä.

Vaikka perusongelma lannan hyödyntämisessä pienkattilapolton avulla energiaksi on edelleen ratkaisematta, on lannan hyödyntämisessä Metsämäen ja vastaavien hevoskeskittymien kohdalla paljon mahdollista tehtävää. Kuivikelannan saaminen helpommin hyödynnettävään muotoon on yksi tärkeä tehtävä. Kuivikelannan kuivaustarpeeseen onkin jo viitattu useissa aiemmissa selvityksissä. VTT:n ja Työtehoseuran julkaisussa Hevosenlannan poltossa ilmaan vapautuvien päästöjen karakterisointi (Puustinen ym. 2009) todettiin, että kuivike-lanta-seoksen käsittelyä tulisi selvittää sen kosteuspitoisuuden laske-
miseksi merkittävästi. Hankkeen työryhmän selvitysten mukaan tietoa tämän tyyppisistä kokeista tai koetuloksista kuivatulla materiaalilla ei ollut tiedossa ja saatavilla. Siksi ajatus kuivaus- ja pelletöintikonseptin tutkimisesta ja jatkokehittämisestä muodostui hankkeen toimijoiden mielestä tarpeelliseksi. Jatko-toimenpiteitä on suunniteltu varsin pitkälle ja asiaa on valmisteltu yhteistyös-
sä viranomaisten ja rahoittajien kanssa. Tämän esiselvityshankkeen päättyessä vuoden 2010 lopulla on suunnitelma siinä vaiheessa, että hevosenlannan ja myös muun vastaavan biomassan hyödyntämisestä kiinnostunut yritysryhmä on yhdessä Turun ammattikorkeakoulun kanssa lähtemässä hakemaan rahoitusta jatkoselvityksille ja käytännön kokeille.

Kuivikelannan jalostaminen maanparannuskäyttöön on lisääntymässä. Projektin yhteistyökumppani Biolan Oy on panostanut hevosenlannan tuotekehittelyyn ja on tuomassa markkinoille uuden hevosenlantatuotteen. Alalla on myös muita aktiivisia toimijoita.

Hevosennlannan toimivat hyödyntämismallit tarvitsevat vielä uusia tutkimuksia, kokeiluja, innovaatioita ja aiempien innovaatioiden hyödyntämistä. Innovointi on luonteeltaan sosiaalista toimintaa. Se tapahtuu usein yritysten ja niiden ympärillä olevien erilaisten toimijoiden yhteistyön ja vuorovaikutuksen kautta. Tutkimusten mukaan innovaatiot maaseutualueilla ovat usein pieni-muotoista kehitystyötä ja hankkeita, joita toteutetaan lähinnä olemassa olevilla sektoreilla. Verkostojen luominen ja hyödyntäminen on kehittämistoiminnan tärkeä osa. Tässä hankkeessa oli mukana erilaisia toimijoita, jotka oman alansa, intressiryhmänsä ja asiantuntijuutensa kautta toivat työhön erilaisia näkemyksiä, rikastuttivat kokonaisuutta sekä tarjosivat mahdollisuuksia nähdä kauemmaksi ja selvemmin.

LÄHTEET

Airaksinen, S. 2006. Bedding and manure management in horse stables. Its effect on stable air quality, paddock hygiene and compostability and utilization of manure. Kuopio: Kuopion Yliopisto.

Airaksinen, S., Heinonen-Tanski, H., Heiskanen, M-L. 2001. Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure. J. Equine Vet Sci 2001;21:125–130.

EU:n sivutuoteasetus (EY 1774/2002).

Fleming, K., Hessel, E., Van den Weghe, H. 2008. Evaluation of factors influencing the generation of ammonia in different bedding materials used for horse keeping. J. Equine Vet Sci 2008;28:225–231.

Hagelberg E., Vuoristo M., Raimoranta, E. 2008. Järviruo'on käyttö rehuna. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008.

Heinonen, T.2008. Eduskuntakysely. KK 222/2008 vp, http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_222_2008_p.shtml.

Heinonen, T.2010. Eduskuntakysely. KK 209/2010 vp http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_209_2010_p.shtml.

Hevostietokeskus. 2005. Lannan hyödyntäminen. Viitattu 5.2.2010. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=233>.

Hevosalan hanketoiminnan kehittämisohjelma vuosille 2007–2013 Viitattu 22.3.2010. <http://hippolis.fi/?pageid=60>.

Hippocon AG, Viitattu 10.6.2010. <http://www.hippocon.com>.

Hollmén, M. 2010. Hevostoiminnan ympäristökysymyksiä Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa. TEHO-hankkeen julkaisuja 2/2010. Löytyy sähköisenä www.ymparisto.fi/teho.

Humuspehtoori Oy, Viitattu 28.1.2010. <http://www.humuspehtoori.fi/images/ymparistohanke/omat.pdf>.

Huovila, T. 2009. Hevostallien lantahuolto Länsi-Turunmaalla. Opinnäytetyö. Hyvinkää: Laurea-ammattikorkeakoulu.

Iisalmen Sanomat. 2008. Energinen ruokohelpi on myös hyvä kuivike. Viitattu 23.4.2010. <http://www.iisalmentsanomat.fi/uutiset/yla-savo/energinen-ruokohelpi-on-my%C3%B6s-hyv%C3%A4-kuivike/264723>.

Jansson, H. ja Särkijärvi, S.: Talliympäristöopas. <http://www.vapo.fi/filebank/3321-talliopas.pdf>, viitattu 7.11.2010. MTT/Hevostutkimus.

Jordbruksaktuellt 25.10.2010. Stöd för biogas ur hästgödsel. Viitattu 11.11.2010 <http://www.ja.se/?p=36038&pt=105&m=3433>.

Jordbruksaktuellt 22.10.2007. Koll på pannan från Boden, Viitattu 11.11.2010. <http://www.ja.se/?p=27598&m=3433&pt=105&highlight=Kollp%C3%A5pannanfr%C3%A5nBoden>.

Jätelaki 1072/1993.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2007. Yhteenveto Valkealan, Imatran ja Ruokolahden hevosenlannan käsittelyä koskevasta kyselystä, lannankäsittelyn ja -hyödyntämisen tehostaminen.

Kauppinen, P. 2005. Hevosenlannan hyötykäytön mahdollisuudet. Opinnäytetyö. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Luonnonvarainstituutti.

Kuulusa, M. 2008. Hevosenlannan käyttö lannoitteena Päijät-Hämeessä. Opinnäytetyö. Mustiala: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Lehtomäki, P. 2010. Vastaus eduskuntakyselyyn KK 222/2008 vp. http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_222_2008_p.shtml.

Lehtomäki, P. 2010. Vastaus eduskuntakyselyyn KK 209/2010 vp http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_209_2010_p.shtml.

LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>, Viitattu 26.10. ja 28.10.2010.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. Viitattu 7.12.2010. Saatavissa: www.ymparisto.fi > Lounais-Suomi > Ajankohtaista > Tiedotarkisto > Tiedotteet 2003 > Ympäristölupa Biovakka Oy:n biokaasulaitokselle <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=18776&lan=fi>.

Lounais-Suomen ympäristöohjelma. 2010–2013. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen julkaisuja 11/2010.

Lundgren, J., Pettersson, E. 2009. Combustion of horse manure for heat production. *Biosource Technology* 2009;100:3121–3126.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 13/07.

Maaseudun tiede 2/2010: Hevosvoimia hevosenlannasta. Viitattu 11.12.2010. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v67n02.pdf>.

Maaseutupoliittinen kokonaisuohjelma 2009–2013. Maaseutu ja hyvinvoiva Suomi. Maaseutupuolitiikan yhteistyöryhmän julkaisuja 5/2009.

Mahal, K. Maahal-viestintä/FinDe Service® Henkilökohtainen tiedonanto 17.5.2010. Turun ammattikorkeakoulu.

Mannonen, J. 2004. Maatalouden sivutuotteiden jalostaminen biopolttoaineiksi. Hankerekisteri. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.6.2010]. Saatavissa: http://www.hankerekisteri.fi/sisalto/raportit/maatalouden_sivutuotteiden_jalostaminen_biopolttoaineiksi.pdf.

Metsäkeskus 2010. Viitattu 13.12.2010. <http://www.metsakeskus.fi>.

Nitraattiasetus 931/2000. www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931.

Palva, R., Alasuutari, S., Harmoinen, T. (toim.) 2009. Lannan käsittely ja käyttö. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.

Plantaquenz, Viitattu 10.6.2010. <http://www.plantaquenz.de>.

Pellikka, T. 2009. Hevosenlannan pienpolttohankkeen tuloksia. Viitattu 2.3.2010. http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/04112009/Pellikka_VTT_041109.pdf.

Pusa, E-M, Ekroos, A. 2009. Ilmastonmuutos ja hevosenlanta – uusiutuvan energian hyödyntämistä koskevan lainsäädännön lähempää tarkastelua. Ympäristöjuridiikka 2009;3:10–27.

Puustinen, H., Kajolinna, T., Pellikka, T., Kouki, J., Vuorio, K., 2009. Hevosenlannan poltossa ilmaan vapautuvien päästöjen karakterisointi. VTT, tutkimusraportti VTT-R-01295-09.

Ranki, T. 2007. Savirakennukset ja niiden korjaaminen. Viitattu 23.4.2010 http://www.kolumbus.fi/teuvo.ranki/savirak_ja_korjaaminen.pdf.

Rantala, T. & Viljakainen, A-L. 2010. Esiselvitys maa- ja hevostalouden sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista Pohjois-Savossa. Viitattu 26.10.2010. http://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparistotekniikka/HEINAPAALI_Esiselvitysraportti_1.pdf.

Roivas, M. 2004. Kuivike vaikuttaa ympäristön ja hevosen hyvinvointiin. Viitattu 29.11.2010. http://www.ratsastus.net/arkisto/jutut/2_2004/kuivike.asp.

Suomen Pellettienergiayhdistys ry. www.pellettienergia.fi. Viitattu 9.11.2010.

SWEBO, Viitattu 5.11.2010. <http://www.swebo.com>.

Swinker, A., Tanner, M., Johnson, D., Benner, L. 1998. Composting characteristics of three bedding materials. *J. Equine Vet Sci* 1998;18:462–466.

Tissari, J. (toim.): Puun polton pienhiukkaspäästöt. Kuopion yliopisto, ympäristötieteiden laitos, pienhiukkas- ja aerosoliteknikan laboratorio. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 2/2005. <http://www.uku.fi/fine/src/raportit/PIPOLoppuraportti2005.pdf>, viitattu 9.11.2010.

Turku Energia Vuosikertomus 2008, Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab 3/2009, Newprint Oy, Raisio <http://www.turkuenergia.fi/>, viitattu 28.10.

Turun kaupungin Ilmasto- ja ympäristöohjelma 2009–2013. <http://www.turkuamk.fi/public/default.aspx?contentid=150752&nodeid=4906>, viitattu 12.11.2010.

Turun seudun kuntien jätepolitiikka. Esitys kunnille.

Viitanen, J. ”Tuki vauhdittaa lantahuoltoa”. *Ratsastus – verkkolehti*. [http://www.ratsastus.net/arkisto/jutut/4_2007/s22-24_heppa407.pdf]. 4/2007.

Volhard, F., Westermarck, M. (toim.) 1994. Savirakentaminen – kevytsavitekniikka. Helsinki. Rakennusalan kustantajat. Helsinki.

Yang, L., Li, T., Li, F., Lemcoff, J. Cohen, S. 2008. Fertilization regulates soil enzymatic activity and fertility dynamics in a cucumber field. *Scientia Horticulturae* 2008; 116:21–26.

Suulliset tiedonannot

Heilä, Jyrki, Biovakka Oy 20.8.2010.

Kantola, Aleks, Lokapelle Oy 31.10.2010.

Johansson, Roger, Metsämäen ravirata 1.11.2010.

Fontell, Hannamajja, Biolan, 16.11.2010.

LIITTEET

LIITE I

Eri kuivikemateriaalien suhteellinen ammoniakkin ja veden pidätyskyky (Airak-sinen & Heinonen-Tanski & Heinonen 2001).

Kuivikemateriaali	Suhteellinen ammoniakkin sitomiskyky (17 ^o C) (%)		Veden imeytymiskapasiteetti kuivikeyksikköä kohden imeytetty vesimäärä 10 l huoneenlämpötila	
	keskiarvo n=3	keskihajonta n=3	keskiarvo n=3	keskihajonta n=3
Turve	100	0	14.8	0.97
Pellava	76	0	19.0	1.40
Sahanpuru	64	0	9.7	0.28
Hamppu	60	0	22.5	0.53
Paperisilppu	52	0	27.2	3.43
Kutterilastu	44	11.1	31.9	3.72
Olki	4	11.3	69.7	10.01
Yhteensä		22.4	27.8	19.23

LIITE 2

Hevoson kuivikelannan fosfori- ja kaliummäärät eri varastointiaikoina ja eri kuivikkeilla (Airaksinen & Heinonen-Tanski & Heiskanen 2001).

Kuivikemateriaali	Varastointiaika viikkoina	Kokonaisfosfori Kg/m³	Kokonaiskalium Kg/m³
Kutterinlastu	0	0.64	2.2
	3	0.65	2.2
	6	0,70	3.4
Turve	0	0.27	4.4
	3	0.51	3.7
	6	0.56	3.6
Olki	0	0.14	1.3
	3	0.37	2.6
	6	0.36	2.1
Paperisilppu	0	0.54	1.2
	3	0.98	2.3
	6	0.74	1.7
Hamppu	0	0.58	1.2
	3	0.26	0.92
	6	0.49	1.8
Turve/Kutterinlastu	0	0.64	1.8
	3	0.58	2.3
	6	0.76	3.0
Turve/olki	0	0.43	0.89
	3	0.40	1.1
	6	0.62	1.2
Turve/Sahanpuru	0	1.1	1.5
	3	0.64	3.6
	6	0.72	3.2

LIITE 3

Tärkeimmät epäorgaaniset ainesosat pohjatuhkassa ja hevosenlantakuivike-seoksessa (% tuhkasta) (Lundgren ym. 2009).

Yhdiste/alkuaine	Pohjatuhkassa	Polttoaineseos
SiO ₂	42.6	33.15
Al ₂ O ₃	7.75	3.36
CaO	15.4	15.9
Fe ₂ O ₃	4.24	2.30
K ₂ O	11.5	17.67
MgO	8.85	9.64
MnO ₂	0.368	0.39
Na ₂ O	2.59	2.16
P ₂ O ₅	4.27	7.27
TiO ₂	0.436	0.29
S	0.4	1.9
Cl	ei analysoitu	3.56

LIITE 4

Epäorgaaniset alkuaineet pohjatuhkassa ja polttoaineseoksessa (mg/kg kuiva ainetta) (Lundgren ym. 2009).

Alkuaine	Pohjatuhka	Polttoaineseos
As	<3	2.1
Ba	656	500
Be	0.892	<0.55
Cd	<0.1	1.55
Co	13.8	6.85
Cr	1000	72.5
Cu	105	104
Hg	<0.1	0.2
La	9.23	<5.5
Mo	10.3	13.6
Nb	<6	<5.5
Ni	378	24.8
Pb	5.4	5.2
S	4020	19178
Sc	7.32	4.6
Sn	<20	<27
Sr	464	401
V	70.8	42.5
W	<60	<55
Y	10.4	6.5
Zn	344	683
Zr	73.6	46.7

LIITE 5

(1/2) K 2145/10/1

TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 2145/10/1

Tilaja Biolan Oy
PL 2
27501 Kauttua

Laskutus Biolan Oy
003701322095
PL 5239
70701 Kuopio

Tilaus Saate 13.9.2010 / Suvi Kaunisto, suvi.kaunisto@biolan.fi

Tulopäivä 14.9.2010 Analysoinnin aloituspäivä 15.9.2010

Näyte 11110200 Hevoslenlanta 1

Tulokset Tulokset on ilmoitettu pitoisuuksina tulokosteassa näytteessä sekä näytteen kuiva-aineessa
Raskasmetallit on ilmoitettu näytteen kuiva-aineessa.

Maaritys	Analyysimenetelmä	tulokosteassa		kuiva-aineessa
Tilavuuspaino, kg/m ³	mittalasi/vaaka ¹⁾	574		
Kuiva-aine, %	SFS-EN 13040	55,9		
Kosteus, %		44,1		
Orgaaninen aines, %	SFS-EN 13039			16,4
pH	SFS-EN 13037	5,2		
johtokyky, mS/cm	SFS-EN 13038	1,0		
		kg/tn	kg/m ³	kg/tn
Kokonaistyyppi, N _{tot}	Novalab 001.A*	3,5	2,0	6,3
Vesiliukoinen tyyppi, N _{liu}	SFS-EN 13652 ja Kjeldahl	0,03	0,02	0,05
Kokonaisfosfori, P _{tot}	SFS-EN 13650 ja Novalab 067	0,63	0,36	1,1
Vesiliukoinen fosfori, P _{liu}	SFS-EN 13652 ja Novalab 067	0,16	0,09	0,29
Kokonaiskalium, K _{tot}	SFS-EN 13650 ja Novalab 067	2,7	1,6	4,9

		Tulos
Arseeni, As, mg/kg	SFS-EN 13650 ja Novalab 068 (ICP-OES)*	1,1
Kadmium, Cd, mg/kg		< 0,5
Kromi, Cr, mg/kg		11
Kupari, Cu, mg/kg		6,1
Elohopea, Hg, mg/kg		< 0,5
Nikkeli, Ni, mg/kg		3,3
Lyijy, Pb, mg/kg		6,5
Sinkki, Zn, mg/kg		25

* Akkreditoitu menetelmä

¹⁾ Tilavuuspaino tehty 100 ml:stä 1 l:n sijasta poiketen SFS-EN 13040 ohjeesta.

Turun ammattikorkeakoulun julkaisusarjoissa ilmestyneitä teoksia

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUKSIA

24. Lilja-Viherlampi, Liisa-Maria: ”Minunkin sisällä soi!” – musiikin ja sen parissa toimimisen terapeuttisia merkityksiä ja mahdollisuuksia musiikkikasvatuksessa. Turku, 2007. 353 s. ISBN 978-952-5596-90-8.
25. Linnossuo, Outi: Projektiorganisoiio kehittämistyö riskilasten ja -nuorten palveluissa Turussa vuosina 1993–2003. Turku, 2007. 201 s. ISBN 978-952-216-009-6.
26. Salonen, Kari: Haastava sosiaalinen vanhustyössä – avopalvelutyöntekijöiden näkemyksiä kotona asuvien vanhusten sosiaalisesta olomuotoisuudesta. Turku, 2007. 195 s. ISBN 978-952-216-010-2 (painettu), ISBN 978-952-216-147-5 (pdf, 2010).
27. Heino, Markku: Näennäismarkkinat vaihtochttona sosiaali- ja vanhustenhuollossa. Turku, 2008. 256 s. ISBN 978-952-216-033-1 (painettu), ISBN 978-952-216-034-8 (pdf).
28. Lind, Kaija: Joukoista joukkueeksi - terveysalan opettajien kouluttautuminen ja osaamisen jakaminen Turun ammattikorkeakoulussa. Turku, 2008. 168 s. ISBN 978-952-216051-5 (painettu), ISBN 978-952-216-052-2 (pdf).
29. Hyrkkänen, Ursula & Vartiainen, Matti: ”Säädylisissä ja hyvissä oloissa” – mobiilin ja monipaikkaisen työn työolojen ja työkuormituksen arviointimenetelmän kehittäminen. Turku, 2009. 88 s. + 6 liites. ISBN 978-952-216-100-0 (painettu), ISBN 978-952-216-101-7 (pdf).
30. Tuominen, Miia: Valmiina vanhemmuuteen – perhevalmennuksen kehittäminen Turun sosiaali- ja terveystoimessa. Turku, 2009. 113 s. + 19 liites. ISBN 978-952-216-105-5 (painettu), ISBN 978-952-216-106-2 (pdf).
31. Reikko, Kai; Salonen Kari & Uusitalo, Ilkka: Puun ja kuoren välissä – lähijohtajuus sosiaali- ja terveysalalla. Turku, 2010. 85 s. + 7 liites. ISBN 978-952-216-127-7 (painettu), ISBN 978-952-216-128-4 (pdf).
32. Asteljoki, Sari: Ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveysalan palvelutoiminta yrittäjämäisen ja yhteistoiminnallisen toimintatavan rajapinnassa. Turku, 2010. 197 s. + 34 liites. ISBN 978-952-216-159-8 (painettu), ISBN 978-952-216-160-4 (pdf).
33. Penttinen, Ilpo: Adoption of Eco-Efficiency in Strategic and Operational Management of Industrial Small and Medium Size Enterprises. Turku, 2010. 169 s. + 25 liites. ISBN 978-952-216-163-5 (painettu), ISBN 978-952-216-164-2 (pdf).

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN RAPORTEJA

94. Kortetmäki, Marko: Lisäarvoa matematiikan opetukseen verkosta? Opetuskokeilu Turun ammattikorkeakoulussa. Turku, 2010. 112 s + 14 liites. ISBN 978-952-216-141-3 (pdf).
95. Tanskanen, Ilona (toim.): Hyvinvointipalvelut elämäkkaressa – katsaus tutkimus- ja kehitystoimintaan 2007–2010. Turku, 2010. 98 s. ISBN 978-952-216-142-0 (painettu), ISBN 978-952-216-143-7 (pdf).
96. Holma, Aulikki & Karjalainen, Taina (toim.): ICT-innovaatioita käytäntöön – Hermes-ohjelman kehittämishankkeita 2007–2009. Turku, 2010. 136 s. + 3 liites. ISBN 978-952-216-144-4 (painettu), ISBN 978-952-216-145-1 (pdf).
97. Harjulahti, Eeva & Metsävuori, Leena (toim.): Miten meni mitoitus, onnistuiko oppiminen? OPMITKU-hankkeen loppuraportti. Turku, 2010. 205 s. ISBN 978-952-216-150-5 (painettu), ISBN 978-952-216-151-2 (pdf).
98. Ahonen, Pia (toim.): Varsinaissuomalaista äitiyshuoltoa kehittämässä – Kymppi-hanke innovaatioympäristönä. Turku, 2010. 124 s. ISBN 978-952-216-154-3 (painettu), ISBN 978-952-216-155-0 (pdf).
99. Putkinen, Marjut; Angerpuuro, Kirsi; Alitalo, Johanna; Hyypä, Ville; Kantola, Ismo; Karhunen, Markku; Koivisto, Eija & Lehtinen, Anu: Yhteistyöllä tulevaisuuteen – liiketalouden koulutusohjelman (Turku) arviointiraportti. Turku, 2010. 58 s. + 4 liites. ISBN 978-952-216-166-6 (painettu), ISBN 978-952-216-167-3 (pdf).
100. Lehto, Anttoni; Kairisto-Mertanen, Liisa; Penttilä, Taru (toim.): Towards Innovation Pedagogy – a new approach to teaching and learning for universities of applied sciences. Turku, 2011. 162 s. ISBN 978-952-216-168-0 (painettu), ISBN 978-952-216-169-7 (pdf).
101. Ahonen, Pia & Koivuniemi, Sirkku (toim.): Vastauksia terveysalan oppimishaasteisiin 4 – teemana aikuiskoulutus. Turku, 2010. 141s. ISBN 978-952-216-172-7 (painettu), ISBN 978-952-216-173-4 (pdf).

102. Lind, Kaija; Saarikoski, Mikko & von Schantz Marjale (toim.): Tutkien terveyttä 2009–2010. Turku, 2011. 102 s. ISBN 978-952-216-174-1 (painettu), ISBN 978-952-216-175-8 (pdf).
103. Hyrkkänen, Ursula; Koroma, Johanna; Muukkonen, Hanni; Ojalehto, Mira; Rautio, Maria & Vartiainen, Matti: Mobiiliin työn työolojen ja työkuormituksen arviointikonsepti. Turku, 2011. 51 s. + 7 liitesivua. ISBN 978-952-216-177-2 (painettu), ISBN 978-952-216-178-9 (pdf).
104. von Schantz, Marjale; Toivonen, Heini & Lind, Kaija (toim.): Asiantuntijana terveysalan muuttuvilla työmarkkinoilla – aluevaikuttavuutta ASTE-projektilla. Turku 2011. 102 s. ISBN 978-952-216-179-6 (painettu), ISBN 978-952-216-180-2 (pdf).

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN OPPIMATERIAALEJA

8. Seppälä-Kavén, Ulla. Muodon ajat - katsaus muotoiluun 1800-luvun lopulta nykypäivään. 2. uudistettu painos. Turku, 2008. 127 s. ISBN: 978-952-216-066-9.
12. Elomaa, Leena & Mikkola, Hannele. Näytön jäljillä - tiedonhaku näyttöön perustuvassa hoitotyössä. 4. uudistettu painos. Turku, 2008. 70 s. ISBN: 978-952-216-065-2.
24. Elomaa, Leena; Lakanmaa, Riitta-Liisa; Palta, Hannele; Saarikoski, Mikko & Sulosaari, Virpi: Taitava harjoittelun ohjaaja. 3. uudistettu painos. Turku, 2010. 63 s. ISBN 978-952-216-146-8.
31. Källd, Maria & Seppälä-Kavén, Ulla: Tider och former. En inblick i formgivningens 1800-talets slut till vår tid. Turku, 2006. 116 s. ISBN 952-5596-62-1.
32. Vainio, Tiina: Opas vastavalmistuneelle kuvataiteilijalle. 2. korjattu painos. Turku, 2007. 144 s. ISBN 978-952-5596-85-4.
33. Tiihonen, Anne: G-avain pykäläviidakossa. Tekijänoikeuksista musiikkipedagogeille ja muusikoille. Turku, 2006. 73 s. ISBN 952-5596-69-9.
34. Lehtonen, Jouko (toim.): Perustusten vahvistaminen – näkymätöntä korjaustyötä. Turku, 2007. 91 s. ISBN 952-5596-71-0.
35. Inkinen, Karri: Verkko-opettajan oppimisprosessin tarina eli Seilin saaren arvoitus. Turku, 2007. 95 s. ISBN 978-952-5596-84-7.
36. Tanskanen, Ilona; Erävaara, Taina; Luukkonen, Ismo; Paavola, Antero; Sammalkorpi, Ilona & Tuomi, Anu (toim.): Taiteen asetelmissa tutkimus – kannanottoja tutkimukseen taiteilijan työssä. Turku, 2007. 159 s. ISBN 978-952-5596-93-9.
37. Riutta, Tarmo: Jazzix – jazzviuluopas Stephane Grappelli -tyyliseen improvisaatioon. Turku, 2007. 107 s. ISBN 978-952-216-018-8.
38. Haapio, Helena (ed.): A Proactive Approach to Contracting and Law. Turku, 2008. 298 p. ISBN 978-952-216-017-1.
39. Niemeläinen, Virve: Vapaus soittaa! – monipuoliset työtavat soitonopetuksessa. Turku, 2008. 37 s. ISBN 978-952-216-050-8.
40. Holma, Aulikki & Punelpuro, Niina (toim.): Mahdollisuuksien ikkunoita - Turun ammattikorkeakoulun kirjasto- ja tietopalvelun koulutusohjelma 10 vuotta. Turku, 2008. 268 s. ISBN 978-952-216-061-4.
41. Keski-Saari, Anu: Suggestopedia ja suggestiopohjainen sellonsoitonopetus. Turku, 2008. 39 s. + 6 liites. ISBN 978-952-216-072-0.
42. Säämänen, Jari: Ensihoito-osaamisen kehittäminen täydennyskoulutuksen avulla. Turku, 2008. 102 s. + 9 liites. ISBN 978-952-216-069-0.
43. Erävaara, Taina & Tanskanen, Ilona (toim.): Välissä – valokuvat ymmärtämisen välineinä. Turku, 2009. 221 s. ISBN 978-952-216-079-9.
44. Tanskanen, Ilona & Timonen-Kallio, Eeva (toim.): Lastensuojelun hyvät työkäytännöt. Turku, 2009. 123 p. ISBN 978-952-216-087-4.
45. Karhumäki, Terhi: "Jotenkin näin sitä soitetaan" – lapsen ja aikuisen kohtaaminen viulun äärellä. Turku, 2009. 79 s. + 13 liites. ISBN 978-952-216-089-8.
46. Lehtonen, Jouko (toim.): Underpinning – Nordic Practice. Turku, 2009. 75 s. ISBN 978-952-216-091-1.
47. Tanskanen, Ilona & Nenonen, Suvu (toim.): Muutos, verkot ja verkostot - oppivan työyhteisön solmukohdissa. Turku, 2009. 131 s. ISBN 978-952-216-096-6 (painettu), ISBN 978-952-216-097-3 (pdf).

48. Hakkarainen, Leena: Impro soi! – Improvisoinnista iloa ja osaamista soitonopiskeluun. Turku, 2009. 45 s. ISBN 978-952-216-102-4.
49. Hägerstrand, Linda: Ideakirja mainonnan suunnittelijoille. Turku, 2009. 69 s. ISBN 978-952-216-109-3.
50. Timonen-Kallio, Eeva: Umbrella-työkirja – itsenäisen elämän ABC. Turku, 2010. Työkirja 174 s. + käsikirja 40 s. ISBN 978-952-216-133-8.
51. Tanskanen, Ilona & Timonen-Kallio, Eeva (toim.): Lasten ja nuorten osallisuuden tukeminen lastensuojelutyössä. Turku, 2010. 132 s. ISBN 978-952-216-134-5.
52. Suominen, Ilari; Pärssinen, Raimo; Haajanen, Kari & Pelkonen, Jani: Geenitekniikka. Turku, 2010. 240 s. ISBN 978-952-216-156-7.
53. Kuukasjärvi, Anja; Linnossuo, Outi & Sutinen, Jussi (toim.): Taidetyöskentely arjen näyttämöillä – teoriaa, menetelmiä ja sovelluksia. Turku, 2011. 189 s. ISBN 978-952-216-162-8.
54. Perälä, Laura: Syntynyt soittamaan – huilukoulu aikuisille. Turku, 2011. 63 s. + säestys-cd. ISBN 978-952-216-136-9.
55. Sorsa, Kaisa: Proactive Law – Insights to theory and practice. Turku, 2011. 120 s. ISBN 978-952-216-165-9.
56. Saarinen, Eija & Tanskanen, Ilona (toim.): Eläväksi animoitu. Turku, 2010. 176 s. ISBN 978-952-216-170-3.
57. Lilja-Viherlampi, Liisa-Maria (toim.): Ihminen ja musiikki – musiikillisen vuorovaikutuksen ulottuvuuksia. Turku, 2011. 117 s. ISBN 978-952-216-176-5.
58. Ojala, Sanna; von Schantz, Marjale & Tuominen, Raini: Seikkaile ja opi mikrobimaailmassa – mikrobit ja tautien torjunta. Turku, 2011. E-kirja 44 s. + peli. ISBN 978-952-216-185-7.

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN PUHEENVUOROJA

51. Kauppinen, Taina: Ohjauksen haasteiden äärellä – opintojen ohjauksen kehittämishankkeen raportti. Turku, 2010. 69 s. + 3 liites. ISBN 978-952-216-122-2 (painettu), ISBN 978-952-216-123-9 (pdf).
52. Nurmio, Katja: Molekyyli gastronomia – uusia mahdollisuuksia ruoanvalmistukseen. Turku, 2010. 22 s. + 2 liites. ISBN 978-952-216-124-6 (pdf).
53. Koivuniemi, Sirkku; Paltta, Hannele & Wüirilinna, Ulla (toim.): Terveysalan kehittäminen haasteena – opinnäytteitä terveysalalta 1/2009. Turku, 2010. 81 s. ISBN 978-952-216-129-1 (pdf).
54. Sulosaari, Virpi; Erkko, Päivi & Walta, Leena (toim.): Valmistuvan sairaanhoitajan lääkehoito-osaamisen vaatimukset – kohti kansallista konsensusta. Turku, 2010. 23 s. ISBN 978-952-216-131-4 (pdf).
55. Sulosaari, Virpi; Erkko, Päivi & Walta, Leena (toim.): Medication Competence Requirements of a Graduating Registered Nurse – Towards national consensus. Turku, 2010. 23 s. ISBN 978-952-216-132-1 (pdf).
56. Paltta, Hannele; Walta, Leena & Wüirilinna, Ulla (toim.): Lääkehoito-osaamisen kehittäminen haasteena – opinnäytteitä terveysalalta 2/2009. Turku, 2010. 91 s. ISBN 978-952-216-137-6 (pdf).
57. Angerpuro, Kirsi: Turun ammattikorkeakoulun opiskelijabarometri 2009. Turku, 2010. 62 s. ISBN 978-952-216-139-0 (painettu), ISBN 978-952-216-140-6 (pdf).
58. Heikkilä, Juha: Kestävän kehityksen virtuaalikirssit Itämeren alueen korkeakouluissa – huomioita ja toimenpidesuosituksia. Turku, 2010. 20 s. + 6 liites. ISBN 978-952-216-152-9 (painettu), ISBN 978-952-216-148-2 (pdf).
59. Heikkilä, Juha: Virtual Courses on Sustainable Development in Baltic Universities – Considerations and recommendations for action. Turku, 2010. 22 s. + 6 liites. ISBN 978-952-216-153-6 (painettu), ISBN 978-952-216-149-9 (pdf).

Turun ammattikorkeakoulu
 Julkaisutoiminta
 Joukahaisenkatu 3 A
 20520 Turku

puh. (02) 263 35 810
 fax. (02) 263 35 791
 julkaisumyynti@turkuamk.fi
 http://julkaisut.turkuamk.fi