



ESISELVITYS ETELÄ-SAVON HEVOSTALouden MATERIAALI- VIRTOJEN HYÖDYNTÄMISESTÄ UUSIUTUVANA ENERGIANA

Riikka Tanskanen (toim.)



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Riikka Tanskanen (toim.)

ESISELVITYS ETELÄ-SAVON HEVOS- TALouden MATERIAALI- VIRTOJEN HYÖDYNTÄMISESTÄ UUSIUTUVANA ENERGIANA



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



XAMK KEHITTÄÄ 2

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU
MIKKELI 2017

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
Kannen kuva: Manu Eloaho 2016
Taitto ja paino: Grano Oy
ISBN: 978-952-344-004-3 (nid.)
ISBN: 978-952-344-005-0 (PDF)
ISSN: 2489-2467 (nid.)
ISSN: 2489-3102 (verkkójulkaisu)

julkaisut@xamk.fi

LUKIJALLE

”HevosWoima – Esiselvitys Etelä-Savon hevostalouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana” on Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Metsä, ympäristö ja energia -painoalan hanke. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun hallinnoimaa ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston osatoteuttamaa hanketta ovat rahoittaneet Etelä-Savon ELY-keskus Euroopan unionin aluekehitysrahastosta (EAKR 2014–2020), Vapo Oy sekä Suur-Savon Energiasäätiö. Hankenumero on A71423.

Hanke käynnistettiin 1.3.2016, jolloin projektipäällikköinä aloittivat Mikkelin ammattikorkeakoululla DI Riikka Tanskanen ja Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla DI Jarno Föhr. Mikkelin ammattikorkeakoulu (Mamk) siirtyi fuusion myötä 1.1.2017 osaksi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulua (Xamk). HevosWoima-hankkeen vastuullisina johtajina ovat olleet tutkimusjohtaja dosentti, FT Yrjö Hiltunen Mamkista (1.3.2016–31.12.2016) ja FT Lasse Pulkkinen Xamkista (1.1.–28.2.2017). Hankkeen yhteyshenkilönä on toiminut tutkimuspäällikkö DI Hanne Soininen. Hankkeen toteutukseen ovat osallistuneet myös hankesihiteeri Hanna-Maija Penttinen, TKI-asiantuntija DI Juha-Pekka Lemponen, laboratorioinsinööri Sari Seppäläinen, harjoittelijat insinööriopiskelijat (AMK) opiskelijat Ilkka Huttunen ja Saska Kangassalo, harjoittelija insinööriopiskelija (AMK) opiskelija ja opinnäytetyöntekijä Julia Nora sekä seminaarityöntekijä Jules Bouffart.

Hanketyön etenemistä on ohjannut ja valvonut ohjausryhmä, johon kuuluvat projektipäällikkö Niko Nevalainen Vapo Oy:stä, liiketoimintajohtaja Heikki Tirkkonen Suur-Savon Sähkö Oy:stä, Markku Hatakka Suur-Savon Energiasäätiöstä, Marjo Kaipainen Ravitali Suuronen Oy:stä, erikoissuunnittelija Anni Panula-Ontto-Suuronen Etelä-Savon ELY-keskuksesta, palvelu- ja kehityspäällikkö Pekka Häkkinen ProAgria Etelä-Savo ry:stä, professori Tapio Ranta Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta sekä tutkimuspäällikkö Hanne Soininen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulusta. Hankkeen ohjausryhmän kokouksiin ovat osallistuneet rahoittajan edustajina rahoitusasiantuntija Jaana Tuhka-

lainen Itä-Suomen suuralueen ELY-keskuksesta sekä Esa Pekonen Etelä-Savon ELY-keskuksesta.

Tekijät kiittävät hankkeen rahoittajia kehittämistyön mahdollistamisesta sekä hankkeen sisäisten työryhmien jäseniä ja hankkeeseen osallistuneita yrittäjiä erittäin aktiivisesta osallistumisesta hanketyöhön.

Mikkelissä 17.2.2017

Tekijät

KIRJOITTAJAT

Jarno Föhr, DI, projektipäällikkö

Lappeenrannan teknillinen yliopisto, LUT Savo, Bioenergian laboratorio

Marjo Kaipainen, osakas

Ravitalli Suuronen Oy

Harri Karhu, DI, tuotantopäällikkö

Suur-Savon Sähkö Oy

Juha-Pekka Lemponen, DI, TKI-asiantuntija

Mikkelin ammattikorkeakoulu Oy, Metsä, ympäristö ja energia -painoala

Julia Nora, ympäristötekniikan insinööriopiskelija (AMK)

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Anni Panula-Ontto-Suuronen, FT, erikoissuunnittelija

Etelä-Savon ELY-keskus

Tapio Ranta, TkT, professori

Lappeenrannan teknillinen yliopisto, LUT Savo, Bioenergian laboratorio

Sari Seppäläinen, ins.(AMK), laboratorioinsinööri

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu,

Metsätalouden ja ympäristötekniikan koulutusyksikkö

Hanne Soininen, DI, tutkimuspäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy,

Metsä, ympäristö ja energia -painoala

Riikka Tanskanen, DI, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy,

Metsä, ympäristö ja energia -painoala

Heikki Tirkkonen, DI, liiketoimintajohtaja

Suur-Savon Sähkö Oy, Energian tuotanto

SISÄLTÖ

UUSIUTUVAA ENERGIAA HEVOSENLANNASTA.....	8
Riikka Tanskanen & Hanne Soininen	
ETELÄ-SAVON HEVOSYRITTÄJIEN TARPEET LANNAN ENERGIAHYÖDYNTÄMISEN LÄHTÖKOHTANA.....	12
Riikka Tanskanen & Jarno Föhr & Marjo Kaipainen	
HEVOSENLANNAN ALKUKOOSTUMUKSEN ANALYSOINTI XAMKIN YMPÄRISTÖLABORATORIOSSA	18
Riikka Tanskanen & Julia Nora & Sari Seppäläinen	
HEVOSENLANNAN ENERGIAKÄYTTÖÄ SÄÄTELEVÄT LAIT JA ASETUKSET.....	41
Riikka Tanskanen & Anni Panula-Ontto-Suuronen	
TEKNOLOGIAVAIHTOEHDOT HEVOSENLANNAN KÄYTÖLLE ENERGIANTUOTANNOSSA.....	46
Jarno Föhr & Tapio Ranta & Riikka Tanskanen	
HEVOSENLANNAN MAHDOLLISUUDET ETELÄ-SAVON ENERGIANTUOTANNOSSA.....	59
Jarno Föhr & Tapio Ranta & Riikka Tanskanen	
PIENEN MITTAKAAVAN POLTTOKOKEET PELLETTÖIDYLLE HEVOSENLANNALLE	69
Riikka Tanskanen & Juha-Pekka Lemponen	
PILOT-MITTAKAAVAN KOEPOLTOT HEVOSENLANNALLE ENERGIANTUOTANTOLAITOKSESSA	85
Riikka Tanskanen & Juha-Pekka Lemponen & Heikki Tirkkonen & Harri Karhu	
HEVOSENLANNAN ENERGIANTUOTANNON POLTTOAINEENA	95
Jarno Föhr & Riikka Tanskanen & Tapio Ranta	
HEVOSENLANNAN KESKITETYN JA HAJAUTETUN PALVELUTUOTANTOMALLIN MAHDOLLISUUDET ETELÄ-SAVOSSA	103
Riikka Tanskanen & Hanne Soininen	

HEVOSENLANNAN LOGISTIIKKA JA KANNATTAVUUS	110
Jarno Föhr & Tapio Ranta	
HEVONEN OSANA VÄHÄHIILISTÄ RUOKAKETJUA.....	123
Riikka Tanskanen	
HEVOSENLANTA PELTOVILJELYSSÄ	131
Riikka Tanskanen	
UUTTA TIETOA HEVOSENLANNAN HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUKSISTA	135
Riikka Tanskanen & Hanne Soininen & Jarno Föhr & Tapio Ranta	

UUSIUTUVAA ENERGIAA HEVOSENLANNASTA

Riikka Tanskanen & Hanne Soininen

Esiselvitys Etelä-Savon hevostalouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana -hankkeen (HevosWoima-hanke) idea syntyi alueen hevosyrittäjien tarpeista. Nykyaikainen hevosityrittäjä ei enää aina omista omaa peltoa tai toimi maanviljelyksen parissa. Näin hevostoiminnasta syntyvää lantaa ei aina pystytä helposti tai kustannustehokkaasti hyödyntämään ravinteina peltoviljelyssä (HevosWoima-hanke 2016–2017).



KUVA 1. HevosWoima-hankkeen virallinen kuva (kuva Manu Eloaho 2016).

HevosWoima-hankkeella on pyritty vastaamaan hevosyrittäjien lannan käsittelyn haasteisiin tuottamalla tietoa hevosenlannan energiahyödyntämisen mahdollisuuksista. Hankkeen tavoitteena on ollut tuottaa tietoa Etelä-Savon alueen mahdollisista hevosenlannan polttopaikoista sekä materiaalin käyttäytymisestä eri kokoluokan biopolttoainekattiloissa. Hankkeessa tuotettu tieto palvelee erityisesti sekä alueen hevosyrittäjiä että energia-alan toimijoita. HevosWoima-hankkeessa tuotettu tieto kiinnostaa myös muita alan sidosryhmiä valtakunnallisesti. Hevosenlannan käytön edistäminen lukeutuu ministeri Sipilän hallituksen kärkihankkeisiin (Valtioneuvosto 2015), ja hevosenlannan polttoa koskevan lainsäädännön muuttumisesta tiedotettiin tätä julkaisua tehtäessä (MMM 18.1.2017).

Tavoitteena hevosenlannan energiahyödyntäminen Etelä-Savossa

HevosWoima-hankkeen toteutus jaettiin kuvassa 2 esitettyihin toimenpidekonaisuuksiin. Hevosenlannan energiahyödynnettävyyttä tarkasteltiin lantanäytteiden alkukoostumuksen analyyseillä sekä varsinaisten polttokokeiden avulla. Hankkeessa toteutettiin myös Etelä-Savossa sijaitsevien mahdollisten energiahyödyntämisen käyttökohteiden sekä logististen vaihtoehtojen kartoitus. Lisäksi selvitettiin, minkälaisia palvelutuotantomalleja alueen hevosyrittäjät voisivat käyttää hevosenlannan hyödyntämisessä. Hevostalouden muiden sivuainevirtojen osalta HevosWoima-hankkeessa selvitettiin myös vähähiilisiä tapoja hevosenlihan saamiseksi osaksi ruokaketjua. Kuvassa 2 näkyvien toimenpiteiden lisäksi hankkeen aikana on raportoitu ja tiedotettu hankkeen toimenpiteiden etenemisestä.

1. Hevosenlannan alkukoostumus ja saatavuus Etelä-Savossa, sekä materiaalin teoreettinen energiahyödynnettävyys

2. Hevosenlannan mahdolliset energiahyödyntämisen käyttökohteet ja logistiset vaihtoehdot Etelä-Savon alueella

3. Hevosenlannan koepoltot

4. Hevosenlannan hyötykäytön hajautetut ja keskitetyt palvelutuotantomallit

5. Vähähiiliset vaihtoehdot edistämään hevosen käyttöä osana ruokaketjua

KUVA 2. HevosWoima-hankkeen toteutus toimenpiteinä.

HevosWoima-hankkeen toimenpiteiden tulokset

Hevosennannan energiahöydyntävyyden lähtökohtia sekä hevosyrittäjien näkemyksiä on kerrottu artikkelissa *Etelä-Savon hevosyrittäjien tarpeet lannan energiahöydyntämisen lähtökohtana*. Hevosennannan alkukoostumusta puolestaan analysoitiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa. Tutkimustulokset hevosennannan alkukoostumusta koskien ovat esitetty artikkelissa *Hevosennannan alkukoostumuksen analysointi Xamkin Ympäristölaboratoriossa*. Toimenpiteeseen 1 lukeutuu myös hevosennannan osalta muutosvaiheessa oleva lainsäädäntö, josta on kerrottu artikkelissa *Hevosennannan energiakäyttöä säätelevät lait ja asetukset*.

Hankkeessa osatoteuttajana ollut Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT) vastasi hankkeessa pääasiassa hevosennannan teknologiavaihtoehtojen tarkastelusta ja vertailusta sekä Etelä-Savon mahdollisten energiahöydyntämisen käyttökohteiden ja logististen vaihtoehtojen kartoituksesta. Näiden osuuksien tulokset esitetään artikkeleissa *Teknologiavaihtoehdot hevosennannan energiantuotannolle ja Hevosennannan mahdollisuudet Etelä-Savon energiantuotannossa*.

HevosWoima-hankkeessa toteutettiin polttokokeita sekä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun pellettikattilassa (Ariterm Biomatic 20 kW) että energiantuotantolaitoksessa. Polttokokeiden toteutusta ja tuloksia on esitetty tarkemmin artikkeleissa *Pilot-mittakaavan polttokokeet pelletöidylle hevosennannalle* ja *Pilot-mittakaavan koepolttokokeet hevosennannalle energiantuotantolaitoksessa*.

Hevosennannan keskitetyn ja hajautetun palvelutuotantomallin mahdollisuudet Etelä-Savossa artikkeli esittelee toimenpiteen 4 keskeiset tulokset. Palvelutuotantomallien rakentamisessa on pyritty selvittämään ja esittelemään alueen hevosyrittäjille kustannustehokkuutta ja vähähiilisyttä edistäviä hevosennannan käytön vaihtoehtoja edistäen.

Toimenpiteen 5 tavoitteena on ollut varmistaa, että Etelä-Savon hevosyrittäjät tietävät hevosennan teurastuksen eri vaihtoehtoista alueella. Hankkeesta tältä osin kerättyjä tietoja on esitelty artikkelissa *Hevonen osana vähähiilistä ruokaketjua*.

HevosWoima-hankkeen tuloksista on lisäksi kerrottu kootusti koko hankkeen osalta *Uutta tietoa hevosennannan hyödyntämismahdollisuuksista* artikkelissa. Artikkelisarjan on tarkoitettu Etelä-Savon hevosyrittäjille suunnatuksi oppaaksi,

josta selviää HevosWoima-hankkeen keskeiset tulokset alueen hevosityrittäjien näkökulmasta. Etelä-Savon hevosityrittäjät, energia-alan toimijat sekä muut asias- ta kiinnostuneet sidosryhmät voivat hyödyntää tämän julkaisun tietoja hevosen- lannan energiahyödyntämiseen liittyvissä tietotarpeissaan.

LÄHTEET

Valtioneuvosto. 2015. Biotalousessa paljon potentiaalia. Tiedote. Julkaistu 2.9.2015. http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/biotalousessa-paljon-potentiaalia. Luettu 13.8.2016.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2017. Hevosenlannan poltto helpottuu. Tiedote. Julkais- tu 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevosenlannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

ETELÄ-SAVON HEVOSYRITTÄJIEN TARPEET LANNAN ENERGIAHYÖDYNTÄMISEN LÄHTÖKOHTANA

Riikka Tanskanen & Jarno Föhr & Marjo Kaipainen

HevosWoima-hankkeessa haastateltiin yhdeksän Etelä-Savon hevosyrittäjän otos, johon valittiin alueelta ratsastustalleja, ravitalleja, siittoloita sekä valmennus- ja kuntoutustoimintaa edustavia yrittäjiä. Haastatellut alueen hevosyrittäjät on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. HevosWoima-hankkeen haastatteluihin osallistuneet alueen hevosyrittäjät toimialoiheen.

Yritys	Paikkakunta	Toimiala
Alatalon talli	Mikkeli	Ratsuhevosten koulutus, valmennus ja myynti
Kekkolan Kartano Oy	Mikkeli	Ratsastuskoulu
Mikkelin Ravirata Oy	Mikkeli	Ravirata
Ravitalli Jani Ruotsalainen	Juva	Ravitalli
Ravitalli Juha Kortekallio	Juva	Ravitalli
Ravitalli Suuronen Oy	Juva	Ravi- ja siitostalli
Relanderin Ponitalli Ky	Mikkeli	Ratsastuskoulu
Rouhialan Ratsastustalli Oy	Mikkeli	Ratsastuskoulu
Stall Blombacke Oy	Mikkeli	Urheilu- ja harrastehevosten kuntoutus ja valmennus

Hevosyrittäjien haastattelujen keskeiset tulokset

Etelä-Savon hevosyrittäjiltä kysyttiin heidän talleillaan olevien hevosten ja ponien lukumäärää, käytetyn kuivikkeen kulutusta, syntyvän hevosenlannan määrää, lantalan tyhjennysväliä sekä lannan nykyistä hyötykäyttökohdetta. Yrittäjiltä tiedusteltiin lisäksi kuivikkeen ostokustannuksia ja lannan käsittelystä syntyviä kustannuksia. HevosWoima-hankkeen kannalta oli keskeistä saada tietoa myös hevosenlannan käytölle tehdyistä suunnitelmista sekä yrittäjien tulevaisuuden toiveista lannan hyödyntämisen suhteen.

Kaikki hevosityrittäjät kertoivat haastatteluissa kuivikkeen vuosittaisen kulutuksensa, joka vaihteli alle 2 m³:n vuosittaisesta kulutuksesta noin 32 m³:n kulutukseen yhtä hevosta tai ponia kohti. Kaikkien haastateltujen hevosityrittäjien kuivikekulutus yhtä hevosta tai ponia kohti oli keskimäärin 15,6 m³ vuodessa.

Kutterikuiviketta käyttäviä talleja oli otoksessa yhteensä neljä kappaletta, ja nuotallit käyttivät kuiviketta noin 18 m³–32 m³ vuodessa yhtä hevosta tai ponia kohti. Puhdasta turvetta ja olkea käyttäviä talleja oli haastatteluotoksessa kumpikin ainoastaan yksi. Näin ollen näille kuivikkeille ei voida ilmoittaa tarkkoja kulutustietoja. Yleisesti voidaan kuitenkin kertoa, että haastattelujen perusteella olkikuiviketta kului yhtä hevosta tai ponia kohti keskimäärin vähemmän kuin kutteria ja turvetta vähemmän kuin olkea.

Lisäksi kolmen hevosityrittäjän tallin lantalassa oli vähintään kahta eri kuiviketta. Syitä usean kuivikkeen käytölle olivat parhaillaan tehtävä kuivikelaadun vaihdos, toiminnan luonteesta johtuen useiden kuivikkeiden käyttö tai useiden kuivikkeiden päätyminen muusta syystä lantalaan. Useiden kuivikkeiden käyttäjien kuivikekulutus vaihteli haastattelutuloksien perusteella noin 2 m³–13 m³:n välillä yhtä hevosta tai ponia kohti vuodessa.

Yhdessä haastatelluista yrityksistä ei hevosia ole jatkuvasti paikalla. Tämän yrityksen tuloksia ei ole huomioitu yhtä hevosta tai ponia kohti ilmoitetuissa tuloksissa.

Talleilla käytetyn kuivikkeen ja hevosenlannan käsittelyn kustannukset

HevosWoima-hankkeen haastatteluissa kysyttyjä kuivikkeen hankinnan ja lannan käsittelyn kustannustietoja ei saatu kaikilta vastaajilta. Ilmoitetuissa tiedoissa oli kuitenkin huomioitu itse kuivikkeen hankintahinta sekä sen kuljetus tallille. Lannan käsittelyn kustannukset syntyivät puolestaan yksiselitteisesti lannan kuormaus- ja kuljetuskustannuksista. Hevosenlannalla viitataan kaikissa tämän tutkimuksen tuloksissa aina kuivikkeen, sonnan ja virtsan sekoitukseen, eli lantajakeeseen sellaisena kuin se talleilla luontaisesti muodostuu.

Hevosityrittäjien ilmoittamat vuotuiset kuivikkeen hankintahinnat (sis. kuljetuskustannukset) vaihtelivat välillä 129–482 euroa per hevonen tai poni. Keskimääräinen kuivikekustannus yhtä hevosta tai ponia kohti oli vuodessa 211 euroa.

Haastatelluista hevosityrittäjistä seitsemän ilmoitti lannan käsittelykustannuksensa. Kahdella haastatelluista hevosityrittäjistä hevosenlannan käsittelystä ei syntynyt lainkaan suoria kustannuksia, sillä lanta hyödynnettiin joko omassa tai yhteistyökumppanin peltoviljelyssä ravinteina, eikä kuljetuksista veloitettu erikseen. Loppujen viiden haastatellun hevosityrittäjän osalta lannan kuljetuskustannukset olivat 2–6 euroa jokaista syntynyttä lantakuutiota kohti. Hevosenlantaa syntyy haastattelutulosten perusteella vuosittain 8–54 m³ per hevonen tai poni. Hevosenlannan kuljetuksesta syntyy siis osalla Etelä-Savon hevosityrittäjistä monen tuhannen euron suuruinen menoerä vuosittain.

Hevosenlannan käsittelyyn liittyvät haasteet ja toiveet

Hevosenlannan käsittelyn kustannuksien lisäksi yli puolet hevosityrittäjistä koki ongelmaksi erilaiset lannan käsittelyyn liittyvät vaikeudet. Seitsemän hevosityrittäjän mukaan heidän tallinsa lantaa hyödynnettiin ravinteina peltoviljelyssä haastattelun ajankohtana. Yksi yrittäjistä ei ollut vielä löytänyt hevosenlannalle soveltuvaa käyttökohdetta tai vastaanottavaa peltoviljelijää. Ainoastaan kolme haastatelluista hevosityrittäjistä ei kokenut hevosenlannan käsittelyä haastavaksi tai rasitteeksi. Muut otoksen hevosityrittäjistä kokivat, että jokainen lantakuorma vaatii paljon neuvotteluja ja resursseja, jotta se saadaan toisen yrittäjän tai viljelijän pellolle ravinteiksi.

Kun otokseen osallistuneilta hevosityrittäjiltä kysyttiin heidän hevosenlantaa koskevista tulevaisuuden visioistaan tai toiveistaan, viisi haastatelluista yrittäjistä toivoi hevosenlannan polton mahdollistumista. Osalla oli toiveita hyödyntää hevosenlantaa suoraan oman toimintansa energianlähteenä, mikäli tämä olisi teknisesti ja taloudellisesti järkevää toteuttaa.

Kahdeksan haastatelluista hevosityrittäjistä ilmoitti olevansa kiinnostuneita osallistumaan toimintaan, jossa hevosenlantaa hyödynnetään energiana, mikäli tällainen olisi alueella mahdollista. Seitsemän haastatelluista hevosityrittäjistä kertoi myös voivansa antaa hevosenlantaa ilmaiseksi energiahyödyntämiseen. Lahjoitukseen oltiin valmiita erityisesti sillä ehdolla tai oletuksella, että toiminta vähentäisi nykyisiä lannan käsittelyyn liittyviä kustannuksia. Lisäksi yksi hevosityrittäjä oli valmis harkitsemaan lannan antamista energiahyödyntämiseen korvausta vastaan. Yksi hevosityrittäjistä oli myös kiinnostunut tietämään, minkä

arvoista lanta energianlähteenä olisi, vaikka hän olikin valmis lahjoittamaan tallitoiminnassaan syntyvää lantaa myös ilmaiseksi.

Kahdeksan haastatelluista hevosityrittäjistä ilmoitti olevansa kiinnostuneita osallistumaan hevosenlannan hyödyntämiseen energiana, mikäli se olisi alueella mahdollista. Seitsemän haastatelluista hevosityrittäjistä kertoi myös voivansa antaa hevosenlantaa ilmaiseksi energiahyödyntämiseen. Lahjoitukseen oltiin valmiita erityisesti sillä ehdolla tai oletuksella, että toiminta vähentäisi nykyisiä lannan käsittelyyn liittyviä kustannuksia. Lisäksi yksi hevosityrittäjistä oli valmis harkitsemaan lannan antamista energiahyödyntämiseen korvausta vastaan. Yksi hevosityrittäjistä oli myös kiinnostunut tietämään minkä arvoista lanta energianlähteenä olisi, vaikka hän oli valmis lahjoittamaan tallitoiminnassaan syntyvää lantaa myös ilmaiseksi.

Haastatellut Etelä-Savon hevosityrittäjät olivat myös yleisesti kiinnostuneita kuivikkeen tuonnin ja lannan poiskuljetuspalvelusta, mikäli sellaista olisi alueella tarjolla. Kiinnostus mahdollisia kuivikkeen ja lannan kuljetuspalveluja kohtaan oli selvästi suurinta niillä hevosityrittäjillä, joiden lannankäsittelyn kustannuksetkin olivat nykyisellään suurimmat. Tällainen mahdollinen palvelutuotanto paitsi helpottaisi hevosityrittäjän arkea, saattaisi myös luoda säästöjä kuivikkeen hankinnan ja lannan käsittelyn kokonaiskustannuksiin.

Ratkaisuja hevosityrittäjien tarpeisiin

HevosWoima-hankkeen yksi tavoitteista on edesauttaa hevosenlannan tuotteistamista ja hyötykäyttöä, jotta siihen liittyvät kustannukset vähenisivät. Haastattelujen perusteella energiahyödyntämiseen käytettävää hevosenlantaa olisi saatavilla alueella. Hevosenlannan käsittely ja hyödyntäminen uusissa käyttökohteissa perinteisen ravinnehödyntämisen rinnalla säästäisi hevosityrittäjien resursseja sekä ajassa että kustannuksissa.

HevosWoima-hankkeen lähestyessä loppuaan Etelä-Savon hevosityrittäjien keskuudessa vallitsee toivo hevosenlannan polton mahdollistumisesta Etelä-Savossa. Hevosenlannalle 17.1.2017 myönnetyn poikkeusluvan myötä (MMM 18.1.2017) hevosenlannan poltto ja laajemmat kokeilut mahdollistuvat lähitulevaisuudessa. HevosWoima-hankkeessa toteutettu energiantuotantolaitoksen hevosenlannan koepoltto tukee myös sitä oletusta, että hevosenlannan seospoltolle olisi tulevaisuudessa hyvät edellytykset.

Johtopäätökset

Etelä-Savossa on arvioitu olevan noin 2 500 hevosta ja 400 ponia (Soininen et al. 2010). Hevoslanta syntyy tilastollisesti laskien koko Etelä-Savossa vuosittain noin 33 200 m³ (MMM-RMO 4). HevosWoima-hankkeen analyysien perusteella tuoreen hevoslannan energiatiheys on vähintään 0,4 MWh/i-m³, jolloin koko Etelä-Savon hevoslannassa olisi vähintään 13 300 MWh:n energiantuottopotentiaali. Mikäli oletetaan, että yksi omakotitalo käyttää vuosittaiseen lämmitykseensä 20 MWh, voitaisiin Etelä-Savossa syntyvällä hevoslannalla lämmittää 665 omakotitaloa joka vuosi.

Kaikkea Etelä-Savon alueella syntyvää hevoslanta ei ole kuitenkaan käytännössä taloudellisesti kannattavaa valjastaa energiahyödyntämiseen. Lisäksi hevoslannan käyttö lannoitteena on perusteltua silloin, kun soveltuvaa peltoa on käytettävissä. Hevoslannan energiahyödyntäminen alueella mahdollistaisi kuitenkin hankalimmassa asemassa oleville hevosyrittäjille uuden käyttökohteen hevoslannalle.

LÄHTEET

Haapiainen, Janne 2016. Haastattelu 18.5.2016. Mikkelin Ravirata Oy.

Kaipainen, Marjo 2016. Haastattelu 2.5.2016. Ravitalli Suuronen Oy.

Kortekallio, Juha 2016. Haastattelu 25.5.2016. Ravitalli Juha Kortekallio.

Kukkamo, Vesa 2016. Haastattelu 10.5.2016. Stall Blombacke Oy.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevoslannan poltto helpottuu. Tiedote. Julkaisu 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevoslannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräykset ja ohjeet. Liite 12 MMM:n asetukseen tuettavaa rakentamista koskevista rakentamismääräyksistä ja suosituksista (100/01). Kotieläinrakennusten ympäristöhuolto C4. (MMM-MRO C4). Taulukko 1, s. 3. Saatavilla: <http://mmm.fi/documents/1410837/1853806/L12-rmoC4-01.pdf/602f946f-a1cb-40e2-bcfb-f175ffa497b2>. Katsottu 11.01.2017.

Mildh, Roland 2016. Haastattelu 2.6.2016. Kekkolan Kartano Oy.

Orva, Jenni 2016. Haastattelu 18.5.2016. Rouhialan Ratsastustalli Oy.

Pulkkinen, Kaisa 2016. Haastattelu 3.6.2016. Alatalon talli.

Relander, Kirsi 2016. Haastattelu 23.5.2016. Relanderin Ponitalli Oy.

Ruotsalainen, Jani 2016. Haastattelu 24.5.2016. Ravitalli Jani Ruotsalainen.

Soininen et al. 2010. Ympäristöasiat osana hevostallien kannattavuutta. Tutkimusraportti. Mikkelin ammattikorkeakoulun julkaisu nro 57 (2010). ISBN 978-951-588-290-5.

Suomen Hevostietokeskus ry 2017. Lantavaraston tarvelaskuri. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=995>. Katsottu 11.01.2017.

Tiainen, Kari 2016. Sähköpostikeskustelu 2.12.2016–8.12.2016. Mikkelin Ravirata Oy.

HEVOSENLANNAN ALKUKOOSTUMUKSEN ANALYSOINTI XAMKIN YMPÄRISTÖLABORATORIOSSA

Riikka Tanskanen & Julia Nora & Sari Seppäläinen

Hevostallit käyttävät erilaisia kuivikkeita, joita Suomen Hevostietokeskus ry:n mukaan ovat mm. kutteripuru, sahanpuru, sanomalehtipaperisilppu, olki, rahkaturve, hamppu ja pellava (Suomen Hevostietokeskus ry 2015). HevosWoima-hankkeessa kerättiin tietoa hevosenlannan ominaisuuksista bioenergian tuotantoa, ja erityisesti polttoa silmällä pitäen. Seuraavassa on kuvattu HevosWoima-hankkeessa tehtyjen analyysien tuloksia sekä vertailtu niitä aiempiin tutkimustuloksiin. Hevosenlannalla viitataan tuloksissa aina kuivikkeen, sonnan ja virtsan sekoitukseen eli lantajakeeseen sellaisena kuin se hevostalleilla luontaisesti muodostuu.

Lannan alkukoostumuksen selvityksen tavoitteet

HevosWoima-hankkeen hevosenlannan alkukoostumuksen analysointiin tarvittavat hevosenlantanäytteet saatiin Etelä-Savon alueen hevostalleilta toukokuun 2016 aikana. Näytteitä kertyi kaikkiaan 30 kappaletta. Tarkasteluun pyrittiin saamaan mukaan yleisimmin käytetyt kuivikkeet, eli kutteripuru/sahanpuru, turve ja olki. Myös muita kuivikelaatujia oli edustettuina analysoiduissa näytteissä, mutta eri kuivikelaatujen sekoituksina. Osa hevosityrittäjistä käytti useita kuivikkeita rinnakkain, ja osa heistä oli tutkimushetkellä vaihtamassa kuiviketta toiseen.

Tarkastelussa pyrittiin huomioimaan myös lannan säilytyksen ja säilytysolosuhteiden vaikutus lantamateriaalin ominaisuuksiin. Käytännössä lantanäytteiden säilytyksen vaikutusta tarkasteltiin niiden säilytysajan perusteella. Tuloksissa näytteet on jaettu alle 3 kuukautta vanhoihin lantanäytteisiin ja yli 3 kuukautta vanhoihin näytteisiin kuivikeryhmittäin taulukossa 1 esitetyllä tavalla.

TAULUKKO 1. Alkukoostumuksen tarkasteluun saatujen hevosenlanta-näytteiden kuivikkeet. Jokaisesta näytekohteesta otettiin kaksi kappaletta rinnakkaisnäytteitä.

Kuivike	Kuiviketta käyttäneiden tallien lukumäärä	Näytteiden lukumäärä, alle 3 kk vanhat näytteet	Näytteiden lukumäärä, yli 3 kk vanhat näytteet
Kutteripururu	4 tallia	8 näytettä	8 näytettä
Turve	1 talli	2 näytettä	2 näytettä
Olki (täyspitkä olki)	1 talli	2 näytettä	ei saatavilla
Kuivikesekoitukset (erilaisia)	3 tallia	4 näytettä	4 näytettä

Alle 3 kuukauden ikäiset lantanäytteet olivat peräisin joko hiljattain tyhjenneistä lantaloista tai lannan väliavarastointiin käytetyistä kuljetuskärryistä tai tiloista, joista lanta siirretään varsinaiseen lantalaan. Tuoreimmat näytteet olivat näytteenottohetkellä alle kaksi vuorokautta vanhoja. Vanhimmat yli 3 kuukautta säilytetyistä lantanäytteistä olivat yli vuoden vanhoja. Joissain tapauksissa lantalan reunalle jääneen lantaosuuden ikää ei enää varmuudella pystytty määrittämään. Muutamissa tapauksissa vanhimmat lantaloiden näyteosuuksista olivat jo pitkälle kompostoituneita ja muistuttivat ulkoisesti enemmän multaa kuin lantaa.

Lantanäytteet otettiin hankkeen tarkasteluun valittujen hevosityrittäjien talleilta SFSEN 14778 standardin mukaisesti. Yksittäisnäytteet otettiin lantakasoista käsin lapioimalla, ja niistä sekoitettiin edustava kokoomanäyte. Laboratorionäyte valmistettiin kokoomanäytteestä SFS-EN 14780 -standardin mukaisesti neliöimällä. Näytteen pienentämistä neliöimällä on havainnollistettu kuvassa 1. Jokaista lantanäytettä otettiin laboratoriomääriä varten noin 9–10 litraa, ja näytteet pakattiin tiiviisti kannellisiin 10 litran vetoisiin muovikäppäriin. Näytteet kuljetettiin välittömästi näytteenoton jälkeen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun (Xamk) ympäristölaboratorioon. Näytteiden käsittely ja säilytys tehtiin standardin SFS-EN 14780 mukaisesti.



KUVA 1. Laboratorionäytteen valmistus hevosenlannan kokoomanäytteestä neliömällä SFS-EN 14780 standardin mukaisesti (kuva Jarno Föhr 2016).

Hevosenlannan alkukoostumuksen määritysten toteutus

HevosWoima-hankkeessa tehtyjen hevosenlannan määritysten ja analyysien toteutus tehtiin pääasiassa kiinteille biopolttoaineille määritettyjen standardien mukaisesti. Lantanäytteille tehdyt määritykset ja analyysit sekä käytetyt standardit ja laitteet on esitetty taulukossa 2. Laboratoriomääritysten ja -analyysien toteutuksesta vastasi Xamkin projektipäällikkö Riikka Tanskanen. Laboratoriotöihin osallistuivat harjoittelijoina myös Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan insinööriopiskelijat (AMK) Ilkka Huttunen, Saska Kangassalo ja Julia Nora.

TAULUKKO 2. Hevosenlannan alkukoostumuksen määrytykset ja analyysit sekä käytetyt standardit ja laitteet.

Analyyysi	Standardi	Käytetty laite
Näytteenotto	SFS 14778	Lapio, 10 l ämpäri ja kansi
Irtotiheyden määrittäminen	SFS-EN 15103 mukaillen	Vaaka Satorious PT3100
Kokonais-kosteuspitoisuus	SFS-EN 14774-2 mukaillen	Kuivausuuni Memmert, analyysivaaka Mettler Toledo AG204 Delta-Range
Palakokojakauma	SFS-EN 15149-2 mukaillen	Täryseula
Näytteiden palakoon pienentäminen	SFS 14780	Retsch 3M 2000 (6 mm palakoko)
Kuiva-aine	SFS-EN 14774-3	Kuivausuuni, analyysivaaka Mettler Toledo AG204 DeltaRange
Tuhkapitoisuus	SFS-EN 14775	Hehkutusuuni, analyysivaaka Mettler Toledo AG204 DeltaRange
Kalorimetrisen lämpöarvo	laitevalmistajan ohjeet analyysin toteutukseen	Parr 6200 pommikalorimetrialaitteisto
pH-arvo	SFS-EN 13037 mukaillen	Radiometer PHM210 Standard pH mittari
Sähkönjohtokyky	SFS-EN 13038 mukaillen	WTW Cond 3310 SET 1
Kloridipitoisuus	määrittäminen kalibrointikäyrällä	Cl-selektiivinen elektrodi, vertailuelektrodi, Radiometer PHM210 Standard pH mittari

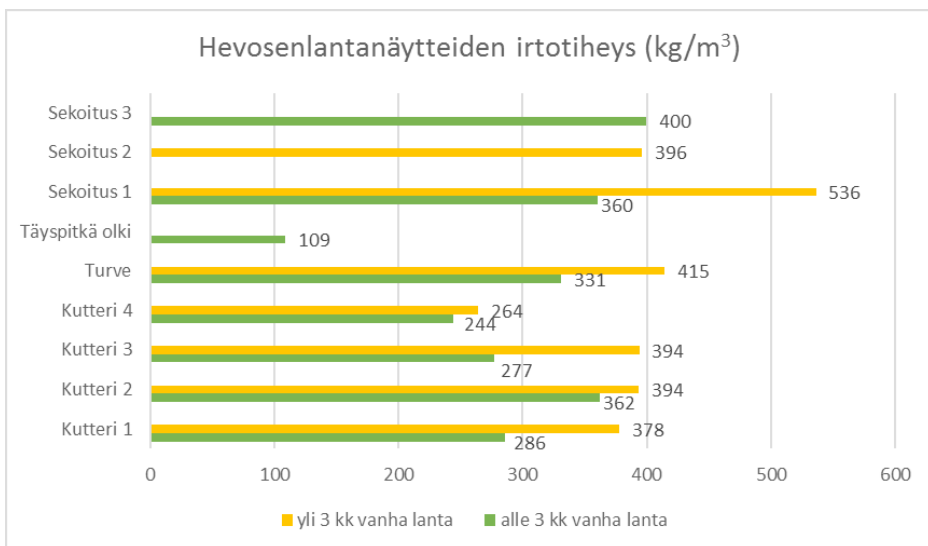
Hevosenlantanäytteiden irtotiheydet, kosteuspitoisuudet ja palakokojakaumat

Hevosenlantanäytteistä tehtiin alkukosteudessa standardia SFS-EN 15103 mukaillen irtotiheyden määrittäykset. Irtotiheys määritettiin 2–3 rinnakkaisnäytteen perusteella. Koejärjestelyn toteutus on esitetty kuvassa 2. Irtotiheyden määrittäyksessä saadut tulokset tarkasteltujen hevosenlantanäytteiden irtotiheyksien osalta on esitetty kuvassa 3. Jokainen kuivikkeena omalla nimikkeellä oleva tulos edustaa yhden tallin näytteitä, jotka ovat jaettu alle ja yli 3 kuukautta vanhoihin hevosenlantanäytteisiin. Jaolla pyritään karkeasti osoittamaan biomateriaalin ominaisuuksien muuttuminen säilytysajan myötä.



KUVA 2. Hevosenlantanäytteen irtotiheyden määrittäminen standardia SFS-EN 15103 mukaisesti (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Hevosenlannan irtotiheyden tuloksia (kuva 3) tarkasteltaessa voidaan helposti havaita, että irtotiheys kasvaa suuremmaksi, kun lantanäytteiden säilytysaika on pidempi. Maatuva hevosenlanta muuttaa muotoaan, ja sen irtotiheys kasvaa. Kuvasta 3 nähdään myös eri kuivikemateriaalien vaikutus irtotiheyteen. Pienin irtotiheys on tuoreessa hevosenlannassa (alle 3 kk), jonka kuivikkeena on täyspitkä olki. Vastaavasti suurimman irtotiheyden omaa jo osittain maatunut hevosenlanta, jonka kosteuspitoisuus on niin ikään koko näytesarjan korkein (kuva 5).



KUVA 3. HevosWoima-hankkeen hevosenlantanäytteiden irtotiheyksien (SFS-EN 15103 standardia mukaisesti) tulokset suhteutettuna lannan säilytysaikaan.

Hevoselantanäytteiden kokonaiskosteuspitoisuudet määritettiin SFS-EN 14774-2 standardia mukaillen. Näytteet kuivattiin foliovuoka-astioissa kuivausuunissa 105 °C:een lämpötilassa maksimissaan 24 tuntia kosteuden poistamiseksi. Useimmat näytteet olivat kuivausuunissa lähes tai tasan sallitun 24 tunnin ajan (SFS 14774-2). Erityisesti hevosen sonnassa olevan kosteuden haihtuminen vei paljon aikaa. Koejärjestelyn käytännön toteutus on esitetty kuvassa 4.

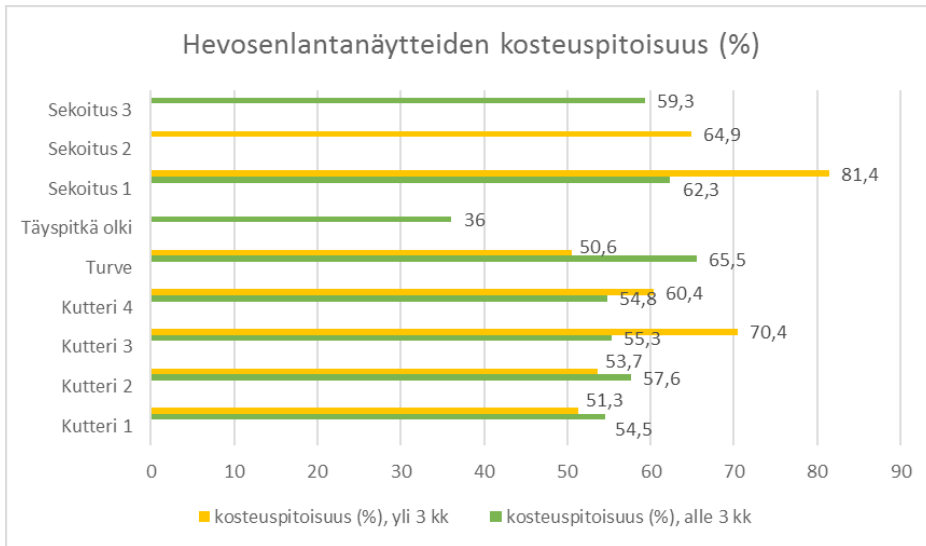


KUVA 4. Kosteuspitoisuuden määrittäminen unikuivausmenetelmällä SFS-EN 14774-2 standardin mukaisesti (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Hevoselannan kaikkien näytteiden kosteuspitoisuudet on esitetty kuvassa 5. Kosteuspitoisuudet vaihtelivat näytteissä välillä 36–81,4 %. Alle 3 kuukautta vanhan hevosenlannan kosteus oli 36–65,6 %, ja yli 3 kuukautta vanhojen lantanäytteiden 51,3–81,4 %. Hevoselannan laadullista muuttumista säilytysajan kasvaessa ei pystytä tarkastelemaan kosteuspitoisuuden osalta täysin yksiselitteisesti. Hevoselantanäytteistä pystytään kuitenkin havaitsemaan, että sadeveden mahdollinen pääsy lantalaan nosti joissain tapauksissa lannan kosteuspitoisuutta merkittävästi. Näytteitä otettiin Etelä-Savon hevosityrittäjien talleilta heidän normaalisti käyttämistään hevosenlannan välivarastoista ja lantaloista. Otoksessa on mukana sekä katettu ja kattamattomia välivarastoja ja lantaloita.

Eri kuivikelaatujen kosteuden imutehoa ei pystytä kaikkien kuivikkeiden osalta päättelemään kuvan 5 tuloksista. Ainoastaan täyspitkä olki sisälsi selvästi muita kuivikkeita vähemmän kosteutta. Olki oli siis imenyt kaikkein vähiten kosteutta. Kosteuspitoisuuden tulosten (kuva 5) pohjalta sekä hevosityrittäjien kertomien kulutustietojen kanssa puhdasta turvetta on käytetty kuivikkeena ve-

toisuusmitoissa puolet vähemmän kuin kutteria. Kuvan 5 tulosten perusteella molemmissa kuivikkeissa näyttää olevan yhtä paljon kosteutta. Saman imutehon saavuttamiseksi kutteria on kuitenkin käytetty huomattavasti enemmän kuin turvetta.



KUVA 5. HevosWoima-hankkeen hevosenlantanäytteiden kokonaiskosteus-pitoisuustulokset (%-osuuksina lähtömassasta) alle ja yli 3 kuukautta säilytettyjen lantanäytteiden osalta. Määrittelyt tehtiin standardia SFS-EN 14774-2 mukailleen.

Näytteistä määritettiin täryseulalla myös palakokojakaumat. Käytetyt verkkoseulakoot ja niiden numerointi on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Hevosenlannan palakokojakauman määrittelyssä käytetyt verkkoseulatasot.

Nro	Seulataso	Seulataason raekoko
1.	Seula 50,0 mm	yli 50,0 mm
2.	Seula 40,0 mm	40,0-49,9 mm
3.	Seula 31,5 mm	31,5-39,9 mm
4.	Seula 16,0 mm	16,0-31,4 mm
5.	Seula 8,0 mm	8,0-15,9 mm
6.	Seula 4,0 mm	4,0-7,9 mm
7.	Seula 2,0 mm	2,0-3,9 mm
8.	Seula 1,0 mm	1,0-1,9 mm
9.	Seula 0,25 mm	0,25-0,9 mm
10.	Alite	alle 0,25 mm

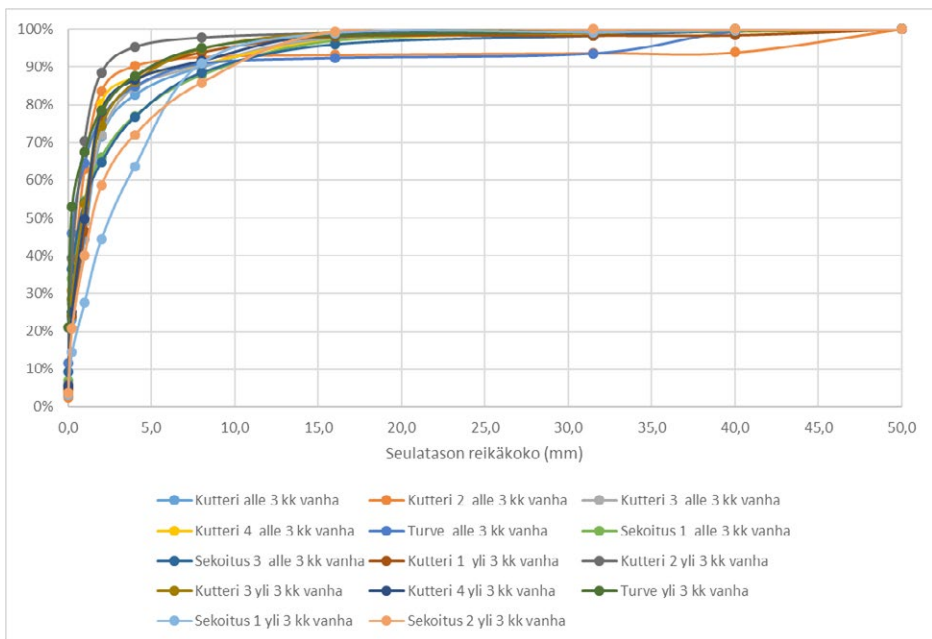
Hevoslantanäytteiden palakokojakauman määrittämisessä käytetty täriseulalaitteisto on esitetty kuvassa 6. Kuvassa seulassa näkyvä näyte on kutterikuivikehevoslantanäyte ennen seulonnan aloittamista.



KUVA 6. Palakokojakauman määrittäminen täriseulalla (SFS-EN 15149-2 mukaisesti) (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Hevoslannan palakokojakauma tehtiin kuivatuista näytteistä SFS-EN 15149-2 standardin vaatimusten mukaisesti. Palakokojakaumien tulokset on esitetty kuvassa 7, jossa hevoslantanäytteiden palakokojakaumat on kuvattu kumulatiivisena prosenttiosuutena kutakin seulasoa kohti. Seulasojen numerointi ja kokojakaumat on esitetty taulukossa 3.

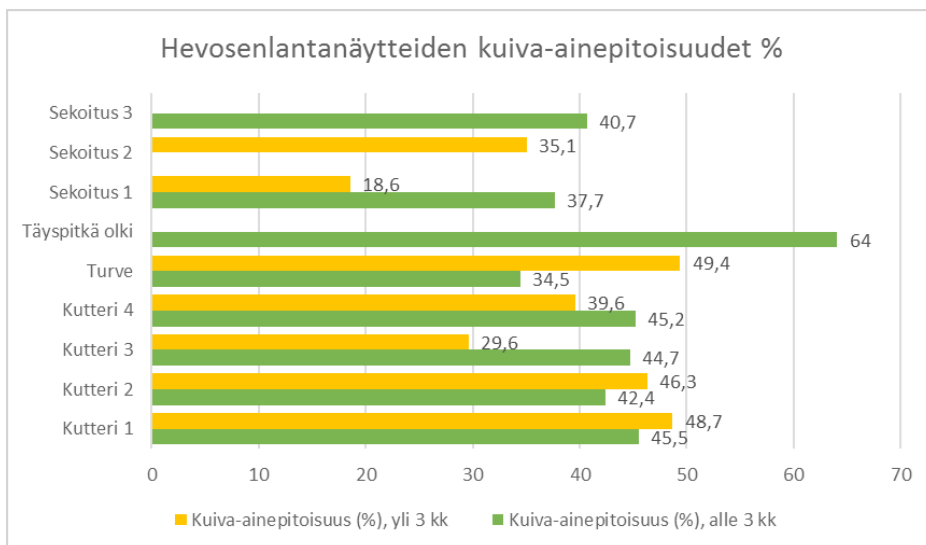
Täyspitkän olkikuivikkeen hevoslantaa ei tarkastella palojakauman osalta, sillä sitä ei pystytty seulomaan käytettävissä olevalla laitteistolla. Lisäksi näytteiden ominaisuuksiin vaikutti jonkin verran näytteiden uunikuivauksen aikana tehty käsittely. Osaa näytteiden sisältämistä sontapaloista jouduttiin hajottamaan prosessin aikana kuivauksen onnistumiseksi SFS-EN 14774-2 standardin 24 tunnin maksimikuivausaika-vaatimuksen täyttämiseksi. Sonnan pilkkominen saattaa vääristää jonkin verran palakokojakauman tuloksia erityisesti 16,0–50,0 mm:n seulasojen tulosten osalta.



KUVA 7. SFS-EN 15149-2 standardin mukaiset hevosenlantanäytteiden palakokojakaumat kumulatiivisen prosentuaalisen osuuden mukaan esitettynä.

Hevosenlantanäytteiden kuiva-aine- ja tuhkapitoisuudet

Hevosenlantanäytteiden kuiva-ainepitoisuus kuvaa sitä osuutta biomateriaalista, jolla on merkitystä erityisesti polton kannalta tehtävän energiahyödyntämisen kannalta. Materiaalin sisältämä kuiva-aine sisältää sen osuuden materiaalista, joka poltolla tapahtuvassa energiahyödyntämisessä vapauttaa lämpöenergiaa (Alakangas et al. 2016). Tarkastelujen hevosenlantanäytteiden kuiva-ainepitoisuus selvitettiin näytteiden kokonaiskosteuden määrittämisen avulla. Täysin kuivatusta näytteestä jää kosteuden poiston jälkeen ainoastaan kuiva-aine. Hevosenlantanäytteiden kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat 18,6–64 % välillä. Näytekohtaiset tulokset kuiva-ainepitoisuuden osalta ovat nähtävissä kuvassa 8.



KUVA 8. Hevoselantanäytteiden kuiva-ainepitoisuudet.

Hevoselantanäytteiden tuhkapitoisuuden tarkastelu oli tärkeää, sillä tuhkapitoisuus alentaa suoraan polttoaineesta saatavaa lämpöarvoa. Tuhkapitoisuus kasvaa polttoaineissa yleisesti kaikkien epäpuhtauksien, kuten maa-aineksen ja kivien myötä. (Alakangas et al. 2016, 197). HevosWoima-hankkeessa käsitellyissä hevoselantanäytteissä oli havaittavissa jonkin verran kiviainesta, joka päätyy lantaan selkeästi hevosen kavioiden kautta ulkotiloista. Lisäksi tallin pohjarakenteen materiaalista saattaa irrota kiviainesta lantamateriaaliin.

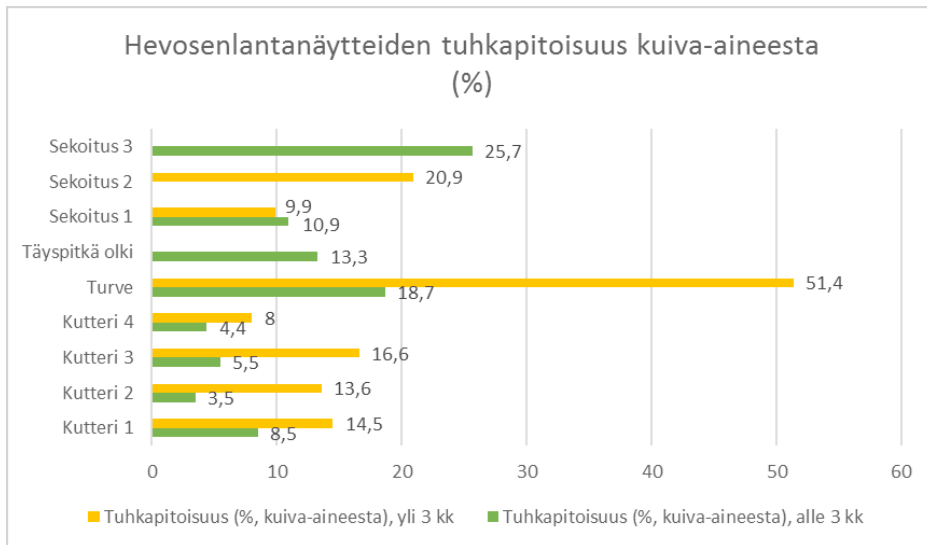
Hevoselantanäytteet esikäsiteltiin SFS-EN 14774-3 standardin mukaisesti ennen tuhkapitoisuuden määrittämistä. Käytännössä kuivatut näytteet jauhettiin 6 mm karkeusluokkaan, jonka jälkeen varsinaiset näytteet kuivattiin uudelleen 105 °C:een lämpötilassa noin 12 tunnin ajan kaiken kosteuden poistamiseksi näytteistä. Esikäsitellyn analyysikosteudet vaihtelivat hevoselantanäytteillä 2,20–9,41 % välillä. Kuvassa 9 on kuivattuja hevoselannan analyysinäytteitä, jotka odottavat eksikaattorissa punnitusta ja hehketusta.



KUVA 9. Hevosenlantanäytteiden esikäsitteily (SFS-EN 14774-3) tuhkapitoisuuden (SFS-EN 14775) määrittämiseksi (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Tuhkapitoisuuden määrittämisessä kuivatut näytteet hehkutettiin 550 °C:een lämpötilassa 3 tunnin ajan standardin SFS-EN 14775 mukaisesti. Osalle näytteistä tehtiin uudelleen hehkutus, jotta hehkutuksen täydellisyys pystyttiin varmistamaan. Hevosenlannan tuhkapitoisuuksien tulokset osuuksina kuiva-aineesta ovat kuvassa 10.

Kuvan 10 tuloksia tarkasteltaessa nähdään selvästi, kuinka jokainen yli 3 kuukauden säilytysajan hevosenlantanäyte oli tuhkapitoisuudeltaan korkeampi kuin saman tallin tuorempi, alle 3 kuukautta säilytetty lantaosuus. Tuhkapitoisuus nousee yleisesti maa-aineksen ja epäpuhtauksien määrän kasvaessa (Alakangas et al. 2016, 197). Hevosenlannan hajoaminen kompostoitumalla ilmenee siis näytteissä selvästi. Vapo Oy:n aiemmin tutkimissa hevosenlantanäytteissä tutkapitoisuudet ovat olleet 11,0–13,3 %, mutta kuivikepohjaa ei ole kerrottu (Alakangas et al. 2016, 147). Lisäksi ProAgrian aiemmin julkaisemassa tutkimuksessa puruhevosenlannan tuhkapitoisuus oli 2,86 % ja turvehevosenlannan 17,5 % (Palva, Alasuutari ja Harmoinen (toim.) 2009, 92). Kummankaan vertailukelpoisen tutkimuksen hevosenlannan säilytysikää ei ole ilmoitettu.



KUVA 10. Hevoslantanäytteiden tuhkapitoisuuksien tulokset (% kuiva-aineesta).

Hevoslantanäytteiden lämpöarvot

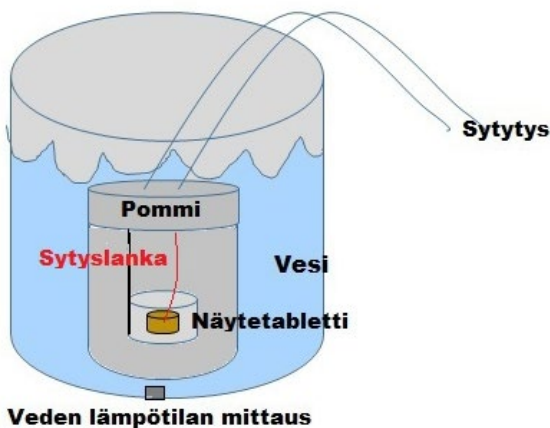
HevosWoima-hankkeessa keskeisenä tehtävänä hevoslantanäytteille suoritettiin myös kalorimetrinen lämpöarvon (MJ/kg) analysointi. Kaikki 30 hevoslantanäytettä analysoitiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa Parr 6200 pommikalorimettilaitteiston avulla. Kalorimetrinen lämpöarvon perusteella pystyttiin selvittämään, kuinka paljon lämpöenergiaa hevoslanta potentiaalisesti sisältää. Analyysitulosten perusteella haluttiin myös tarkastella hevoslannan energiahyödynnettävyyden muutosta säilytysajan funktiona. Oletuksena oli, että lannan ominaisuudet muuttuvat sen kompostoitua lantalassa.

Näyteanalyysiin käytetty Parr 6200 -pommikalorimettilaitteisto kalibroitiin touko-kesäkuussa 2016 juuri ennen HevosWoima-hankkeen analyysien aloitusta. Analyysissä käytetyt hevoslantanatäbletit valmistettiin jauhetuista näytteistä 3 baarin painetta käyttäen. Täblettien koko vaihteli analysoitavan lantamateriaalista riippuen noin 0,6–1,3 gramman välillä. Näytetäbletteja ja valmiiden täblettien valmistamiseen käytetty sylinteri on esitetty kuvassa 11. Kuvassa 12 puolestaan näkyy pommikalorimetrin pommi näytepidikkeineen. Pommikalorimettilaitteiston käytössä on tyypillistä, että vaadittu näytteen koko joudutaan määrittämään jokaiselle näyte-erälle erikseen. Lisäksi analysoinnissa käytettiin apuna teippiä (Scott Magic Tape), jolla estetään näytetäbletin kimpoaminen näyteastiasta ennen paloreaktion tapahtumista. Teipin osuus on huomioitu tuloksissa laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti (Parr Instrument Company 2016).



KUVA 11. Hevosenlantanäytteiden kalorimetrisen lämpöarvon analysointi Parr 6200 pommikalorimetrialaitteistolla. Vasemmalla kuvassa näytetablettien valmistusta kuivatusta ja jauhetusta hevosenlannasta. Oikealla kuvassa laitteiston varsinainen pommikammio, johon näytetabletti asetetaan analyysin suorittamiseksi (kuvat Riikka Tanskanen 2016).

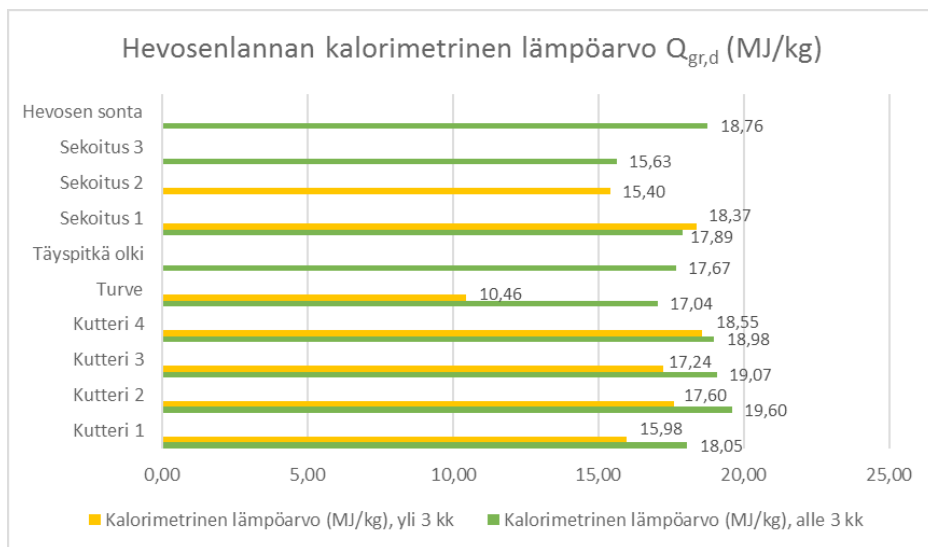
Pommikalorimetrianalyysi perustuu siihen, että massaltaan tunnettu näyte poltetaan happi-atmosfäärissä veden ympäröimässä suljetussa astiassa, eli niin kutsutussa pommissa. Näyte sytytetään sytytyslangoilla, ja pommin sisälle laitetaan 1 millilitra puhdasta vettä sitomaan palamisessa vapautuvia kaasuja (kuva 12). Pommin sisällä tapahtuva näytetabletin palaminen vapauttaa lämpöä pommia ympäröivään 2 000 millilitran vesimassaan. Laitteisto mittaa lämpötilaeron ja muuntaa sen kalorimetriseksi lämpöarvoksi, jossa huomioidaan myös pommikammion muiden tekijöiden vaikutus tulokseen. (Parr Instrument Company 2016)



KUVA 12. Kalorimetripommin toiminta yksinkertaistettuna. Pommikalorimetrissä näytetabletti asetetaan tiiviin teräspommin sisälle siten, että sytytyslanka koskee siihen. Analyysissä näytetabletti syttyy ja palaa räjähtävällä voimalla pommikammion sisällä. Pommikalorimetri mittaa palamisen tuottaman lämpötilaeron, ja laitteisto laskee näytteen kalorimetrisen lämpöarvon.

Kalorimetrisellä lämpöarvolla eli ns. ylemmällä lämpöarvolla tarkoitetaan lämpöenergian määrää poltettavan aineen massayksikköä kohden. Lämpöenergia vapautuu, kun aine palaa täydellisesti ja palamistuotteet jäähtyvät 25 °C:een lämpötilaan. Kalorimetrisessä lämpöarvossa aineen sisältämä vesi sekä aineen sisältämän vedyn palamistuotteena syntyvä vesi oletetaan palamisen jälkeen nesteeksi. (Alakangas et al. 2016)

HevosWoima-hankkeen hevosenlantanäytteiden kalorimetrisen lämpöarvon ($Q_{gr,d}$) analyysitulokset on esitetty kuvassa 13. Tuloksissa on esitetty tallikohittaiset tulokset käytetyn kuivikkeen ja lannan säilytysajan mukaan jaoteltuna. Kokonaisuudessaan tarkastelu kattaa eri hevostallien kahdeksan alle 3 kuukautta säilytettyä sekä seitsemän yli 3 kuukautta säilytettyä hevosenlantanäytettä. Lisäksi tarkastelussa on mukana myös puhdas hevosen sonta. Jokaisesta näytepisteestä talleilla otettiin kaksi rinnakkaista näytettä. Tulokset on esitetty rinnakkaisnäytteiden keskiarvoina tarkastelun helpottamiseksi.

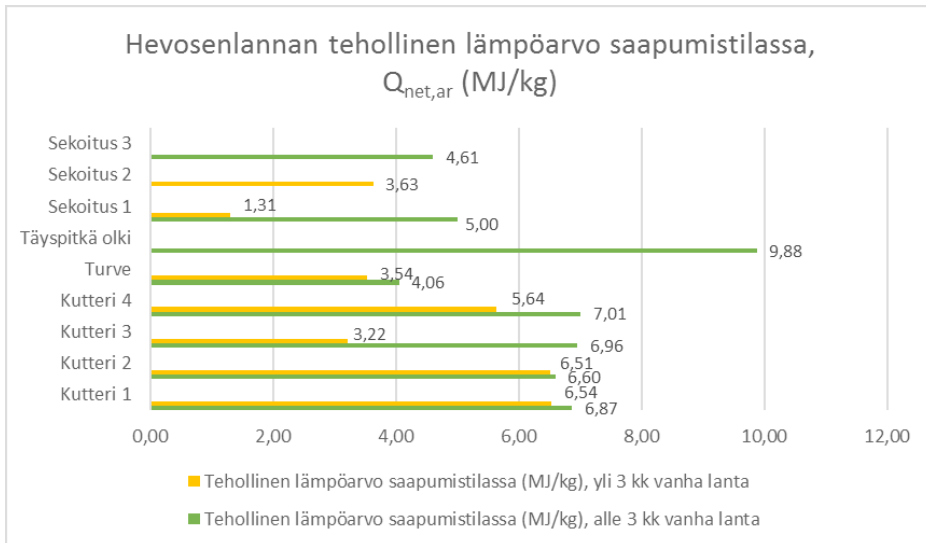


KUVA 13. Hevosenlantanäytteiden kalorimetriset lämpöarvotulokset (MJ/kg). Näytteiden analysointi suoritettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Ympäristölaboratoriossa Parr 6200 pommikalorimetrialitteistolla.

Kokonaiskosteuspitoisuus vaikuttaa hevosenlannan todelliseen saatavaan lämpöarvoon silloin, kun lantaa hyödynnetään lämpöenergianä ilman erillistä kuivausta. Tehollisen lämpöarvon (ns. alemman lämpöarvon) osalta huomioidaan palamisen yhteydessä höyrystyvän veden höyrystymisenergia. Tehollinen läm-

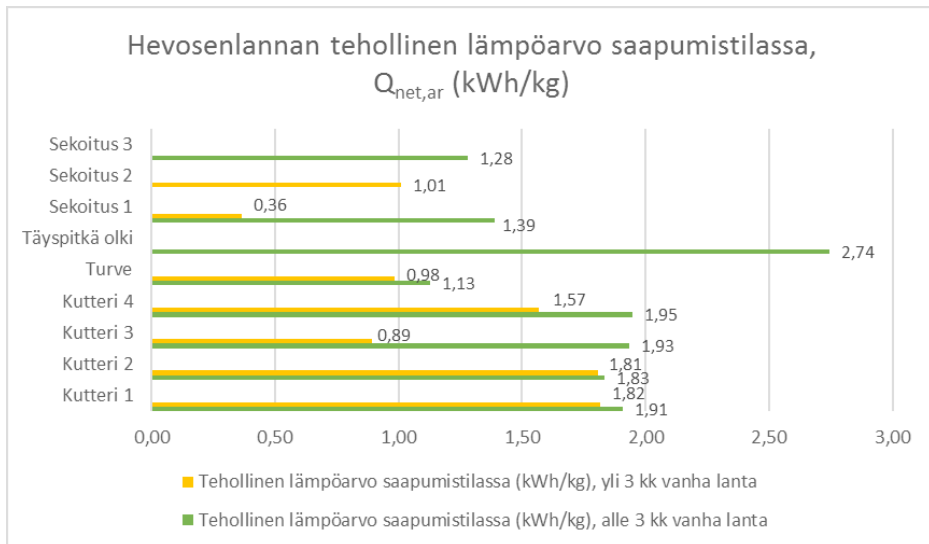
pöarvo voidaan ilmoittaa myös tehollisena lämpöarvona toimituskosteudessa eli saapumistilassa. Tällöin laskennassa vähennetään energiamäärä, joka joudutaan käyttämään polttoaineen luontaisesti sisältämän sekä palamisessa syntyvän veden haihduttamiseen. Lämpöarvon yksikkönä käytetään megajoulea polttoainekiloa kohden (MJ/kg). (Alakangas et al. 2016)

Hevosenselantänytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa ($Q_{net,ar}$) on esitetty kuvissa 14 ja 15. Kuvassa 14 tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (eli saapumiskosteudessa) on esitetty yksikössä MJ/kg. Kuvassa 15 hevosenselantänytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa on esitetty yksikössä kWh/kg. Muuntokerroin yksiköiden välillä on $1 \text{ MJ} = 0,2778 \text{ kWh}$ (Alakangas et al. 2016).



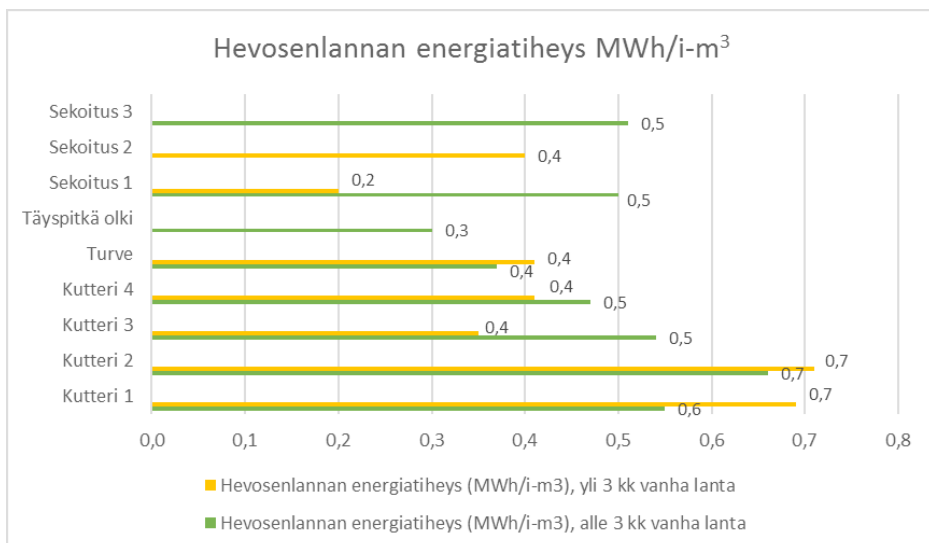
KUVA 14. Hevosenselantänytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa (eli saapumiskosteudessa) yksikössä MJ/kg ($Q_{net,ar}$). Tulokset ovat määritetty laskennallisesti kalorimetristä lämpöarvoa, kokonaiskosteutta, analyysikosteutta ja vetypitoisuutta hyödyntäen.

Hevosenselantänytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa vaihtelivat välillä 1,31–9,88 MJ/kg (kuva 14) ja välillä 1,31–9,88 MJ/kg välillä (kuva 15). Heikoin tehollinen lämpöarvo saapumistilassa oli eri kuivikelaausta koostuvassa, yli kolme kuukautta säilytetystä hevosenselantänytteessä *sekoitus 1* ja paras alle 3 kuukautta säilytetystä ikäisessä täyspitkän olkikuivikkeeseen hevosenselantänytteessä. Oljen muiden ominaisuuksien, kuten tuhkan alhaisen sulamislämpötilan vuoksi, se ei kuitenkaan ole houkuttelevin vaihtoehto poltolla tapahtuvaa energiahyödyntämistä ajatellen. (Alakangas et al. 2016, 131.)



KUVA 15. Hevoselantanäytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa (eli saapumiskosteudessa) muodossa kWh/kg ($Q_{\text{net,ar}}$). Tulokset on määritetty laskennallisesti kalorimetristä lämpöarvoa, kokonaiskosteutta, analyysikosteutta ja vetypitoisuutta hyödyntäen.

Edellä esitettyjen lämpöarvotulosten lisäksi hevosyrittäjien kannalta saattaa olla hyödyllisempää tietää hevoselannan sisältämä tehollinen lämpöarvo saapumistilassa suhteutettuna yhteen irtokuutiioon lantaa ($\text{MWh}/\text{i-m}^3$). Nämä hevoselantanäytteiden energiatiheudet ovat nähtävissä kuvassa 16.



KUVA 16. Hevoselantanäytteiden energiatiheudet ($\text{MWh}/\text{i-m}^3$). Tulokset on määritetty laskennallisesti kalorimetristä lämpöarvoa, kokonaiskosteutta, analyysikosteutta ja irtoitiheyttä hyödyntäen.

Aiemmista tutkimuksista löydetty hevosenselän lämpöarvot olivat samansuuntaisia kuin HevosVoima-hankkeessa saadut tulokset. ProAgrian vuonna 2010 julkaisemissa tuloksissa oli tutkittu hieman alle 70 % kokonaiskosteuden puru-kuivike- ja turvekuivikelantaa. Tutkimuksessa tehollinen lämpöarvo saapumiskosteudessa oli purulannan osalta 3,86 MJ/kg (1,1 kWh/kg) ja turvelannan osalta 3,22 MJ/kg (0,9 kWh/kg). (Palva, Alasuutari ja Harmoinen (toim.) 2009, 92) Kyseisen tutkimuksen hevosenselän säilytysikä ei ole ilmoitettu, mutta tuloksiin vaikuttaa mitä todennäköisimmin näytteiden suuri kosteus. HevosVoima-hankkeen näytteet otettiin talleilta touko-kesäkuun aikana, jolloin hevosenselä oli selvästi kuivempaa kuin ProAgrian käsittelemissä tutkimustuloksissa.

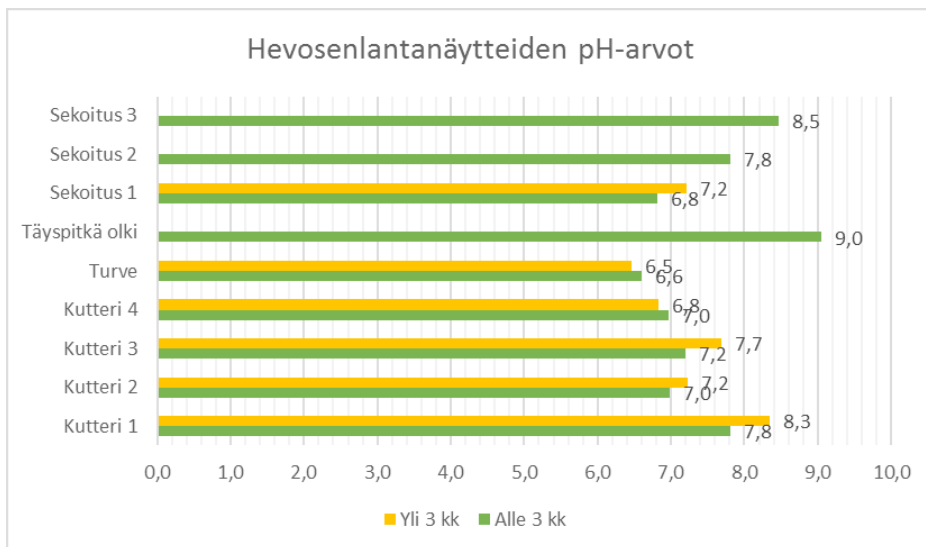
Hevosenselän näytteiden pH, sähköjohtavuus ja kloridipitoisuus

Hevosenselän näytteistä määritettiin myös pH-arvo, sähkönjohtavuus sekä kloridipitoisuus, sillä kyseisillä määrittelyillä haluttiin lisätietoa hevosenselän energiahöydyntämisen kannalta keskeisistä tekijöistä. Erityisesti kloori ja sen yhdisteet ovat ongelmallisia poltettaessa, sillä ne saattavat syövyttää polttokattilaa (Alakangas et al. 2016, 200). Määrittelyt tehtiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Ympäristölaboratoriossa, missä kloorin määrittely hevosenselän näytteistä ei ollut mahdollista. Kloridipitoisuuden määrittely uuttamalla oli kuitenkin mahdollista.

Hevosenselän näytteiden pH-arvon ja johtokyvyn määrittelyt tehtiin SFS-EN 13037 ja SFS-EN 13038 standardien ohjeiden muunnosten pohjalta. Määrittelyt tehtiin uuttamalla hevosenselän näytteistä liuos tilavuussuhteessa 1+5 (näyte + vesi) huoneenlämpötilassa (22 ± 3 °C). Uute valmistettiin mittaamalla 60 ml:n tilavuutta vastaavan painoinen osa näytettä 1 g:n tarkkuudella ja lisäämällä 300 ml tislattua vettä. Uuttoseosta ravisteltiin yhden tunnin ajan huoneenlämmössä. Johtavuus ja pH-arvo määritettiin tarkoitukseen soveltuvilla mittareilla. Lisäksi uuttoseoksesta otettiin noin 100 ml erilleen kloridin määrittelyä varten. Kloridipitoisuus määritettiin Cl-selektiivisellä elektrodilla. Näytteiden määrittelyt tehtiin kahdesta rinnakkaisnäytteestä.

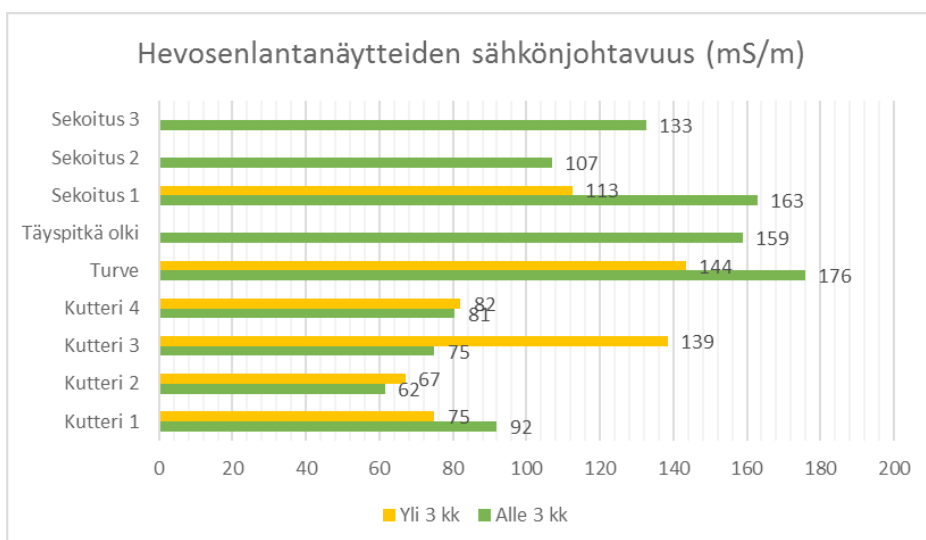
Kuvassa 17 on nähtävissä hevosenselän näytteiden pH-arvon määrittelytulokset. Hevosenselän näytteiden pH-arvot olivat pääasiassa neutraalilla tasolla, tulosten vaihdellessa välillä 6,5–9,0. Alle kolmen kuukauden vanhojen lantanäytteiden pH-arvojen keskiarvo oli 7,5 ja yli kolmen kuukauden 7,3. Turvelannan pH-arvot olivat alhaisimmat (6,5–6,6). Tulos johtuu turpeen luontaisesta

happamuudesta (Alakangas et al. 2016, 121) Toisen ääripään tulos oli olkkivikepohjaisella hevosenlannalla, jonka pH-arvo oli 9,0.



KUVA 17. Hevosenlantanäytteiden pH-arvot suhteutettuna kuivikkeisiin ja näytteen ikään.

Hevosenlantanäytteiden sähkönjohtavuuden määrittysten tulokset on esitetty kuvassa 18. Johtavuus vaihteli välillä 62–176 mS/m. Kirjallisuudesta ei löytynyt soveltuvia vertailutietoja sähkönjohtokyvyn tulosten tulkintaa varten.



KUVA 18. Hevosenlantanäytteiden sähkönjohtavuus (mS/m) kuivikkeisiin ja näytteen ikään suhteutettuna.

Hevosenlantanäytteiden kloridipitoisuudet määritettiin kalibrintikäyrällä, jossa määrittäminen perustuu potentiaalisen muutoksen, kun mitattavien CL-ionien konsentraatio mitattavissa liuoksissa muuttuu. (Opetushallitus 2017).

Näytteiden kloridipitoisuuden tulokset on esitetty taulukossa 4, ja pitoisuus vaihteli välillä 0,32–1,79 % kuiva-aineesta. Kloridipitoisuuden tarkastelussa kutteri- ja turvekuivikepohjaisten hevosenlantanäytteiden välillä ei ole havaittavaa eroa. Täyspitkän oljen hevosenlantanäyte ja sekoitusnäytteet sen sijaan ovat kloridipitoisuudeltaan selvästi korkeampia.

Oljet sisältävät luontaisesti klooria, minkä vuoksi olki-hevosenlannan kloridipitoisuus oli muita näytteitä korkeampi. Lisäksi oljen korjuuajankohta vaikuttaa merkittävästi oljen klooripitoisuuteen. Aikaisin korjatun oljen klooripitoisuus on lähes nelinkertainen myöhään korjattuun olkeen verrattuna. (Alakangas et al. 2016, 134.) Sekoituskuiden osalta ei pystytä varmuudella sanomaan, miten kuitujen sekoitukset vaikuttavat kloori- tai kloridipitoisuuteen.

TAULUKKO 4. Hevosenlantanäytteiden kloridipitoisuudet kuiva-aineessa (paino-%) kuituaineisiin ja näytteen ikään suhteutettuna.

Hevosenlannan kuivike	Näytteet alle 3 kk (p-%)	Näytteet yli 3 kk (p-%)
Kutteri 1	0,36	0,34
Kutteri 2	0,39	0,32
Kutteri 3	0,43	0,48
Kutteri 4	0,57	0,44
Turve	0,56	0,37
Täyspitkä olki	0,96	-
Sekoitus 1	0,88	0,72
Sekoitus 2	-	0,65
Sekoitus 3	1,79	-

Hevosenselänntäytteiden analysoinnin johtopäätökset

Hevosenselänntän koostumustekijöiden vertailussa tarkasteltiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Ympäristölaboratoriossa HevosWoima-hankkeessa tutkittuja hevosenselänntäytteitä. Tarkastelulla pyrittiin selvittämään, minkälaisia eroja eri tallikuivikkeiden välillä on sekä miten hevosenselänntän säilytys vaikuttaa materiaalin ominaisuuksiin energiahyödyntämisen kannalta. Tarkasteluun saatiin näytteitä yhteensä yhdeksältä hevostallilta, joilta otettiin 30 hevosenselänntäytettä (kokoomanäytteinä). Varsinaisia näytepisteitä –eli hevosenselänntän eri varastointipaikkoja – oli 15 kappaletta, ja jokaisesta näytepisteestä otettiin kaksi rinnakkaisnäytettä. Tuloksissa rinnakkaisnäytteet on yhdistetty keskiarvoiksi tulosten tulkinnan helpottamiseksi.

Tarkasteltujen tallikuivikkeiden osalta tavoitteena oli saada tarkasteluun mukaan olki, turve ja kutterikuivikkeet. Lisäksi kolmelta tarkasteluun osallistuneelta tallilta saatiin erilaisia kuivikesekoituksia kuvaavia näytteitä. Sekoitusten laatua ei ole ilmoitettu tulosten tarkastelussa tarkemmin hevostallien anonymiteetin säilyttämiseksi. Puhdasta turvekuiviketta ja olkikuiviketta oli kumpaakin ainoastaan yhdellä tarkasteluun osallistuneella tallilla. Näiden tallien hevosyrittäjät suostuivat tulosten esitykseen, vaikka heidän tallikohtaiset tuloksensa saatetaan yhdistää heihin. Kattavin näyteotos muodostui kutterikuivikkeesta, sillä tarkasteluun osallistui yhteensä neljä kyseistä kuiviketta käyttävää tallia.

Tehdyissä määrityksissä ja analyyseissä pyrittiin saamaan kattava kokonaiskuva hevosenselänntän ominaisuuksista energiahyödyntämistä silmällä pitäen. Erityinen kiinnostuksen kohde oli hevosenselänntän poltettavuus, sillä itse HevosWoima-hankkeen puitteissa toteutettiin myös kahdentyyppisiä hevosenselänntän polttokokeita.

HevosWoima-hankkeen laboratoriokokeissa ilmeni selvästi, että hevosenselänntän ominaisuudet energiahyödynnettävyyden ja erityisesti polton kannalta heikkenivät materiaalin säilytyksen myötä. Tulos ei ole yllättävä, sillä hevosenselänntä alkaa hajota kompostoitumalla verrattain nopeasti. Pisimmälle hajonneet tarkastellut näytteet muistuttivat ulkoisesti jo enemmän multaa kuin lantaa. Selvää hajoamista ja pitkälle edennyt kompostoitumista oli havaittavissa yli 3 kuukautta vanhoissa näytteissä *sekoitus 1*, *kutteri 3*, *kutteri 4* ja *turve*. Säilytysajan

täsmällisempi tarkastelu tulisi tehdä hevostallin vaikutuspiirin ulkopuolella, sillä käytännössä lantalan iän määrittää sen vanhin osuus. Näin ollen hevosenlantajakeen ikä määryytyy lantalan viimeisen tyhjennyksen perusteella. Osa yksittäisistä analyysituloksista saa vanhemmat lantajakeet vaikuttamaan hyviltä energianlähteiltä. Kokonaisuuden kannalta tuore hevosenlanta on kuitenkin varteenotettavampi vaihtoehto erityisesti polttoa ajatellen.

Hevosenlannan laadullisiin ominaisuuksiin vaikutti tarkastelussa keskeisesti kokonaiskosteuspitoisuus. Yleisesti materiaalista saatavan tehollisen lämpöarvon määrä laskee kosteuspitoisuuden kasvun myötä (Alakangas et al. 2016). HevosWoima-hankkeessa tarkasteltujen näytteiden kokonaiskosteuspitoisuudet olivat yleisesti alhaisempia kuin muissa löydettyissä vertailukelpoisissa tutkimuksissa. Näytteidenoton ajoittumisella touko-kesäkuuhun vaikutti siis näytteiden kokonaiskosteuspitoisuuksiin.

Tuhkapitoisuuden osalta polttoainetta voidaan pitää sitä parempana mitä pienempi tuhkapitoisuus sillä on (Alakangas et al. 2016). Tuhkapitoisuutta lisääväenä tekijänä kaikissa tarkastelluissa hevosenlantänäytteissä olivat maa-aineksen, erityisesti kivien sisältyminen näytteisiin. Tarkasteltujen hevosenlantänäytteiden perusteella merkitsevimmät vierasesineet ja haittatekijä olivat kivet. HevosWoima-hankkeessa tarkastelluista näytteistä kiviä löytyi erityisesti seulonnan yhteydessä kaikista 0–15,99 mm:n kokoluokista.

Lämpöarvojen tarkastelussa kuvaavin suure on tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, sillä siinä huomioidaan materiaalin kosteuden vaikutus käytettävissä olevaan energiamäärään (Alakangas et al. 2016). Tässä suhteessa olkikuivikepohjainen hevosenlanta oli ylivoimaisesti parasta. Oljen poltto-ominaisuudet erityisesti kloorin suhteen sekä tuhkan alhaisen sulamislämpötilan vuoksi vaativat lisäselvitystä ennen polttamalla tapahtuvaa energiahyödyntämistä. Toiseksi parhaat teholliset lämpöarvot saapumistilassa olivat yleisesti kutteripohjaisissa hevosenlantajakeissa. Kutteripohjaisten hevosenlantajakeiden etuna tuloksissa olivat myös alhaiset tuhkapitoisuudet sekä maltilliset kloridipitoisuudet.

HevosWoima-hankkeessa tehdyn hevosenlannan alkukoostumuksen tarkastelun perusteella erityisesti kutterikuivike-hevosenlanta vaikuttaisi soveltuvan erinomaisesti energiahyödyntämiseen polttamalla. Saatuun tulokseen vaikuttaa merkittävästi tekijä, joka voidaan havaita ainoastaan tallikohtaisia tietoja tarkastelemalla. Hevosenlantänäytteitä antaneet, kutterikuiviketta käyttävät tallit

käyttävät verrattain paljon kuiviketta. Kutterikuiviketta käytettiin tarkasteluun osallistuneilla talleilla 17,8–32,1 m³ jokaista hevosta kohti vuodessa. Muita kuivikemateriaaleja ei käytetty yhtä paljon.

Hevoslannan alkukoostumuksen tarkastelun tulosten perusteella hevoslannan mahdollisessa energiahyödyntämisessä tulisi myös kiinnittää huomiota erityisesti hevoslannan säilytysolosuhteisiin ja säilytysaikaan. Katetussa lantatassa, jossa sadevesi ei pääse kosketuksiin lantamateriaalin kanssa, pystytään hevoslannan kosteuspitoisuutta varjelemaan ulkoisilta tekijöiltä. Lisäksi hevoslanta on energiahyödyntämisen kannalta laadullisesti parempaa, mitä lyhyempi sen säilytysaika ennen energiahyödyntämistä on.

LÄHTEET

Alakangas Eija, Hurskainen Markus, Laatikainen-Luntama Jaana ja Korhonen Jaana. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Verkkojulkaisu. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>. Luettu 25.01.2017.

Opetushallitus 2017. Potentiometria. Verkkojulkaisu. Analyysimenetelmät: Sähkökemialliset mittausten menetelmät. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmät_6-2_potentiometria.html. Luettu 27.1.2017.

Palva Reetta, Alasuutari Sakari ja Harmoinen Taina (toim.) 2009. Lannan käsittely ja käyttö. ProAgrian Keskusten Liiton julkaisu. ISBN 978-951-808-184-8. s. 92.

Parr Instrument Company 2016. Parr 6200 Oxygen Bomb Calorimeter Operating Instruction Manual. http://www.parrinst.com/files/585M_Parr_6200-Calorimeter-After-10-2010-Inst.pdf. Verkkojulkaisu rekisteröityneille laitekäyttäjille. Luettu 13.9.2016.

Suomen Hevostietokeskus ry 2015. Kuivikkeiden laatu ja käyttö. http://www.hevostietokeskus.fi/uploads/files/Kuivikkeiden_laatu_ja_kaytto_TIETOSIVU_suojattu.pdf. Luettu 18.01.2017.

SFS-EN 13037. Maanparannusaineet ja kasvualustat. pH arvon määrittäminen.

SFS-EN 13038. Maanparannusaineet ja kasvualustat Sähkönjohtavuuden määrittäminen.

SFS-EN 14774-2. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: Kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14774-3. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 3: Kokonaiskosteus. Yleisen analyysinäytteen kosteus. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14775. Kiinteät biopolttoaineet. Tuhkapitoisuuden määrittäminen. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14778. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto. 2011. 1. painos.

SFS-EN 14780. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely. 2011. 1. painos.

SFS-EN 15103. Kiinteät biopolttoaineet. Irtotiheyden määrittäminen. 2010. 1. painos.

SFS-EN 15149-2. Kiinteät biopolttoaineet. Palakokojakauman määrittäminen. Osa 2: Täryseulamenetelmä (värähtelevä) käyttäen 3,15 mm ja sen alle meneviä seulan aukkoja. 2011. 1. painos.

HEVOSENLANNAN ENERGIÄKÄYTTÖÄ SÄÄTELEVÄT LAIT JA ASETUKSET

Riikka Tanskanen & Anni Panula-Ontto-Suuronen

HevosWoima-hankkeen tavoitteilla ja toteutuksella on pyritty suoraan vastaamaan kauan kaivattuun hevosenlannan polttoa koskevaan lainsäädäntömuutokseen. HevosWoima-hankkeen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun osuudessa selvitettiin erityisesti hevosenlannan poltettavuutta sekä materiaalin käyttäytymistä eri kokoluokan biopolttoainekattiloissa. Lappeenrannan teknillisen yliopiston osuus tuki tavoitetta eri teknologiavaihtoehtoja ja Etelä-Savon mahdollisia hevosenlannan polttopaikkoja koskevilla selvityksillä.

HevosWoima-hankkeen aikana lainsäädäntö luokitteli hevosenlannan jätedirektiivin perusteella jätteeksi. Hevosalan kauan odottama muutos tapahtui 17.1.2017, kun tuotantoeläinten lannanpoltto päätettiin sallia EU:ssa. Tavoite kuuluu osaltaan Sipilän hallituksen hallitusohjelmaan, jossa hevosenlannan käytön edistäminen energianlähteenä on erikseen nimetty tavoite. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017).

Odotetun lainsäädännön vaikutus käytännön mahdollisuuksiin ei ole vielä kaikelta osin selvä. Asetusmuutoksen on tarkoitus astua voimaan vuoden 2017 aikana (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Seuraavassa on kuitenkin selvitetty tulevan lainsäädännön mahdollisuuksia niiltä osin, kuin ne ovat tätä artikkelia kirjoitettaessa selvillä.

Lähitulevaisuuden mahdollisuudet hevosenlannan energiahyödyntämisessä

Hevoset luokitellaan tuotantoeläimiin, joiden lannan poltto päätettiin vapauttaa jätedirektiivin (2008/98/EY) asetusmuutoksella 17.1.2017 Euroopan unionin alueella. Käytännössä muutos tarkoittaa sitä, että lantaa polttavien laitosten vaatimussäätely määräytyy jatkossa eläimistä saatavia sivutuotteita koskevan asetuksen (Komission asetus (EU) N:o 142/2011) mukaan. Sivutuotelainsäädännön vaatimuksiin sisältyvät määräykset polttoprosessin lämpötilasta, päästöjen raja-arvoista sekä päästömittauksista.

Hevosenlannan poltto sallitaan lain muuttuessa polttoprosesseissa, joissa polttoprosessin lämpötila saadaan nostettua vähintään 2 sekunnin ajaksi 850 °C:seen. Polttolämpötilan varmistus toteutetaan pakollisella lisäpolttimella. Lisäksi polton lämpötilan seurantajärjestelmän on oltava automaattinen ja tallentava. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017).

Päästöraja-arvojen osalta hevosenlannan tulevien polttoprosessien päästöt saavat olla rikkidioksidille enintään 50 mg/m³, typen oksideille enintään 200 mg NO₂/m³ ja hiukkasten osalta enintään 10 mg/m³. Poikkeuksena ovat alle 5 MW:n laitokset, joissa hiukkaspäästöjen raja-arvo on 50 mg/m³. Päästömittaukset on tehtävä vuosittain. Lisäksi monipolttoaineyksiköille eli lantaa ja muita polttoaineita samanaikaisesti polttaville laitoksille päästöraja-arvot tullaan määrittämään tiettyjen kansallisten laskentasääntöjen mukaisesti. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Laskentasäännöllä viitataan valtioneuvoston asetuksen 383/2016 liitteessä 1 annettuihin päästöraja-arvoihin 1–50 MW:n kokoluokan olemassa oleville laitoksille. Itse laskenta tehtäisiin asetuksen VNa 750/2013 liitteen 1 kohdan 2 laskentakaavalla, joka koskee monipolttoainekattilan päästöraja-arvon määrittämistä. Kyseisten säädösten raja-arvot tulevat voimaan olemassa oleville energiantuotantoyksiköille 1.1.2018.

Suomen kansallisessa lainsäädännössä lannan polttoa tullaan säätämään Maa- ja metsätalousministeriön tiedotteen mukaan sivutuotelainsäädännöllä, ympäristölainsäädännöllä sekä nk. PIPO-asetuksella (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Sivutuotelainsäädännöllä viitataan ajantasaisessa lainsäädännössä säädökseen 517/2015 Laki eläimistä saatavista sivutuotteista. Ympäristölainsäädännön peruseriaatteet puolestaan määräytyvät Ympäristölain (527/2014) ja ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) pohjalta. PIPO-asetus (VNa 750/2013)

puolestaan määrittelee 5 §:n korjauksen (VNa 386/2016) täydennyksillä polttoaineteholtaan alle 50 MW:n energiantuotantoyksiköiden ympäristösuojeluvaatimukset. Yli 50 MW:n energiantuotantoyksiköiden vaatimukset päästöjen osalta on määritetty valtioneuvoston asetuksessa suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta (VNa 936/2014).

Hevosennälannan polton luvanvaraisuutta tullaan siis ilmeisimmin säätämään eläimistä saatavien sivutuotteiden lain (517/2013) nojalla. Ajantasaisen lainsäädännön mukaisesti alle 50 MW:n energiantuotantolaitokset kuuluvat pääsääntöisesti kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen lupaviranomaisuuden piiriin, ja yli 50 MW:n laitokset puolestaan valtion ympäristölupaviranomaisen piiriin (713/2014, luku 1)

Julkisesti Maa- ja metsätalousministeriön tiedotteessa 18.1.2017 kerrotut seikat polttoprosessin vaatimuksista tulevat varmaankin tulevaisuudessa voimaan. Sen sijaan muiden yksityiskohtien ja mahdollisten rajoitteiden täytäntöönpanosta ei vielä tiedetä.

Muut hevosennälannan energiahyödyntämisen mahdollisuudet nykyisen lainsäädännön puitteissa

Hevosennälannan muita energianhyödyntämisen tapoja, säädellään jo edellä polton yhteydessä mainitulla sivutuotelailla (517/2015) ja lannoitevalmistelailla (539/2006). Laki eläimistä saatavista sivutuotteista sääntelee biokaasu- ja kompostointilaitosten toimintaa, lannan käytön hygienisointia sekä toiminnan valvontaa, josta vastaa Evira. Biokaasulaitoksille ja kompostointilaitoksille tarvitaan Eviran kansallinen laitoshyväksyntä, jotta syntyviä tuotteita voidaan tuoda kansallisille markkinoille. Lisäksi mädätteen tai kompostin tulee täyttää asetetut hygieniakriteerit.

Ainoastaan tilakohtainen hevosennälannan kompostointi tai biokaasun tuotto ja niihin liittyvä lannan käsittely ei vaadi Eviran laitoshyväksyntää tai hygieniakriteerien täyttymistä. Ehtona on, että käsittely ja tuotteet tehdään omaan käyttöön. Tällöin lannan käyttö rinnastetaan sallittuun lannan luovuttamiseen tuotteistamattomana tilalta toiselle. (Lannoitevalmistelaki 539/2006). Mikäli hevosennälantaa tuotteistetaan ja myydään lannoitetuotteena ulospäin, tulee tuottajan täyttää tietyt vaatimukset (MMM asetukset 11/12), ja tuotteelle pitää olla olemassa tyyppiluokitus (MMM asetus 24/11).

Johtopäätökset

Hevosenlannan energiahyödyntäminen polttamalla tulee lähitulevaisuudessa mahdollistamaan uuden biopolttoaineen käytön Suomessa. Käytön laajuudesta ja mahdollisuuksista ei pystytä sanomaan varmuudella kovinkaan paljon ennen kansallisen lainsäädännön tarkentumista. Hevosalan toimijat toivovat kuitenkin kovasti, että lainsäädännölle mahdollistettu kuuden vuoden siirtymäkausi (Maa- ja metsätalousministeriö 2017) tulee avaamaan mahdollisuuksia erilaisille hevosenlannan koepoltoille sekä olemassa olevien polttotekniikoiden kokeiluille. Lähitulevaisuudessa kun lainsäädäntö varmistuu ja siirtymäkauden testausmahdollisuudet selviävät tarkemmin, nähdään paremmin, kuinka suureksi bioenergian polttoaineeksi hevosenlanta Etelä-Savossa ja koko Suomessa muodostuu.

LÄHTEET

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (2008/98/EY) jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevosenlannan poltto helpottuu. Verkkotiedote. Julkaistu 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevosenlannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

VNa 383/2016. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista annetun valtioneuvoston asetuksen 5 §:n ja liitteen 1 muuttamisesta

VNa 750/2013. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista

Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014.

VNa 713/2014. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta.

VNa 936/2014. Valtioneuvoston asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta.

Lannoitevalmistelaki 539/2006.

Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) asetus lannoitevalmisteista 24/11.

Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/12.

TEKNOLOGIAVAIHTOEHDOT HEVOSENLANNAN KÄYTÖLLE ENERGIANTUOTANNOSSA

Jarno Föhr & Tapio Ranta & Riikka Tanskanen

Hevosennannasta puhuttaessa lannalla ei normaalisti tarkoiteta pelkästään ulostetta ja virtsaa, vaan lanta sisältää myös käytettävän kuivikkeen. Suurin osa hevosennannasta onkin tilavuudellisesti kuiviketta. Siksi osuvampi nimitys hevosennannalle olisi kuivikelanta, mutta molempia termejä käytetään yleisesti kansankielessä. Yleisimpiä hevostalleilla käytettäviä kuivikkeita ovat puun kutteri-/sahanpuru, turve ja olki. Myös erilaiset pelletit ovat nostaneet suosiotaan. Osa hevostalleista käyttää kuivikkeena puupohjaisia kuivikkeita niiden valonheijastavuuden ja pölyämättömyyden vuoksi ja osa turvepohjaisia kuivikkeita niiden hyvän imukyvyn vuoksi.

Kuivikelannan kosteuspitoisuus on tuoreena melko suuri, jopa 60–70 %. Jos kuiviketta käytetään reilusti, kosteuspitoisuus voi olla alimmillaan noin 50 %. Etelä-Savossa ei ole vielä kovinkaan paljon kokemusta hevosennannan hyödyntämisestä energiantuotannossa, jolloin kyse on lähinnä joko hevosennannan poltosta tai sen biokaasutuksesta. Hevosennantaa ei ole vielä käytännössä lainkaan poltettu jätteenpolttolain voimaan astumisen jälkeen. Hevosennannasta ei maakunnassa myöskään vielä tähän mennessä ole tuotettu biokaasua. Etelä-Savon ainoa biokaasulaitos on perustunut karjan lannan hyödyntämiseen, ja se on toiminut Juvalla vuodesta 2011 lähtien. Kyseessä on maatilaosakkaiden omistama Juvan Bioson Oy (Juvan Bioson Oy 2017).

Teknologiavaihtoehtojen selvityksessä perehdytään tarkemmin kolmeen eri teknologiavaihtoehtoon, joilla hevosennantaa voidaan hyödyntää energiantuo-

tannossa. Pääsääntöisesti energiantuotannossa hevosenlantaa voidaan polttaa kiinteää polttoainetta käyttävissä polttolaitoksissa, siitä voidaan tuottaa bio-kaasua mädätysprosessilla tai siitä voidaan tuottaa tuotekaasua lämpökäsittelymenetelmällä, joka tunnetaan nimellä *kaasutus*.

Poltto

Suomessa vuonna 2015 aloittaneen hallituksen lupaama energialinjaus oli, että hevosenlannan käyttö energiantuotannossa tultaisiin sallimaan. Linjaus oli osa Keskustan Juha Sipilän johtaman hallituskauden kärkihankkeita. Kyseinen hallitus aikoi muutenkin lisätä uusiutuvan energian käyttöä niin, että sen osuus olisi yli 50 % energiantuotannosta 2020-luvulla. Lisäksi hallitus mm. kannusti julkista sektoria hiilineutraaleihin energiaratkaisuihin.

HevosWoima-hankkeen loppuraportointityön aikana tammikuussa 2017 saatiin alustavia uutisia hevosenlannan polton helpottumisesta. Maa- ja metsätalousministeriön mukaan ”EU-asetuksen muutoksen myötä tuotantoeläinten lannanpoltto sallitaan jatkossa ilman jätteenpolttolupaa. Tuotantoeläinten lannanpolttoa koskeva Euroopan unionin asetusmuutos hyväksyttiin EU:ssa 17.1.2017. Suomen aloitteesta tehdyn muutoksen myötä hevosenlannan poltto tulee mahdolliseksi tavanomaisissa polttolaitoksissa. Asetusmuutoksen jälkeen lantaa polttavat laitokset voidaan hyväksyä sivutuotelainsäädännön vaatimusten mukaisesti, eikä laitosten tarvitse täyttää jätteenpolttolainsäädännön vaatimuksia. Tämä keventää merkittävästi polttoa koskevia velvoitteita ja poistaa muun muassa vaatimuksen kalliista, jatkuvatoimisilla laitteilla tehtävistä päästömittauksista”. Tammikuussa hyväksytyyn EU-asetuksen muutoksen pitäisi astua voimaan kevään 2017 aikana. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017)

Poltto prosessina

Hevosenlannan polttamisen mahdollistamiseksi se, tulee sekoittaa energiariikkaamman orgaanisen materiaalin, kuten oljen, puuhakkeen, turpeen tai pellettien kanssa. Normaalisti hevosenlannan seososuus on ollut n. 5–20 % muusta käytettävästä polttoaineesta kattilasta ja käytettävästä pääpolttoaineesta riippuen. Toinen mahdollinen ratkaisu on hevosenlannan kuivattaminen ja pelletöinti, jonka jälkeen lantaa voidaan käyttää polttoaineena. Myös lannan pelletöinnin jälkeen on muistettava, että sitä on voinut polttaa tähän asti vain jätteenpolton

säädösten alaisena. Polttamisprosessissa syntyy myös tuhkaa, jota voidaan hyödyntää lannoitteena. Ruotsin maatalous- ja ympäristötekniikan tutkimuslaitoksen tekemän tutkimuksen mukaan hevosennannan polttaminen hakeboilerissa olisi hyvä taloudellinen hevosennannan hyödyntämisvaihtoehto hevosiloille. (InnoHorse 2014)

Itse polttoprosessi on melko yksinkertainen. Palaminen on eksoterminen eli lämpöä vapauttava reaktio. Polttamisprosessissa happi yhtyy poltettavaan materiaaliin, minkä seurauksena vapautuu runsaasti lämpöenergiaa sekä syntyy reaktiotuotteita, kuten hiilidioksidia (CO_2) ja vettä (H_2O). Tavallisimmin palamisella tarkoitetaan niin nopeaa reaktiota, että aineen lämpötila nousee useisiin satoihin asteisiin. Vapautuvan energian määrä riippuu palavasta aineesta, ja jokaisella polttoaineella on erisuuruinen ominaispalamislämpö. Palamislämpötila riippuu myös palamisprosessin nopeudesta. Normaalisti palaminen aiheuttaa kaasussa tapahtuvan valoilmion, jota kutsutaan liekiksi. Orgaaniset aineet sisältävät yleensä myös palamattomia kiinteitä ainesosia, jotka jäävät muuten täydellisenkin palamisen jälkeen jäljelle tuhkana. (Raiko et al. 2002)

Polton teknologia ja polttokokeita

Hevosennantaa on poltettu vielä varsin vähän Suomessa. Tähän on syynä lannan aikaisempi luokittelu jätteeksi, jolloin sitä sai polttaa ainoastaan kalliilla, jatkuvatoimisilla mittalaitteilla varustetuissa jätteenpolttolaitoksissa. Polttokokeiluita oli kuitenkin jo tuolloin tehty viranomaisilta anottujen erityislupien nojalla muutamissa kohteissa. Näissä hevosennannan poltto suoritettiin seospolttona puupohjaisen hakkeen tai turpeen kanssa. Hyvä esimerkki hevosennannan polttoa kokeilevasta laitoksesta on ollut Fortum Oy:n voimalaitos Järvenpäässä. Laitoksessa on käytössä leijupetikattila, jossa on poltettu hevosennannan ja puuhakkeen seosta. Lannan osuus on ollut vain n. 5 % kattilan tehosta, mutta osuutta on ajateltu kasvattaa pikkuhiljaa suuremmaksi. Etelä-Suomen Aluehallintovirasto antoi Fortum Oy:lle vuoden 2016 keväällä lupapäätöksen, jonka myötä yhtiö saa polttaa karsinakuivikkeiden ja hevosennannan seosta vuosittain 30 000 tonnia (Aluehallintovirasto 2016). Käytännössä tämä tarkoittaa 2–3 täysperävaunullista yhdistelmää päivittäin. Samoihin aikoihin myös Vapo suoritti hevosennannan polttokokeiluita ainakin Forssan voimalaitoksellaan (Vapo 2016). Vapon hankkima hevosennanta oli peräisin lähialueilta, esim. Forssan Pilvenmäeltä ja Ypäjältä.

Ruotsissa hevoselantaa on poltettu pienemmissä polttokattiloissa jo vuosien ajan, sillä siellä paikalliset viranomaiset ovat tulkinneet EU:n säättämiä jätteen poltto- ja päästöasetuksia hieman väljemmin. Ruotsissa lanta on luokiteltu kasviperäiseksi jätteeksi, jolloin rajoittavia polttamisvaatimuksia ei ole juurikaan ollut tätä estämässä. Tilanne on ollut samankaltainen myös Norjassa, Saksassa ja Englannissa. Esimerkiksi SWEBO Bioenergy on yhdessä Luulajan teknillisen yliopiston kanssa kehittänyt useiden vuosien ajan polttokattilaa, jolla voisi polttaa hevoselantaa ja kananlantaa eri kuivikemateriaalien, erityisesti hakkeen ja teurasjätteen kanssa. Kyseisessä SWEBO BioTherm kattilajärjestelmässä hevoselantaa on poltettu monien eri kuivikemateriaalien kanssa. Kattilasta on saatavilla eri versioita kokoluokassa 80–1 000 kW (SWEBO Bioenergy). Valmistaja lupaa, että kattilassa voi polttaa pelkkää hevoselantaa, jonka kosteuspitoisuus on jopa 50 %. Kuivikelanta on kuitenkin normaalisti kostempaa kuin 50 %, joten sitä kannattaa polttaa muun kuivemman polttoaineen kanssa. Jo vuonna 2014 arvioitiin, että noin 13 ruotsalaista hevostilaa on asentanut polttokattilan. (InnoHorse 2014)

Jos Ruotsissa kostea hevoselantaa onkin poltettu sellaisenaan, niin Saksassa se on kuivattu, briketöity ja sen jälkeen poltettu. Suomessa puolestaan hevoselannalle sopivia kiinteän polttoaineen kattiloita valmistaa ainakin saarijärveläinen Ariterm Oy. Hevoselannan poltossa ongelmana on tuhkan muodostus arinan pinnalle, mikä voi tukkia ilma-aukot. Aritermin kattiloista erityisesti liikuvapohjainen arinaratkaisu voisi olla sopiva vaihtoehto lannan seospoltolle, koska se puhdistaa tuhkan automaattisesti arinalta. Tästä esimerkki on biolämmityskattila BioComp, jota on saatavilla kokoluokissa 40–300 kW (Ariterm Oy 2017). Suurempia voimalaitoskattiloita (kattilakoosta 10 MW ylöspäin) valmistaa pieksämäkeläinen KPA Unicon Oy.

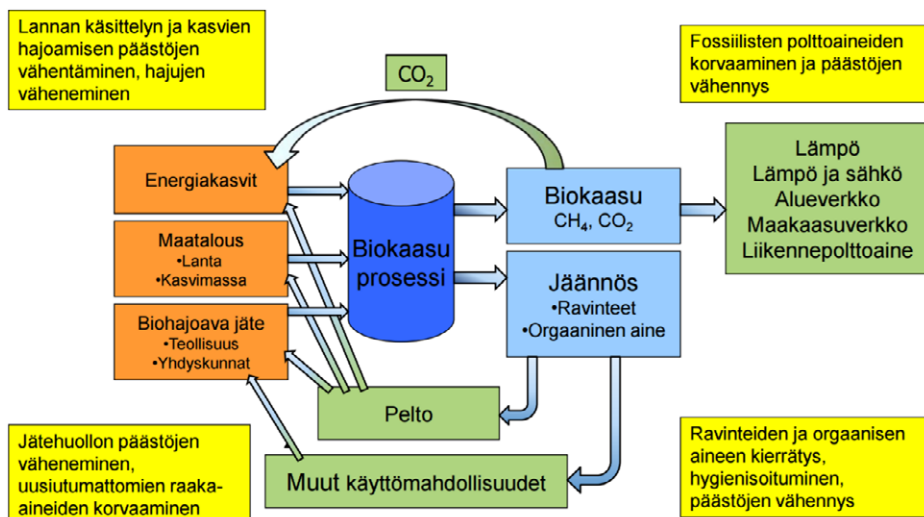
Biokaasutus eli mädätys

Mädätys on prosessi, jossa orgaanisesta aineksesta tuotetaan energiaa hapettomissa olosuhteissa mikrobien avulla. Kyseessä on biologinen prosessi, jossa eloperäiset materiaalit hajoavat hapettomassa ja riittävän lämpimässä ympäristössä. Biokaasun koostumus riippuu mädätettävästä biomassasta ja mädätysprosessista. Hajotuksen lopputuotteena saadaan kaasua, joka koostuu pääasiassa metaanista (n. 60 %) ja hiilidioksidista (n. 40 %). Biokaasussa on myös pieniä määriä lukuisia muita aineita, kuten vettä, typeä, happea, vetyä, ammoniakkia ja rikkivetyä (Motiva Oy 2017). Lisäksi prosessissa muodostuu mädätyslietet-

tä, joka soveltuu lannoitteeksi. Mädätysprosessi voidaan suorittaa joko märkä- tai kuivaprosessina. Märkäprosessissa materiaalin kuiva-ainepitoisuus on noin 5–15 %, ja prosessin etuina ovat sekä hyvä kaasuntuotto että prosessin vakaus. Kuivaprosessissa mädätettävän materiaalin kuiva-ainepitoisuus voi vaihdella jopa välillä 25–50 %. Hevosenlannan kuiva-ainepitoisuus on noin 35 %, kun esimerkiksi naudnan lannalla se on noin 10 % ja sianlannalla noin 7 %. Siten hevosenlanta soveltuu paremmin käytettäväksi kuivaprosessissa. Suomessa ja Ruotsissa on tällä hetkellä pääasiassa vain märkäprosessointilaitoksia, mutta Lahteen valmistui Suomen ensimmäinen kuivamädätysreaktori vuonna 2014. Kuivamädätysprosessi kuitenkin yleistyy maailmalla jatkuvasti. (InnoHorse 2014)

Biokaasutuksen prosessi

Kuvassa 1 on esitelty mädätys- eli ns. biokaasuprosessi. Biokaasutuotanto edellyttää hapettoman tilan lisäksi riittävää kosteuspitoisuutta, sopivia ravinteita, sopivaa lämpötilaa ja sopivaa happamuustasoa. Biokaasun raaka-aineiksi soveltuvat esimerkiksi kasvintuotannon jätteet, ympäristönhoidolliset kasvit, pelto- ja biomassat, energiakasvit sekä lanta ja lietteet. Biokaasulaitoksesta saadaan jalostettua lämpöä, sähköä tai kaasua. Kaasua voidaan käyttää esimerkiksi liikennepolttoaineena, jota varastoidaan suurissa kuvuissa. (InnoHorse 2014)



KUVA 1. Biokaasuprosessi ja sen vaikutukset (Luostarinen 2012).

Biokaasuprosessit voivat olla joko panos- tai jatkuvatoimisia, yksi- tai monivaiheisia. Lisäksi lämpötila-alueen mukaisesti biokaasuprosessi voidaan yleensä luokitella joko mesofiliseksi (yleisin lämpötila-alue 33–37 °C) tai termofiliseksi (lämpötila yli 50 °C) (Tenhunen 2014). Lanta sopii biokaasutukseen yleisesti hyvin siksi, että se sisältää useimpia mikrobien mädätysprosessissa tarvitsemia ravinteita. Hevosenlannasta saadaan biokaasua mädättämällä, mutta käynteillä kuivikkeella on kuitenkin suuri merkitys mädätyksessä tuotetun kaasun määrään. Puupohjaiset kuivikkeet soveltuvat huomattavasti nopeammin mädätykseen kuin esimerkiksi turve tai olki. Tämän johtuu siitä, että bakteerit eivät pysty kovin hyvin hajottamaan puupohjaista materiaalia. (InnoHorse 2014)

Muina tuotteina biokaasulaitoksella syntyy hiilidioksidia, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kasvihuoneissa. Mädätettyä biomassaa kutsutaan mädätejäännekseksi, joka on massaltaan ja ravinnekoostumukseltaan lähes syötemateriaalin kaltaista. Sen kuiva-ainepitoisuus pienenee prosessissa joitakin prosentteja, ja sen happamuustasapaino on lähellä neutraalia. Mädätejäännös on syötettä tasalaatuisempaa, hygieenisempää, hajuttomampaa ja siinä olevat ravinteet ovat nopeammin liukenevassa ja haihtuvassa muodossa. Näin ollen esimerkiksi liete-lannan lannoitusominaisuudet paranevat mädätysprosessissa. (Motiva Oy 2017)

Biokaasu sisältää metaania, kuten maakaasu, ja sillä voidaan korvata maakaasua. Maakaasun metaanipitoisuus on kuitenkin biokaasua suurempi, noin 98 %. Jotta biokaasua voidaan käyttää polttomoottoreissa, siitä on poistettava vesi ja rikki. Lisäpuhdistuksen ansiosta biokaasua voidaan myös syöttää olemassa olevaan maakaasuverkkoon tai käyttää liikennepolttoaineena. Maakaasu luokitellaan kuitenkin fossiiliseksi polttoaineeksi, jonka käyttäminen kasvattaa ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Biokaasu puolestaan on uusiutuva polttoaine, jonka polttamisesta ei aiheudu hiilidioksidin nettopäästöjä ilmakehään. (Motiva Oy 2017)

Biokaasutuksen teknologia ja biokaasutuslaitoksia

Suomen ensimmäinen kuivamädätyslaitos perustettiin Lahteen. Kyseessä on LABIO Oy:n biokaasulaitos, joka aloitti toimintansa Lahden Kujalassa loka-kuussa 2014. Laitoksen tuottama raakabiokaasu ohjataan Gasum Oy:n jalostuslaitokseen, mistä jalostettu biokaasu ohjataan kaasuverkostoon ja edelleen loppuasiakkaille. LABIO Oy:n ja Gasum Oy:n yhteishankkeena rakennettu laitospöytäkokonaisuus oli valmistumisajankohtanaan tuotantotoholtaan Suomen suu-

rin jalostettua biokaasua tuottava laitos. Kyseinen biokaasulaitos tuottaa jopa 50 GWh biokaasua vuodessa. Vuosittainen biokaasun tuotantomäärä vastaa 4 500 henkilöauton vuotuista polttoaineen kulutusta. Laitos tuottaa myös kompostituotteita maanviljelyyn ja maanparannukseen sekä raaka-ainetta mullan-tuotantoon. (LABIO Oy 2017)

Etelä-Savon ensimmäinen toimiva biokaasulaitos oli Juvan Bioson Oy, joka on tuottanut biokaasua Juvalla jo vuodesta 2011 lähtien. Kyseessä on pääasiassa maatalosakkaiden omistama biokaasulaitos, joka tuottaa biokaasua lähitilojen lannasta. Osakeyhtiöön kuuluu 22 osakasta. Lantamateriaali koostuu lähinnä karjan lietelannasta ja kanan kuivalannasta, joten kyseessä on märkäproses-siin perustuva laitos. Yhteislaitoksen toimivuus edellyttää sujuvaa logistiikkaa, josta on vastannut ulkopuolinen yrittäjä. Osakkaat maksavat kuljetuskustan-nukset tiloilta biokaasulaitoksen vastaanottoon ja mädätteen ajon takaisin ti-lojen säiliöihin. Valtaosa raaka-ainesta tulee lähialueelta, mutta laitoksella olisi valmius käsitellä porttimaksullisia eriä nykyistä enemmän ja siten vastaanottaa jätettä kauempaakin. Laitos pystyy käsittelemään jätettä maksimissaan vajaat 20 000 tonnia vuodessa. Biokaasulaitos on tuottanut vuosittain lämpöenergiaa noin 2 000 MWh ja sähköä noin 1 400 MWh. (Juvan Bioson Oy 2017, Häkli & Vuorinen 2015)

Etelä-Savossa ryhdytään tuottamaan myös lisää biokaasua, sillä Mikkelin seudul-le on perusteilla ainakin kaksi uutta biokaasulaitosta. Haukivuorelaisilla maata-lousyrittäjillä on ollut ajatus karjanlannan edelleen jalostamisesta. Kyseessä on siis hieman samanlainen hanke kuin Juvan Bioson Oy, mutta prosessiteknologia perustuu kuivamenetelmään. BioHauki Oy:n biojalostamo tulee valmistamaan biokaasua ja luomulannoitteita. Yhtiön omistajina toimivat Etelä-Savon Ener-gia Oy ja 14 eri maatalousyrittäjää. Investoinnin kokonaisarvo nousee lähes kolmeen miljoonaan euroon ja biojalostamon ylösajo alkaa alkukeväästä 2017. (BioHauki Oy 2017)

Toinen biokaasulaitos valmistuu Mikkeliin arviolta vuoden 2017 aikana. Bio-kaasulaitos valmistuu Mikkelin kaupungin omistaman jätehuoltoyhtiö Metsäs-airila Oy:n alueelle. Biokaasulaitos BioSairila Oy:n teknologia perustuu myös kuivamädätykseen, jolloin se soveltuu hevoslannalle. Perustettavan biokaa-sulaitoksen omistajiksi on suunniteltu kolmea omistajatahoa: Metsäsairila Oy (50 %), Etelä-Savon Energia Oy (30 %) ja BioGTS Oy (20 %). BioGTS Oy tuo omistuspohjaan kuivamädätyksen osaamisen ja tuotekehityksen. Mikkelin kaupunki omistaa kokonaisuudessaan kaksi perustettavan yhtiön omistajata-

hoa, Metsäsairila Oy:n ja Etelä-Savon Energia Oy:n. Tällöin kaupungilla tulee olemaan näiden edellä mainittujen yhtiöiden kautta suurin päätösvalta tulevan yhtiön päätöksenteossa. Biokaasulaitosinvestoinnin suuruus on arviolta n. 5 miljoonaa euroa. Suunniteltu tuotanto vastaa noin 600 henkilöauton tai 18 linja-auton vuotuista energiatarvetta. Laitoksen vastaanottokapasiteetti on täydellä teholla toimiessaan hieman alle 20 000 t/v. (Mikkelin kaupunginhallitus 2015)

Kaasutus

Kaasutuksen periaate on kuumentaa polttoainetta niin paljon, että se kaasuuntuu. Prosessi vaatii paljon energiaa, eikä sen teknologia ole toistaiseksi lyönyt markkinoilla läpi ainakaan hevosenlannan hyötykäytön osalta. Kaasutuksesta syntyvää tuotekaasua ei pidä sekoittaa biokaasuun, joka on tunnetumpi energiantuotantokaasu. Kaasutuksen tuotekaasu eroaa biokaasusta sekä tuotantotavan että koostumuksensa suhteen. Biokaasu on orgaanisen aineen anaerobisen mätänemisen tulos. Tuotekaasu puolestaan koostuu biomassan lämpökäsittelyn seurauksena haihtuvista yhdisteistä. Biokaasun tuotannossa polttoaineena käytetään kosteampia polttoaineita, kuten biojätettä, lantaa tai viljeltyä biomassaa. Tämänhetkiset sovellukset pienen kokoluokan kaasutukselle sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ovat pääosin tarkoitettu metsähakkeelle. (Europaeus 2014)

Hevosenlannan kaasutusmahdollisuus nousi esille Suomessa vuoden 2013 aikana, sillä kaasutus tuli lainsäädännön puitteissa mahdolliseksi myös pienemmille toimijoille. Uuden 20.3.2013 voimaan astuneen jätteenpoltoasetuksen mukaan jätteenpolton vaatimuksia ei enää sovellettu kaasutus- ja pyrolyysilaitoksiin, jos jätteen lämpökäsittelyssä syntyvä kaasu käsiteltiin niin, ettei se aiheuttanut suurempia päästöjä kuin maakaasun polttaminen. (InnoHorse 2014)

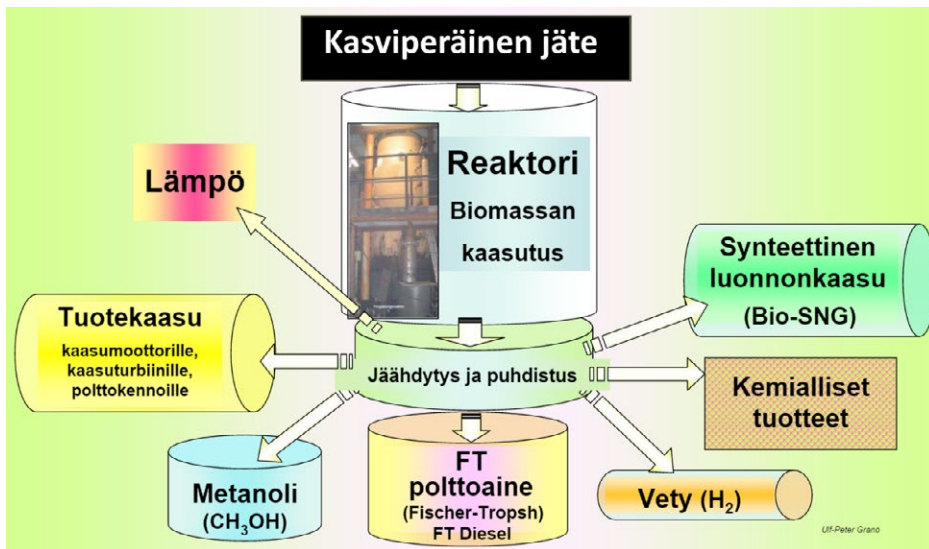
Kaasutusprosessi

Kaasuttaminen tarkoittaa polttoaineen polttamista ali-ilmalla, jolloin kaikki palava aines ei pääse hapettumaan. Tuotekaasu syntyy, kun osa kaasumaisista palavista kaasuista jää hapettumatta. Reaktiot sekä niissä syntyvät lopputuotteet riippuvat kaasutettavasta aineesta, mutta pääasiassa syntyvä polttokaasu koostuu hiilimonoksidista ja vedystä. Jotta syntyvä tuotekaasu olisi hyvälaatuista, polttoaineen kosteuden pitää olla alle 50 %. Hevosenlannan kosteus on kuitenkin tätä suurempi, joten mikäli lantaa kaasutetaan, sitä on kuivattava ennen kaasutusta.

Kaasutuksen ensimmäisessä vaiheessa polttoaine lämpenee kuivumislämpötilaan. Polttoaineen lämpötilan kohotessa yli 100 °C:n vesi muuttuu vesihöyryksi ja lämpötilan edelleen noustessa molekyylimassaltaan kevyet uuteaineet alkavat haihtua (Europaeus 2014). Kuivuminen jatkuu aina 200 °C:seen saakka. Kuivumisen jälkeen seuraa pyrolyysivaihe (kuivatislaus), jossa haihtuvat aineet kaasuuntuvat eli pyrolysoituvat ja erottuvat kiinteästä polttoaineesta. Tämä vaihe tapahtuu kokonaan hapettomissa tai vähähappisissa olosuhteissa. Pyrolyysivaiheessa lämpötila on noin 300–600 °C, mutta lämpötila-alue saattaa vaihdella käyttötarkoituksesta riippuen (Europaeus 2014). Lämmöntuonnin vuoksi kiinteä aine muuntuu kaasuihin ja tervamaiseen muotoon. (InnoHorse 2014)

Viimeisessä vaiheessa eli kaasutusvaiheessa happea tarvitaan lämmöntuotannon kannalta riittävän palamisen aikaansaamiseksi, eli tällöin vain osa polttoaineesta poltetaan. Normaalisti prosessissa on noin 20–30 % polton vaatimasta hapesta. Happi syötetään kaasuttimeen joko puhtaana hapehana tai ilman mukana. Polttoaineen sekä tuodun ilman tai hapen suhdetta säätämällä voidaan reaktorin lämpötila pitää halutuissa lukemissa. Varsinainen kaasutus tapahtuu lämpötilavälillä 800–1 000 °C, ja reaktorin lämpö saadaan kaasutinreaktioissa vapautuvasta energiasta (Europaeus 2014). Mikäli polttoainetta kaasutetaan ilmalla, saadaan tuloksena tuotekaasua, jonka lämpöarvo on noin 6 MJ/Nm³. Alhainen lämpöarvo johtuu ilman mukana tulevasta palamattomasta tyypestä, joka alentaa lämpöarvoa. Mikäli polttoaine kaasutetaan puhtaalla hapella, saadaan tuotekaasua, jonka lämpöarvo on lähes kaksinkertainen ilmakaasutuksen tuotekaasuun verrattuna, eli noin 10–12 MJ/Nm³. (InnoHorse 2014)

Kuten edellä mainittiin, kaasutus on termokemiallinen prosessi, jossa polttoaine muuttuu vähähappisissa olosuhteissa kaasuiksi ja kemikaaleiksi. Kuvasessa 2 on esitetty yleisen kaasutusprosessin tuotteet. Kaasutustuotteista tuotekaasu voidaan hyödyntää sähköksi esimerkiksi kaasumoottorin, kaasuturbiinin tai polttokennon avulla. Bioperäistä synteettistä luonnonkaasua, vetyä ja Fischer-Tropsch-polttoainetta eli biodieseliä käytetään liikenteen polttoaineena. Lisäksi kaasutuksesta saadaan metanolia, muita kemiallisia tuotteita sekä lämpöenergiaa. (Lassi & Wikman 2011) Noin kolmannes käsitellystä massasta muuttuu kaasutuksessa hiileksi, jota voidaan levittää esimerkiksi pelloille.



KUVA 2. Kasviperäisestä jätteestä saatavat tuotteet yleisessä kaasutuksessa (lähde Granö 2008 mukaillen).

On huomattava, että kaasutus ei ole sama asia kuin palaminen, vaikka molemmat ovatkin termokemiallisia prosesseja. Niiden välillä on tärkeä ero, sillä kaasutus pakkaa energiaa kemiallisiin sidoksiin, ja palaminen puolestaan rikkoo kyseiset sidokset vapauttaen energiaa. Lisäksi kaasutuksessa vedyn määrä lisääntyy, kun taas palamisessa vety yhtyy happeen muodostaen vesihöyryä. (Europaeus 2014)

Kaasutusteknologian tilanne

Suomessa on maatilapuolella käytössä ainakin muutama kaasutuslaitos käytössä. Niiden hinta on noin 200 000 euroa. Suomessa on tällä hetkellä suunnitteilla kaasutuksen tutkimushankkeita. Voidaankin olettaa, että teknologian osalta saadaan lähivuosina lisää tutkimustietoa ja käytännön kokemuksia. (InnoHorse 2014) Toisaalta kaupallisia hevosenlannan kaasutuslaitoksia ei vielä ole olemassa. Laittevalmistajat ovat kaupallistamassa kaasutuslaitteita, joten kaasutus ja tuotekaasun energiakäyttö on realistinen vaihtoehto hevosenlannan energiakäytölle tulevaisuudessa. Rusasen mukaan kaasutuslaitteisto ei välttämättä ole merkittävästi kiinteän hevosenlannan polttolaitteistoa kalliimpi vaihtoehto, mutta kaupallisen kokoluokan hintatietoja ei kuitenkaan vielä ole saatavissa (Rusanen 2013A). Kari Tiilikka oli arvioinut Hämeen Sanomissa (8.9.2013), että pieni siirrettävä laitos maksaa 40 000 euroa ja kiinteät jatkuvatoimiset suuret laitokset jopa satojatuhansia euroja.

Ruotsissa on kehitetty laitteita lannan kaasuttamiseen. Näissä laitteissa polttoaine (lanta, kuivike yms.) kaasutetaan, ja tuotteena syntynyt kaasu poltetaan. Tämän tyyppinen kaasutusvoimala on 15–20 % kalliimpi kuin tavanomainen hake- tai pellettivoimala. Vuonna 2013 annetun asetuksen myötä kaasutuslaitteistojen käyttö on ollut sallittua Suomessakin, kunhan tuotetut kaasut puhdistetaan määräysten mukaisesti. Ainakin Ruotsissa kyseiset voimalat ovat saaneet EU-tukea, ja niiden rakentamiseen vaadittiin vain kunnan myöntämä lupa. (InnoHorse 2014)

Yhteenvedo teknologioista

Polton osalta markkinoilla on jo suuri määrä kaupallista teknologiaa pienen kokuuokan kattiloille, mutta tähän asti Suomen lainsäädäntö ei ole vielä mahdollistanut polttoa muissa kuin suuremmissa jätteenpolttolaitoksissa. Alkuvuodesta 2017 saatiin kuitenkin uutisia hevosenlannan polton helpottumisesta. Mädätysprosessin tekniikka on saatu toimimaan, mutta tarvittavat investoinnit ovat melko suuria. Kaasutusprosessin tekniikka on kaupallistamisasteella, mutta kyseessä on potentiaalinen menetelmä tuotekaasun tuottamiseksi. Seuraavassa on lueteltu edellä mainittujen teknologioiden energiantuotantopotentiaalit hevosenlantaä käytettäessä:

- Poltto: 6,7 MWh/hevonen/vuosi
- Kuivämädätys: 1,6 MWh/hevonen/vuosi
- Kaasutus: 3,3 MWh/hevonen/vuosi. (Rusanen 2013B)

Hevosenlannan poltosta saadaan eniten energiaa, kun taas kuivämädätyksen energiantuotto on kyseisistä teknologiavaihtoehdoista heikoin. Erityisesti kaasutusprosessiin liittyy vielä paljon teknologisia ongelmia. Tutkimusta tarvitaan lisää, ja nykyisiä laitteistoratkaisuja pitää kehittää. Hevosenlannan kaasutuskäsittelyssä keskeisenä ongelmana on lannan suuri kosteuspuitoisuus, minkä vuoksi lannan kuivattaminen alentaa energiahyötysuhdetta (Saastamoinen 2014). Sama hyötysuhdeongelma ilmenee myös lannan poltossa. Kunnollisen polton aikaansaamiseksi hevosenlantaä pitää ensin kuivata ja puristaa pelleteiksi/briketeiksi. Vaihtoehtoisesti kosteaä hevosenlantaä voidaan käyttää sellaisenaan pieninä määrinä toisen pääpolttoaineen seassa. Biokaasun tuotannon osalta Etelä-Savoon valmistuu biokaasulaitos Mikkeliin arviolta vuoden 2017 aikana. Laitoksen teknologia tulee perustumaan kuivämädätykseen, eli se soveltuu hevosenlannan energiahyödyntämiseen.

LÄHTEET

Aluehallintovirasto 2016. Etelä-Suomi, Päätös Nro 84/2016/1.

Ariterm Oy 2017. Ariterm on kotimainen lämmitysjärjestelmien valmistaja. Internet-sivusto. <http://www.ariterm.fi/>. Luettu 18.1.2017.

Europaeus, V. 2014. Puubiomassan kaasutukseen perustuva hajautettu energiantuotanto. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, kandidaatintyö. PDF-tiedosto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94329/Puubiomassan%20kaasutukseen%20perustuva%20hajautettu%20energiantuotanto.pdf?sequence=2>. Luettu 11.1.2017.

Fortum Oyj 2017. Fortum HorsePower – Lannasta luotua energiaa. Internet-sivusto. Saatavissa: <http://www.fortumhorsepower.fi/>. Luettu 2.1.2017.

Granö, U.-P., Lassi, U., Muilu, Y. et al. 2008. Puuperäisten biomassojen kaasutus - Esimerkinä Sievin kaasutin. Uudet energiaratkaisut Pohjanmaalla –seminaari, 12.9.2008.

Häkli, P. & Vuorinen, L. 2015. Uusiutuvan energian hyödyntäminen Etelä-Savossa. Ennakoarviointi liittyen Etelä-Savon maaseudun kehittämissuunnitelmaan 2014–2020. Mikkelin kehitysyhtiö Miksei Oy. PDF-tiedosto. <http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/7169875/Ennakoarviointi+uusiutuva+energia+raportti/d11b1543-c9eb-447b-acda-cea4d295519c>. Luettu 9.1.2017.

InnoHorse 2014. Lantahuolto. Internet-sivusto. http://www.hippolis.fi/fi_innohorse/fi_manure/fi_good_practices/fi_biogas/. Luettu 3.1.2017.

Juvan Bioson Oy 2017. Juvalainen biokaasulaitos. Internet-sivusto. <http://www.bioson.fi/>. Luettu 3.1.2017.

LABIO Oy 2017. Internet-sivusto. www.labio.fi. Luettu 9.1.2017.

Lassi, U. & Wikman, B. 2011. Biomassan kaasutus sähköksi, lämmöksi ja biopolttoaineiksi. HighBio-projektijulkaisu. Jyväskylän yliopisto, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius. PDF-tiedosto. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/27058/978-951-39-4313-4.pdf?sequence=1>. Luettu 11.1.2017.

Luostarinen, S. 2012. Maatilatason biokaasuratkaisut. MTT. ILMASE–seminaari, 16.4.2012, Juva. PDF-tiedosto. http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2012/04/Luostarinen_Juva-160412.pdf. Luettu 9.1.2017.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevosenlannan poltto helpottuu. Lehdistöiedote 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevosenlannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

Mikkelin kaupunginhallitus 2015. § 376 BioSairila Oy nimisen yhtiön perustaminen, konsernilaajennus. Pöytäkirja 23.11.2015. [http://mikkeli.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_23112015/BioSairila_Oy_nimisen_yhtion_perustamine\(800\)](http://mikkeli.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_23112015/BioSairila_Oy_nimisen_yhtion_perustamine(800)). Luettu 9.1.2017.

Motiva Oy 2017. Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä. Internet-sivusto. <http://www.motiva.fi/>. Luettu 9.1.2017.

Raiko, R., Saastamoinen, J., Hupa, M. & Kurki-Suonio, I. 2002. *Poltto ja palaminen*. Helsinki: Teknistieteelliset akatemit. 2. painos. 750 s.

Rusanen, A. 2013A. Hevosenlannasta energiaa Orimattilassa. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. PDF-tiedosto. http://www.ladec.fi/filebank/2544-hevosenlannasta_energiaa_orimattilassa2013.pdf. Luettu 3.1.2017.

Rusanen, A. 2013B. Hevosenlanta energiantuotannossa. Ladec. Hämeenlinna 11.12.2013. PDF-tiedosto. https://etela-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/hevosenlanta_energiantuotannossa_energia-akatemia131211.pdf. Luettu 11.1.2017.

Saastamoinen, M. 2014. HorseManure – hevosenlannan käsittely ja hyödyntäminen ravinteiden kierrätyksen tehostamiseksi. Loppuraportti 9.12.2014. MTT ja Työtehoseura.

Soininen, H., Mäkelä, L., Äikäs, V. et al. 2010. Ympäristöasiat osana hevostallien kannattavuutta. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Tutkimuksia ja raportteja 57, 107 s. + liit. 11 s.

SWEBIO Bioenergy. Uppvärmning med hästkrafter [Lämmitys hevosoimilla]. Verkkajulkaisu. http://swebio.com/uploads/media/im_biotherm_sv_2012_02.pdf. Luettu 13.1.2017.

Tenhunen, A. 2014. Selvitys hevosen kuivikelannan hyötykäyttömahdollisuuksista teknisestä, juridisesta sekä talliyrittäjien näkökulmasta. Oulun yliopisto, kandidaatintyö. PDF-tiedosto. http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/PDF-esitteet/Selvitys_hevosen_kuivikelannan_hyotykayttomahdollisuuksista_Anna_Tenhunen.pdf. Luettu 11.1.2017.

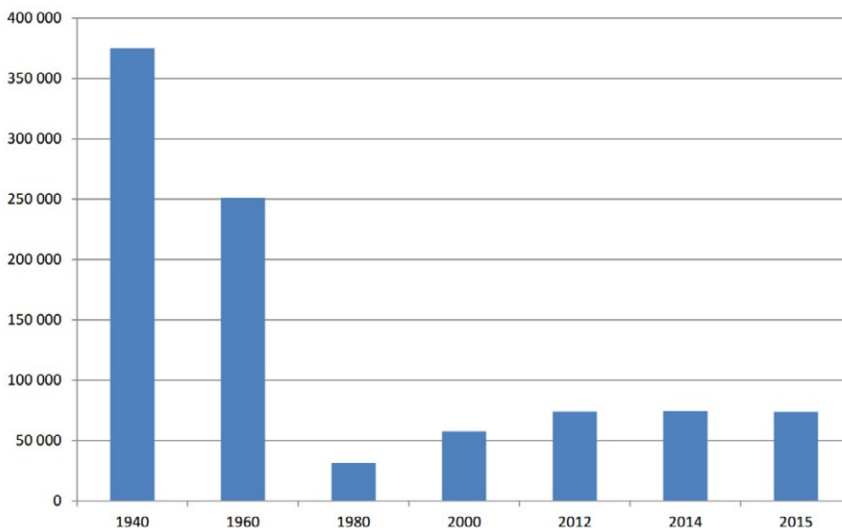
Vapo 2016. Vapo aloitti hevosen kuivikelannan koepolton Forssassa. Tiedote, 26.1.2016. http://www.vapo.fi/uutishuone/ajankohtaista/2196/vapo_aloitti_hevosen_kuivikelannan_koepolton_forssassa. Luettu 16.1.2017.

HEVOSENLANNAN MAHDOLLISUUDET ETELÄ-SAVON ENERGIANTUOTANNOSSA

Jarno Föhr & Tapio Ranta & Riikka Tanskanen

Hevosmäärät Suomessa ja Etelä-Savossa

Suomessa hevosmäärä on vaihdellut varsin paljon eri vuosikymmeninä johtuen teknologian murroksista. Sota-aikana määrä oli huipussaan, noin 370 000 hevosta. Hevosten määrä kuitenkin romahti noin 30 000 hevoseen 1980-luvulle tultaessa, mutta määrä on sittemmin ollut kasvussa 2000-luvulla. Kuvassa 1 on esitelty hevosmäärän kehitys Suomessa eri vuosikymmenillä. (Suomen Hippos ry 2016)



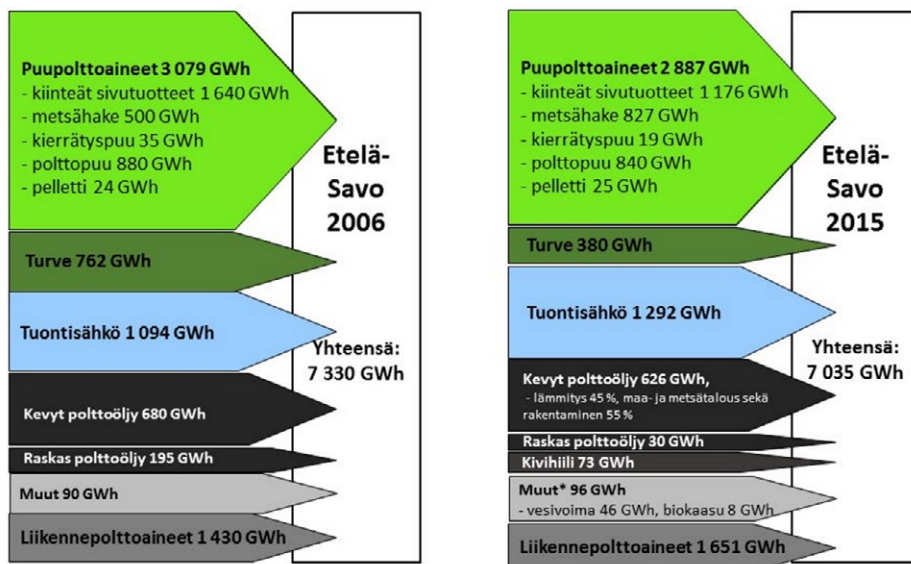
KUVA 1. Hevosmäärän kehitys Suomessa eri vuosikymmenillä (Suomen Hippos ry 2016).

Suomen Hippos ry:n mukaan Suomessa oli vuonna 2015 hevosia yhteensä 74 000, ja niiden parissa harrasti monipuolisesti 200 000 ihmistä. Suomessa oli tuolloin noin 3 000 hevosalan yritystä, jotka työllistivät 15 000 ihmistä. Hevos-talous on vahvasti alueellista toimintaa, joka vaikuttaa maaseudun taloudelliseen hyvinvointiin sekä suoraan että välillisesti. (Suomen Hippos ry 2016)

Etelä-Savossa on arvioitu olevan noin 3 000 hevosta ja ponia (Soininen et al. 2010). Alueen hevostallien lukumäärä on noin 700 kappaletta, ja yhdessä tal-lissa hevosia on keskimäärin 4,3 kappaletta. Mitä raviurheiluun tulee, Etelä-Sa-vossa on ainoastaan yksi maakuntaravirata Mikkelissä. Muita raviratoja – edes kesäratoja – joissa voisi järjestää ravikilpailuja, ei maakunnassa ole. Mikkelin raviradan ylivoimaisesti suurin ravitapahtuma on St Michel ravit, jotka järjeste-tään kansainvälisille kutsuhevosille vuosittain heinäkuussa.

Hevoslannan käyttöpotentialiaali Etelä-Savossa

HevosWoima-hanke teki tiivistä yhteistyötä Lappeenrannan teknillisen yli-opiston hallinnoiman toisen hankkeen kanssa, jossa selvitettiin Etelä-Savon energiatase vuodelle 2015. Hanke oli nimeltään ”Metsätalouden aluetaloudel-linen vaikuttavuus Etelä-Savossa – Tulevaisuusvisio 2020-luvulla”. Etelä-Sa-von energiatase oli vuonna 2015 eri polttoaineita tarkasteltaessa yhteensä noin 7,04 TWh (kuva 2) (Laihanen & Karhunen 2016). Toisaalta vuonna 2006 energiatase oli yhteensä 7,33 TWh. Eri energialähteet (puupolttoaineet, turve, tuontisähkö, polttoöljyt, kivihiili, liikennepolttoaineet ja muut energialähteet) on eritelty erikseen energiataseessa.



KUVA 2. Etelä-Savon energiatase vuosina 2006 ja 2015 (Laihanen & Karhunen 2016).

Kyseisen hankkeen tutkimustuloksien mukaan Etelä-Savon alueella poltettiin vuonna 2015 puupohjaisia polttoaineita ja turvetta yhteensä 2,43 TWh (ei sisällä kotitalouksien polttopuuta) (Laihanen & Karhunen 2016). Soininen et al. (2010) selvittivät vuonna 2010, että Etelä-Savon alueen hevoset ja ponit pystyvät tuottamaan vuosittain puu- ja turvepohjaista hevosenlantaa noin 34 000 m³. Saman tutkimuksen mukaan tämä määrä vastaisi energiamäärältään noin 0,01 TWh energiantuotannossa. Jos hevosenlantaa poltettaisiin seospolttona edellä mainittujen puupohjaisten polttoaineiden ja turpeen kanssa, niin lannan osuus olisi noin 0,4 % kokonaispoltosta Etelä-Savossa. Teoriassa lannan sekoitusosuus voisi kuitenkin olla ainakin 5–10 % kattilan polttokapasiteetista. Tällöin ainakaan kattiloiden polttoteknologia ja kapasiteetti eivät tulisi rajoittamaan hevosenlannan polttamista Etelä-Savossa lähitulevaisuudessa.

Polttolaitokset hevosenlannan potentiaalisina käyttökohteina

Etelä-Savon energiatasetutkimuksen yhteydessä selvitettiin alueen merkittävimmät polttolaitokset puupohjaisten polttoaineiden ja turpeen osalta. Luonnollisesti näissä laitoksissa pystyttäisiin polttamaan pienellä seossuhteella myös hevosenlantaa, jolloin nämä laitokset soveltuisivat myös hevosenlannan poltto-

laitoksiksi. Energiataseutkimuksessa saadut yhteystiedot ovat luottamuksellisia, joten tässä selvityksessä esitetään vain polttolaitoksien lukumäärät kunnittain. Selvitys oli rajattu kattilakoon mukaisesti, joten mukana ovat vain voima- ja lämpölaitokset, joiden kattilakoko on 500 kW tai suurempi. Selvityksessä ilmeni, että Etelä-Savossa on 75 laitosta, joissa hevosenlannan seospoltto voisi olla mahdollista (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Hevosenlannan potentiaalisten polttolaitoksien lukumäärä kuntakohtaisesti Etelä-Savon alueella vuonna 2015.

Enonkoski (1)	Heinävesi (3)	Hirvensalmi (4)
Joroinen (3)	Juva (4)	Kangasniemi (2)
Mikkeli (11)	Ristiina (4)	Suomenniemi (0)
Mäntyharju (7)	Pertunmaa (3)	Pieksämäki (12)
Puumala (1)	Rantasalmi (1)	Savonlinna (7)
Kerimäki (3)	Punkaharju (4)	Savonranta (2)
Sulkava (3)		

Laitoksien määrän laskenta oli rajattu ainoastaan toimijakohtaisesti. Yhdellä toimijalla saattoi olla useita erillisiä laitoksia tai lämpöverkkoja. Esimerkkinä voidaan mainita Hirvensalmen Energia Oy, jolla on 4–5 laitosta ja 2 kaukolämpöverkkoa. Toisaalta joissakin laitoksissa saattoi olla esim. kaksi pääkattilaa ja yksi varakattila. Suurimmat käyttömäärät kulutuksen mukaan olivat Etelä-Savon kaupungeissa, eli Mikkelissä, Savonlinnassa ja Pieksämäellä. Luonnollisesti laitoksien lukumäärä kuitenkin vaihtelee vuosien saatossa. Alle 500 kW:n polttokattiloista puhuttaessa lukumäärä lasketaan vähintäänkin sadoissa Etelä-Savon alueella.

Muina käyttökohteina hevosenlannan levitys peltoon

Suomessa ylivoimaisesti suosituin hevosenlannan käyttökohde on ollut levitys pellolle lannoitus- ja maanparannuskäyttöön. Nykyisen hevosenlannan jäte- luokituksen vuoksi suurin osa lannasta päätyy Suomen pelloille. Vapo Oy on teettänyt kyselytutkimuksen noin 180:lle eri puolilla Suomea sijaitseville tal- lille, jossa kysyttiin mielipiteitä hevosenlannan mahdolliselle hyödyntämiselle. Tutkimuksen mukaan suosituin hevosenlannan hyödyntämisvaihtoehto oli sen

käyttö maanparannukseen (46 %). Seuraavaksi eniten kannatusta sai kuivikelannan hyödyntäminen energiana (37 %). Tutkimuksen toteutti Tietoykkönen Oy Vapon toimeksiannosta joulukuussa 2015. (Vapo 2016)

Hevoselanta päätyy tällä hetkellä pääosin pelloille joko käsiteltynä tai käsittelemättömänä. Käsitellyllä lannalla tarkoitetaan sitä, että lantaa on esim. kompostoitu tai mädätetty ennen sen levittämistä peltoon. Hevoselannan ongelmana on sen suuri kuivikepitoisuus ja erityisesti puupohjaisten kuivikemateriaalien vaatima pitkä kompostoitumisaika ennen peltolevitystä. Huonosti kompostoitunut hevosenlanta vähentää maasta typpeä ja lannoitusvaikutus näkyy viiveellä. Myös rikkakasvien siemenet pääsevät leviämään huonosti kompostoituneen lannan seassa. Lantaa ei saa levittää pelloille 1.11.–31.3. välisenä aikana.

Muina käyttökohteina kompostointi

Hevoselannan hyödyntäminen kompostoinnissa voisi myös olla kannattavaa. Esimerkiksi aumakompostoinnilla hevosenlannasta voitaisiin tuottaa suhteellisen edullisesti korkealaatuista puutarhamultaa. Multaa voitaisiin myydä esim. viherrakentamiseen ja maanviljelijöille peltomaan parantamiseen. Maanviljelijät, hevostallit ja kompostointilaitos voisivat muodostaa keskinäisen arvoverkon, jossa maanviljelijät tuottaisivat talleille olkea kuivikkeeksi, tallit lantaa kompostoitavaksi ja kompostointilaitos multaa pellolle levitettäväksi. (Rusanen 2013)

Kuivikelannan nopean ja onnistuneen kompostoitumisprosessin kannalta on tärkeää, että se on sopivan kuohkeaa, kosteaa (60–80 %) ja että siinä on riittävästi typpeä. Lisäksi ympäristön lämpötila vaikuttaa hajotustyötä tekevien pieneliöiden toimintakykyyn. Parhaiten pieneliöt pystyvät toimimaan, kun lämpötila on yli 20 °C. Normaalisti kompostorin lämpötila on lähellä 60 °C:ta. Hevoselannan kompostoinnissa voidaan hyödyntää myös erilaisia teknisiä laitteita, kuten rumpukompostoria tai tuubikompostointilaitteistoa. Näitä laitteita on toiminnassa esim. talleilla ja maatiloilla, jotka itse valmistavat lannasta kauvallista lannoitetta. (Suomen Hevostietokeskus ry 2016)

Kompostoinnilla saadaan aikaan tuotteita maanparannukseen, mutta prosessi tuottaa myös paljon lämpöä; lämpötila voi korkeimmillaan nousta jopa 60–70 °C:seen. Kirjallisuuslähteissä on tuotu esille kolme esimerkkiä, kuinka prosessissa syntyvää lämpöä voidaan hyödyntää energiana. Ensimmäisessä esimerkissä lantalassa syntyvää lämpöä hyödynnetään vesikierron avulla lämmi-

tyksessä. Toisessa esimerkissä lantapatjoissa syntyvä lämpö käytetään hyödyksi veden lämmityksessä. Kolmannessa esimerkissä rumpukompostointiprosessissa syntynyt hukkalämpö hyödynnetään tallissa lämpöpumpputekniikan avulla. (InnoHorse 2014)

Muina käyttökohteina biokaasutus eli mädätys

Hevosenlannan hyötykäytön ratkaisuna biokaasutus on nostanut suosiotaan. Biokaasutuksessa on kyse biologisesta prosessista, jossa eloperäiset materiaalit hajoavat hapettomassa ja riittävän lämpimässä ympäristössä tuottaen päätuotetta, biokaasua (Motiva Oy 2017). Syntynyttä mädätejäännöstä voidaan hyödyntää peltojen lannoitekäytössä, joten tässäkin prosessissa sivutuote päätyy levitettäväksi peltoon. Vuoden 2017 aikana Etelä-Savoon valmistuu kaksi kuivamädätysprosessiin perustuvaa biokaasulaitosta. Toinen laitoksista valmistuu Mikkeliin, ja se on nimeltään BioSairila Oy. Toinen laitoksista puolestaan valmistuu jo keväällä 2017 Haukivuoreen ja on nimeltään BioHauki Oy. Näiden laitoksien kuivaprosessimenetelmä soveltuu myös sellaisenaan hevosenlannalle, toisin kuin märkäprosessiin perustuvan laitoksen menetelmä. Tästä voidaan esimerkkinä mainita Etelä-Savon Juvalla vuonna 2011 aloittanut Juvan Bioson Oy, joka on pääosin yhteismaatilojen perustama biokaasulaitos. Näissä märkäprosessiin perustuvissa laitoksissa pystyttäisiin kuitenkin hyödyntämään hevosenlantaa, kunhan prosessiin lisätään vettä kosteuspitoisuuden kasvattamiseksi. Aivan pienet kuivalannan määrät eivät häiritse märkäprosessia; onhan laitoksien käyttämä kananlantakin kuivalantaa.

MTT:n ja Työtehoseuran tutkimuksessa (2014) kuivamädätysprosessi tuhosi lannan joukossa olleen hukkakauran itävyyden kokonaan (37 °C) noin kuukauden mittaisessa prosessissa. Sen sijaan hevosen ruuansulatuskanavan läpi (ruumiinlämpö n. 38 °C, viipymä 3–4 vrk) kulkiessaan itävyys ei tuhoutunut kokonaan, vaan ainoastaan väheni noin 77 %. Hevosenlantaa sellaisenaan peltoon käytettäessä on olemassa riski, että lannassa mahdollisesti olevat hukkakauran siemenet itävät myöhemmin pellossa. (Saastamoinen 2014)

Muina käyttökohteina kaasutus

Kaasutusprosessi on vielä pääosin kehitysasteella, eikä se kovin hyvin sovellu kostealle hevosenlannalle. Prosessia on kehitetty lähinnä puuhakkeelle. Hevosen-

lantaa pitääkin kuivattaa ennen kaasutusta. Etelä-Savossa ei ole vielä kaupallisia hevosenlannan kaasutusmahdollisuuksia. Kyseessä on kuitenkin potentiaalinen teknologia hevosenlannan hyödyntämiselle energiakäytössä tulevaisuudessa, mikäli teknologiaa saadaan kehitettyä luotettavammaksi.

Hevosenlannan poltto pienissä ja suurissa kattiloissa

Vuoden 2018 alusta astuu voimaan valtioneuvoston asetus 750/2013 polttoaineteholtaan vähintään 5 MW:n ja korkeintaan 50 MW:n energian tuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Asetus tunnetaan nimellä PIPO-asetus, ja sen myötä päästörajoitukset kiristyvät pienillä ja keskisuurilla polttolaitoksilla. Laitoksissa joudutaan tekemään sekä polttoaineisiin että erilaisiin laitteisiin ja järjestelmiin liittyviä muutoksia. Asetuksen pakottamat muutokset voidaan nähdä myös myönteisinä, sillä uusilla ratkaisuilla voidaan säästää rahaa ja tehdä energiantuotannosta ympäristöystävällisempää. (Rejlers 2016)

Suuriin laitoksiin (polttoainetehto yli 50 MW) asetus ei vaikuta lainkaan. Tästä on esimerkkinä Etelä-Savon Energia Oy:n Pursialan voimalaitos, joka tuottaa kaukolämpöä Mikkelin kaupungin kaukolämpöverkkoon sekä sähköä valtakunnan verkkoon. Voimalaitoksen yhteenlaskettu polttoainetehto on 223 MW. Asetus vaikuttaa kuitenkin esim. Suur-Savon Sähkö Oy:n Juvan kolmeen eri kaukolämpölaitokseen. Keskustan liepeillä sijaitsevassa Juvan pääyksikössä on 8 MW:n kiinteän polttoaineen kattila jyrshinturpeelle ja puuhakkeelle (Suur-Savon Sähkö Oy 2015). Loppu lämpö tuotetaan pellettikattilalla Tirrolassa sekä huippukulutuksen aikana myös Vehmaan lämpökeskuksessa, joka käyttää vielä raskasta polttoöljyä. Juvan alueella sijaitsee monia suuria hevostiloja, joilta voisi saada paljon hevosenlantaa energiantuotannon polttoaineeksi.

PIPO-asetus ei myöskään kosketa polttoaineteholtaan alle 5 MW:n laitoksia. Pienet kiinteistötason polttokattilat ovat kaikkein haastavimpia polton onnistumisen kannalta. Pienen omakotitalon voi lämmitellä tyypillisesti jo 20 kW kattilalla. Pienemmät, yleensä alle 1 MW:n kattilat ovat kuitenkin toimintaedellytyksiltään tarkkoja polttoaineen laadusta ja erityisesti sen kosteuspitoisuudesta. Tällöin kostea hevosenlanta voi tuottaa hankaluuksia polttoprosessissa, vaikka lantaa poltettaisiin kuivempaan polttoaineeseen sekoitettuna. Erityistä huolta voi tuottaa myös tuhkan muodostuminen, lähinnä sen paakkuuntuminen, mikä voi osittain tukkia ilma-aukot. Tämä voi häiritä polttoaineen tasaista palamista ja samalla heikentää päästöarvoja.

Käytännössä PIPO-asetuksen tiukentuminen luo mahdollisuuksia uusiutuville polttoaineille, kuten hevosenlannalle, koska raskaan polttoöljyn kattiloita joudutaan todennäköisesti muuttamaan vaihtoehtoisille polttoaineille tarkoitettuihin kattiloihin. Raskaan polttoöljyn kattiloita on erityisesti huippu- ja varalämmöntuotannon kattiloina. Tammikuussa 2017 saatiin alustavia uutisia hevosenlannan polton helpottumisesta, sillä hevosenlannan poltto tulee mahdolliseksi tavanomaisissa polttolaitoksissa (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Jatkossakin hevosenlannan polttoon liittyy tiukkoja säädöksiä, mm. polttoprosessin lämpötila on nostettava 2 sekunniksi 850 °C:seen. Tämä vaatimus täyttyy periaatteessa vain uudemmilla pienemmän kokoluokan kattiloilla. Maa- ja metsätalousministeriön mukaan määräykseen tulee kuitenkin 6 vuoden siirtymäaika, joten hevosenlannan polttokokeilut olisivat mahdollista normaaleilla polttolaitoksilla, mm. Juvan kaltaisilla kaukolämpölaitoksilla.

Yhteenveto ja johtopäätökset

Etelä-Savossa on arvioitu olevan noin 3 000 hevosta ja ponia, joiden lannalla pystyttäisiin energiantuotannossa tuottamaan noin 0,01 TWh energiaa. Jos hevosenlantaa poltettaisiin seospolttona puupohjaisten polttoaineiden ja turpeen kanssa, niin lannan osuus olisi vain noin 0,4 % Etelä-Savon kokonaispoltosta. Tällöin ainakaan kattiloiden polttoteknologia ei tulisi rajoittamaan lannan polttomahdollisuuksia maakunnassa lähitulevaisuudessa. Etelä-Savon alueelta selvitetiin myös hevosenlannan polttoon soveltuvia polttolaitoksia, joiden kattilan polttoaineteho oli vähintään 500 kW. Selvisi, että Etelä-Savossa oli 75 laitosta, joissa hevosenlannan seospolttto voisi olla mahdollista. Pienemmän kokoluokan kattiloita on maakunnassa vähintään satoja, mutta niissä kostea hevosenlanta voi tuottaa hankaluuksia polttoprosessille ja muodostaa liikaa tuhkaa, sillä nämä kattilat ovat toimintaedellytyksiltään tarkkoja polttoaineen laadusta. Hevosenlantaa poltettaessa olisi suositeltavaa käyttää perinteisten arinakattiloiden osalta liikkuvapohjaista arinakattilaa, jossa on automaattinen tuhkan tyhjennys arinalta.

Etelä-Savossa hevosenlannalle on olemassa muitakin käyttökohteita kuin pelkkä polttaminen. Ylivoimaisesti suosituin vaihtoehto on ollut tähänkin asti lannan levitys pelloille lannoitteena. Myös hevosenlannan kompostointi voisi olla kannattavaa esim. aumakompostointina, jolloin lannasta voitaisiin tuottaa korkealaatuista multaa suhteellisen edullisesti. Lisäksi maakunnassa tulee olemaan kolme biokaasulaitosta vuonna 2017, joissa hevosenlantaa voisi hyödyntää bio-

kaasun tuotantoon. Yhden laitoksen teknologia perustuu kuivaprosessiin, joka soveltuu jo sellaisenaan hevosenlannalle. Kahden maatilakokoluokan biokaasulaitoksen teknologia perustuu puolestaan märkäprosessiin, joten hevosenlanta pitäisi kastella vedellä riittävän biokaasutuotannon aikaansaamiseksi. Kaasutus-tekniikan osalta Etelä-Savossa ei ole vielä hevosenlannan kaupallisia kaasutusmahdollisuuksia. PIPO-asetuksen tiukentaminen johtaa todennäköisesti raskaan öljynpolton käytön rajuun vähenemiseen pienillä ja keskisuurilla polttolaitoksilla ja luo siten uusia käyttömahdollisuuksia vaihtoehtoisille polttoaineille, kuten hevosenlannalle.

LÄHTEET

InnoHorse 2014. Lantahuolto. Internet-sivusto http://www.hippolis.fi/fi_innohorse/fi_manure/fi_good_practices/fi_biogas/. Luettu 3.1.2017.

Laihanen, M. & Karhunen, A. 2016. Etelä-Savon energiatase 2015 –loppuraportti. Lappeenranta teknillinen yliopisto. PDF-tiedosto. http://www.esavoennakoi.fi/useruploads/files/lut_esavo_energiatase_2015.pdf. Luettu 5.10.2016.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevosenlannan poltto helpottuu. Lehdistötiedote 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevosenlannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

Motiva Oy 2017. Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä. Internet-sivusto. <http://www.motiva.fi/>. Luettu 9.1.2017.

Rejlers 2016. PIPO-asetus kiristyy. Tiedote, 6.9.2016. <http://www.rejlers.fi/Ajankohtaista/PIPO-asetus-kiristyy/>. Luettu 24.1.2017.

Rusanen, A. 2013. Hevosenlannasta energiaa Orimattilassa. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. PDF-tiedosto. http://www.ladec.fi/filebank/2544-hevosenlannasta_energiaa_orimattilassa2013.pdf. Luettu 3.1.2017.

Saastamoinen, M. 2014. HorseManure – hevosenlannan käsittely ja hyödyntäminen ravinteiden kierrätyksen tehostamiseksi. Loppuraportti 9.12.2014. MTT ja Työtehoseura.

Soininen, H., Mäkelä, L., Äikäs, V. et al. 2010. Ympäristöasiat osana hevostallien kannattavuutta. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Tutkimuksia ja raportteja 57, 107 s. + liit. 11 s.

Suomen Hevostietokeskus ry 2016. Lannan kompostointi. Neuvonnan ja koulutuksen kehittämisyksikkö. Internet-sivusto. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=729&kieli=3>. Luettu 17.1.2017.

Suomen Hippos ry 2016. Tunnusluvut 2015. Raviurheilun ja hevoskasvatuksen keskusjärjestö. PDF-tiedosto. http://www.hippos.fi/files/14797/Tunnusluvut_2015_nettiin.pdf. Luettu 16.1.2017.

Suur-Savon Sähkö Oy 2015. Juvan kaukolämmöntuotannossa siirryttiin kotimaisiin puupelletteihin. Tiedote, 3.7.2015. <http://www.ssoy.fi/Yritys/Tiedotearkisto/Juvan-kaukolammon-tuotannossa-siirryttiin-kotimaisiin-puupelletteihin/>. Luettu 24.1.2017.

Vapo 2016. Vapo aloitti hevosen kuivikelannan koepolton Forssassa. Tiedote 26.1.2016. http://www.vapo.fi/uutishuone/ajankohtaista/2196/vapo_aloitti_hevosen_kuivikelannan_koepolton_forssassa. Luettu 16.1.2017.

PIENEN MITTAKAAVAN POLTTOKOKKEET PELLETÖIDYLLE HEVOSENLANALLE

Riikka Tanskanen & Juha-Pekka Lemponen

Hevosenslannan pienen mittakaavan polttokokeen tarkoituksena oli tuottaa tietoa hevosenslannan energiahyödyntämisestä pelletöidyssä muodossa. Pilot-koetöiminnan tavoitteena oli vertailla hevosenslannan eri kuivikkeiden poltettavuutta. Lisäksi tarkasteltiin lantamateriaalin varastoinnin, logistiikan ja polton aikana mahdollisesti syntyviä hajuhaittoja sekä keinoja niiden minimoimiseen. Koe-poltossa syntyviä savukaasupäästöjä tarkasteltiin Testo350-savukaasuanalysaattorin avulla. Polttokokeissa käytettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun LVI-laboratoriossa olevaa pellettikattilaa (Arterm Biomatic 20 kW).

Hevosenslantapellettien valmistus

Pellettipolttimessa suoritettavan polttokokeen edellytyksenä oli, että hevosenslantaa oli käytettävissä pelletöidyssä muodossa koetta varten. Hevosenslannasta valmistettuja pellettejä ei ole kaupallisesti saatavana, joten ne piti valmistaa koetta varten. Eri kuivikevaihtoehtojen vertailua varten tarkoitus oli pelletöidä kutteri-, turve- ja olkikuivikkeista koostuvat hevosenslantaerät kaikkien kolmen yleisimmin käytetyn kuivikelaadun vertailun mahdollistamiseksi. Pellettejä valmistettaessa suunnitelluista kolmesta kuivikelaadusta jouduttiin kuitenkin jättämään olkikuivike-erä pois, sillä tarvittavien lantaerien käsittely oli ennakoitua työläämpää toteuttaa. Kirjallisuudesta löydettyjen ennakkotietojen perusteella olkikuivikepohjaisen hevosenslannan voidaan olettaa olevan poltto-ominaisuksiltaan heikointa (Alakangas et al. 2016, 131).

Hevoselannan pelletointi toteutettiin ulkopuoliselta ostettuna palveluna. Suomesta löydettiin kaksi hevoselannan koe-erien pelletointiin ostopalvelutoimintana suostuvaa toimijaa, ja kilpailutuksen perusteella työhön valittiin Jaakko Lomppi Laitilasta. Pelletöinnin onnistumisen edellytyksenä oli vähintään 50 kg pelletoitävää materiaalia, jonka kosteus olisi maksimissaan 12,5 %. Lisäksi koe-erissä ei saanut olla suuria tai kovia vierasesineitä.

Pellettierien valmistamiseen tarvittavaa kutteri- ja turvekuivikepohjaista hevoselantaa saatiin kahdelta Etelä-Savossa sijaitsevalta tallilta. Kutteripohjaista hevoselantaa kerättiin yhteensä 129,7 kg ja turvepohjaista yhteensä 156,6 kg. Pelletoitäväksi tarkoitetut hevoselantajakeet kuivattiin standardin SFS-EN 14774-2 mukaisesti. Kutterikuivikepohjaisen hevoselannan kokonaiskosteus oli 51,90 % ja turvekuivikepohjaisen 65,2 % kuiva-aineesta (taulukko 1). Kuivauksen jälkeen näyte-eristä poistettiin kivet manuaalisesti, ja erät jauhettiin ennen pelletointiin toimittamista. Kaikki laboratoriovaiheet suoritettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa touko-kesäkuun 2016 aikana (kuva 1).



KUVA 1. Hevoselannan eri vaiheet pellettien valmistuksessa. Vasemmalla kuivattu kutteripohjainen hevoselanta, keskellä jauhettu kutteripohjainen hevoselanta ja oikealla kutteripohjainen hevoselantapelletti (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Hevoselannan laboratorioskäsitely mahdollisti myös hevoselannan prosessoinnin hajuhaittojen tarkastelun. Erityisesti hevoselannan kuivauksen aikana syntyviä hajuja arvioitiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa hajuraadilla, johon pyydettiin laboratoriossa kuivausajanjaksolla

työskennelleitä ja vierailleita henkilöitä mukaan. Hajuraatiin osallistui yhteensä 11 henkilöä. Tehtyjen havaintojen perusteella hevosenslannan kuivauksesta syntyi hajua, jonka häiritsevyyden koehenkilöt kokivat eri tavoin. HevosWoima-hankkeen pellettierien kuivauksen aikana syntynyt haju oli kuitenkin selvästi havaittavaa.

Pelletöintiin toimitettiin lopulta kuivattuna ja jauhettuna yhteensä noin 51 kg kutteripohjaista ja noin 52 kg turvepohjaista hevosenslantaa. Hevosenslannan pelletöinnissä käytetyn laitteiston on kehittänyt ja valmistanut Konepaja M. Pappinen Oy. HevosWoima-hankkeen näyte-erien pelletöintiä Jaakko Lompin toimesta on nähtävissä kuvassa 2.



KUVA 2. Hevosenslantapellettien valmistusta tilaustyönä Jaakko Lomilla (Laitila). Vasemmalla turvepohjainen hevosenslantapelletti ja oikealla kutteripohjainen hevosenslantapelletti (kuvat Riikka Tanskanen 2016).

Valmistetut hevosenlantapelletit eivät olleet täysin tasalaatuisia tai edustaneet kestävyydeltään parhaita laatua. Tämä johtui osittain siitä, että pelletöintiin toimitettu hevosenlantamateriaali osoittautui liian kuivaksi. Pelletöinnin onnistumiseksi hevosenlantamateriaaleihin lisättiin kosteutta. Hevosenlantapellettien poltettavuuden kannalta pellettien laadulla ei ollut suurta merkitystä, sillä polttokokeiden onnistumisen kannalta tärkeintä oli saada hevosenlantajakeet pelleteiksi, jotta niiden koepolttaminen olisi ylipäättään mahdollista. Käyttötarkoituksen vuoksi pelleteille ei tehty tarkempaa laadullista tarkastelua.

Hevosenlantapellettien ominaisuudet

Valmiiden hevosenlantapellettien ominaisuuksia tarkasteltiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa irtotiheyden, kosteuden, tuhkapitoisuuden sekä kalorimetrinen lämpöarvon osalta (taulukko 1). Tuloksia vertailtiin tavalliseen valkoiseen puupellettiin, jota käytettiin pellettipolttokokeissa seoksen toisena pellettinä hevosenlantapellettien ohessa. Taulukossa 1 esitetyt hevosenlantapellettien tehollisten lämpöarvojen lukuarvot on määritetty laskennallisesti. Valkoisen puupelletin vertailutiedot perustuvat Vapo Oy:n puupelleteille määritettyihin ominaisuuksiin. Pelletöidyn hevosenlannan (taulukko 1) irtotiheys on suurempi kuin tavallisen, valkoisen pelletin irtotiheys. Energiasisällöltään ja tuhkapitoisuudeltaan hevosenlantapelletit eivät kuitenkaan täysin vedä vertoja puupelleteille.

TAULUKKO 1. HevosWoima-hankkeen pellettipolttokokeissa käytettyjen pellettien (8 mm) ja alkuperäisen raaka-aineen ominaisuudet.

Ominaisuus	Kutteri-hevoselanta-pelletti ¹⁾	Turve-hevoselanta-pelletti ¹⁾	Vapo Oy:n puupelletti ²⁾
Irtotiheys (kg/m ³) SFS-EN 15103 ¹⁾	746 kg/m ³	758 kg/m ³	650 kg/m ³
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, pelletti Q _{net,ar} (MJ/kg)	15,97 MJ/kg	14,73 MJ/kg	≥16,9 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, pelletti Q (kWh/kg)	4,43 kWh/kg	4,09 kWh/kg	≥ 4,7 kWh/kg
Kosteus, pelletti SFS-EN 14774-3 ¹⁾ SFS-EN 14774-2 ²⁾	6,9 %	8,1 %	≤ 10 %
Tuhkapitoisuus kuiva-aineesta, pelletti (%) SFS-EN 14775	9,8 %	17,9 %	0,4 %
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, hevoselanta Q _{net,ar} (MJ/kg ja kWh/kg)	7,07 MJ/kg 1,96 kWh/kg	4,06 MJ/kg 1,13 kWh/kg	-
Kokonaiskosteus, alkuperäinen hevoselanta SFS-EN 14774-2	51,9 %	65,2 %	-

1) HevosWoima-hankkeessa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa tehdyt määrittäykset.

2) Vapon puupellettien laadulliset ominaisuudet valmistajan antamien tietojen mukaan.

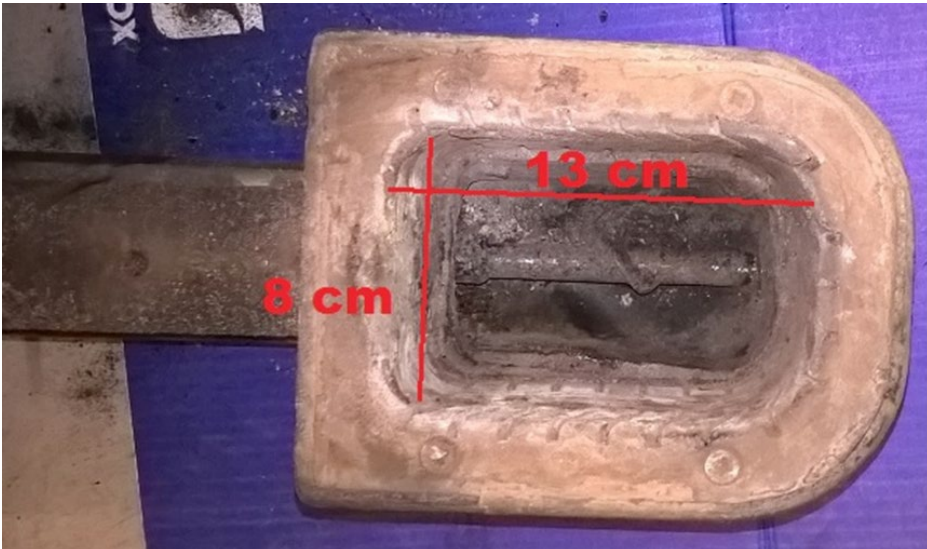
Hevoselantapellettien polttokokeen järjestelyt

Hevoselantapellettien pienpolttokokeet toteutettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun LVI-laboratorion 20 kW:n Ariterm Biomatic+ 20 pellettikattilassa kesä–heinäkuussa 2016. Varsinaisia koepolttopäiviä kertyi yhteensä 7 päivää. Koepoltoissa käytetty pellettikattila ja pellettisiilo (300 l) on esitetty kuvassa 3.

Pellettikattilaa on mahdollista ajaa jatkuvasti maksimiteholla, sillä kattilavee-teen siirtyvä lämpö johdetaan erilliseen varaajaan. Lisäksi varaaja on kytketty erilliseen lauhdutuspiiriin varaajan kapasiteetin varmistamiseksi. Pellettikattilassa varsinainen pellettien palaminen tapahtuu palopäässä, joka näkyy kuvassa 4.



KUVA 3. Hevoslantapellettien polttokokeissa käytetty Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Ariterm Biomatic+ 20 pellettikattila (oikealla) ja pellettisiilo (vasemmalla) (kuva Riikka Tanskanen 2016).



KUVA 4. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun pellettikattilan (Ariterm Biomatic+ 20) palopää, jossa pellettien palaminen tapahtuu. Kuvassa näkyvät palopään mittasuhteet sekä pellettien syöttöruuvi pohjalla (kuva Riikka Tanskanen 2016).

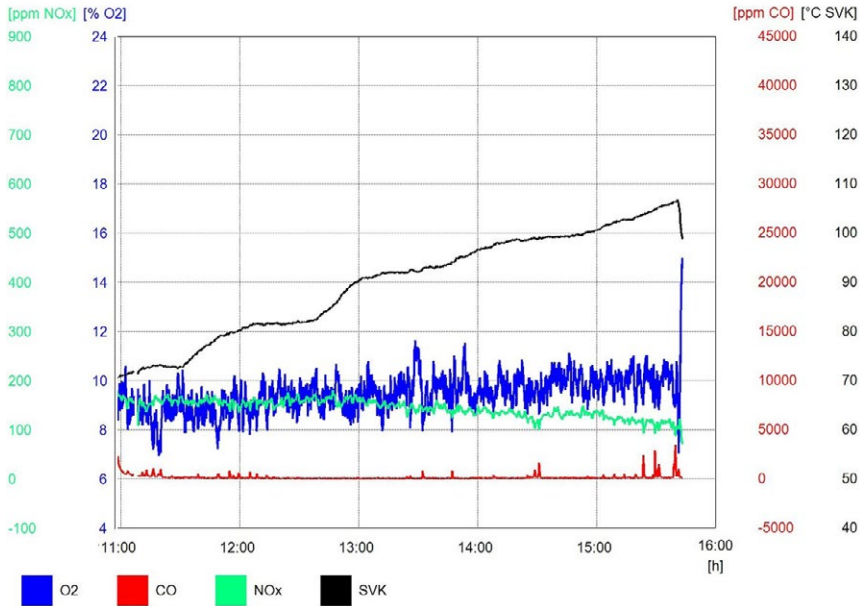
HevosWoima-hankkeen pellettipolttokokeet toteutettiin seospolttoina siten, että hevoslantapelletit sekoitettiin tavallisten valkoisten puupellettien kanssa. Tavoitteena oli polttaa koetoiminnassa hevoslantaa seososuuksilla 5–15 prosenttia. Polttoaineseosten sekoitukset tehtiin massaan perustuen. Toteutetuissa kokeissa pystyttiin koepolttamaan seokset osuuksilla 5 prosenttia ja 10 prosenttia (kuva 5). Valkoiseen puupellettiin verrattuna hevoslantapellettien väritys on turvelantapelletillä tummanruskea ja kutterilantapelletillä vihertäväsävyinen.



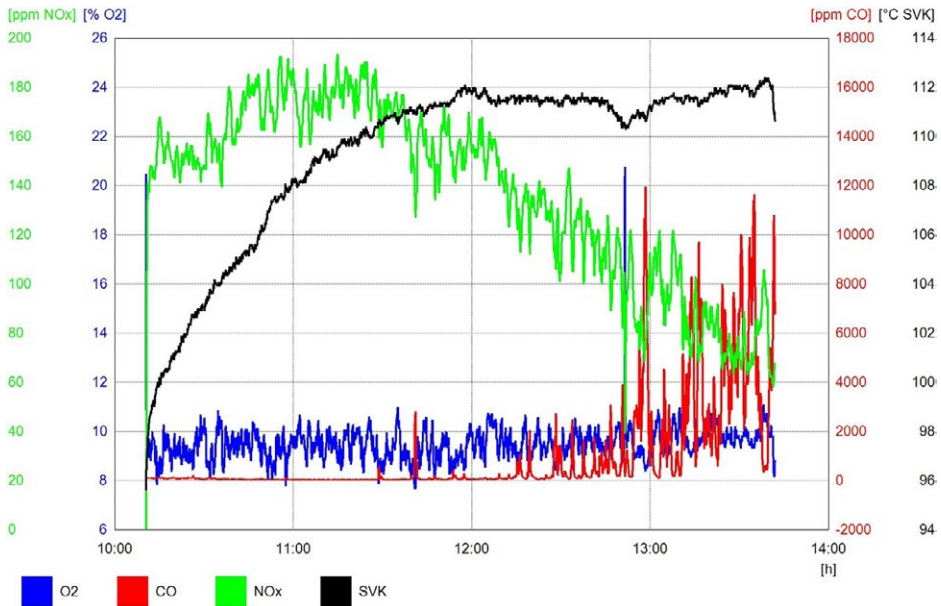
KUVA 5. Hevoslantapelletit 10 % seoksena valkoisten puupellettien kanssa pellettisiilossa. Vasemmalla turvepohjainen hevoslantapelletti ja oikealla kutteripohjainen hevoslantapelletti (kuvat Riikka Tanskanen 2016).

Hevoslantapellettien ja valkoisten puupellettien poltossa havaittiin, että palopäähän muodostunut tuhka alkoi sulaa. Tuhkan sulamisen myötä poltosta muodostuneet savukaasupäästöt muodostivat hiilimonoksidin (CO) piikkejä, jotka näkyvät selvästi Testo 350 savukaasuanalysaattorin tuloksissa (kuvat 6–11).

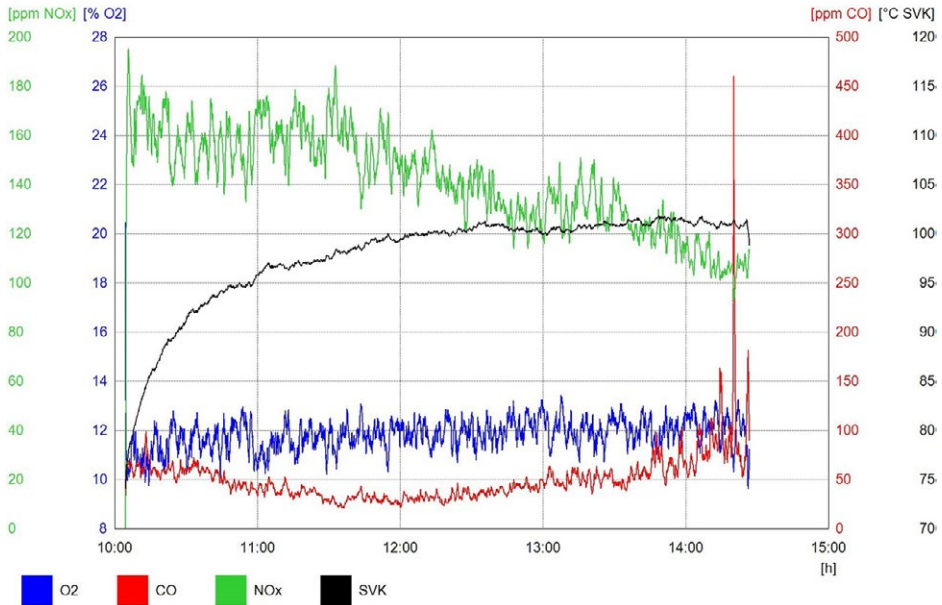
Tuhkan sulamisen voitiin havaita polttokokeiden aikana myös visuaalisesti palopään kurkistusikkunasta. Tuhkan sulaessa palopään reunan yläosassa olevien ilma-aukkojen (kuva 4) eteen muodostui tumma, palamaton alue. Polttokokeiden edetessä ajallisesti hiilimonoksidi- eli häkäpiikkien esiintyminen tiheni. Käytännössä häkäpiikit johtuivat siitä, että polttoprosessin ilmansaanti häiriintyi sulaneen tuhkan tukkiessa ilma-aukkoja.



KUVA 6. Kutteri-hevoslantapelletin (5 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysoitsijalla. Pellettipolttimen polttoainesyöttötehona 50 %.



KUVA 7. Kutteri-hevoslantapelletin (10 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysoitsijalla. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 50 %.

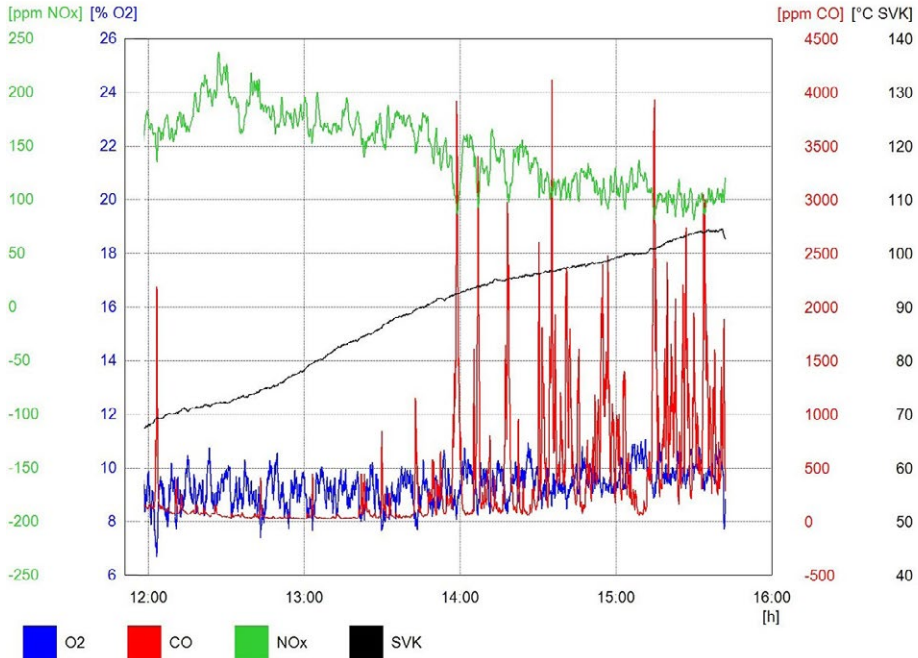


KUVA 8. Kutteri-hevosenlantapelletin (10 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalyysaattorilla. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 40 %.

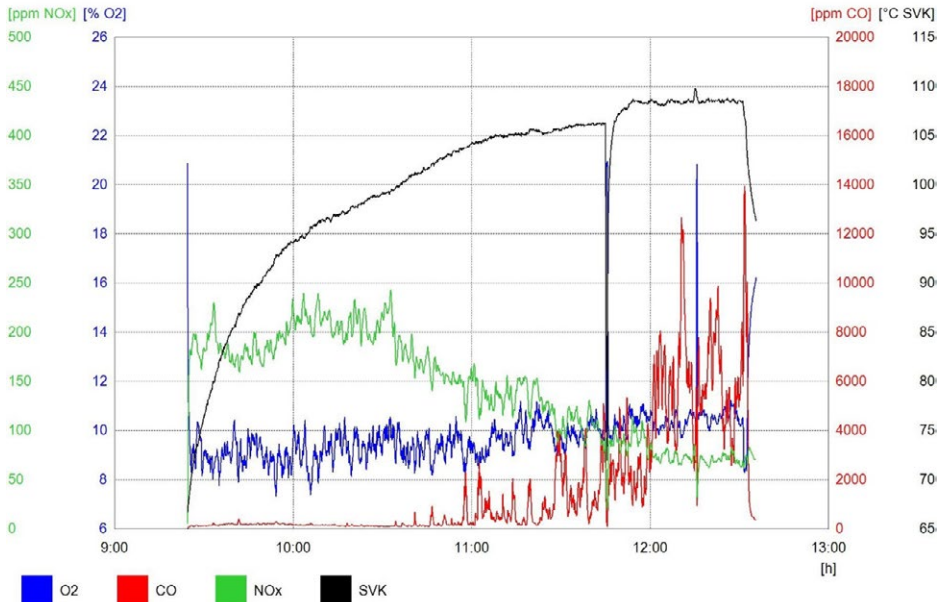
Savukaasupäästöissä havaittujen häkäpiikkien esiintyminen korostui ja prosessi nopeutui, kun hevosenlantapellettien osuutta polttoaineseoksessa nostettiin 5 prosentista 10 prosenttiin. Joissakin polttokokeissa pellettikattila alkoi jopa työntää savukaasuja ulos väärään suuntaan, eli pellettisiilon kautta ulos.

Ensimmäisten hevosenlantapellettikokeiden jälkeen pellettikattilan tuhka-astiaan oli jäänyt jonkin verran palamatonta pellettiä. Tästä syystä polttokokeissa testattiin, edesauttaisiko polttoainesyötön hidastaminen polton onnistumista. Käytetyllä pellettikattilalla normaali puupelletin polttoainesyötön asetusarvo on 50 %. Hidastetussa polttoaineen syöttötehossa nopeutta laskettiin 40 prosenttiin (kuvat 8, 11 ja 12). Savukaasuanalyysien (Testo 350) tulosten perusteella voidaan kuitenkin havaita, ettei polttoaineen syöttötehon laskemisella ollut suurta vaikutusta lopputulokseen. Syöttötehon laskeminen 40 prosenttiin ainoastaan hieman hidasti prosessia, jolloin tuhkan sulaminen ja siitä johtuvat häkäpiikit ilmenivät viiveellä aiempiin mittauksiin verrattuna.

Polttokokeet toistettiin samalla tavalla sekä kutteripohjaisilla että turvepohjaisilla hevosenlantapelleteillä. Kuvissa 9 ja 10 nähdään turvekuivikepohjaisen hevosenlantapelletin 5 prosentin ja 10 prosentin seospolttajien savukaasupäästöt 50 prosentin polttoainesyöttöteholla.

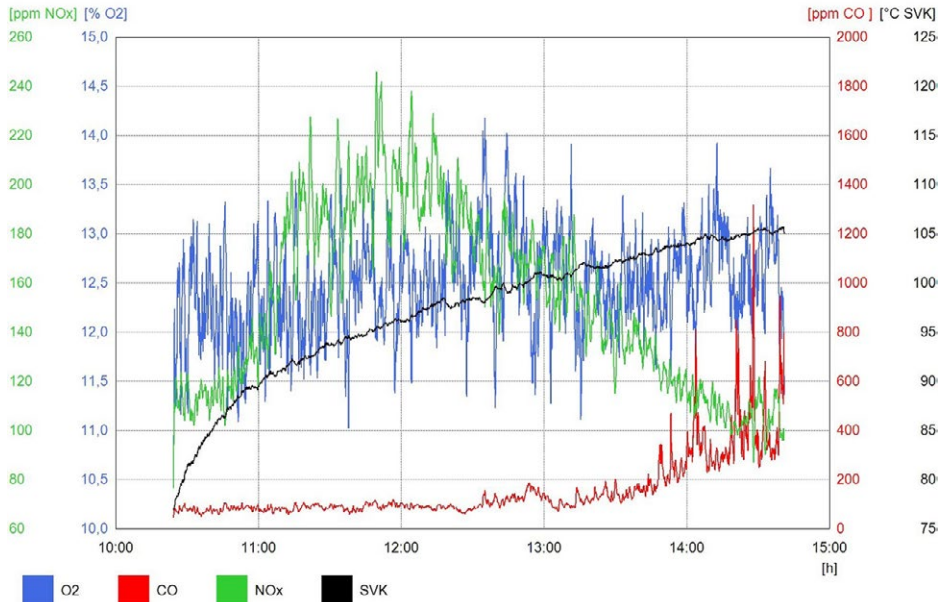


KUVA 9. Turve-hevosenslantapelletin (5 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysoitsijalla. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 50 %.

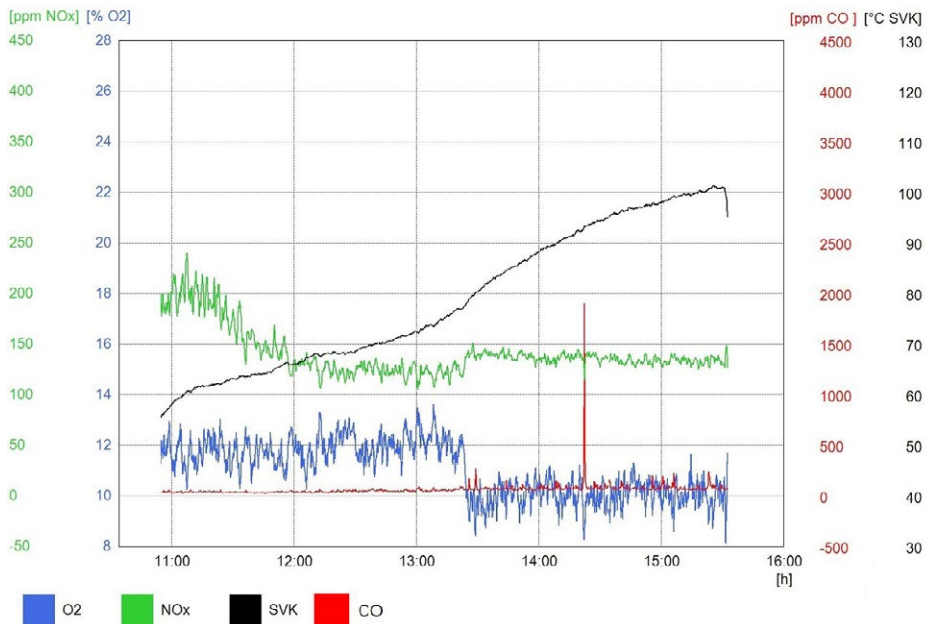


KUVA 10. Turve-hevosenslantapelletin (10 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysoitsijalla. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 50 %.

Turvepohjaisen hevosenlantapelletin 10 prosentin seospolton savukaasupäästöt 40 prosentin polttoainesyöttöteholla näkyvät kuvassa 11.



KUVA 11. Turve-hevosenlantapelletin (10 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysointilaitteella. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 40 %.



KUVA 12. Valkoisen puupelletin (100 %) polttokokeen savukaasujen mittaustulokset Testo 350 savukaasuanalysointilaitteella. Pellettikattilan polttoainesyöttötehona 40 % (klo 11.00–13.20) ja 50 % (klo 13.20–15.30).

Vertailutietona seospoltoille poltettiin myös pelkkää valkoista pellettiä ensin 40 % polttoainesyöttöteholla ja sitten 50 % polttoainesyöttöteholla. Tämän vertailutiedon savukaasupäästöt näkyvät kuvassa 12. Tuloksista nähdään selvästi polttoainesyöttötehon vaihtojankohta noin klo 13.20. Yksittäiset häikäpiikit ovat mahdollisia myös puupelletin poltossa, kuten kuvasta 12 nähdään.

Polttokokeiden aikana muodostuneet tuhkat

Pellettikattilan palopäästä polton jälkeen löytynyt sulanut tuhka on helposti havaittavissa (kuva 13). Kuvissa 6–12 esitetyissä polttokokeissa ei mitattu varsinaisen palopään lämpötilaa. Pellettien tuhkapitoisuuden analyysin hehkutusjäännöksille suoritettiin kuitenkin röntgenfluoresenssianalyysi (X-Ray Fluorescence, XRF), jolla pyrittiin selvittämään tuhkasta löytyviä yhdisteitä. XRF-analysointitoiminta perustuu röntgensäteilyyn, jonka avulla tutkittavasta materiaalista voidaan määrittää sen alkuainekoostumus hajottamatta itse materiaalia (Innov-X Systems Inc 2003). Analyysissä keskityttiin tarkastelemaan alkali- ja maa-alkalimetalleja sekä klooria ja rikkiä. Kaikista hevosenlantapellettien hehkutustuhkista löytyi erityisesti kaliumia (K). Kaliumia löytyi enemmän turvepohjaisista hevosenlantapelleteistä kuin kutteripelleteistä. Seuraavaksi suurin havaittu maa-alkalimetalli oli kalsium (Ca). Tuloksissa oli havaittavissa myös klooria (Cl), jota oli erityisesti turvepohjaisissa hevosenlantapelleteissä. Kutteripohjaisissa hevosenlantapelleteissä klooria oli noin 20 prosenttia turvepohjaisten määrästä. Lisäksi näytteitä löytyi pieniä määriä bariumia (Ba), strontiumia (Sr) ja rikkiä (S).



KUVA 13. Hevosenlantapelletin polttokokeen jälkeen pellettikattilan palopäästä poistettua sulanutta tuhkaa (kuva Riikka Tanskanen 2016).

XRF-analyysin tarkoituksena oli löytää selittäviä tekijöitä tuhkan sulamiselle. Pellettien tuhkasta löydettyjen alkuaineiden ja tuhkan sulamiskäyttäytymisen välillä saattaa olla kytkös. Hevosenantapellesteistä löydettyt alkali- ja maa-alkalimetallit kalium (K) ja kalsium (Ca) pystyvät muodostamaan rikin (S) kanssa sulfaattiseoksia, joiden ensisulamispiste on 650 °C. Sulfaattiseoksien muodostumiseen vaikuttavat kalium (K), kalsium (Ca), natrium (Na) ja magnesium (Mg). Mikäli sulfaattiseoksia esiintyy tuhkassa suuria määriä, tuhka voi sulaa ja kuonaantua. Näytteistä löydetty kloori (Cl) puolestaan pystyy muodostamaan samojen alkali- ja maa-alkalimetallien kanssa kloridiseoksia, joiden sulamispiste voi olla alimmillaan 515 °C. Tuhkan sulamisen ja kuonaantumisen lisäksi sulaneiden alkalisulfaattien ja kloridien seos on erittäin syövyttävää, joten se saattaa aiheuttaa vakavia korroosiovaurioita kattilassa. (Raiko et al. 2002, 286) Poltto-tekniikan ja erilaisten polttoaineiden yhdistämisellä voidaan kuitenkin vaikuttaa tuhkan sulamiskäyttäytymiseen (Raiko et al. 2002, 285–291).

Pellettipolttokokeiden hajuraadin tulokset

Hevosenantapellettien poltosta potentiaalisesti muodostuvien hajupäästöjen todentamiseksi muodostettiin pellettipolttokokeiden aikainen hajuraati. Hajuraatiin osallistui 13 henkilöä, joista 11 henkilöä työskenteli polttokokeiden aikana Mikkelin kampuksella tai sen välittömässä läheisyydessä, ja kaksi henkilöä asui viereisellä asuinalueella.

Hajuraatia pyydettiin tekemään havaintoja 20.6.2016–15.8.2016 välisenä aikana. Kahdeksan viikon tarkastelujakson valinnalla kesälomakaudella pyrittiin hajuraadilta saamaan havaintoja sekä varsinaisilta polttopäiviltä että niiltä päivistä, jolloin koepolttoja ei toteutettaisi.

Enemmistö hajuraadin tekemistä havainnoista osoitti, ettei vieraita hajuja havaittu Mikkelin kampuksen ympäristössä. Lannan haju havaittiin kuitenkin kolmessa erillisessä hajuraadin havainnossa. Näistä yksi oli ulkotiloissa havaittu lannan haju ensimmäisenä koepolttopäivänä. Lisäksi lannan haju havaittiin kahtena koepolttopäivänä Xamkin LVI-laboratorion sisätiloissa kahden erillisen havainnon perusteella. Sisätiloissa havaintonsa lannan hajusta tehneet henkilöt eivät kuitenkaan haistaneet lannanhajua koelaboratorion ulkopuolella tai rakennuksen ulkopuolella. Hajuraati havaitsi myös savun hajuja LVI-laboratorion rakennuksen sisätiloissa sekä LVI-laboratorion rakennuksen välittömässä läheisyydessä ulkotiloissa. Tämä ilmiö toistuu myös poltettaessa puupellettejä.

Koepolton yhteydessä tehtiin myös hajuhavainto turpeen hajusta pellettikattilan välittömässä läheisyydessä.

Yhteenvetona hevoselantapellettien koepolttojen aikaisen hajuraadin tekemien havaintojen perusteella on, ettei itse poltosta syntynyt selvästi havaittavaa lannanhajua. Lannan hajusta ulkotiloissa tehdyn hajuhavainnon osalta jäi epäselväksi, saattoiko haju olla peräisin alueella toteutetusta viherrakentamisesta. Muut lannan tuoksun haistaneet henkilöt tekivät havaintonsa polttokokeissa käytettyjen pellettien välittömässä läheisyydessä sisätiloissa. Nämä henkilöt tiesivät polttokokeissa käytettävien pellettien olevan hevoselannasta valmistettuja, mikä on saattanut vaikuttaa heidän arvioonsa hajusta. Hajuhavainnot normaalista savun hajusta sen sijaan olivat kiistattomia, sillä niistä tehtiin yhteensä 8 erillistä havaintoa.

Hevoselantapellettien ominaishajun leviämistä säilytyksen aikana pystyttäisiin helposti ehkäisemään säilyttämällä pellettejä ilmatiiviisti. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun LVI-laboratoriossa tehtyjen polttokokeiden aikana hevoselantapelletit olivat pahvipakkauksissa, joihin ne pakattiin valmistuksen yhteydessä.

Johtopäätökset

Hevoselannan pellettipolttokokeiden tarkoitus oli tuottaa tietoa hevoselannan energiahyödyntämisestä pelletöidyssä muodossa. Koetoiminnan tavoitteena oli vertailla keskenään eri hevoselannan kuivikkeiden poltettavuutta sekä tarkastella lantamateriaalin varastoinnin, logistiikan sekä polton aikana mahdollisesti syntyviä hajuhaittoja sekä keinoja niiden minimoimiseen.

HevosWoima-hankkeessa pellettikattilalla (Ariterm Biomatic+ 20, 20 kW) toteutetut hevoselantapellettien polttokokeet osoittivat, ettei perinteinen pellettikattilateknikka vaikuttaisi soveltuvalta tekniikalta hevoselannan polttoon. Hevoselantapellettien poltosta muodostuneiden savukaasupäästöjen osalta ei pystytä tekemään selviä johtopäätöksiä, sillä polttoprosessi häiriintyi tuhkan sulamisen seurauksena. Hajuraadin tulosten perusteella pelletöidyn hevoselannan poltosta ei muodostunut havaittavia hajupäästöjä normaalia savun hajua lukuun ottamatta.

Pellettipolttokokeissa poltetut hevoselantapellettien määrät olivat pieniä (5 % ja 10 % massaosuuksina), mutta poltossa muodostuneet tuhkat sulivat silti.

Polttokokeissa ei valitettavasti mitattu polttoprosessin palopään lämpötilaa, jonka avulla olisi voitu mahdollisesti saada lisätietoa tuhkan sulamislämpötiloista. Pellettien tutkittujen ominaisuuksien perusteella niiden hehkutusjäännöksistä (550 °C) löydettiin erityisesti kaliumia ja kalsiumia. Saatujen tulosten perusteella HevosWoima-hankkeessa toteutetut pienen mittakaavan polttokokeet tulisi uusien toisenlaista polttotekniikkaa käyttäen. Soveltuva tekniikka saattaisi olla liikkuvalla arinalla varustettu pellettikattila, jossa tuhkan sulaminen ei välttämättä muodostaisi ongelmaa.

Hevosenslantapellettien valmistaminen onnistui HevosWoima-hankkeen tavoitteiden kannalta hyvin. Mikäli hevosenslantaa halutaan pelletöidä suuremmassa mittakaavassa, tulee valmistusprosessissa kiinnittää huomiota erityisesti lannan kuivaukseen sekä pelletöinnin kannalta optimaalisen kosteuspuhtisuuden löytämiseen. Lisäksi hevosenslannan pelletöinnin valmistusprosessia tulisi optimoida laadullisesti paremman pelletin valmistamiseksi. Tämä tarkoittaisi paitsi koneiston mekaanista säätöä, myös materiaalin lähtökoostumuksen tarkempaa optimointia.

Hevosenslantapellettien säilytyksessä ja varastoinnissa tulisi kiinnittää huomiota pellettien mahdolliseen ominaishajuun. Hajuja voidaan tältä osin ennaltaehkäistä helposti säilyttämällä pellettejä ilmatiiviissä tilassa tai vaihtoehtoisesti sellaisessa paikassa, että niiden hajuista ei muodostu ulkopuolisille haittaa.

HevosWoima-hankkeen haastattelussa 2016 suurin osa hevosityrittäjistä ilmoitti olevansa kiinnostunut muuttamaan nykyistä lämmitysjärjestelmänsä, mikäli hevosenslannan polttaminen tulisi mahdolliseksi lainsäädännön muutoksen nojalla. Mahdolliseen investointipäätökseen vaikuttaisi myös se, olisiko olemassa olevan lämmitysjärjestelmän muuntaminen teknisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa.

Tammikuussa 2017 ilmoitetun tulevan asetusmuutoksen myötä hevosenslannan energiahyödyntäminen tulee mahdolliseksi polttoehdot täyttäen myös hevosityrityksille. Hevosenslannan hyötykäyttöä suunnitteleville hevosityrittäjille tulisi tuottaa tietoa mahdollisten investointipäätösten tueksi. Hevosityrittäjien on tärkeää tietää minkälaisilla teknisillä ratkaisuilla hevosenslantaa olisi mahdollista toimivasti polttaa. Tämän esiselvityshankkeen tulosten perusteella perinteistä pellettikattilatekniikkaa ei sellaisenaan voida pitää hevosenslannan polttamiseen soveltuvana.

LÄHTEET

Innov-X Systems Inc 2003. Instruction Manual for Innov-X Systems Alpha Series X-Ray Fluorescence Spectrometers. Käyttöopas XRF-laitteistolle.

Raiko Risto, Saastamoinen Jaakko, Hupa Mikko ja Kurki-Suonio Ilmari (toim.) 2002. Poltto ja palaminen. 2. painos. International Flame Research Foundation. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2002. ISBN 951-666-604-3.

SFS-EN 14774-2. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: Kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14774-3. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 3: Kokonaiskosteus. Yleisen analyysinäytteen kosteus. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14775. Kiinteät biopolttoaineet. Tuhkapitoisuuden määrittäminen. 2010. 1. painos.

SFS-EN 14778. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto. 2011. 1. painos.

SFS-EN 14780. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely. 2011. 1. painos.

SFS-EN 15103. Kiinteät biopolttoaineet. Irtotiheyden määrittäminen. 2010. 1. painos.

Vapo Oy. 2016. Vapon puupelletti – ominaisuudet ja laatuvaatimukset [päivitetty 7.9.2012]. Luettu 30.9.2016. Saatavilla: http://www.vapo.fi/filebank/1268-Vapon_puupelletti_-_Ominaisuudet_ja_laatuvaatimukset.pdf.

PILOT-MITTAKAAVAN KOEOLTOT HEVOSENLANNALLE ENERGIANTUOTANTOLAITOKSESSA

Riikka Tanskanen & Juha-Pekka Lemponen & Heikki Tirkkonen & Harri Karhu

HevosWoima-hankkeessa toteutettiin syksyllä 2016 pilot-mittakaavan koepoltto hevosenslanta-jyrsinturve-seokselle Suur-Savon Sähkö Oy:n energiantuotantolaitoksessa Juvalla (kuva 1). Koetoiminnan aikana tarkasteltiin hevosenslannan käyttäytymistä seospolton polttoaineena leijupetikattilassa sekä seurattiin polttoprosessissa muodostuvien savukaasujen ja lentotuhkan laatua. Koepolton aikana tarkasteltiin myös mahdollisia polttoprosessin, varastoinnin ja logistiikan aikaisia hajuhaittoja. Pilot-polttokoe ja siihen liittyvä koetoiminta kesti neljä vuorokautta. Koetoiminnan aikana hevosenslannan osuus polttoaineseoksesta vaihteli 10–20 tilavuusprosentin välillä.



KUVA 1. Hevosenslannan koepoltto käynnissä Suur-Savon Sähkö Oy:n energiantuotantolaitoksella Juvalla (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Hevoselannan koepolton järjestelyt

Koetoiminta haluttiin ajoittaa energiantuotantolaitoksen kannalta optimaaliseen aikaan. Loppusyksyn lähellä 0 °C:een lämpötilaa vallitseva sää tarjosi otolliset olosuhteet koetoiminnalle. Liian alhaisilla kapasiteeteilla jaettu koe olisi saattanut vääristää erityisesti päästömittauksen tuloksia. Realistisen ja edustavan koetuloksen saaminen oli kaikkien koetoimintaan osallistuneiden osapuolien etujen mukaista. Koetoiminnan aikana toteutunut energiantuotantolaitoksen teho oli noin 50 % maksimista.

Kokeessa käytetty hevosenlanta saatiin Juvalla sijaitsevan tallin avolantalasta. Kyseinen talli käyttää kuivikkeena kutteria. Koetoiminnan aikana kutteripohjainen hevosenlanta (kuva 2) sekoitettiin tilavuussuhteina jyrshinturpeeseen, jota energiantuotantolaitoksella käytetään polttoaineena. Koepoltossa käytetyt polttoaine-erät sekoitettiin normaalin polttoaineen sekaan, jolloin tilavuussuhteita pystyttiin vaihtamaan koetoiminnan aikana eri sekoitussuhteiden testaamiseksi.



KUVA 2. Juvan hevosenlannan koepoltossa käytetty hevosenlanta (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Koetoiminnassa poltettiin hevosenlantaa tilavuusosuuksilla 10 %, 15 % ja 20 % noin yhden päivän ajan kutakin. Lisäksi koetoiminnan alussa tehtiin vertailutasomittaukset normaalista polttoprosessista. Polton aikana mitattiin syntyviä savukaasuja ja hiukkaspitoisuuksia sekä otettiin laboratorionäytteet pohjatuhkasta ja lentotuhkasta. Lisäksi käytettyjen polttoaineiden koostumus analysoitiin erikseen. Näytteenotto tapahtui SFS-EN 14778 standardin vaatimusten mukaisesti.

Koetoiminnan aikana otetut näytteet analysoitiin pääasiassa ulkopuolisessa akkreditoidussa laboratoriossa. Polttoaineiden irtotiheydet (SFS-EN 15103 standardia soveltaen) ja palakokojakauma (SFS-EN 15149-2 standardia soveltaen) määritettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun toimesta. Koetoiminnassa syntyneelle lentotuhkalle teetettiin kaksivaiheinen ravistelutesti kaatopaikkakelpoisuuden toteamiseksi (VNa 202/2006 asetuksen raja-arvojen mukaiset määritykset). Koetoiminnan aikana syntyneitä savukaasupäästöjä mitattiin Testo 350 savukaasuanalysaattorilla ja hiukkaspitoisuuksia Dr Födisch hiukkasmaalausanalysaattorilla.

Tutkimus- ja analyysitiedot polttoaineista

Koetoiminnassa käytettyjen polttoaineiden keskeisimmistä analyysituloksista (taulukko 1) voidaan nähdä, että käytetty hevosenlanta oli verrattain kosteaa. Hevosenlannan kokonaiskosteuteen vaikutti suuresti koetoimintaa edeltänyt saateinen ajanjakso paikkakunnalla. Koetoiminnassa käytetyt polttoaineet eivät olleet kokonaiskosteutensa vuoksi optimaalisia polttoaineita, mutta toimivat silti polttokokeessa. Korkea kokonaiskosteus vaikutti kuitenkin polttoaineiden energiatihyteen. Koetoiminnassa käytetyssä hevosenlannassa (0,47 MWh/i-m³) oli lähes puolet käytetyn jyrshinturpeen energiatihydestä (1,13 MWh/i-m³). Jyrshinturpeelle analyysien perusteella määritetty energiatiheys oli kosteudesta huolimatta hieman tilastollista keskiarvoa (0,90 MWh/i-m³) parempi. (Alakangas 2000, 9.)

TAULUKKO 1. Koetoiminnassa käytettyjen polttoaineiden laadullisia ominaisuuksia. (Irtotiheyden määritykset Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu; muut analyysit ALS Finland Oy)

Ulkopuolisen laboratorion analyysitulokset	Hevosenlanta	Jyrshinturpe
Irtotiheys*	334 kg/m ³	380 kg/m ³
Kokonaiskosteus	62,8 %	47,5 %
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa	4,88 MJ/kg 0,47 MWh/i-m ³ *	10,1 MJ/kg 1,13 MWh/i-m ³ *
Tuhkapitoisuus % (550 °C, kuiva-aineessa)	11,2 %	7,45 %

Koetoiminnassa käytetyt polttoaineet sekä niiden sekoitukset polttoaine-erinä on esitetty kuvassa 3. Kokonaisuudessaan koetoiminnassa poltettiin noin 60 m³ (20 tonnia) hevosenlantaa.



KUVA 3. Juvan lämpökeskuksella 31.10.2016–3.11.2016 käytetyt polttoaineet. Vasemmalta: puhdas jyrshinturpe, puhdas hevosenlanta, 10 % hevosenlantaseos, 15 % hevosenlantaseos ja 20 % hevosenlantaseos. (kuvat Riikka Tanskanen 2016).

Mittaustulokset savukaasu- ja hiukkaspäästöjen osalta

Savukaasu- ja hiukkasmittauksia tehtiin energiantuotantolaitoksen sähkösuodattimien jälkeisestä vaakasuorasta savukaasukanavasta. Mittausten toteutusta on nähtävissä kuvassa 4.



KUVA 4. Savukaasu- ja hiukkasmittauksen toteutusta Juvalla (kuva Riikka Tanskanen 2016).

Savukaasu- ja hiukkasmittausten keskiarvoihin perustuvat mittaustulokset on esitetty kootusti taulukoissa 2 ja 3. Tärkein taulukoista näkyvä havainto taulukoiden 2 ja 3 tuloksista on, ettei hevosenlanta-jyrsinturveseosten ja pelkän jyrsinturpeella tapahtuvan polttoprosessin aikana syntyneiden savukaasujen ja hiukkapitoisuuksien tuloksissa ei ole suuria eroja. Mittauksien kokonaispävarmuuden arvioidaan olevan savukaasupäästöissä $\pm 20\%$ ja hiukkaspäästöissä $\pm 30\%$. Mittausepävarmuuteen luetaan mukaan näytteenoton virheet, analysaattorien epätarkkuus, savukaasujen kosteuden määrittämisen epävarmuus sekä polttoaineen kosteudesta johtuvan kertoimen k määrittämisen epävarmuus.

TAULUKKO 2. Koetoinnasta syntyneiden savukaasumittausten tulokset Testo350-savukaasuanalysointilaitteella mitattuna. Vertailutietona normaalin polttoprosessin vastaava tulos pelkällä jyrsinturpeella. Tulosten kokonaispävarmuuden savukaasumittaustuloksissa arvioidaan olevan $\pm 20\%$.

	Ma 31.10.	Ti 1.11.	Ke 2.11.	To 3.11.
Polttoaine	Jyrsinturve	Jyrsinturve +lanta 10 %	Jyrsinturve +lanta 15 %	Jyrsinturve +lanta 20 %
Kattilan teho (MW)	4,88	5,06	5,60	5,80
O ₂ (%)	6,68	6,50	6,54	6,50
CO (mg/MJ)	53,4	55,03	91,88	81,16
NO _x (mg/MJ)	131,93	147,65	122,62	110,11
SO ₂ (mg/MJ)	129,32	108,29	104,02	99,67

Hiukkipitoisuuksien mittaustulokset olivat hyvin tasaisia kaikkina mittauspäivinä. Hiukkipitoisuuksien tuloksia taulukosta 3 tarkasteltaessa tulee huomata, että mittausaika ja imetty näytesavukaasumäärä vaihtelevat eri näytteissä savukaasuvirtauksen mukaan. Dr. Födisch hiukkipitoisuusanalysointilaitteella määrittää näytteenottoon käytettävän suutinpään savukaasuvirtauksen perusteella, jotta kaikki näytteet olisivat vertailukelpoisia keskenään savukaasuvirtauksen nopeuden vaihtelusta huolimatta.

TAULUKKO 3. Koetoiminnasta syntyneiden hiukkaspäästöjen vertailu normaaliin jyrshinturpeen polttoon. Tulosten kokonaispäästöiksi hiukkasmittaustuloksissa arvioidaan ±30 %.

	Ma 31.10.	Ti 1.11.	Ke 2.11.	To 3.11.
Polttoaine	Jyrshinturve	Jyrshinturve +lanta 10 %	Jyrshinturve +lanta 15 %	Jyrshinturve +lanta 20 %
Kattilan teho (MW)	4,88	5,06	5,60	5,80
Savukaasuvirtaus (m ³ n/s)	2,58	2,79	3,25	3,45
Mittausaika (min)	80	120	120	120
Imetty näytesavu-kaasumäärä (m ³)	2,14	3,46	4,00	2,88
Hiukkaset (mg/MJ)	5,32	4,80	5,34	4,92

Savukaasupäästöjen jäännöshapen pitoisuus savukaasuissa oli kaikkina mittauspäivinä tasaista, eikä havaittavaa vaihtelua juurikaan ollut. Sama tulosten tulkinta pätee myös häkäpäästöihin, joissa ei havaittu mainittavaa eroa koejakson ja normaalin polttoprosessin välillä. Rikkidioksidin osalta voidaan havaita lievää päästöpitouksien laskua, joka saattaa johtua jyrshinturpeen luontaisesti sisältämästä rikistä. Jyrshinturpeen osuuden laskiessa myös rikkidioksidin määrä savukaasuissa laskee. Hevosenselannan osuuden kasvaessa myös typen oksidien (NO_x) päästöt laskevat.

Tutkimustulokset koetoiminnan pohja- ja lentotuhkanäytteistä

Koetoiminnassa otettiin edustavat näytteet (SFS-EN 14778 standardin mukaisesti) sekä puhtaan jyrshinturpeen polton että hevosenselanta-jyrshinturveseoksilla toteutetun koepolton tuhista. Tuhkanäytteet otettiin leijupetikattilan pohjatuhkasta sekä sähkösuodattimien jälkeen kerätystä lentotuhkasta. Näytteet analysoitiin ulkopuolisessa akkreditoidussa laboratoriossa.

Taulukossa 4 on esitetty tuhkien hyötykäytölle asettuja raja-arvoja maanrakentamisen (VN 591/2006) sekä Eviran asettamien enimmäispitoisuuksien osalta (Evira 2016). Koetoiminnassa syntynyt pohjatuhka ja lentotuhka jäivät molemmat analyysitulostensa perusteella taulukossa 4 esitettyjen raja- ja enim-

mäispitoisuusrajojen alle. Näin ollen koetoiminnassa syntyneiden tuhkien hyötykäytölle ei olisi esteitä.

TAULUKKO 4. Koetoiminnan pohjatuhkanäytteiden hyötykäyttömahdollisuudet analyysitulosten perusteella. Raja-arvot (VNa 591/2006) sekä Eviran haitallisten metallien enimmäispitoisuudet metsätuhkan ja muun käytön osalta (Evira 2016). *Muu käyttö: Pelto- ja puutarhatalous, viherrakentaminen sekä maisemointi.

Analysoitu raskasmetalli (mg/kg kuiva-ainetta)	Maan-rakentamiselle asetetut raja-arvot VNa 591/2006	Haitallisten metallien enimmäis-pitoisuudet muu käyttö* Evira 2016	Haitallisten metallien enimmäispitoisuudet metsätuhkassa Evira 2016
Arseeni (As)	50	25	40
Barium (Ba)	3 000		
Kadmium (Cd)	15	2,5	25
Kromi (Cr)	400	300	300
Kupari (Cu)	400	600	700
Elohopea (Hg)		1,0	1,0
Lyijy (Pb)	300	100	150
Molybdeeni (Mo)	50		
Nikkeli (Ni)		100	150
Vanadiini (V)	400		
Sinkki (Zn)	2 000	1 500	4 500

Hevosennälän koepoltosta syntyneelle lentotuhkalle teetettiin myös kaksivaiheinen ravistelutesti (SFS-EN 12457-3) kaatopaikkakelpoisuuden määrittämiseksi. Analyysi tehtiin sähkösuodattimien tuhkaneräyskontista otetusta näytteestä. Kaksivaiheisen ravistelutestin analyysitulokset osoittavat, että hevosennälän koepoltosta syntynyt lentotuhka luokitellaan tavanomaisen jätteen kaatopaikalle kuuluvaksi jätteeksi (VNa 202/2006).

Aistinvaraiset havainnot hajupäästöihin liittyen

HevosWoima-hankkeen koetoiminnan aikana energialaitoksella työskenteli yhteensä 11 henkilöä. Yksikään alueella työskennelleistä henkilöistä ei havainnut hajumuutoksia alueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Toimijoiden tietoon

ei myöskään tullut havaintoja ulkopuolisten tekemistä hajuhavainnoista. Hevosennannan poltosta tai lyhytaikaisesta varastoinnista seospolttoaineena ei havaittu syntyvän hajua.

Johtopäätökset Juvan lämpökeskuksen koetoiminnasta

Suur-Savon Sähkö Oy:n energiantuotantolaitoksella Juvalla toteutetut koepolttokokeet hevosennannalla onnistuivat kokonaisuudessaan hyvin. Polttoprosessi toimi polttoaineseoksilla hyvin, eikä prosessissa havaittu koetoiminnan aikana viitteitä ongelmista tai polttoaineseosten sopimattomuudesta prosessiin. Lyhyt polttokoe onnistui, mutta jatkuvatoiminen hevosennannan poltto tulisi vielä testata erikseen pidempiaikaisella koepolttojaksolla. Näin pystyttäisiin havaitsemaan myös mahdollinen kattilaan kohdistuva rasitus.

Koetoiminnassa syntyneiden tuhkien (leijupetikattilan pohjatuhka ja lentotuhka) perusteella hevosennannan polttaminen ei eroa suuresti normaalista nykyisestä polttoprosessista energiantuotantolaitoksella. Hevosennannan koepoltosta syntyneitä tuhkia voitaisiin analyysitulosten perusteella hyödyntää maanrakennusaineena (VNa 591/2006) tai lannoitteina (Eviran haitallisten metallien enimmäispitoisuudet; lannoitevalmisteasetus 11/12). Kaksivaiheisen ravistelutestin tulosten perusteella koepoltton aikana muodostunut lentotuhka oli kaatopaikkakelpoisuudeltaan tavanomaista jätettä (VNa 202/2008). Huomioitavaa on, että Etelä-Savon alueella on ainoastaan tavanomaiselle jätteelle luokiteltuja kaatopaikkoja.

Koetoiminnassa toteutettujen savukaasu- ja hiukkasmittausten perusteella hevosennanta soveltuu poltettavaksi Juvalla Suur-Savon Sähkö Oy:n energiantuotantolaitoksella koetoiminnassa testatuilla 10–20 %:n tilavuusosuuksilla. Hevosennannan sekoittaminen jyrshinturpeeseen jopa vähensi savukaasuina syntyvää rikkidioksidia ja typen oksideja. Savukaasumittausten muiden tulosten osalta hevosennannan poltosta muodostuvat savukaasut ja hiukkaspäästöt eivät juurikaan eroa puhtaan jyrshinturpeen polton vastaavista.

Hevosennannan poltosta ei koetoiminnan aikaisen hajuraadin perustella syntynyt hajupäästöjä. Hajuraati ei havainnut, että hevosennannan polttamisesta olisi syntynyt poikkeavaa hajua normaaliin jyrshinturpeen polttoon verrattuna. Hevosennannan hajua ei myöskään havaittu polttoainesilojen läheisyydessä tai Juvan

lämpökeskuksen alueella koetoiminnan aikana. Koepolton suorittajien tietoon ei myöskään tullut ulkopuolisten tahojen tekemiä valituksia tai hajuhavaintoja.

Suur-Savon Sähkö Oy:n ja HevosWoima-hankkeen toteuttaman hevosenlannan koepolton tulosten perusteella hevosenlanta soveltuu bioenergian lähteeksi ja poltettavaksi seoksena koepaikkana toimineella energiantuotantolaitoksella. Arvio perustuu koetoiminnan aikana tehtyihin havaintoihin ja näytteenottoihin.

Maa- ja metsätalousministeriön 18.1.2017 julkaiseman tiedotteen perusteella hevosenlannan polttaminen mahdollistuu lähitulevaisuudessa lainsäädännön muutoksen myötä (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Hevosenlannan poltolle on säädetty tarkat vaatimukset, jotka useiden nykyisten energiantuotantolaitosten osalta saattavat vaatia joitakin lisäinvestointeja. HevosWoima-hankkeen selvityksen osalta voidaan kuitenkin sanoa, että koepoltettuun seokseen tarvittavaa hevosenlantaa olisi lähialueella saatavilla.

LÄHTEET

- Alakangas, Eija. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT. s. 9. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/t2045.pdf>. Luettu 1.4.2016.
- ALS Finland Oy 2016. HevosWoima-hankkeen energiantuotantolaitoksen näyteanalyysit 2016.
- Evira 2016. Tuhkan käyttö lannoitteena. Verkkojulkaisu. <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/tuhkan-kaytto-lannoitteena/>. Päivitetty 23.8.2016. Luettu 20.11.2016.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevosennälän poltto helpottuu. Verkkotiedote. Julkaistu 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevosennälän-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.
- SFS-EN 12457-3. Kaksivaiheinen ravistelutesti.
- SFS-EN 14774-2. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä.
- SFS-EN 14778. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto.
- SFS-EN 14780. Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely.
- SFS-EN 15103. Kiinteät biopolttoaineet. Irtotiheyden määrittäminen (mukaillen)
- SFS-EN 15149-2. Kiinteät biopolttoaineet. Palakokojakauman määrittäminen. Osa 2. Täryseulamenetelmä (värähtelevä) käyttäen 3,15 mm ja sen alle meneviä seulan aukkoja. (Mukaillen)
- Valtioneuvoston asetus 591/2006 Liite 1. Maanrakentamiselle asetetut raja-arvot.

HEVOSENLANTA ENERGIANTUOTANNON POLTTOAINEENA

Jarno Föhr & Riikka Tanskanen & Tapio Ranta

Suomessa on keskusteltu paljon hevosenlannan polttamisesta, polton rajoituksista sekä lainsäädännön muutostarpeesta. Perimmäisenä ongelmana on ollut lannan luokitus jätteeksi. Tämän luokituksen seurauksena etenkin pienemmille polttolaitoksille asetetut vaatimukset savukaasujen puhdistuksen ja seurannan suhteen olivat liian kovat, eikä niitä ole voitu realistisesti toteuttaa. Tämän seurauksena hevosenlantaa on ollut mahdollista polttaa vain suurissa jätteenpolttolaitoksissa, joissa on ollut päästöjä jatkuvasti seuraava laitteisto. Kyseisiä laitoksia on Suomessa vain alle kymmenen. Savukaasulaitteiston hinta on ollut niin korkea (noin 140 000–160 000 €), ettei se ole ollut hevosityrittäjille toteutettavissa (InnoHorse 2014). Lannan polttaminen lain edellytysten mukaisesti on siis ollut Euroopan unionissa sallittua, mutta erittäin kallista. Kaikesta huolimatta isoilla hevoskeskittymillä ja hevosstalleilla on ollut koko ajan kiinnostusta hevosenlannan polttoon.

HevosWoima-hankkeen avulla pyrittiin vastamaan vuoden 2015 hallitusohjelman tavoitteeseen, jossa hevosenlannan käyttö tulitaisiin sallimaan energiantuotannossa bioenergianalähteenä. Tavoitteeseen päästiin, sillä Maa- ja metsätalousministeriön mukaan EU-asetuksen muutoksen myötä tuotantoeläinten lannanpoltto sallitaan jatkossa ilman jätteenpolttolupaa (Maa- ja metsätalousministeriö 2017). Lisäksi hankkeella pyrittiin vastaamaan Etelä-Savon maakuntaohjelman tavoitteeseen kasvattaa maakuntayritysten tuottavuutta. Kehitettäessä hevosityrittäjien palvelutoimintaa hevosenlannan tuotteistamisella voidaan parantaa paikallisten toimijoiden tuottavuutta ja samalla edistää ympä-

ristö- ja energiatehokkuutta. Hevosyrittäjyydellä on pitkät perinteet sekä Ete- lä-Savossa että koko Suomessa. Hevosyrittäjyys antaa työtä sekä toimeentuloa alan osaajille ja yrittäjille sekä monille alaan liittyville sivutoimijoille.

Hevosen kuivikelanta materiaalina

Hevosyrittäjien keskuudessa hevosenlanta on pidetty tähän asti lähinnä ongel- mana, ja sen käsittelystä on koitunut vain kustannuksia. Uuden EU-asetuksen myötä hevosenlanta on mahdollista myös polttaa siihen soveltuviissa polttolai- toksissa, jolloin siitä voitaisiin saada jopa tuottoa. Hevosenlanta on käyttökel- poista polttoainetta polttolaitoksille, ja siitä voidaan tuottaa muutenkin energiaa, esim. biokaasua. Perusominaisuuksiltaan hevosenlanta on hieman kostempaa ja epäpuhtaampaa verrattuna muihin kiinteän biomassan polttoaineisiin.

Hevosen ruokavalio koostuu pääasiassa heinästä ja kaurasta. Lisäksi ruokavalio sisältää jonkin verran teollisesti tuotettuja valmisrehuja, kivennäisaineita sekä vi- tamiineja (Säikkö 2012). Hevosenlanta ei kuitenkaan koostu pelkästä ulosteesta ja virtsasta, sillä normaalisti lanta sisältää myös käytettävän kuivikkeen. Tila- vuudellisesti suurin osa hevosenlannasta onkin hevostallilla käytettyä kuiviketta. Parempi nimitys hevosenlannalle olisikin kuivikelanta. Yleisimpiä hevostalleilla käytettäviä kuivikkeita ovat puun kutteri-/sahanpuru, jyrshinturve ja olki. Myös niistä valmistettujen kuivikepellettien suosio on kasvanut. Kuivikepellettejä on valmistettu myös monista muista materiaaleista kuten esim. ruokohelvestä ja hampusta. Taulukossa 1 on esitetty Suomessa hevostalleilla käytettävien kuivik- keiden käyttöosuudet. Kyselyn olivat suorittaneet yhteistyössä Luonnonvarakes- kus Luke ja Suomen ympäristökeskus SYKE (Luostarinen et al. 2016).

TAULUKKO 1. Kuivikkeiden käyttöosuudet hevostalleilla (Luostarinen et al. 2016 mukailten).

Kuivike	Osuus tallien käytöstä (%)
Turve	42
Puupohjaiset	36
Olki	13
Seokset	3,9
Olkipelletti	3,6
Muut	1,2

Hevoselannan polttoaineominaisuudet

Kuivikelannalla on hyviä poltto-ominaisuuksia energiantuotannossa, mutta se sisältää myös runsaasti epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet näkyvät yleensä suurena tuhkapitoisuutena polttoprosessissa, ja hevoselannan tuhkapitoisuus voi olla jopa yli 10 %. Lisäksi hevoselanta on erittäin kosteaa. Kuivikelannan kosteuspitoisuus on tuoreena jopa 60–70 %. Jos kuiviketta käytetään reilusti, kosteuspitoisuus voi olla alimmillaan noin 50 %. Lisäksi kosteuspitoisuuden vaikuttavat lannan varastointiaika ja -tapa ennen sen energiakäyttöä. Käytännössä polttoaineen kosteuspitoisuuden tulisi olla energiaa tuottaessa noin 30–50 %, jolloin vaihtoehtona olisi kuivikelannan rinnakkaispoltto jonkin muun kuivemman kiinteän polttoaineen kanssa (Luostarinen 2016). Rinnakkaispolton ansiosta hankaliakin polttoaineita voidaan polttaa kohtuullisen helposti ilman teknisiä ongelmia.

Polttoaineen kosteuspitoisuus vaikuttaa suuresti sen teholliseen lämpöarvoon eli siitä saatavan energian määrään. Energiämäärä vaihtelee myös käytettävän kuivikelajin mukaan. Saksalaisen tutkimuksen mukaan yhden hevosen päivässä tuottama lanta kuivikkeen kanssa vastaa energiämäärältään noin 30 kWh:a eli noin kolmea litraa polttoöljynä (Järnefelt 2009). Laskennallisesti keskimäärin neljän tai viiden hevosen kuivikelannalla voisi lämmittää omakotitalon ympärivuotisesti. Näin Suomessa voitaisiin lämmittää kaikkien hevosten tuottamalla lannalla yli 15 000 omakotitaloa. Kuivikelantaa polttamalla voisivat kunnista esimerkiksi Orimattila ja Ypäjä olla energiaomavaraisia lannan suhteen. (Bioenergianeuvoja 2016)

Hevoselannan esikäsitely energiantuotannon tehostamiseksi

Kuivikelantaa voidaan esikäsitellä ennen sen polttoa, jolloin pystytään parantamaan sen ominaisuuksia polttoprosessia varten. Kuivikelantaa on normaalisti erittäin kosteaa, ja paras tapa sen poltto-ominaisuuksien parantamiseksi on kuivata sitä ennen polttamista. Tällöin kuivikelannasta saadaan parempi energiantuotto ja siitä tulee tasalaatuisempaa, jolloin sitä voidaan myös polttaa polttoprosessiltaan vaativammassa polttoainekattiloissa. Vettä on tunnetusti vaikea polttaa. Kuivikelannan kosteuspitoisuudella ei ole kuitenkaan merkitystä, jos sitä toimitetaan esim. biokaasutuotannon raaka-aineeksi, sillä biokaasun tuotta-

miseen ei tarvita ominaisuuksiltaan korkealämpöarvoista raaka-ainetta. Tehokas polttoprosessi puolestaan edellyttää kuivaa polttoainetta, jonka lämpöarvo on korkea. Kosteaa polttoainetta saattaa aiheuttaa myös enemmän päästöjä polttaessa.

Kuivikelantaa voisi kuivata erilaisilla kuivuriratkaisuilla tai itse polttoprosessissa sen sivutuotteina syntyvien kaasujen tai lämmön avulla. Lisäksi yksi mahdollisuus olisi kuivata kuivikelantaa kesäaikana levitettynä asfalttikentän pinnalla, jolloin puhuttaisiin luonnonmukaisesta kuivauksesta. Kuivikelannan kuivausmenetelmiä ei ole vielä kehitetty kovinkaan suuresti, koska kuivikelantaa on ollut haastavaa polttaa tähän asti EU-lainsäädännön kannalta. Kuivausratkaisuihin kannattaa hakea esimerkkejä muiden kosteiden biopolttoaineiden kuivausmenetelmistä ja soveltaa niitä kuivikelannan kuivaukseen.

Kuivikelannan kuivauksen jälkeen sitä voidaan polttaa joko sellaisenaan tai siitä voidaan valmistaa pellettejä, jolloin pellettikattiloiden käyttö voisi tulla kysymykseen. Pellettikattila on Suomessa jo melko yleinen ja luotettava lämmitysratkaisu teollisuudessa ja kotitalouksissa. Lisäksi kuivatusta kuivikelannasta voidaan myös valmistaa brikettejä, joita voidaan hyödyntää suuremmissa polttoainekattiloissa. Ennen pelletöintiä lantamateriaali on kuitenkin jauhettava hienommaksi ainesosaksi, jotta siitä voidaan puristaa hyvälaatuista pellettiä. Pelletöintivaiheessa materiaalin kosteuspitoisuuden tulisi olla lähellä 10 prosenttia, jotta saataisiin mahdollisimman kestävä rakenne pelletille.

Saksassa kuivikelannasta on jo monen vuoden ajan valmistettu pellettejä lämmöntuotannon polttoaineksi. Esimerkiksi Hippocon AG on saksalainen yritys, joka on valmistanut Saksassa hevosenlantapellettejä. Yritys on kerännyt kuivikelannan kehittämiinsä keräyskontteihin, jonka jälkeen materiaali on esikäsitelty lajittelemalla, murskaamalla ja kuivaamalla. Kyseisiä pellettejä on hyödynnetty muun muassa rivitaloissa sekä vanhainkodeissa polttamalla niitä esimerkiksi Ökothermin kehittämällä erityiskattilalla, joka on suunniteltu ainoastaan kuivikelannasta valmistettujen pellettien polttamiseen. (Säikkö 2012)

Hevosenlannan vaikutus polttoteknologiaihin

Kuivikelantaa poltettaessa tärkeimmät tarkasteltavat asiat liittyvät syntyviin savukaasupäästöihin ja muodostuvaan tuhkaan. Onnistuneen palamistapahtuman aikana kuivikelannan ravinteiden pitäisi rikastua tuhkaan, jolloin ne luonnollisesti hapettuvat poltossa. (Luostarinen 2016)

HevosWoima-hankkeen tarkastelussa havaittiin, että hevosen kuivikelannasta valmistetuissa hevosenlantapelletit sisälsivät alkalimetalleja natrium (Na) ja kalium (K). Nämä alkalimetallit laskevat tuhkan sulamispistettä ja voivat aiheuttaa kerrostumia muodostuvaan tuhkaan. Tällöin tuhka sulaa ja kuonaantuu, ja se voi aiheuttaa häiriöitä palamisprosessille. (HevosWoima-hanke 2016) Kuivikepohjista erityisesti olki voi sisältää merkittävästi kaliumia, joten olkipitoisen kuivikelannan poltto voi olla haastavaa pienemmissä kattiloissa (Luostarinen 2016).

HevosWoima-hankkeessa Xamkin ja Suur-Savon Sähkö Oy:n yhteistyössä tehdyssä polttokokeessa leijupetikattilassa kutteripohjaisen hevosenlannan ja jyrsinurpeen seospoltossa tuhkan sulamista ei tapahtunut. Lisäksi hevosenlannan seospolton savukaasupäästöissä ei havaittu merkittäviä eroja puhtaan jyrsinurpeen polttoon verrattaessa. Koepoltossa syntyneet tuhkat puolestaan olivat laadullisen tarkastelun perusteella hyödynnettävissä maanrakennuksessa tai lannoitteina (HevosWoima-hanke 2016). HevosWoima-hankkeessa tehdyistä tuloksista on kerrottu tarkemmin tämän julkaisun artikkeleissa *Pienen mittakaavan polttokokeet pelletöidylle hevosenlannalle* ja *Pilot-mittakaavan koepoltot hevosenlannalle energiantuotantolaitoksessa*.

Hevosenlannan ympäristövaikutukset ja päästöt ilmakehään

Hevosenlanta on yksi keskeisimmistä ympäristötekijöistä hevostaloudessa. Paikallisesti lanta voi olla haittatekijä ympäristölle, jos ravinteita ja bakteereja kulkeutuu jaloittelualueilta ja harrastusalueilta valumavesien mukana pohjavesiin ja vesistöihin. Hevostalleilta tulevat jätevedet tulisi ohjata kiinteistön omaan jätevesijärjestelmään. Hevostallilla lannan varastointi voi olla myös ongelmallista, jos käytössä ei ole omaa peltoa tai lantaa ei saada muuten hyödynnettyä. (Pesonen et al. 2008) Itse lantalan rakenne tulisi olla sellainen, että valumavesiä ei pääsisi pinta- ja pohjavesiin. Lantalan tulee myös olla riittävän suuri, että siihen voidaan varastoida 12 kuukauden aikana kertynyt lanta. Hevostallien toiminta onkin tarkoin määrättyä ja niitä koskeva ympäristölainsäädäntö sisältää useita lakeja. Ympäristölaissa (86/2000) ja ympäristöasetuksessa (169/2000) säädetään ympäristönsuojelua koskevista yleisistä periaatteista, velvollisuuksista ja lupa-asioista. Hevostalli tarvitsee toiminnalleen ympäristöluvan, jos hevosia on yli 60 kappaletta (YM 121/2003, 9). Lisäksi vuodesta 2016 lähtien hevosenlannan vieminen kaatopaikalle on ollut kiellettyä sen sisältämän biohajoavan kuivikkeen vuoksi. (Savikurki 2010)

On tärkeää tarkastella hevosenlannan päästöjä sen oman energiantuotannon kannalta, mutta tärkeämpää on verrata sen tuottamia päästöjä polttoaineeseen, jota hevosenlannan poltolla korvataan. HevosWoima-hankkeen energiantuotantolaitoksen polttokokeessa kutterikuivikepohjaisen hevosenlannan ja jyrshinturpeen seoksen tuottamat päästöt olivat saman suuruiset tai alhaisemmat kuin pelkän jyrshinturpeen polton savukaasupäästöt. HevosWoima-hankkeen pienen mittakaavan hevosenlantapellettien polttokokeiden savukaasutuloksista ei voitu vetää johtopäätöksiä, sillä polttoprosessi häiriintyi sulavan tuhkan vuoksi. HevosWoima-hankkeen pelleteillä tehdyissä pienpolttokokeissa tultiinkin siihen lopputulokseen, että hevosenlantapellettien polttoa tulisi testata jatkossa liikkuvalla arinalla varustetussa pellettikattilassa. Liikkuvan arinan koejärjestelyä edesauttaisi lisäksi automaattinen tuhkanpoisto.

Hevosenlannan biokaasutuotannon puolella ilmakehään päästettyjä kaasuja tarkastellaan hieman toiselta kantilta. Hevosenlannalla tuotettu biokaasu sisältää metaania (CH_4) aivan kuten maakaasu ja sillä voidaan korvata maakaasua. Maakaasu kuitenkin luokitellaan fossiiliseksi polttoaineeksi, jonka käyttäminen lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Biokaasu on kuitenkin uusiutuva polttoaine, jonka polttamisesta ei aiheudu hiilidioksidin nettopäästöjä ilmakehään. (Motiva Oy 2017) Esimerkiksi biokaasuautoa käyttämällä vähennettäisiin kasvihuonepäästöjä yli 90 prosenttia kuin käyttämällä vastaavasti normaalia bensiinikäyttöistä henkilöautoa. Tällöin suuren biokaasuhenkilöauton (Volvo V70) kasvihuonekaasupäästötasoon (elinkaari-päästöt noin 12 g CO_2 /km) pääsemiseen vaaditaan bensiiniautolla alle 0,4 l/100 km kulutusta, mikä on käytännössä mahdotonta bensiinikäyttöisille henkilöautolle (CO_2 -raportti 2017).

Johtopäätökset

Tilavuudellisesti suurin osa hevosenlannasta muodostuu hevostallilla käytetystä kuivikkeesta. Käytettävät kuivikkeet koostuvat lähinnä puupohjaisista sivutuotteista, jyrshinturpeesta ja oljesta. Tällöin hevostalleilla muodostuva kuivikelanta kelpaa jo lähtökohtaisesti energiantuotannon polttoaineeksi, sillä kyseisiä polttoaineita poltetaan jo muutenkin polttolaitoksilla. Kuivikelannalla onkin hyviä poltto-ominaisuuksia energiantuotannossa, mutta se on melko kostea ja sisältää epäpuhtauksia. Hevosenlannan poltto-ominaisuuksia voidaan parantaa esikäsittelemällä, kuten kuivaamalla ja pelletöimällä, jolloin hevosenlantaa voidaan polttaa jo polttotekniikaltaan vaativammissa polttokattiloissa.

Hevoslannan voimalaitoskäyttö olisi käytännöllisintä hevostihentymissä, joissa asutus ja tallit olisivat lähekkäin. HevosWoima-hankkeen ja Suur-Savon Sähkö Oy:n toteuttaman hevoslannan koepolton tulosten perusteella kutteri-kuivikepohjainen hevoslanta soveltui seospolttoaineena sellaisenaan jyrshinturpeen kanssa energiantuotantoon. Kuitenkin polttoaineen vaikutuksia kattilaan tulisi tutkia vielä lisää jatkossa. Erityisesti tutkimuksessa tulisi selvittää tarkemmin eri kuivikepohjaisten hevoslantojen vaikutuksia polttoteknologiaan. Hevoslannan polton varsinaisia polttotekniikoita, kuten liikkuvapohjaista arinakattilaa automaattisella tuhkanpoistolla, tulisi testata hevoslannan poltossa. Myös eri polttoaineseosten mahdollisuuksia eri kuivikepohjaisilla hevoslannoilla kannattaisi tutkia tarkemmin. Biokaasun polttamisesta ilmakehään aiheutuvia hiilidioksidin nettopäästöjä ei varsinaisesti synny uusiutuvan polttoaineen laskentaperiaatteista johtuen.

LÄHTEET

Bioenergianeuvoja 2016. Hevoslanta. Internet-sivusto. <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hevoslanta/>. Luettu 16.1.2017.

CO₂-raportti 2017. 50 kysymystä ja vastausta biokaasusta ja biokaasuautoista. Internet-sivusto. http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastovinkit&news_id=756. Luettu 13.2.2017.

InnoHorse 2014. Lantahuolto. Internet-sivusto. http://www.hippolis.fi/fi_innohorse/fi_manure/fi_good_practices/fi_biogas/. Luettu 3.1.2017.

Järnefelt, G. 2009. Hevoslannan poltto. Piccola Oy. Esitelmä. Hevoslanta ympäristöongelma vai hukattu mahdollisuus -seminaari, 4.11.2009.

Kouki, J. 2009. Hevoslannan pienpoltolle ei luvassa helpotuksia. S. 44–46. TEHO-lehti, 4/2009. ISSN 0355-0567.

Luostarinen, S., Grönroos, J. & Nieminen, M. 2016. Hevoslanta ja sen käsittelymenetelmät. Hevoslannan hyötykäyttö –seminaari, 14.1.2016, Säätytalo, Helsinki. Esityskalvot. <http://www.slideshare.net/mmmviestinta/luke-syke-vtt-hevoslanta-ja-sen-ksittelymenetelm>. Luettu 10.2.2017.

Maa- ja metsätalousministeriö 2017. Hevoslannan poltto helpottuu. Lehdistötiedote 18.1.2017. http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/hevoslannan-poltto-helpottuu. Luettu 19.1.2017.

Miksei Oy 2015. Lausunto Biosairila-hankkeen kokonaisvaikutuksista Mikkelin kehittämisen kannalta. Kaupunginhallitus 23.11.2015, Liite 1 § 376.

Motiva Oy 2017. Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä. Internet-sivusto. <http://www.motiva.fi/>. Luettu 9.1.2017.

Pesonen, I., Virtanen, H. & Jansson, H. 2008. Hyvinvoiva, turvallinen ja ympäristöystävällinen talli. Jokioinen, Agropolis Oy.

Raiko, R., Saastamoinen, J., Hupa, M. & Kurki-Suonio, I. 2002. *Poltto ja palaminen*. Helsinki: Teknistieteelliset akatemit. 2. painos. 750 s.

Savikurki, K. 2010. Hevostalouden ympäristövaikutukset: lannan käsittely. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. 46 s. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26452/Savikurki_Kirsi.pdf?sequence=1. Luettu 12.2.2017.

Säikkö, R.-L. 2012. Hevosenlannan nykykäyttö ja hyödyntämismahdollisuudet energiantuotannossa Suomessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, kandidaatintyö. PDF-dokumentti. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/84450/S%C3%A4ikk%C3%B6_Riikka-Liisa_Kandidaatinty%C3%B6.pdf?sequence=1. Luettu 10.2.2017.

Tanskanen, R; Lemponen J-P. 2016. Pienen mittakaavan polttokokeet pelletöidylle hevosenlannalle Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. HevosWoima-hanke 2016–2017.

Tanskanen, R; Lemponen J-P; Tirkkonen H.; Karhu, H. 2016. Pilot-mittakaavan koepoltot hevosenlannalle energiantuotantolaitoksessa. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. HevosWoima-hanke 2016–2017.

HEVOSENLANNAN KESKITETYN JA HAJAUTETUN PALVELUTUOTANTOMALLIN MAHDOLLISUUDET ETELÄ-SAVOSSA

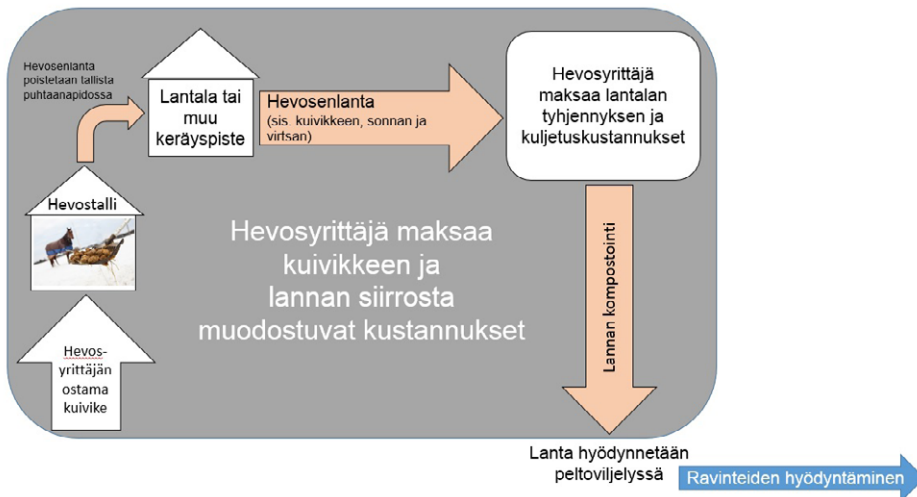
Riikka Tanskanen & Hanne Soininen

HevosWoima-hankkeen palvelutuotantomalleihin on valittu hevosenlannan hyötykäyttövaihtoehtoiksi lannan käyttäminen peltoviljelyn ravinteena, kompostoinnissa, biokaasulaitoksen raaka-ainekäytössä sekä energiantuotannon polttoaineena. Nykyiset hevosenlannan hyödyntämisen toimintatavat ja -mallit ovat hajautettuja, mutta mahdolliset lähitulevaisuuden keskitetyt toimintamallit voisivat olla kustannustehokkaita vaihtoehtoja alueen hevosyrittäjille sekä heidän yhteistyökumppaneilleen. Hevosenlannan käyttömahdollisuudet pitävät sisällään sekä käytön sellaisenaan että jatkojalosteina joko erilaisina lannoitteina tai energiantuotantolaitosten polttoaineena.

Nykyinen toimintamalli ja mahdolliset tulevaisuuden palvelutuotantomallit

HevosWoima-hankkeessa toteutetut Etelä-Savon hevosyrittäjien haastattelut toivat esiin alueen hevosyrittäjien erilaiset tarpeet hevosenlannan käsittelyn ja hyötykäytön suhteen. Yhdeksän alueen hevosyrittäjän otokseen pyrittiin sisällyttämään erilaisia toimijoita, joilla on myös erilaiset tarpeet ja toiveet hevosenlannan käsittelyn suhteen. Yleisin Etelä-Savon hevosyrittäjien käyttämä hevosenlannan hyötykäyttö perustui ravinteiden hyödyntämiseen peltoviljelyssä (kuva 1). Ainoastaan kaksi haastatelluista hevosyrittäjästä pystyi hyötykäyttämään

hevostoiminnassaan syntyvän hevosenlannan ravinteina peltoviljelyssä siten, ettei lannan käsittelystä tai kuljetuksista koitunut heille ylimääräistä kustannuserää. Kuusi muuta haastatelluista Etelä-Savon hevosityrittäjistä luovutti toiminnastaan syntyvää hevosenlantaa sellaisenaan toiselle toimijalle tai yrittäjälle ravinnehyödynnettäväksi mutta maksoi luovuttamastaan hevosenlannan keräyksestä ja kuljetuksesta korvauksia ulkopuoliselle kuljetustoimijalle. Näin ollen hevosenlannan ravinnehyödyntäminen on toimiva palvelutuotantomalli erityisesti silloin, kun siihen liittyvät kustannukset ovat hevosityrittäjälle kohtuulliset.

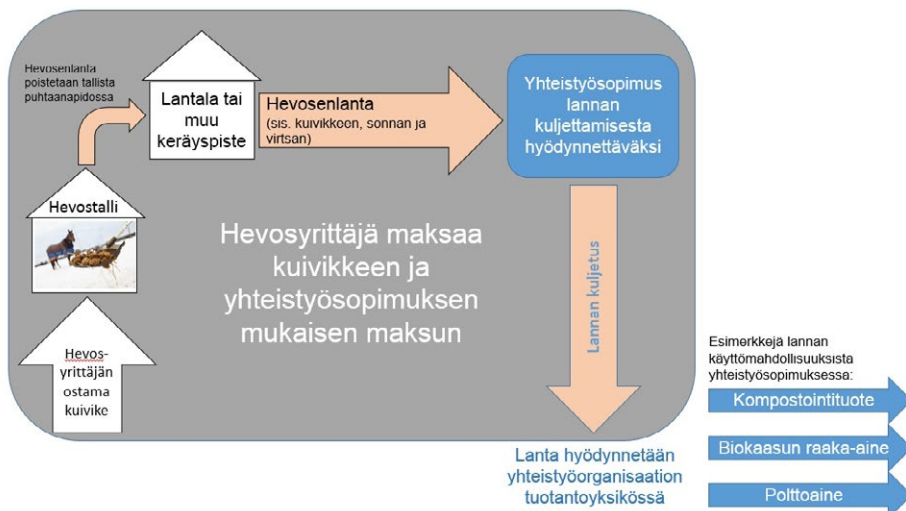


KUVA 1. Hevosenlannan hyötykäyttö Etelä-Savossa ravinteina omassa tai toisen toimijan peltoviljelyssä.

Perinteinen peltovetitys (kuva 1) vaatii toimintamallina joko omaa peltoa tai lähellä sijaitsevan toisen yrittäjän viljelypellon. Kriittisiksi tekijöiksi mallissa nousivat luovutetun hevosenlannan kuljetusmatka ja siihen liittyvät kustannukset. HevosWoima-hankkeessa haastateltujen hevosityrittäjien hevosenlannan vuosittaiset käsittely- ja kuljetuskustannukset olivat yhtä hevosta tai ponia kohti keskimäärin 55 €. Keskiarvossa ovat mukana kaikki kustannustietonsa hankkeelle kertoneiden yrittäjien kustannukset. Osalla hevosityrittäjistä lannan käsittelykustannukset nousevat korkeiksi, joten hevosenlannan ravinnehyödyntämisen malli ei ole hevosityrittäjälle kaikkein palvelevin vaihtoehto. Kuvassa 1 esitetty ravinteiden hyödyntämisen malli pitää sisällään myös mahdollisuuden kompostoida hevostoiminnassa syntyvää hevosenlantaa ja tuotteistaa sitä eteenpäin myytäväksi tuotteeksi.

Etelä-Savossa toimivaksi malliksi voisi muodostua kuvassa 2 esitetty yhteistyösopimusmalli, jossa hevosyrittäjä ostaa edelleen tallikuivikkeensa itse mutta tietää saavansa tallitoiminnassaan syntyvän lannan hyötykäyttöön ulkopuolisen toimijan kanssa tehtävän yhteistyön kautta. Kuvassa 2 esitetty yhteistyö olisi alueen hevosyrittäjien kannalta toimivin, mikäli hevosenlantaa hyötykäyttävä taho myös keräisi keskitetysti lähialueelta syntyvää lantaa hyödynnettäväksi toiminnassaan. Toimintamalli tukisi alueen hevosyrittäjien lannan saattamista hyötykäyttöön sekä loisi keskitetyn palvelumallin myötä alueen hevosyrittäjille parhaimmillaan säästöjä nykyisiin lannan käsittely- ja kuljetuskustannuksiin. Osalla Etelä-Savon hevosyrittäjistä lannan käsittelyyn toisi helpotusta myös tieto siitä, että tallitoiminnassa syntyvän lannan saisi hyötykäyttöön lantalan täytyessä.

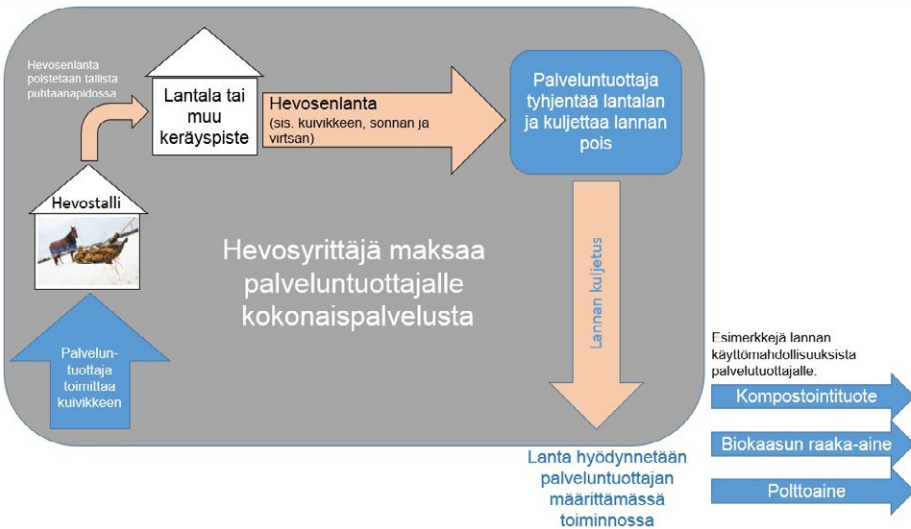
Kuvassa 2 esitetyssä mallissa Etelä-Savon hevosyrittäjät voisivat luovuttaa yritys-toiminnassaan syntyvää hevosenlantaa ilmaiseksi hyötykäyttöön tai saada hevosenlannasta kuljetusmaksuihin suhteutetun maksun. Mallin edullisuus alueen hevosyrittäjille syntyisi keskitetyn lannan poisviennin kautta. Keskitetty lannan keräys- ja yhteistyösopimus loisi alueen hevosyrittäjille vähintään säästöjä verrattuna nykyisiin lannan käsittely- ja kuljetuskustannuksiin. Etelä-Savon hevosyrittäjien haastattelujen perusteella yhden hevosenlantakuution käsittely- ja kuljetuskustannukset olivat nykyisellään 0–6 €/m³.



KUVA 2. Yhteistyösopimusmallin mukainen hevosenlannan hyötykäyttö ravinteena tai bioenergiana Etelä-Savossa.

Kolmantena vaihtoehtona hevoslannan hyötykäytölle Etelä-Savossa on kuvassa 3 kuvattu palvelutuotantomalli, jossa lanta hyödynnettäisiin ravinteina tai bioenergiana. Tässä palvelutuotantomallissa hevosyrittäjä ostaa kokonaispalvelun, jonka hintaan sisältyvät palveluntuottajan toimittama kuivike sekä syntyneen lannan poisvienti. Kyseinen palvelutuotantomalli on sitä käyttävän hevosyrittäjän kannalta helppo, sillä hänen tarvitsee asioida vain yhden tahon kanssa kuivikkeen ja lannan logistiikan järjestämiseksi. Edellä kuvatuissa muissa malleissa (kuvat 1 ja 2) hevosyrittäjä etsii, neuvottelee ja ostaa tallikuivikkeen erikseen ennakoiden kuivikkeen tarpeen ja saatavuuden.

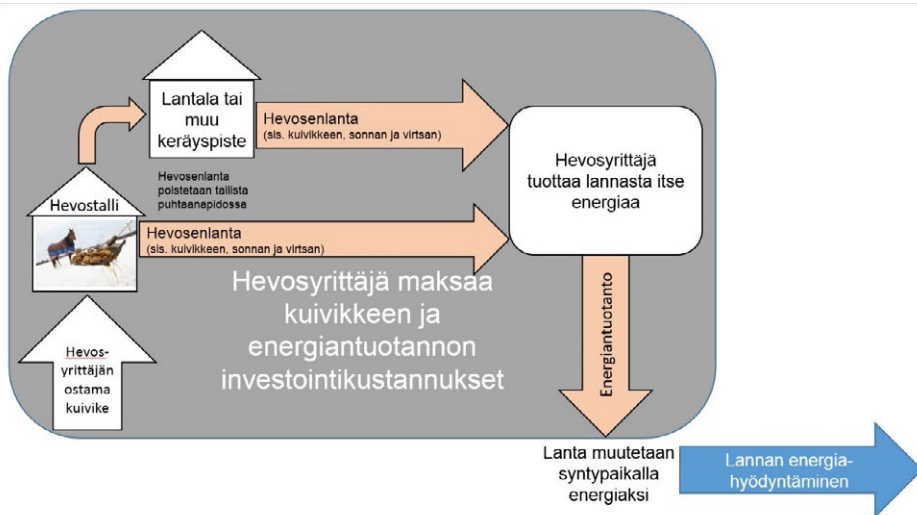
Kuvassa 3 esitettyä mallia ei ole sidottu ainoastaan yhden hevoslannan hyötykäyttömahdollisuuden piiriin, sillä se on kuvan 2 mallin tapaan sovellettavissa erityyppisiin lannan hyötykäytön tarpeisiin. Kuvan 3 esitetty malli oli HevosWoima-hankkeessa haastateltujen hevosyrittäjien mielestä mielenkiintoinen, ja jokainen heistä olisi ollut kiinnostunut tietämään, olisiko kuvassa 3 esitetyn mallin kaltaista palvelua saatavilla Etelä-Savossa ja paljonko kyseisen mallin palvelu maksaisi heille.



KUVA 3. Hevoslannan hyötykäyttö ravinteena tai bioenergiana Etelä-Savossa business-mallina, jossa hevosyrittäjän ostamaan palveluun sisältyvät kuivike sekä lannan toimitus hyötykäyttöön. Mallia voidaan soveltaa erilaisten palveluntuottajien ja hevosyrittäjien tarpeisiin.

Neljäntenä palvelutuotantomallina on tuottaa hevoslannasta energiaa suoraan sen syntypaikalla (kuva 4). Useat Etelä-Savon hevosyrittäjistä olivat HevosWoima-hankkeen haastatteluissa kiinnostuneita tietämään, millä tekniikalla ja inves-

tointikustannuksilla kuvassa 4 esitetty malli olisi mahdollista toteuttaa omassa lämmityskäytössä. Tämä malli ei investointikustannustensa vuoksi välttämättä sovellu pienten tallien vaihtoehdoksi. Lisäksi käytettävän tekniikan valinta tulisi tehdä suhteutettuna kuhunkin käyttökohteeseen, hevosenlannan ominaisuuksiin ja lannan syntymääriin. Hevosenlannan polton osalta lähitulevaisuudessa edellytetään prosessin savukaasupäästöjen raja-arvojen alittumista, joka saattaa olla pienissä tuotantoyksiköissä haasteellista. Pienen mittakaavan polttoon ei pystytty tämän hankkeen puitteissa määrittelemään soveltuvia tekniikoita.



KUVA 4. Hevosenlannan hyötykäyttö Etelä-Savossa hevosyrittäjän omana energiantuotantona. Mallin toteutus edellyttää energiantuotantoyksikön soveltuvuuden arviointia sekä päästörajoiden vaatimusten huomiointia jo energiantuotantoyksikköä koskevassa investointi- ja kannattavuuslaskelmassa. Hyötynä mallissa saadaan tuotettu lämpöenergia omaan käyttöön.

Hevosenlannan varastoinnin vaikutukset käyttöominaisuuksiin

Hevosenlannan varastoinnin osalta HevosWoima-hankkeessa tehtyjen kokeiden perusteella voidaan sanoa, että erityisesti energiahyötykäyttöön menevä hevosenlanta tulisi säilyttää katetussa, sadevedeltä suojatussa lantalassa. Lantalalan katetun rakenteen lisäksi lantalalan pohjan tulisi olla maanpinnan yläpuolella, tai sadeveden pääsy lantamateriaaliin tulisi muuten estää. HevosWoima-hankkeessa tehtyjen kokeiden perusteella ylimääräinen kosteus heikentää selkeästi hevosenlannan ominaisuuksia energiahyödyntämisen kannalta.

HevosWoima-hankkeen alkukoostumuksen analyysissä selvisi, että hevosenlannan ominaisuudet ovat energiahöydyntämisen kannalta paremmat tuoreessa lannassa verrattuna vanhempaan lantaan. Tulostietojen esittelyssä käytetyt alle 3 kuukauden ja yli 3 kuukauden säilytysaikarajaukset määräytyivät HevosWoima-hankkeessa otettujen lantanäytteiden toteutuneen säilytysiän mukaan. Kaikki alle 3 kuukautta vanhat näytteet olivat peräisin hevosenlannan välivarastoista, joissa hevosenlantaa säilytettiin verrattain lyhyen aikaa ennen siirtoa varsinaiseen lantalaan. Mahdollisuuksien mukaan esitettyä kolmen kuukauden säilytysaikaa voidaan pitää enimmäisrajana, jonka ylittyessä hevosenlannan energiahöydynnettävyys heikkenee. Luonnollisesti myös vuodenajoilla on vaikutusta hevosenlannan säilytysaikaan. Periaatteessa HevosWoima-hankkeen tulosten osalta voidaan sanoa, että hevosenlannan energiahöydynnettävyys on sitä parempi, mitä lyhyemmän aikaa sitä on säilytetty.

Yhteenveto

Etelä-Savon alueella ei HevosWoima-hankkeen päättyessä ollut tiedossa yhtään keskitettyä toimijaa, joka pystyisi vastaanottamaan tai keräämään hevosenlantaa hyötykäyttöön. Alueen hevosyrittäjät kuitenkin tarvitsisivat alueelle toimijan, joka pystyisi toimimaan joko yhteistyössä heidän kanssaan tai palveluntarjoajana hevosenlannan hyötykäytön vastaanottajana. HevosWoima-hankkeessa tuotetun tiedon, pilot-polttokokeiden ja hyötykäyttömallien toivotaan edesauttavan hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksien laajenemista Etelä-Savon alueella.

HevosWoima-hankkeessa mukana ollut Vapo Oy olisi valmis jatkamaan hankkeessa suunnitellun hevosenlannan palvelutuotantomallin (kuva 3) käyttöönottoa Etelä-Savon alueella. Heidän palvelunsa kattaa turpeen lisäksi myös muita kuivikelaa-ajua. Etelä-Savon hevosyrittäjät, jotka ovat kiinnostuneet yhteistyöstä Vapo Oy:n kanssa, saavat lisätietoa Vapo Oy:n tarjoamista nykyisistä palveluista heidän internetsivuiltaan. (Nevalainen 2017).

LÄHTEET

Haapiainen, Janne 2016. Haastattelu 18.5.2016. Mikkelin Ravirata Oy.

Kaipainen, Marjo 2016. Haastattelu 2.5.2016. Ravitalli Suuronen Oy.

Kortekallio, Juha 2016. Haastattelu 25.5.2016. Ravitalli Juha Kortekallio.

Kukkamo, Vesa 2016. Haastattelu 10.5.2016. Stall Blombacke Oy.

Mildh, Roland 2016. Haastattelu 2.6.2016. Kekkolan Kartano Oy.

Nevalainen, Niko. Puhelinhaastattelu 10.2.2017. Vapo Oy.

Orva, Jenni 2016. Haastattelu 18.5.2016. Rouhialan Ratsastustalli Oy.

Pulkkinen, Kaisa 2016. Haastattelu 3.6.2016. Alatalon talli.

Relander, Kirsi 2016. Haastattelu 23.5.2016. Relanderin Ponitalli Oy.

Ruotsalainen, Jani 2016. Haastattelu 24.5.2016. Ravitalli Jani Ruotsalainen.

Soininen et al. 2010. Ympäristöasiat osana hevostallien kannattavuutta. Tutkimusraportti. Mikkelin ammattikorkeakoulun julkaisu nro 57 (2010). ISBN 978-951-588-290-5.

Tanskanen, R; Nora, J.; Seppäläinen, S. 2016. Hevosenlannan alkukoostumuksen määritykset ja analyysit. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. HevosWoima-hanke 2016–2017.

Tiainen, Kari 2016. Sähköpostikeskustelu 2.12.2016–8.12.2016. Mikkelin Ravirata Oy.

HEVOSENLANNAN LOGISTIikka JA KANNATTAVUUS

Jarno Föhr & Tapio Ranta

HevosWoima-hankkeessa suoritettiin tarkastelu logistisista vaihtoehdoista, joita hevosyrittäjät voisivat käyttää lantahuoltonsa tehostamiseksi. Lisäksi tarkasteltiin hevoslannan eri varastointiratkaisuja logistiikan lähtö- ja määränpäässä. Tarkoituksena oli vertailla eri kuljetusmahdollisuuksia siten, että tuotetun palvelun kannattavuus laskisi mahdollisimman vähän. Lisäksi suoritettiin kannattavuustarkasteluja logistisille vaihtoehdoille, joissa hevoslanta toimitettiin polttolaitokselle. Tarkoituksena oli selvittää logististen vaihtoehtojen kannattavuutta polttolaitoksen kuljetusetäisyyden mukaan.

Logistiset vaihtoehdot ja väliavarastointiratkaisut

Hankkeessa suoritettiin tarkastelu logistisista vaihtoehdoista, joita hevosyrittäjät voisivat käyttää lantahuoltonsa tehostamiseksi. Logistisiksi vaihtoehdoiksi valittiin kuljetusratkaisut, joissa hevoslanta kuljetetaan laitokselle joko kiinteäkonttisella täysperävaunuyhdistelmällä tai siirtokontteihin perustuvalla vaihtolavayhdistelmällä. Siirtokonttilogistiikan perusideana on, että siirtokontit toimivat itsessään väliavarastoina hevoslannan logistiikassa ja siirtokontit toimitetaan suoraan laitokselle. Kiinteärakenteisella konttiratkaisulla toimittaessa lantaa joudutaan väliavarastoimaan erillisessä, mielellään katetussa, lantalassa kastumisen estämiseksi. Väliavarastoinnin jälkeen lanta lastataan erillisellä pyöräkuormaajalla tai kauhallisella traktorilla yhdistelmän kyytiin. Kyseiset kuljetusratkaisut vaativat yhteistyömahdollisuuksia hevosyrittäjän kanssa sekä hevoslannan konttiin lastauksen että toimivien varastointiratkaisujen osalta, jotta hevoslannan logistiikka saadaan onnistumaan.

Siirtokonttilogistiikka hevoslannalle

Siirtokonttilogistiikka perustuu siirreltäviin konttiyksiköihin, joita on mahdollista liikuttaa itse ajoneuvolla (kuva 1). Hevostalleilla hevoslanta voidaan lastata konttiin esim. kottikärryillä maan tasossa tai erillisen laitteiston, esim. pneumaattisen lantaimurin, avulla. Kottikärryjä käytettäessä tyhjennyksen helpottamiseksi voidaan rakentaa erilaisia lastauslaitureita, jolloin siirtolava saadaan täytettyä ylhäältäpäin ja lava saadaan täyteen (kuva 2).



KUVA 1. Kolmen kontin vaihtolavayhdistelmä. Konttien siirtely perustuu yleensä joko koukku- tai vajeritartuntoihin. Lavojen tyhjennys suoritetaan vetoauton kipin avulla (kuva Jarno Föhr 2012).



KUVA 2. Lastauslaituri helpottaa siirtolavan täyttämistä hevoslannalla, kun täyttö suoritetaan kottikärryillä (kuva Jarno Föhr 2017).

Siirtokonttilogistiikan etuna on, että varsinaisen kuljetustapahtuman aikana säädetään aikaa ja kustannuksia, sillä enää ei tarvitse odotella kontin täyttöö erillisellä koneella. Siirtokontti on suunniteltu nimenomaan toistuville kuljetuksille. Kontti on samaan aikaan sopiva ratkaisu sekä erilaisille kuljetuksille että lannan välivarastoinnille. Hevostallilla siirtolavaa kannattaa säilyttää katetussa tilassa, tai vastavasti taivasalla oleva siirtolava kannattaa peittää pressulla hevosenlannan liiallisen kastumisen estämiseksi, sillä kuivemmasta lannasta saadaan enemmän megawatitunteja. Jos hevosenlanta käytetään muuhun tarkoitukseen kuin polttoon tai kaasutukseen/pyrolyysiin, sen kastumisella ei ole suurta merkitystä.

Kun hevosenlanta saapuu ajoneuvon kyydissä polttolaitokselle, kuorma punnitaan autovaa'alla ja tyhjenetään sen jälkeen suoraan sisälle tyhjennysmonttuun tai ulos polttoainekentälle (kuva 3). Purkupaikan on hyvä olla sellainen, että kostea hevosenlanta pystytään sekoittamaan kuivemman polttoaineen sekaan myöhemmin esim. pyöräkuormaajalla (kuva 3). Tyhjennysvaiheen aikana kuljettaja ottaa lapiolla kosteusnäytteen jokaisesta polttoainetoimituksesta ja toimittaa sen laitoksen näytteenottokeskukseen analysoitavaksi. Vaihtoehtoisesti laitoksella saattaa olla automaattinen näytteenottolaitteisto, jolloin näyte otetaan suoraan tyhjennysmontusta. Toimitetun hevosenlannan energiamäärään vaikuttavat pääasiassa sen kosteuspitoisuus ja paino. Lisäksi energiamäärään vaikuttaa polttoaineen ominaislämpöarvo.



KUVA 3. Vasemmalla polttoaineen tyhjennys suoraan tyhjennysmonttuun ja oikealla polttoainekentälle (kuvat Jarno Föhr 2012).

Siirtokonttilogistiikassa on kannattavinta käyttää ulkopuolista kuljetusyrittäjää, jos hevosyrittäjällä ei ole omaa kalustoa siirtokonttien kuljettamiseen. Kuljetusyrittäjä veloittaa hevosyrittäjää siirtokontin kuljetuksista ja perii vuokraa kontin laina-ajasta. Jos mahdollista, hevosyrittäjän kannattaisi hyödyntää yh-

distettyjä meno- ja paluukuljetuksia, jolloin samalla toimitettaisiin kuivikkeet hevostallille. Tällöin vähennettäisiin konttien tyhjänä ajoja ja saavutettaisiin kustannussäästöjä. Tämä toisaalta vaatii tuplamäärän siirtokontteja, jotta sekä kuivikkeen että hevosenlannan logistiikka onnistuisi yhdellä käynnillä. Siirtokonttilogistiikkaa voidaan suorittaa myös ns. nuppikuljetuksina, jolloin kuljetuksissa ei käytetä ollenkaan peräkärriä. Nämä kuljetukset ovat yleisiä lyhyillä kuljetusetäisyyksillä.

Kiinteärakenteinen konttilogistiikka hevosenlannalle

Kiinteärakenteinen konttilogistiikka on muutoin periaatteeltaan samanlainen kuin siirtokonttilogistiikka, mutta siinä kontit ovat kiinteästi kiinni yhdistelmän rungossa. Kuvassa 4 on esitetty kiinteäkanttinen täysperävaunuyhdistelmä. Kiinteäkanttisen yhdistelmän etuna on suurempi kuormatila verrattuna siirtokonttiyhdistelmään, mutta se edellyttää erillistä lastauskonetta hevosenlannan kyytiin saamiseksi.



KUVA 4. Kiinteäkanttinen täysperävaunuyhdistelmä voimalaitoksen autovaa'alla (kuva Jarno Föhr 2015).

Kiinteäkonttisuus luo erilaisia tarpeita hevosenlannan logistiikalle aina hevostallilta lähtien. Tällöin hevostallilla pitää olla oma lantala hevosenlannan välivarastointiin. Hevosenlannan välivarastointi vaatii enemmän tilaa kiinteärakenteisessa konttilogistiikassa kuin siirtokonttilogistiikassa, sillä lannan tyhjennyskertoja on harvemmin. Tällöin hevosenlannalle pitää olla tilavuudeltaan vähintään n. 140–160 m³:n lantala. Lantala kannattaa olla tilana katettu, jos hevosenlannan laitospään energiantuotanto edellyttää mahdollisimman kuivaa raaka-ainetta (kuva 5).



KUVA 5. Katettu lantala hevosenlannan välivarastoinnille. Lantala on erotettu väliseinällä kuivikevarastosta (kuva Jarno Föhr 2016).

Oman haasteensa tuo hevosenlannan lastausvaihe kiinteäkonttisen yhdistelmän kyytiin, jos yhdistelmässä ei ole omaa lastauskouraa. Katetuissa lantaloissa ongelmia tuottaa monesti myös tilan mataluus, sillä lastauskoura vaatii korkean työskentelytilan. Kouraa on helpointa käyttää työskenneltäessä kattamattomissa ulkolantaloissa. Jos yhdistelmässä ei ole lastauskouraa, lastaukseen tarvitaan erillinen pyöräkuormaaja tai kauhallinen traktori. Kyseisen lastauskoneen korkeuslottuvuuden pitää olla melko suuri, sillä yhdistelmät voivat olla jopa 4,4 m korkeita. Lastauskoneen on oltava joko hevostallin tai kuljetusyrittäjän kone, tai se voi olla kyläyhteisön kone, jota voisi lainata käyttömahdollisuuksien mukaan.

Muutoin hevosenlannan kulku hevostallilta laitokselle on samankaltainen kiinteärakenteisessa konttilogistiikassa ja siirtokonttilogistiikassa. Myös kiinteäkonttisilla yhdistelmillä toimittaessa kannattaa miettiä sopivia yhdistettyjä meno- ja paluukuljetuksia, jolloin kuivikkeen voisi tuoda hevostallille samalla, kun sieltä hakee hevosenlannan laitokselle.

Logististen vaihtoehtojen kannattavuustarkastelu

Kappaleessa tarkastellaan edellä mainittujen hevosenlannan logististen vaihtoehtojen kannattavuutta oletetuilla rajaehdoilla. Tarkoituksena oli laskea hevosenlannan logistiikan kannattavuus polttolaitoksen etäisyyden mukaan kiinteärakenteiselle konttilogistiikalle ja siirtokonttilogistiikalle. Oletuksena oli, että kuormat olisivat kuljetustarkasteluissa aina täynnä. Tarkasteluissa ei hyödynnetty yhdistettyjä meno- ja paluukuljetuksia kuivikkeen tuonnin suhteen. Hintoihin ei myöskään sisällytetty arvonnalisäveroa. Osion kannattavuuslaskenta oli vain suuntaa antava tarkastelu, eikä sen tuloksia voida täysin verrata oikeassa elämässä syntyviin hevosenlannan logistiikkakustannuksiin, jotka sovitaan kuitenkin aina paikallisesti.

Yleensä polttolaitokset maksavat sopimushinnan toimitetusta energiamäärästä, mutta hevosenlannan maksupolitiikasta ei ole vielä käytännön kokemuksia. Tässä tarkastelussa suoritettiin siksi herkkyystarkasteluja käyttämällä hevosenlannan mahdollista voimalaitoshintaa, jonka laitos olisi valmis maksamaan lämmöntuotannossa. Vertailun vuoksi voidaan mainita jyrshinturpeen voimalaitoshinta 15,2 €/MWh syyskuulta 2016; jyrshinturpe oli hinnaltaan edullisin polttoaine lämmöntuotannossa (Tilastokeskus 2017). Herkkyystarkastelujen suhteen hevosenlannan voimalaitoshinnaksi asetettiin 5–15 €/MWh lämmöntuotannossa, sillä laitokset todennäköisesti arvostavat hevosenlannan hinnan melko alhaiseksi polttoaineessa olevien epäpuhtauksien vuoksi.

Molemmissa tarkasteltavissa hevosenlannan logistiikkaketjuissa oletuskuivikkeena oli käytetty puupohjaista kutteripurua. HevosWoima-hankkeessa Tanskanen et al. (2017) määrittivät kutteripurua sisältävälle hevosenlannalle mittaustuloksia, jotka on esitetty taulukossa 1. Kyseiset mittaustulokset olivat neljän eri lantanäytteen keskiarvotuloksia, ja lantanäytteet olivat iältään alle 3 kuukautta vanhoja.

TAULUKKO 1. Mittaustulokset kutteripurua sisältävälle hevosenlannalle (Tanskanen et al. 2017).

Irtotiheys (kg/i-m ³)	Kosteuspitoisuus (%)	Kalorimetrinen lämpöarvo (MJ/kg)	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)	Energiatiheys (MWh/i-m ³)
292	55,6	18,93	6,86	0,56

Siirtokonttilogistiikan kannattavuus hevosenlannalle

Hevosenlannan siirtokonttilogistiikan laskennassa kuljetusratkaisuksi valittiin pelkästään ns. nuppikuljetus kuorma-autolla, ja ratkaisulle suoritettiin kannattavuustarkastelut tilavuudeltaan 24 m³:n ja 39 m³:n siirtolavoilla. Periaatteena oli, että hevostilalla oli yksi siirtolava, jota ulkopuolinen kuljetusyrittäjä kävi tyhjentämässä säännöllisin väliajoin ja toi samalla tyhjän kontin tilalle. Tarkastelussa selvitettiin hevosenlannan logistiikan vuosikohtaista kannattavuutta noin 20–25 hevosen hevostilalle, jolla kuivikelantaa tuotettiin yhteensä 500 i-m³ vuodessa. Tällöin 24 m³:n siirtolavalla oli 21 tyhjennyskertaa ja 39 m³:n siirtolavalla 13 tyhjennyskertaa vuosittain.

Logistiikan kokonaiskustannukset

Hevosenlannan siirtokonttilogistiikan kustannuslaskennassa oletettiin kuljetuksen kilometrikohtaisiksi kustannuksiksi ja siirtolavan vuokraksi taulukon 2 mukaisia kustannuksia. Kuljetustapahtuman tuntihinta oli 65 €/h ja siirtolavan kuukausivuokra 100 €/kk.

TAULUKKO 2. Logistiikan kustannukset vuodessa.

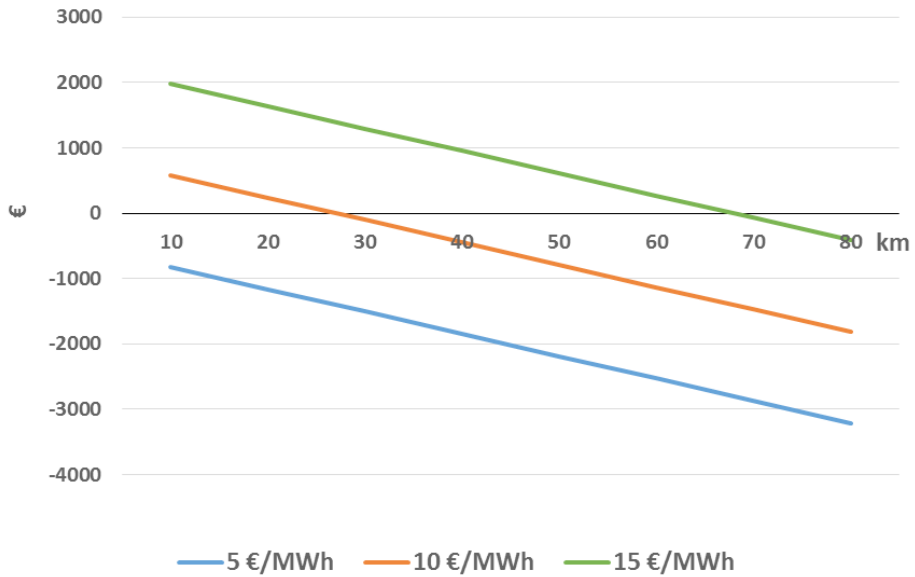
Etäisyys (km)	Ajo (min)	Lavan käsittely (min)	Yhteis-aika (min)	Kuljetus-tapahtuma (€/kuorma)	Lavan vuokra (€/a)	24 m ³ lava Logistiikka yht. (€/a)	39 m ³ lava Logistiikka yht. (€/a)
10	30	15	45	49	1 200	2 224	1 834
20	45	15	60	65	1 200	2 565	2 045
30	60	15	75	81	1 200	2 906	2 256
40	75	15	90	98	1 200	3 248	2 468
50	90	15	105	114	1 200	3 589	2 679
60	105	15	120	130	1 200	3 930	2 890
70	120	15	135	146	1 200	4 271	3 101
80	135	15	150	163	1 200	4 613	3 313

Polttoaineen arvo

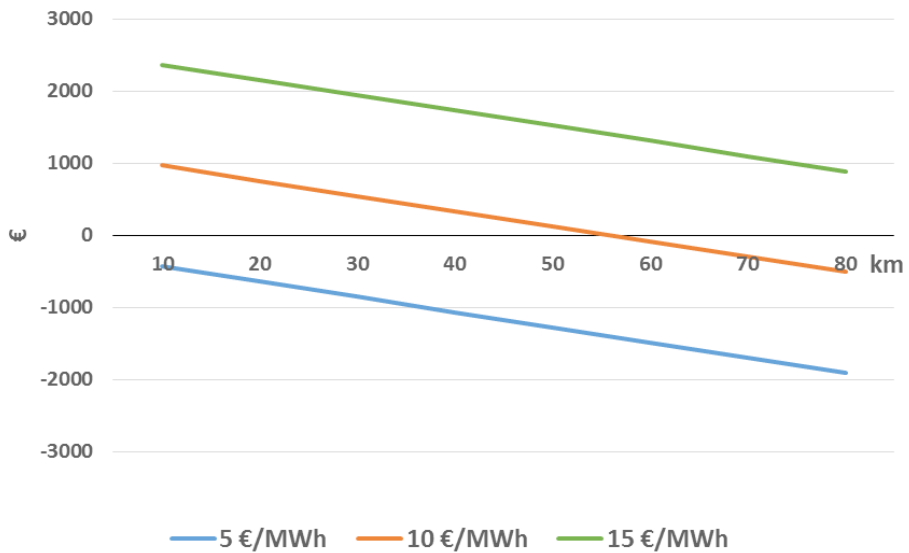
Polttoaineelle määritettiin arvo sen mahdollisen voimalaitoshinnan mukaan. Hevoselannan voimalaitoshinnoiksi asetettiin 5 €/MWh, 10 €/MWh ja 15 €/MWh. Vuodessa tuotetun hevoselannan energiamäärä saatiin selville kertomalla hevoselannan määrä 500 i-m³ energiatiheydellä 0,56 MWh/i-m³, jolloin energiamääräksi saatiin 280 MWh. Lopuksi vuosittainen energiamäärä kerrottiin eri voimalaitoshinnoilla. Näin polttoaineen arvoiksi saatiin 1 400 € (5 €/MWh), 2 800 € (10 €/MWh) ja 4 200 € (15 €/MWh).

Herkkyystarkastelu logistiikan kannattavuudesta

Siirtokonttilogistiikan kannattavuusmäärittelyssä suoritettiin herkkyystarkasteluja hevoselannan vuosittaiselle logistiikkakannattavuudelle laitoksen etäisyyden mukaan. Hevoselannan voimalaitoshinnoiksi asetettiin 5 €/MWh, 10 €/MWh ja 15 €/MWh. Vuosittainen hevoselannan logistiikan kannattavuus saatiin selville vähentämällä polttoaineen arvosta logistiikan kokonaiskustannukset. Hevoselannan logistiikan kannattavuus käytettäessä 24 m³:n ja 39 m³:n kontteja on esitetty kuvissa 6 ja 7.



KUVA 6. Herkkyytarkastelu vuosittaisesta hevoselannan logistiikan kannattavuudesta siirtokonttiajoneuvolla (24 m³ kontti) eri voimalaitoshinnoilla.



KUVA 7. Herkkyytarkastelu vuosittaisesta hevoselannan logistiikan kannattavuudesta siirtokonttiajoneuvolla (39 m³ kontti) eri voimalaitoshinnoilla.

Kuvista 7 ja 8 huomataan, että polttoaineen voimalaitoshinnalla 5 €/MWh hevosenlannan siirtokonttilogistiikka olisi vuosittain aina tappiollista hevosityrittäjälle. Voimalaitoshinnan ollessa 10 €/MWh siirtokonttilogistiikka olisi vielä kannattavaa n. 28 kilometriin asti 24 kuution kontilla ja 56 kilometriin asti 39 kuution kontilla. Jos voimalaitoshinta olisi 15 €/MWh, siirtokonttilogistiikka olisi vielä kannattavaa n. 68 kilometriin asti 24 kuution kontilla ja 39 kuution kontilla jo reiluun 100 kilometriin asti.

Kiinteärakenteisen konttilogistiikan kannattavuus hevosenlannalle

Hevosenlannan kiinteärakenteisen logistiikan laskennassa kuljetusyhdistelmäksi valittiin kuomatilaltaan 140 m³:n täysperävaunuyhdistelmä. Yhdistelmän suurin sallittu enimmäispaino oli 76 t, joka sallitaan Suomen maantieliikenteessä. Tässä tarkastelussa selvitettiin hevosenlannan logistiikan kannattavuutta kuormakohtaisesti.

Logistiikan kokonaiskustannukset

Hevosenlannan kiinteärakenteisen konttilogistiikan kustannuslaskennan tueksi etsittiin lähtötietoja puuhakkeen terminaalogistiikasta, koska kyse oli samankaltaisesta logistiikkaketjusta. Kyseisessä logistiikkaketjussa ensimmäisessä vaiheessa puuhake lastattiin pyöräkuormaajalla yhdistelmän kyytiin terminaalilla ja kuljetettiin sen jälkeen polttolaitokselle. Korpilahti (2015) oli määrittänyt laskelmissaan kuljetusyhdistelmän, jonka suurin sallittu enimmäispaino oli 76 t ja kuormatilavuus 140 m³, kilometrikohtaisiksi kuljetuskustannuksiksi taulukon 3 mukaiset kustannukset. Tarkastelussa oletettiin sekä kuorman lastauksen että purkamisen tuntihinnaksi 65 €/h ja niiden yhteiskestoksi 2 h jokaisen kuljetustapahtuman osalta.

TAULUKKO 3. Logistiikan kustannukset kuljetustapahtumalle.

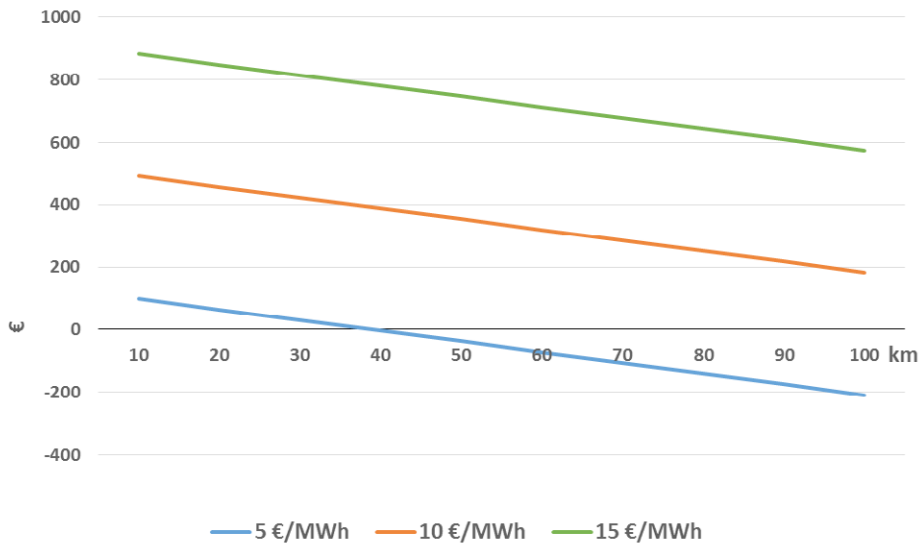
Etäisyys (km)	Kuljetus (€/kuorma)	Lastaus ja purku (€/kuorma)	Logistiikka yht. (€/kuorma)
10	163	130	293
20	197	130	327
30	231	130	361
40	265	130	395
50	300	130	430
60	334	130	464
70	368	130	498
80	402	130	532
90	436	130	566
100	471	130	601

Kuorman arvo

Hevosentakuormalle määritettiin arvo sen mahdollisen voimalaitoshinnan mukaan. Hevosentakuorman voimalaitoshinnoiksi asetettiin 5 €/MWh, 10 €/MWh ja 15 €/MWh. Kuorman energiamäärä saatiin selville kertomalla kuorman tilavuus 140 i-m³ energiatheydellä 0,56 MWh/i-m³, jolloin hevosentakuorman energiamääräksi saatiin 78,4 MWh. Lopuksi kuorman energiamäärä kerrottiin eri voimalaitoshinnoilla. Näin kuorman arvoiksi saatiin 392 € (5 €/MWh), 784 € (10 €/MWh) ja 1 176 € (15 €/MWh).

Herkkyystarkastelu logistiikan kannattavuudesta

Kiinteärakenteisen konttilogiikan kannattavuusmäärittämisessä suoritettiin herkkyystarkasteluja hevosentakuorman kuljetustapahtuman kannattavuudelle laituksen etäisyyden mukaan. Hevosentakuorman voimalaitoshinnoiksi asetettiin 5 €/MWh, 10 €/MWh ja 15 €/MWh. Hevosentakuorman logistiikan kuormakohtainen kannattavuus saatiin selville vähentämällä kuorman arvosta logistiikan kokonaiskustannukset (kuva 8).



KUVA 8. Herkkyystarkastelu hevosenlannan kuljetustapahtuman kannattavuudesta kiinteärakenteisella täysperävaunuyhdistelmällä (140 m³) eri voimalaitoshinnoilla.

Kuvasta 8 huomataan, että 5 €/MWh polttoaineen voimalaitoshinnalla hevosenlannan logistiikka kiinteärakenteisella konttiyhdistelmällä olisi hevosyrittäjälle kannattavaa vielä n. 38 kilometriin asti. Jos voimalaitoshinta olisi vähintään 10 €/MWh tai yli, kyseinen logistiikka olisi kannattavaa joka tapauksessa pitkälti yli 100 kilometriin.

Johtopäätökset

Hevosenlannan logistiikkaa ei ole juurikaan tutkittu aikaisemmin. Tässä tarkastelussa pyrittiin kartoittamaan mahdollisia logistisia vaihtoehtoja hevosenlannan varastoinnin ja kuljettamisen osalta, jotta hevosyrittäjät voisivat saada uusinta tietoa lantahuoltonsa tehostamiseksi. Logistiikkavaihtoehtoiksi valittiin siirtokonttilogistiikka ja kiinteärakenteinen konttilogistiikka. Lisäksi suoritettiin kannattavuustarkasteluja kyseisille logistisille vaihtoehdoille, joissa hevosenlantaa toimitettiin polttolaitokselle. Tarkoituksena oli selvittää logististen vaihtoehtojen kannattavuutta polttolaitoksen kuljetusetäisyyden mukaan.

Siirtokonttilogistiikassa itse kontti on samaan aikaan sopiva ratkaisu sekä erilaisten kuljetuksille että lannan välivarastoinnille. Kiinteäkanttisen yhdistelmän etuna on suurempi kuormatila verrattuna siirtokonttilogistiikkaan, mutta

se edellyttää erillistä lastauskonetta hevosenlannan kyytiin saamiseksi. Kiinteäkanttisia yhdistelmiä käytettäessä hevostallilla pitää olla lisäksi oma lantala hevosenlannan välivarastointiin. Tämä välivarastointi vaatii enemmän tilaa hevostallilta, sillä kiinteärakenteisen konttilogistiikan tyhjennyskertoja on vuoden aikana harvemmin kuin siirtokonttilogistiikassa. Molemmille logistiikkavaihtoehdoille kannattaa järjestää yhdistettyjä meno- ja paluukuljetuksia, jolloin kuivikkeen voisi tuoda hevostallille samalla, kun sieltä hakee hevosenlannan laitokselle. Tämä loisi kustannussäästöjä hevosenlannan logistiikkaan. Hevosenlannan kannattavuustarkastelussa kiinteärakenteinen konttilogistiikka oli selvästi kannattavampaa kuin siirtokonttilogistiikka. Kannattavuuden ero johtui kiinteärakenteisen konttilogistiikan suuremmasta kuormatilasta verrattuna siirtokonttilogistiikan kuormatiloihin.

LÄHTEET

Korpilahti, A. 2015. Bigger vehicles to improve forest energy transport [Suuremmat kuluneuvot parantamaan metsäenergiakuljetusta]. Best. Metsätehon tulosalvosarja 2/2015. Verkkojulkaisu. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja_2015_03_Bigger_vehicles_to_improve_forest_energy_transport_ak.pdf. Luettu 2.2.2017.

Tanskanen et al. 2017. Esiselvitys Etelä-Savon hevostalouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Tilastokeskus 2017. Energian hintoja lämmöntuotannossa syyskuussa 2016. Liitetaulukko 2. Internet-sivusto. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2016/03/ehi_2016_03_2016-12-08_tau_002_fi.html. Luettu 31.1.2017.

HEVONEN OSANA VÄHÄHIILISTÄ RUOKAKETJUA

Riikka Tanskanen

Kotimaisen hevosenlihan hyötykäytön lisääminen on kiinnostava aihepiiri sekä elintarvikealan että vähähiilisyden kannalta. Hevosenomistajien keskuudessa aihe jakaa tunnesyistä mielipiteitä, sillä hevonen on lähes poikkeuksetta omistajalleen läheinen ja tärkeä yksilö. Tässä artikkelissa pyritään huomioimaan nämä tunnesiteet, mutta käsittelemään aihetta faktojen pohjalta. Suomessa hevosten ylläpito on yleisesti korkeatasoista, jolloin hyvin eletyn elämän kautta saatava hevosenliha olisi myös hyvin eettisesti kestävä. (MMM 2006)

Eviran mukaan hevosenlihaa tuotiin Suomeen vuonna 2012 yhteensä 2,1 miljoonaa kiloa. Tuonnista yli 70 % oli peräisin Euroopasta (Ranska, Saksa, Italia, Tanska ja Romania). Lisäksi hevosenlihaa tuotiin EU:n ulkopuolelta Kanadasta, Meksikosta, Brasiliasta ja Argentiinasta. Tuontilihan tuotanto-olosuhteita pystytään harvoin täysin todentamaan, eikä hevosenliha ole tässä asiassa poikkeus. Sen sijaan kotimaisen ruuan tuotannon jäljitettävyyden, valvottavuuden sekä laatu pystytään todentamaan hyvin. Lihätiedotuksen uusimpien tilastojen mukaan Suomeen tuotiin vuonna 2015 yhteensä 1,6 miljoonaa kiloa hevosenlihaa (Lihätiedotus 2017).

Suomessa hevosia ei kasvateta tuotantoeläimenä lihanjalostusmielessä. Teurastukseen päätyvä hevonen on toteuttanut jonkin muun tehtävän elämänsä aikana. Lihan hyötykäyttö elintarvikeena varmistaa tuotantoketjussa ainoastaan sen, ettei korkeatasoista lihaa hukata hevosen elinkaaren lopussa. Hevosen lihasta saatavan rahallisen korvauksen pienuus ei valitettavasti edistä tätä tavoitetta. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmän julkaiseman raportin mukaan

vuonna 2006 hevosenlihan tuottajahinta oli vain 0,3 €/kg (MMM 2006). Vuoden 2013 löydetty tuottajahinta oli 0,6 €/kg (Maaseudun tulevaisuus 2013).

Hevosen lihasta saatava korvaus ei pitkällä kuljetusetäisyyksillä riitä edes kattamaan kuljetuskustannusta tallilta teurastamolle. Etelä-Savon alueella ei tämän julkaisun tekohetkellä toiminut yhtäkään hevosta vastaanottavaa teurastamo. Näin ollen ainoiksi hevosten teurastuspaikoiksi jäävät lähimpinä sijaitsevat teurastamot, jotka on esitetty taulukossa 1. Suomen Hippos ry ylläpitää internetsivuillaan ajantasaista listaa niistä suomalaisista teurastamoista, jotka vastaanottavat hevosia.

TAULUKKO 1. Hevosia vastaanottavat teurastamot Suomessa (Hippos ry 2017). Ajomatka Mikkelistä teurastamolle merkitty sulkeisiin.

Paikkakunta	Hevosia vastaanottava teurastamo
Isokyrö (338 km)	Hahtolan Kotiteurastamo, Seljantie 61, 61550 Orismala, puh. 050 511 3519
Kausala (128 km)	Liha REM Oy, Kymenrannantie 106, 47400 Kausala, puh. 0400 655 440
Kemi (537 km)	Rönkä Oy, Mahlatie 7, 94200 Kemi, puh. 020 775 6470
Kitee (177 km)	Koivikon Opetusteurastamo, Koivikontie 8, 82430 Puhos, puh. 050 536 9977
Kontiolahti (235 km)	Tmi Kontiolahden Tukuturkis/Heikkilän tilateurastamo, Heikkilantie 6, 81120 Katajaranta, puh. 040 751 6930
Lavia (340 km)	Tourun tilateurastamo, Touruntie 27, 38600 Lavia, puh. 02 557 6163
Muhos (430 km)	Viskaalin teurastamo/Tmi Heikki Räinen, Viskaalintie 54, 91500 Muhos, puh. 040 145 2681
Pietarsaari (351 km)	Ab Tajma Oy, Tarhatie 2, 68800 Kolppi, puh. 0400 596 0722
Polvijärvi (223 km)	Polvijärven liha-aitta, Kinahmontie 31, 83700 Polvijärvi, puh. 013 633 121
Pori (339 km)	T:mi Jarmo Vuorenmaa, Kullantie 414, 28260 Harjunpää, puh. 02 539 0822
Sastamala (308 km)	Liha Hietanen Oy, Pääkkösentie 59, 38200 Sastamala, puh. 03 514 1533
Sastamala (314 km)	Sastamalan Teurastamo Oy, Mäkelänkatu 1, 38250 Sastamala, puh. 040 748 2633
Urkala (262 km)	Paijan Tilateurastamo, Saarikontie 141, 31700 Urjala as, puh. 03 546 2462

Kustannustehokkaaksi ratkaisuksi hevosten teuraskuljetuksiin on muodostunut eri puolilla Suomea toimivat yrittäjät, jotka kuljettavat hevosia yhteiskuljetuksilla teurastamoille. Usean hevosen kuljettaminen kerrallaan teurastamolle kattaa kuljetuksen tekevän yrittäjän kustannukset. Kuljetuksesta vastaava yrittäjä saa

kuljetuspalkkionsa hevosten lihoista teurastamolta. Näin hevosen kuljetuksesta teurastamolle ei synny kustannuksia hevosen omistajalle, kun tämän ei tarvitse maksaa palvelusta erikseen.

Etelä-Savon alueella toimii kaksi hevosten yhteiskuljetuksia teurastamolle järjestävää yrittäjää. Yrittäjät on esitetty taulukossa 2. Molemmat yrittäjät käyttävät Sas-tamalassa sijaitsevan teurastamon, Liha Hietanen Oy:n, palveluita (Vehviläinen 2017; Vesalainen 2017). Liha Hietanen Oy on Suomen suurin hevosten teurastamo. Sen toiminta on hyvin korkeatasoista, ja henkilökunta on harjaantunut hevosten käsittelyyn. Hevoselle teurastus on nopea ja kivuton tapahtuma. Hevosilla on ”etuajo-oikeus” muihin teurastettaviin eläimiin nähden, jolloin hevoset tunnistetaan, niille suoritetaan eläinlääkärin tarkastus ja ne teurastetaan välittömästi teurastamolle saapumisen jälkeen. Teurastusprosessi on suoritettu noin 15 minuutin sisällä siitä, kun hevoskuljetus saapuu teurastamolle. Lisäksi kyseisen teurastamon oma eläinlääkäri tunnistaa ja tarkastaa hevoset jo ulkona, eikä Liha Hietanen Oy vaadi teurastettavien hevosten kenkien poistamista ennen teurastamista (Hietanen 2017). Kaikista teurastamoille vastaanotettavista hevosista tulee olla täytettyinä MMM:n asetuksen 12/14 mukainen hevosen lääkekirjanpito.

TAULUKKO 2. Hevosien teurastus- ja lopetuspalvelut Etelä-Savossa.

Yhteystiedot	Hevosten teurastusta koskeva palvelu
Pekka Vehviläinen Vehviläisen Talli tmi Y-tunnus 1156593-9 Virmashovintie 306, 41500 Hankasalmi as. Puh. 040 057 4030	Kuljettaa hevosia Etelä-Savosta yhteiskyydityksillä teurastamolle
Eero Vesalainen Y-tunnus 12243050, Paavolantie 4 B, 51720 Rahula. Puh. 050 303 6944	Kuljettaa hevosia yhteiskyydityksillä teurastamolle (toimii pääasiallisesti Keski-Suomessa)
Lähiteurastamo Osuuskunta Sakke Mikkelintie 441, 76620 Pieksämäki puh. 0400 658 953 (Esko Rissanen)	Etelä-Savoon suunnitteilla oleva teurastamo, joka tulee ottamaan hevosia vastaan
Tmi Pirun Rilli Osmo Hartikainen Savonlinna pirunrilli.fi puh. 050 496 5233	Teurastaa hevosia paikan päällä. Hevosen liha mahdollista saada omaan käyttöön myös jalosteina (yhteistyössä Lihamestari Röpelisen kanssa)
Hevospalvelu Anu Forssten, lopetuspalvelusta vastaa Petri Kovanen Ristiina www.hevospalvelua.com puh. 040 5743 822	Teurastaa hevosia myös paikan päällä. Hevosen liha mahdollista saada omaan käyttöön leikatuna.

Taulukkoon 2 on merkitty myös Etelä-Savossa mahdollisesti vuonna 2017 aloitettavan Sakke Osuuskunnan Lähiteurastamon yhteystiedot. Suunnitteilla olevaan teurastamoon tullaan ottamaan teurastettavaksi myös hevosia (Rissanen 2017).

Hevosten kuljettaminen yhteiskuljetuksilla teurastamolle säästää kuljetuskustannuksissa sekä vähentää ympäristölle aiheutuvaa kuormitusta. Lisäksi rakkaan hevosen lähettäminen viimeiselle matkalleen tällä tavoin saattaa olla helpompaa niille hevosenomistajille, jotka eivät halua itse mennä teurastamolle mukaan.

Vaihtoehtoja hevosen lopetuksella ja teurastamiselle tarjoavat Etelä-Savossa myös Tmi Pirun Rilli ja Hevospalvelu Anu Forssten, joiden toimenkuvaan kuuluvat hevosten lopetus- ja teurastuspalvelut lähialueella. Ammattimaisesti tehtävän lopetuksen jälkeen hevosen lihat voi saada leikattuna tai jalosteina omaan yksityiseen käyttöön. Palvelun hintatietoja voi tiedustella suoraan toimijoilta. (Forssten 2017; Hartikainen 2017). Virallisesti tarkastamattoman lihan osalta Evira on antanut erillisen ohjeistuksen *Eläinten teurastus omaan kuluutukseen yksityistaloudessa* (Evira 2016).

Yleisiä ohjeita hevosen teurastukseen liittyen

Hevonen voidaan lopettaa teurastamalla silloin, kun alkuperäinen hevospassi on olemassa ja hevoselle annettu lääkitys, vakava sairaus, suuri kasvainten määrä tai kuihtuneisuus ei estä teurastusta. Ajankohdan 1.7.2009 jälkeen uusitulla hevospassilla ei hevosta saa viedä teuraaksi. Lisäksi hevosen lääkinnästä on oltava taulukossa 3 esitetty asetuksen MMM 21/14 mukainen lääkityskirjanpito (kaikki lääkkeet, rokotteet, loislääkitys), josta ilmenee hevosen tunnistetiedot, lääkkeen antamispäivämäärä, lääkkeen nimi ja annostusmäärä, lääkkeen varoaika sekä lääkkeen myyjän nimi. Kirjanpitoa tulee säilyttää vähintään viisi vuotta. Käytännössä lääkekirjanpidon tulee olla elinikäinen, ja sitä pitää säilyttää 5 vuotta hevosen teurastuksen tai lopetuksen jälkeen. Mikäli hevosella on rekisteröintitodistus passin sijaan, tulee siihen olla liitettynä erillinen lääkityssivutarra.

TAULUKKO 3. Teuraaksi aiotun hevosen lääkekirjanpidon sisältö, jonka ylläpidosta vastaa eläimen omistaja tai haltija (MMM asetus 12/14).

Kirjanpidosta on kaiken lääkkityksen osalta käytävä Ilmi ainakin seuraavat tiedot:

1. eläimen tunnistustiedot

2. lääkkityksen antopäivämäärät

3. lääkkityksen aloittaja
(eläinlääkäri, eläimen omistaja tai haltija tai näiden valtuuttama henkilö)

4. lääkkeen tai lääkerahun käyttöaihe

5. lääkkeen nimi

6. lääkkeen tai lääkerahun määrä

7. lääkkeelle tai lääkerehulle määrätty varoaika

8. lääkkeen tai lääkerahun myyjä

Teuraaksi aiotun hevosen lääkkityksen tulee noudattaa tuotantoeläinten lääkkityksen määräyksiä (laki 387/2014 ja MMM 17/2014) sekä lääkkeille määriteltyjä varoajoja (EY 122/2013). Yleinen hevoslääkkityksen varoaika on 6 kuukautta. Tietyt lääkeaineet ovat kokonaan tuotantoeläimiltä tai kaikilta eläimiltä kiellettyjä (VNa 1054/2014). Tuotantoeläimille sallitusta lääkkityksestä poikkeaminen johtaa teurastuskieltoon, joka on hevosella elinikäinen.

Lisäksi teurastettavan hevosen tulee olla elintarvikelain (23/2006) nojalla peräisin alkutuotannon toimijaksi rekisteröityneeltä tilalta. Rekisteröinnin voi tehdä oman kunnan elintarvikeviranomaiselle esimerkiksi Hippos ry:n laatiman lomakepohjan avulla. Teurastettavan hevosen mukana teurastamolle tulee toimittaa elintarvikeketjutiedot, jonka sisältämät tiedot on esitetty kattavasti Suomen Hevostietokeskus ry:n internetsivuilla. Malliesimerkki elintarvikeketjutiedon kirjaamisesta löytyy Eviran ohjeistuksen (16005/4) liitteenä. Valmis elintarvikeketjutiedon täyttämiseen tarkoitettu lomake on saatavana Suomen Hippos ry:n internetsivuilla. Muita teurastettavaksi toimitettavaa hevosta koskevia yleisiä ohjeita sekä valtakunnallinen lista hevosia vastaanottavista teurastamoista on Hippos ry:n ja Suomen Hevostietokeskus ry:n internet-sivuilla.

Yhteenveto

Hevoselihän vähähiilisyttä voidaan parantaa sen elintarvikekäyttöä kasvattamalla sekä kiinnittämällä huomiota teurastuksen yhteydessä tehtyihin matkoihin. Ruoan tuotanto ja -kulutus muodostavat noin 25 % ihmisten hiilijalanjäljestä (Luke 2016). Lihatuotteiden käyttö puolestaan muodostaa noin neljänneksen elintarvikkeiden kulutuksen hiilijalanjäljestä (HK Scan 2013). Hevoselihalla voidaan elintarvikekäytössä korvata muita lihatuotteita ja näin vähentää elintarvikkeiden kulutuksesta syntyvää hiilijalanjälkeä ja edistää vähähiilisyttä.

LÄHTEET

Evira. Hevoselihaa sisältävät elintarvikkeet. Artikkel. 2014. Julkaistu 27.2.2014. Muokattu 6.4.2016. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tuonti-ja-vienti/eun-jasenmaat-norja-ja-sveitsi/ensisaapumisvalvonta/usein-kysyttya/hevoseliha/>. Luettu 17.1.2017.

Evira 2015. Elintarvikeketjutietojen toimittaminen ja valvonta. [Julkaistu 12.5.2015]. https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evilasta/lomakkeet-ja-ohjeet/elintarvikkeet/alkutuotanto/eviran_ohje_16005_4.pdf. Luettu 17.1.2017.

Evira 2016. Eläinten teurastus omaan kulutukseen yksityistaloudessa. Verkkojulkaisu. Päivitetty 8.9.2016. Luettu 26.1.2017.

Forssten, Anu 2017. Puhelinhaastattelu 26.1.2017. Hevospalvelu Anu Forssten.

Google karttapalvelu 2017. Lyhyin ajoreitti Mikkelistä suomalaisille hevosteurastamoille. <http://maps.google.com>. Haettu 20.1.2017.

Hartikainen, Osmo 2017. Puhelinhaastattelu 24.1.2017. Tmi Pirun Rilli.

Hietanen, Timo 2017. Puhelinhaastattelu. 13.1.2017. Liha Hietanen Oy.

HK Scan 2013. Lihansyönti ja ympäristö. Verkkojulkaisu 4.7.2013. <http://www.hk.fi/liha-koulu/tilalta-tuotteeksi/artikkelit/liha-ja-ymparisto/artikkeli/lihansyonti-ja-ymparisto/>. Luettu 24.1.2017.

Komission asetus (EU) N:o 122/2013 hevoseläinten hoidossa keskeisten aineiden luettelon laatimisesta lääkkeitä koskevista yhteisön säännöistä annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2001/82/EY mukaisesti annetun asetuksen (EY) N:o 1950/2006 muuttamisesta. 12.2.2013. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:042:0001:0017:FI:PDF>.

Laki eläinten kuljetuksesta 29.12.2006/1429.

Laki eläinten lääkitsemisestä 387/2014. Voimaantulo 1.12.2014. <http://www.fnlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140387>.

Lihamaisteri Röpelininen 2017. Hevosen teurastuksen hinta. www.lihamaisteri.net/hinnasto. Päivitetty 1.5.2013. Luettu 24.1.2017.

Lihatiedotus. Lihan tuonti ja vienti 2010 – 2015. <http://www.lihatiedotus.fi/liha-tilastoissa/lihan-tuonti-ja-vienti.html>. Luettu 17.1.2017.

Luonnonvarakeskus (Luke) 2016. Ruuantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ruoka-ja-ravitsemus/ruoan-ilmasto-vaikutukset/>. Luettu 24.1.2017.

Maa- ja metsätalousministeriö. Selvitys eri vaihtoehtoista hevosten teurastamisen järjestämiseksi 2007 (Työryhmämuistio mmm 2007:17). http://mmm.fi/documents/1410837/1790809/trm2007_17_hevosten_teurastaminen.pdf/632e3fd4-48e6-460e-b25f-0ae0797690f6. Luettu 12.1.2017.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 21/14 tuotantoeläinten lääkityksestä pidettävästä kirjanpidosta. Voimaantulo 1.12.2014. http://mmm.fi/documents/1410837/1817140/Tuotantoelainten_laakitys.pdf/e973cd95-f88c-43c6-a8d7-602c7be35e1b.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 17/14 lääkkeiden käytöstä ja luovutuksesta eläinlääkinnässä. Voimaantulo 1.12.2014. http://mmm.fi/documents/1410837/1817140/Laakkeiden_luovutus_.pdf/a7ff23f1-83f0-4a3e-9bf5-51babbfc837a.

Maaseudun tulevaisuus 2013. Kohu kasvatti kotimaisen hevosenlihan kysyntää. Verkkojulkaisu 28.3.2013. <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maaseutu/kohu-kasvatti-kotimaisen-hevosenlihan-kysynt%C3%A4%C3%A4-1.36351>. Luettu 24.1.2017.

Rissanen, Esko 2017. Puhelinhaastattelu. 13.1.2017. Osuuskunta Sakke Lähiteurastamo.

Suomen Hevostietokeskus ry 2016. Teurastusta koskevat elintarvikeketjutiedot. [Päivitetty 23.5.2016]. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=714&kieli=3>. Luettu 17.1.2017.

Suomen Hevostietokeskus ry 2017. Hevosen hävittäminen. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=640>. Luettu 24.1.2017.

Suomen Hippos ry 2013. Alkutuotannon toimijoiden ilmoittautuminen elintarvikeviranomaisille. Tulostettava lomakepohja. Julkaistu 31.5.2013, ei päivitetty. <http://www.hippos.fi/files/1326/alkutuotannotoimijoidenilmo.pdf>. Luettu 17.1.2017.

Suomen Hippos ry 2013. Elintarvikeketjua koskevat tiedot alkuperätilalta teurastamoon. Tulostettava lomakepohja. Julkaistu 31.5.2013, ei päivitetty. http://www.hippos.fi/files/1328/Alkuperätilalta_teurastamoon.pdf. Luettu 17.1.2017.

Suomen Hippos ry 2017. Hevosia vastaanottavia teurastamoja. http://www.hippos.fi/rekisterointi_ja_omistaminen/hevosen_hyvinvointi/teurastamot. Luettu 17.1.2017.

Suomen Hippos ry 2017. Hevosia vastaanottavia teurastamoja. http://www.hippos.fi/rekisterointi_ja_omistaminen/hevosen_hyvinvointi/teurastamot. Luettu 17.1.2017.

Valtioneuvoston asetus 1054/2014 eräiden lääkeaineiden käytön kieltämisestä eläimille. Voimaantulo 1.1.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141054>.

Valtioneuvoston asetus 22/2015 eräiden lääkeaineiden käytön kieltämisestä eläimille annetun valtioneuvoston asetuksen 11 § muuttamisesta. Voimaantulo 1.1.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150022#Pidm1358256>.

Vehviläinen, Pekka 2017. Puhelinhaastattelu. 12.1.2017.

Vesalainen, Eero 2017. Puhelinhaastattelu 12.1.2017.

HEVOSENLANTA PELTOVILJELYSSÄ

Riikka Tanskanen

Hevoslannan perinteinen hyödyntämistapa on käyttää sitä ravinteina peltoviljelyssä (Palva, Alasuutari ja Harmoinen (toim.) 2009). HevosWoima-hankkeessa tehdyissä haastatteluissa 89 % hevosityrittäjistä Etelä-Savossa ilmoitti toiminnastaan syntyvän hevoslannan hyödynnettävän peltoviljelyssä ravinteina. Tosin ainoastaan 11 prosentilla vastaajista oli omaa peltoa, jossa lantaa pystyttiin suoraan hyödyntämään. Enemmistö (78 %) ilmoitti luovuttavansa lantansa muille toimijoille, joiden tiesi hyödyntävän hevoslantaa ravinteina peltoviljelyssä. Vuoden 2016 alussa voimaan astuneen lainsäädännön perustella lantaa ei ole enää saanut viedä kaatopaikoille (VNa 331/2013), mikä on vähentänyt lannan sijoitusvaihtoehtoja merkittävästi.

Lainsäädännön mukaan hevoslantaa voidaan levittää pellolle ravinteiden hyödyntämiseksi peltoviljelyssä. Levitettävän lannan määrää on kuitenkin rajoitettu nk. nitraattiasetuksen (1250/2014) avulla. Asetuksen 11 §:n mukaan tuotantoeläinten lannassa levitettävän kokonaistypen määrä saa olla enintään 170 kg/ha. Liitteen 2 mukaan hevosen kuivikelannassa kokonaistyppeä on 2,6 kg/m³. Käytännössä asetuksen (1250/2014) sisältö tarkoittaa sitä, että hevoslantaa saa levittää enintään 65 m³ per hehtaari viljeltävälle peltoalalle vuodessa. Mikäli hevoslannasta on olemassa kerran viidessä vuodessa teetettävä ravinneanalyysi ja viljeltävä lajike tunnetaan, voidaan tarkka käyttömäärä laskea ravinneanalyysin tulosten perusteella. Samassa asetuksessa (VNa 1250/2014, Liite 1–2) on myös neuvottu, miten lannan mahdollisen käsittelyn voi huomioida laskennassa. Nitraattiasetusta on täydennetty asetuksella 1261/2015, jossa täsmennetään lannoitekäyttöön tarkoitettujen lannan varastointia ja käyttöä. Huomioitavaa lannan ravinnehöydyntämisen kannalta on lisäksi, ettei sitä saa levittää pelloille, joiden kaltevuuskulma ylittää 15 %. Lisäksi lannan levittäminen pellolle on kielletty 1.11.–31.3 välisenä aikana sekä pellon ollessa roudassa, lumen tai veden peittämänä. (VNa 1250/2014, 10 §)

Hevosennann ravinnepitoisuudet eri kuivikelaaduilla

HevosWoima-hankkeen yhtenä tehtävänä oli tuottaa Etelä-Savon hevosyrittäjille tietoa hevosennann sisältämistä ravinteista aiempia aihepiirin tutkimustuloksia hyödyntäen. Ongelmana hevosennann laadullisten ominaisuuksien tarkastelussa ravinnepitoisuuksien osalta kuitenkin on, ettei kirjallisuudesta saatavien tutkimustulosten osalta ole aina selkeästi ilmaistu minkä kuiviketyypin tai säilytysian hevosennannasta on kyse. Tämä vaikeuttaa erityisesti hevosennann vertailukelpoisten tarkkojen ravinnepitoisuuksien esittämistä eri kuivikelaaduille.

Taulukkoon 1 on koottu hevosennann ravinnepitoisuuksia koskevia tietoja. Kutterikuivike-hevosennantaa ja turvekuivike-hevosennantaa koskevat tulokset ovat HevosWoima-hankkeessa koottuja ja saatuja tuloksia. Viljavuuspalvelujen 2005–2009 hevosen tuoretta kuivikelantaa koskevat tutkimustulokset eivät ilmeisesti ole sidottu vain yhteen kuivikelaatuun vaan ne edustavat kaikkien eri kuivikkeiden keskiarvoja.

TAULUKKO 1. Hevosennann ravinnepitoisuudet. Kutterikuivike-hevosennann ja turvekuivike-hevosennann tulokset ovat HevosWoima-hankkeessa selvitettyjä tuloksia. Tuoreen hevosennann tulokset ovat Viljavuuspalvelujen 2005–2009 tutkimustuloksista.

Analyysitulokset	Kutterikuivike-hevosennanta (alle 4 kk vanha)	Turvekuivike-hevosennanta (noin 8–10 kk vanha)	Tuore hevosenlanta keskiarvona
Liukoinen typpi (N)	-	2,5 g/kg ka	1,0 g/kg ka
Kokonaistyyppi (N)	5,2 g/kg ka	6,9 g/kg ka	5,0 g/kg ka
Fosfori (P)	2,5 g/kg ka	2,6 g/kg ka	1,0 g/kg ka
Kalium (K)	8,2 g/kg ka	5,9 g/kg ka	5,3 g/kg ka
Magnesium (Mg)	1,88 g/kg ka	1,9 g/kg ka	0,9 g/kg ka
Kalsium (Ca)	9,09 g/kg ka	3,4 g/kg ka	2,3 g/kg ka
Natrium (Na)	1,16 g/kg ka	0,56 g/kg ka	0,5 g/kg ka
Boori (B)	0,004 g/kg ka	< 0,005 mg/kg ka	0,0028 g/kg ka
Kupari (Cu)	0,022 g/kg ka	0,017 g/kg ka	0,048 g/kg ka
Mangaani (Mn)	0,139 g/kg ka	0,09 g/kg ka	0,049 g/kg ka
Sinkki (Zn)	0,086 g/kg ka	0,56 g/kg ka	0,028 g/kg ka

Taulukon 1 tiedoista voidaan nähdä hevosenlannan ravinnepitoisuuden eroja kutterikuivike-hevosenlannan ja turvekuivike-hevosenlannan välillä. Valittavasti olkikuivikkeeseen osalta ei löydetty yhtä kattavia ravinnetietoja. Kaikki kuivikelaadut ovat kuitenkin edustettuina Viljavuuspalvelujen kattavan valtakunnallisen tutkimuksen tuloksissa tuoreen hevosenlannan osalta (Viljavuuspalvelu 2005–2009).

Johtopäätökset

Hevosenlannan hyödyntäminen peltoviljelyssä ravinteina on ekologisesti ja taloudellisesti kannattavaa mikäli ravinteet saadaan hyödynnettyä tallitoiminnan läheisyydessä. HevosWoima-hankkeessa tehtyjen haastattelujen perusteella lantalan tyhjentäminen ja hevosenlannan kuljettaminen toisen yrittäjän peltoviljelyssä hyödynnettäväksi saattoi aiheuttaa merkittäviäkin kustannuksia. Kuljetusmatkat luovat kustannusten lisäksi polttoainekulutusta sekä liikennepäästöjä. Omassa tai lähialueen peltoviljelykäytössä hevosenlantaa ei tarvitse siirtää merkittäviä matkoja, jolloin kuljetuskustannukset sekä kuljetuksen päästöt pysyvät maltillisina. Ne alueen hevosyrittäjät, joilla hevosenlannan ravinnehödyntäminen talliyrittäjien lähiympäristössä oli mahdollista, eivät itse katsoneet lannan käsittelystä aiheutuvan varsinaisia kustannuksia.

Hevosenlannan korvatessa väkilannoitteita hevosenlannan hyötykäyttö ravinteina edistää myös hyötykäytön ekologisuuutta. Toisaalta hevosenlannan ravinnehödyntöä rajoittavat sen sisältämän hukkakauran riski sekä typen riittämättömyys (Seuri 2017).

LÄHTEET

ALS Finland Oy 2016. Analyysitulokset HevosWoima-hankkeen kutterikuivikepohjaisesta hevosenlannasta. Tulokset toimitettu s-postitse marraskuussa 2016.

Palva Reetta, Alasuutari Sakari ja Harmoinen Taina (toim.) 2009. Lannan käsittely ja käyttö. ProAgrian Keskusten Liiton julkaisu. ISBN 978-951-808-184-8. s.92

Relander Kirsi 2017. Viljavuuspalvelujen analyysitulokset turvepohjaisesta hevosenlannasta 2016. Toimitettu postitse tammikuussa 2017.

Seuri Pentti 2017. Hevosenlannan, kompostoinnin ja mädätysjäännöksen ravinteiden hyödyntäminen ja siinä huomioitavat asiat. Seminaariesitys Helmet Pirtti 26.1.2017. <http://envitecpolis.fi/wp2017/wp-content/uploads/2017/01/7.-Pentti-Seuri.pdf>. Luettu 26.1.2016.

Viljavuuspalvelu 2005–2009. Ravinnepitoisuus tuoreessa hevosen kuivikelannassa. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140387> Luettu 15.4.2016.

VNa 1250/2014 Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta

VNa 1261/2015. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta

VNa 331/2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista.

UUTTA TIETOA HEVOSENLANNAN HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUKSISTA

Riikka Tanskanen & Hanne Soininen & Jarno Föhr & Tapio Ranta

Esiselvitys Etelä-Savon hevostalouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana -hankkeen (1.3.2016–28.2.2017, hankenumero A71423) tavoitteena oli edistää hevostaloudesta muodostuvien sivuainevirtojen hyödyntämistä kustannustehokkaasti ja vähän ympäristöä kuormittavasti Etelä-Savon alueella. Hanke tuotti tietoa alueen mahdollista hevosenlannan polttopaikoista ja materiaalin käyttäytymisestä eri kokoluokan biopolttoainekattiloissa.

HevosWoima-hanke on tuottanut ajankohtaista tietoa hevosenlannan hyödyntämisestä energiana. Tuotetussa tutkimustiedossa on huomioitu polton ympäristövaikutukset savukaasupäästöjen ja hajuhaittojen tarkastelun osalta. Hevosenlannan pilot-polttokokeilla on tuotettu tietoa eri mittakaavan hevosenlannan poltosta sekä testattujen tekniikoiden toimivuudesta hevosenlannan poltossa.

Hevosenlannan energiahyödyntämisen mahdollisuuksia Etelä-Savossa on tarkasteltu laajemmin alueen potentiaalisten energiahyödyntämiskohteiden tarkastelulla ja tekniikoiden vertailulla, palvelutuotantomallien luonnilla sekä lannan energiahyödyntämisen kustannustehokkuuden tarkastelulla. HevosWoima-hankkeessa toteutetulla tutkimuksella on pyritty edistämään Etelä-Savon alueen hevosyrittäjien mahdollisuuksia tuotteistaa hevostalouden sivuainevirtoja kustannustehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. Samalla on pyritty edistämään hevosenlannan käyttöä uutena bioenergian lähteenä Etelä-Savon alueella.

Hevostalouden sivuainevirtojen tuotteistamisen tavoitteena on ollut parantaa alueen hevosyrittäjien yritystoiminnan kannattavuutta ja vähentää erityisesti he-

vosenlannan käsittelyn kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. Tuotetun tiedon tarkoituksena on ensisijaisesti palvella Etelä-Savon alueen hevosyrittäjiä ja energiantuottajia. Hankkeessa tuotettu tieto on hevosenlannan polton sallivan asetusmuutoksen myötä hyvin ajankohtaista ja hyödynnettävissä myös valtakunnallisesti eri toimijoiden käyttöön. Näin HevosWoima-hanke palvelee myös laajemmin hallitusohjelman kärkihanketta biotalouden ja puhtaiden ratkaisujen edistämisessä.

HevosWoima-hankkeen toteutus ei olisi ollut mahdollista ilman Etelä-Savon alueen hevosyrittäjiä, jotka antoivat yritystietojaan ja hevosenlantanäytteitä hankkeen käyttöön. Hankkeessa tuotettu tieto on saatu aikaan yhteistyössä Etelä-Savon hevosyrittäjien kanssa, ja tieto on tarkoitettu kaikkien Etelä-Savon hevosyrittäjien hyödynnettäväksi. Tiedolla on pitkällä tähtäimellä tarkoitus tukea ja edistää alueen hevosalan vähähiilistä kehitystä sekä hevosenlannan hyötykäytön tuotteistamista ja palveluliiketoimintaa. Hankkeen pitkän tähtäimen vaikutukset alueen liiketoiminnan kehittymiseen pystytään arvioimaan vasta myöhemmin.

Hevosenlannan keskitetyt energiahyödyntämismahdollisuudet alueella eivät ole toteutettavissa ilman energiantuotannosta vastaavien yritysten osallistumista. Hankkeeseen on alueen energiantuotannon yrityksistä osallistunut Suur-Savon Sähkö Oy, joka myös mahdollisti hankkeen energiantuotantoyksikössä tehdyn hevosenlannan polttokokeen. Suur-Savon Energiasäätiö on osallistunut HevosWoima-hankkeeseen myös rahoittajana. Hankkeessa tuotetun tiedon toivotaan rohkaisevan kaikkia alueen energiantuotannosta vastavia organisaatioita tarkastelemaan hevosenlannan hyötykäytön mahdollisuuksia uutena bioenergianlähteenä. Hankkeen yhteistyökumppaneihin ja rahoittajiin lukeutuu myös Vapo Oy, joka olisi valmis tekemään lannan hyötykäytön osalta jatkossa yhteistyötä Etelä-Savon alueen hevosyrittäjien kanssa.

Hankkeessa on tehty yhteistyötä myös Etelä-Savon ympäristönsuojelu- ja lupaviranomaisten, alueen kuljetusyritysten sekä muiden hevostalouden sivuainevirtojen parissa työskentelevien yritysten kanssa. Muut valtakunnalliset hevosalan hanketoimijat sekä kiinnostuneet sidosryhmät ovat tiedustelleet HevosWoima-hankkeen tuloksia jo ennakkoon erityisesti toteutettujen hevosenlannan polttokokeiden osalta. HevosWoima-hankkeessa tehty tiedottaminen on tavoittanut hyvin paitsi pääkohderyhmän myös muita kiinnostuneita sidosryhmiä ja laajempaa yleisöä. Kaikkien sidosryhmien tietotarpeisiin pyritään vastaamaan hankkeessa toteutettujen julkaisujen saatavuudella hankesivujen kautta sekä tulojen julkisella tiedottamisella.

