

Kari Perttula, Heidi Kanala-Salminen, Johann Hawel,
Anna Kirveslahti, Anne-Riikka Rautio



HEVOSENLANNAN ENERGIÄKÄYTÖN EDISTÄMINEN KESKI-POHJANMAALLA



Centria. Raportteja ja selvityksiä, 34

Kari Perttula, Heidi Kanala-Salminen, Johann Hawel, Anna Kirveslahti,
Anne-Riikka Rautio

HEVOSENLANNAN ENERGIÄKÄYTÖN EDISTÄMINEN KESKI-POHJANMAALLA

Centria-ammattikorkeakoulu 2018

JULKAISIJA:

Centria-ammattikorkeakoulu
Talonpojankatu 2, 67100 Kokkola

JAKELU:

Centria kirjasto- ja tietopalvelu
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria-ammattikorkeakoulun markkinointi- ja viestintäpalvelut
Kannen kuva: Ratsutalli Rida

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 34
ISBN 978-952-7173-37-4 (PDF)
ISSN 2342-933X

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. KYSELYTUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	5
2.1 Taustaa	5
2.2 Hevoset, lannan määrä ja kuiviketyypit	5
2.3 Kuivikkeen ja hevosenlannan käsittelyn kustannukset	7
3. LABORATORIOKOKKEET	8
3.1 Kuivike- ja seosnäytteiden esikäsittely	9
3.1.1 Näytteiden kuivaus ja kokonaiskosteus	9
3.1.2 Näytteiden hienontaminen	10
3.2 Tuhkapitoisuusmääritykset	10
3.3 Analyysikosteuden ja lämpöarvon määrittäminen	11
3.4 Johtopäätökset lämpöarvomäärityksistä	14
3.5 Muu analytiikka	16
3.5.1 Kokonaistyyppipitoisuus	16
3.5.2 Alkuaine- ja ionianalytiikka	17
3.5.3 Liukoisuusmääritykset	19
3.6 Lannan ja sen tuhkan loppukäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuudet	19
3.6.1 Lannoite- ja maanparannuskäyttö	19
3.6.2 Kaatopaikkakelpoisuus	24
4. YMPÄRISTÖNSUOJELU JA LANTA	27
5. YHTEENVETO	28
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Pääministeri Juha Sipilän hallitus asetti vuonna 2015 yhdeksi kärkihankkeeksi hevoselannan käytön edistämisen energiantuotannossa. Hieman tämän jälkeen syksyllä 2015 Centria-ammattikorkeakoulu käynnisti Kokkola Industrial Symbiosis System, KISS-hankkeen, jonka yhtenä tavoitteena on ollut vastata hevosalan toimijoiden lannan käsittelyn haasteisiin tuottamalla tietoa hevoselannan energiakäytön hyödyntämisen mahdollisuuksista.

Kokkolassa ja sen lähialueilla on paljon hevosalan yrittäjiä ja hevosen omistajia, jolloin myös syntyvän lannan vuotuinen määrä on suuri. Myös aiemmin mainittu hallituksen kärkihanke hevoselannan käytön edistämisestä energiantuotannossa oli osaltaan vaikuttamassa siihen, että päätettiin käynnistää selvitystyö hevoselannan energiakäytön edistämisestä Keski-Pohjanmaalla. Selvityksestä saadun informaation on tarkoitus palvella sekä hevos- että energia-alan toimijoita lisäämällä tietoa hevoselannan energiakäytön mahdollisuuksista ja lannan kustannustehokkaasta käsittelystä.

Selvitystyön ensimmäisessä vaiheessa laadittiin kyselytutkimus Kokkolan ja sen lähialueiden hevosen omistajille ja hevosalan yrittäjille. Kyselytutkimuksessa kerättiin tietoja mm. vuositasolla syntyvistä lantamääristä sekä kustannuksista liittyen kuivikkeiden hankintaan ja lannan käsittelyyn. Toisessa vaiheessa kerättiin näytteitä kuivikkeesta sekä kuivikkeen ja lannan seoksesta alueen talleilta laboratoriotutkimuksia varten. Tavoitteena oli saada mukaan kaikki yleisimmin käytetyt kuiviketyypit kuten kutteri tai sahanpuru, olki ja turve. Selvitystyön kolmannessa vaiheessa tehtiin laboratoriotutkimuksia toisessa vaiheessa kerätyille näytteille. Näytteille tehtiin mm. lämpöarvo- ja alkuainemääritykset sekä kokonaistyyppipitoisuusmääritykset. Kaikki laboratoriotutkimukset tehtiin Centria-ammattikorkeakoulun laboratoriossa Kokkolassa lukuun ottamatta kokonaistyyppipitoisuusmääritystä, joka tehtiin Ahma Ympäristö Oy:n laboratoriossa Oulussa.

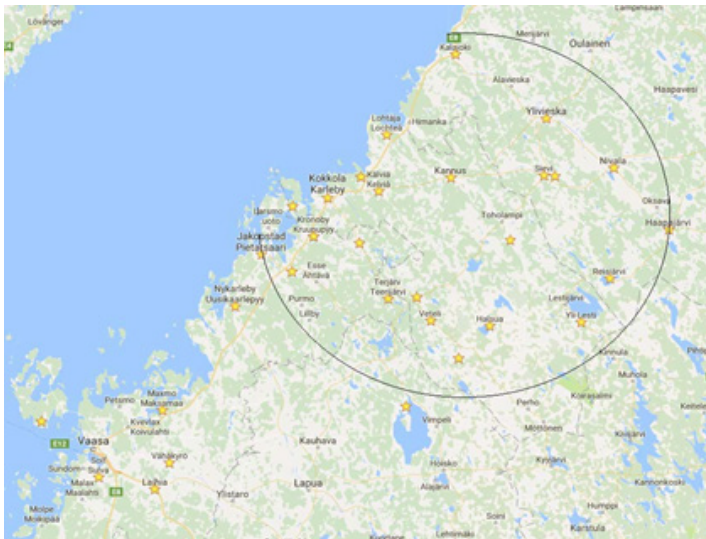
Selvitys on toteutettu osana Centria-ammattikorkeakoulu Oy:n hallinnoimaa KISS-hanketta (*Kokkola Industrial Symbiosis System*), joka käynnistyi 1.10.2015. KISS on ELY-keskuksen päärahoittama hanke, jonka tavoitteena on resurssiviisaamman toiminnan ja materiaalikiertojen sulkemisen avulla parantaa Kokkolan seudulla jo olemassa olevan liiketoiminnan kannattavuutta sekä synnyttää uutta teknologia- ja palvelutoimintaa.

2. KYSELYTUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

2.1 Taustaa

Kysely toteutettiin 04/2016-02/2017 välisenä aikana. Kohderyhmänä olivat hevosenomistajat, kasvattajat ja valmentajat Kokkolassa ja sen lähialueilla 100 km:n säteellä (Kuva 1). Kyselytutkimus lähetettiin yhteensä 1 328 hevosalan toimijalle. Kyselyyn vastasi 88 henkilöä eli vastausprosentti oli noin 7 %. Vastanneista 20 % oli Kokkolan alueelta.

Tutkimuksessa kysyttiin hevosten lukumäärää, syntyvän lannan määrää vuositasona, lannan nykyistä käyttökohdetta (loppusijoituspaikka) sekä lannankäsittelystä syntyneitä kustannuksia. Lisäksi kysyttiin käytettävän kuivikkeen tyyppiä, vuosikohtaista kulutusta sekä kuivikkeen ostokustannuksia.



Kuva 1. Kyselytutkimuksen kohdealue.

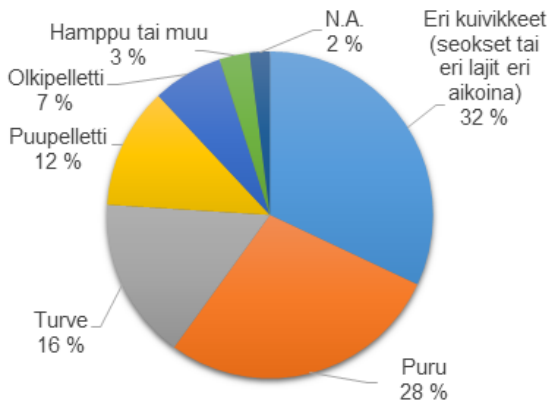
2.2 Hevoset, lannan määrä ja kuiviketyypit

Kaikkiin kyselytutkimuksessa esitettyihin kysymyksiin vastasi 58 toimijaa eli noin 64 % kaikista vastanneista. Hevosten yhteenlaskettu lukumäärä oli 687 kpl ja niiden määrä tallia/toimijaa kohden oli 1–37 hevosta, keskiarvon ollessa noin 8 hevosta. Niillä talleilla ja toimijoilla, jotka vastasivat kaikkiin kyselytutkimuksen kysymyksiin, oli 1–32 hevosta, keskiarvon ollessa noin 7 hevosta.

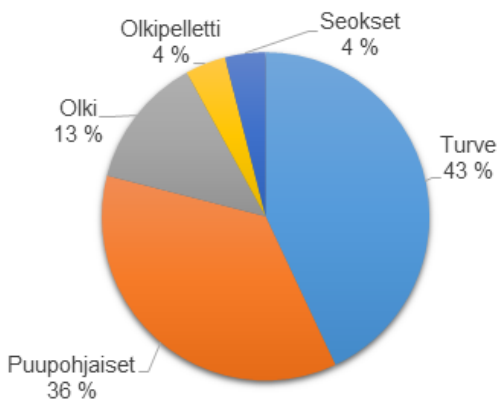
Vuositasona syntyvä lantamäärä oli 6 942 m³/vuosi. Lantamäärän ilmoittaneilla toimijoilla hevosten kokonaismäärä oli 599 hevosta, joten lantaa muodostui vuotta kohden noin 11,6 m³/hevonen.

Kyselyn perusteella käytetyin kuivikelaji oli puupohjainen kuivike, johon luetaan sahanpuru (28 %) sekä puupelletti (12 %). Muita käytettyjä kuivikelajeja olivat turve (16 %) ja olkipelletti (7 %) sekä pieninä määrinä hamppu tai jokin muu kuivike (3 %). Loput vastaajista käyttivät eri kuivikelajeja vuodensajasta riippuen tai erilaisia kuivikeseoksia (32 %). Suomen ympäristökeskuk-

sen ja Luonnonvarakeskuksen vuonna 2016 Uudellamaalla tekemä lantakyselytutkimus antoi samansuuntaisen tuloksen, joskin turpeen osuus oli tuossa kyselyssä suurempi (Kuvat 2 ja 3). Syy turpeen suurempaan osuuteen on todennäköisesti alueellisissa saatavuus ja hinta eroissa. Kaksi toimijaa jätti vastaamatta kysymykseen.



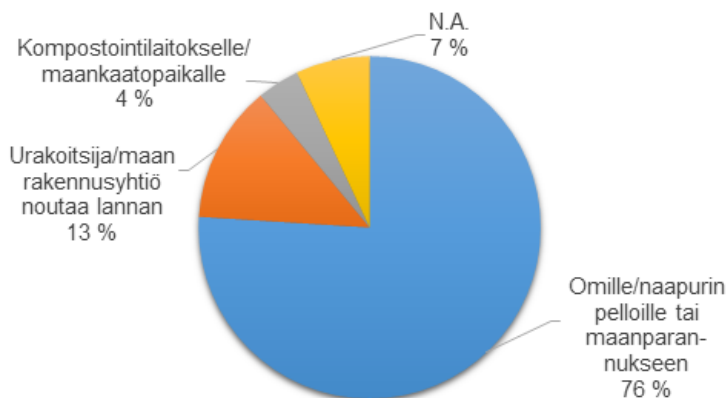
Kuva 2. Kuivikekyselyn tulokset.



Kuva 3. Luken ja SYKEN tekemän lantakyselytutkimuksen tulokset (Luostarinen et al. 2016).

Suurin osa (76 %) muodostuvasta lannasta päättyy kyselytutkimuksen vastausten perusteella omille ja/tai naapurin pellolle sekä maanparannukseen. Muissa tapauksissa urakoitsija tai maanrakennusyhtiö noutaa lannan (13 %), ja pieni osa lannasta (4 %) päättyy kompostointilaitokselle tai maankaatopaikalle (Kuva 4). Kuusi toimijaa (7 %) joko jätti vastaamatta kysymykseen tai ei maininnut mitään tiettyä lannan käyttökohdetta, johon lanta pääosin päättyisi.

Osa vastaajista mainitsi puupohjaisen kuivike-lantaseoksen käyttämisen peltoviljelyssä olevan haasteellista, sillä mainitun kaltainen seos vaatii muita seoksia pitemmän kompostoitumisajan. Tästä johtuen monet viljelijät eivät vastaanota lainkaan puukuivikkeella kuivitettua lantaa.



Kuva 4. Hevosenlannan nykyiset käyttökohteet.

2.3 Kuivikkeen ja hevosenlannan käsittelyn kustannukset

Kustannuksiin liittyviä tietoja ei saatu kaikilta vastaajilta. Osa jätti vastaamatta joko lannankäsittelyyn liittyviin kustannuksiin tai kuivikkeesta aiheutuneisiin ostokustannuksiin, osa molempiin. Kysymykseen vastanneilla oli yhteensä 530 hevosta.

Kuivikekustannusten määrä vaihteli vuositasolla hyvinkin paljon muutamasta kymmenestä eurosta hevosta kohden aina 700 euroon saakka. Keskimäärin kustannukset olivat 175 €/hevonen (Taulukko 1).

Kuivikkeesta aiheutuviin kustannuksiin vaikuttavat lisäksi käytetyn kuivikkeen hinta ja kosteusdensidontakyky; mitä tehokkaammin kuivike sitoo kosteutta, sitä vähemmän sitä tarvitaan määrällisesti. Lisäksi, mikäli karsina siivotaan tarkasti siten, että vain märkä kuivike poistetaan, ei kuivaa kuiviketta mene hukkaan. Näin ollen myös karsinan siivoustottumukset vaikuttavat kustannusten muodostumiseen.

Taulukko 1. Kuivikkeen ostokustannukset sekä hevosenlannan käsittelystä aiheutuneet kustannukset vuositasolla.

	Yhteensä (€)	Keskiarvo
Kuivikkeen ostokustannukset	92 760	175 €/hevonen
Lannan käsittelykustannukset	18 249	6 €/lanta-m ³

Lannan käsittelykustannukset muodostuivat pääosin kuljetuskustannuksista. Mikäli lanta oli mahdollista ottaa hyötykäyttöön omassa tai yhteistyökumppanin pellolla, ei lannasta aiheutunut useissa tapauksissa kustannuksia lainkaan. Vuositason kustannukset lannankäsittelystä lantakuutiota kohden olivat keskimäärin 6 euroa (Taulukko 1), kuitenkin enintään 20 euroa. Yhteensä viisi toimijaa ilmoitti vuosikohtaiset lannankäsittelystä aiheutuneet kustannukset, mutta eivät vuotuista lantamäärää. Nämä jätettiin huomiotta lantakäsittelyn kustannuksia laskettaessa.

3. LABORATORIOKOKKEET



(Kuva Ratsutalli Rida 2016)

Laboratoriotestejä varten talleilta kerättiin näytteet yleisimmin käytetyistä kuivikkeista sekä mahdollisimman monesta kuivikkeen ja lannan seoksesta (Taulukko 2). Kuivike-lantaseokset olivat pääosin peräisin kattamattomista lantaloista, kun taas kuivikenäytteet olivat peräisin katuista tiloista tai kylmävarastoista. Puupellettinäyte on kaupallisesti hankittu.

Taulukko 2. Kerätyt kuivike- ja seosnäytteet.

Kuivikkeet	Puupelletti (kaupallisesti hankittu)
	Olkipelletti
	Turve
	Kutteripuru
Seokset	Puupelletti-lanta 1
	Puupelletti-lanta 2
	Olkipelletti-lanta
	Turve-lanta
	Kutteripuru-lanta

Laboratoriotestit tehtiin pääasiassa Centria-ammattikorkeakoulun laboratoriossa Kokkolassa. Näytteistä määritettiin saapumistilainen ja analyysikosteuspitoisuus, tuhkapitoisuus ja lämpöarvo. Lisäksi tehtiin alkuaineiden ja ionien määrittely alkuperäisistä näytteistä sekä niiden tuhkiasta, määritettiin näytteiden kaatopaikkakelpoisuus ja typpipitoisuus. Näistä jälkimmäisin tehtiin Ahma ympäristö Oy:n laboratoriossa Oulussa.

Jatkossa seosnäytteillä viitataan kuivikkeen ja lannan seoksiin.

3.1 Kuivike- ja seosnäytteiden esikäsittely

Ennen analyysyjä näytteet esikäsiteltiin kuivaamalla ja hienontamalla.

3.1.1 Näytteiden kuivaus ja kokonaiskosteus

Kokonaiskosteusmäärityksessä määritettiin näytteen kosteus saapumistilassa, eli siinä tilassa jossa näyte saapui analysoitavaksi. Kokonaiskosteusmäärityksessä tehtävä kuivaus toimi myös näytteiden esikäsittelynä lämpöarvon määrittystä varten. Kosteusmäärityksessä noudatettiin mukailien standardia **SFS-EN 14774-2** (*Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuden määrittys. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: Kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä*).

Näytteet kuivattiin foliovuokiin punnittuina. Näytteitä punnittiin vuokiin noin 500–700 g. Kuivikenäytteille tehtiin vähintään yksi rinnakkaismääritys, seoksille puolestaan vähintään kaksi rinnakkaismääritystä. Näytteet kuivattiin olosuhdekaapissa (Vötsch VC4060, Kuva 5) 105 °C 16–24 tunnin ajan.



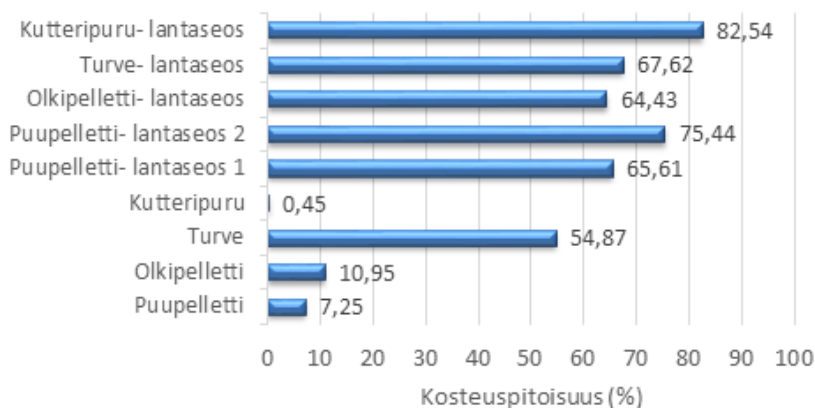
Kuva 5. Olosuhdekaappi Vötsch VC4060.

Kuivikenäytteiden saapumistilaiset kosteuspitoisuus olivat välillä 0,45–54,87 % ja seosnäytteiden 64,43–82,54 % (Kuva 6). Eryisesti kutterinpuru oli saapumistilassa hyvin kuivaa, kun taas kutterinpuru-lanta -seos oli hyvin kosteaa. Syy seoksen suureen kosteuspitoisuuteen on luultavasti jo aiemmin mainittu kattamaton lantala, josta näyte oli kerätty.

Kaakkois-Suomen hallinnoimassa HevosWoima-hankkeessa (2016) määritettiin kokonaiskosteuspitoisuudet neljälle kutteripurunäytteelle, turvenäytteelle, olkinäytteelle, sekä kolmelle lanta-kuivike -seokselle. Siinä kuivikkeiden kokonaiskosteuspitoisuuden vaihteluväli oli 36–70,4 % ja seosnäytteiden 59,3–81,4 %. (*R. Tanskanen, J. Nora, S. Seppäläinen, 2016, s.24*)

Eri tutkimusten raportointien kosteuspitoisuuksien vertailu keskenään on kuitenkin hankalaa sillä, saapumistilaiset kosteuspitoisuudet riippuvat monista asioista mm. näytteenoton ajankohdasta, näytteiden säilytysolosuhteista jne.

Kuivike- ja lantanäytteiden kosteuspitoisuudet (%)



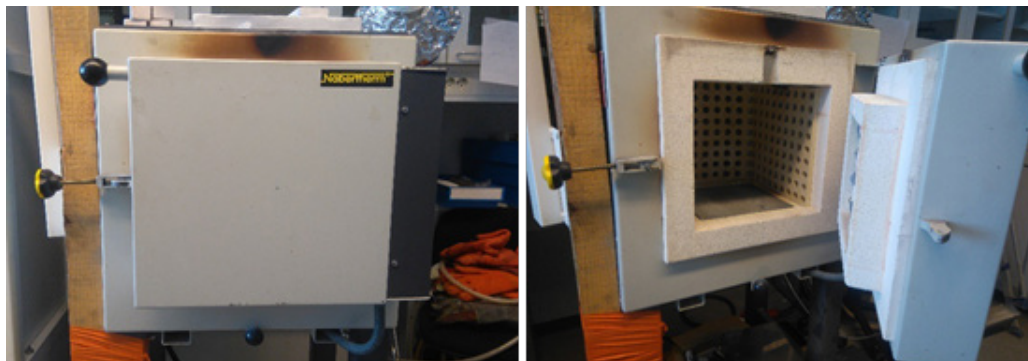
Kuva 6. Kokonaiskosteusmäärityksen tulokset.

3.1.2 Näytteiden hienontaminen

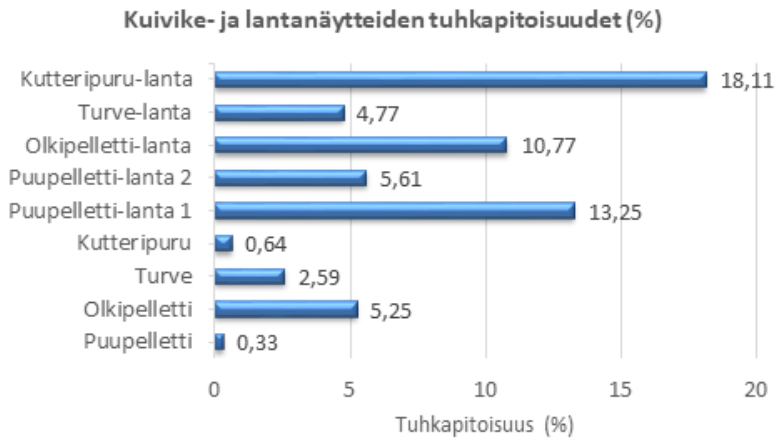
Kuivatut näytteet murskattiin ja hienonnettiin noudattaen standardia **SFS-EN 14780**. Murskaus ja hienontaminen tehtiin laboratoriomyllyllä Retsch SM 300, jossa näytteet ensin murskattiin 6 mm seulan läpi ja sen jälkeen hienonnettiin 0,5 mm seulan läpi. Lopuksi näytteet jaettiin jakopeltimenetelmällä standardin mukaisesti ja siirrettiin omiin säilytysastioihinsa.

3.2 Tuhkapitoisuusmääritykset

Kuivike- ja seosnäytteistä määritettiin tuhkapitoisuudet, joiden avulla laskettiin lopulliset teholliset lämpöarvot. Tuhkapitoisuus on olennaisen tärkeä tekijä lämpöarvon kannalta, sillä suuri tuhkapitoisuus alentaa polttoaineesta saatavaa lämpöarvoa. Tuhkapitoisuus määritettiin soveltaen standardia **SFS-EN 14775** (*Kiinteät biopolttoaineet. Tuhkapitoisuuden määrittäminen*). Kuivattua näytettä punnittiin keraamiseen upokkaaseen n. 1 g. Jokaista näytettä kohden tehtiin kaksi rinnakkaismääritystä. Upokkaat siirrettiin muhveliuuniin (Nabertherm LH 30/13, Kuva 7), johon syötettiin standardin mukainen lämpötilaohjelma. Lämpötilaohjelman jälkeen näytteiden annettiin jäähtyä huoneenlämpöiseksi, ja määritettiin niiden tuhka-ainepitoisuudet (Kuva 8).



Kuva 7. Muhveliuuni Nabertherm LH 30/13.



Kuva 8. Tuhkapitoisuusmäärityksen tulokset.

Kuivikkeiden tuhkapitoisuuden vaihteluväli oli 0,33–5,25 %, kun taas seosnäytteillä vaihteluväli oli 4,77–18,11 %. HevosWoima-hankkeen tuhkapitoisuusmäärityksissä kuivikkeiden tuhkapitoisuuksien vaihteluväli oli 3,5–51,4 % ja seosnäytteiden osalta 9,9–25,7 %. (R. Tanskanen, J. Nora, S. Seppäläinen, 2016, s.29) HevosWoima-hankeen osalta korkeat tuhkapitoisuudet ovat osin selitettävissä kuivikkeiden ja lannan seassa olleella maa-aineksella (mm. kivillä), sekä hevosenlannan hajoamisella kompostoitumalla (yli 3 kk vanha näyte), mitkä kumpikin nostavat näytteiden tuhkapitoisuutta.

3.3 Analyysikosteuden ja lämpöarvon määrittäminen

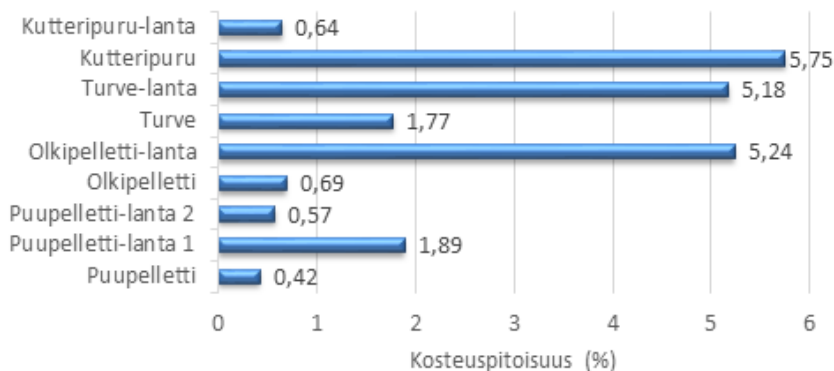
Näytteistä määritettiin analyysikosteus eli analysointitilassa olevan näytteen kosteuspitoisuus. Tuhkapitoisuuden tavoin, myös tätä tietoa käytettiin lopullisen tehollisen lämpöarvon laskennassa.

Analyysikosteuden määrittäminen tehtiin soveltaen standardia **SFS-EN 14774-3** (*Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 3: Yleisen analyysinäytteen kosteus*). Kuivaus toteutettiin standardissa kuvatulla tavalla ja jokaisesta näytteestä tehtiin kaksi rinnakkaismääritystä. Esikuivattua näytettä (katso kohta 3.1.1) punnittiin alumiinivuokiin noin 3–4 g ja näytteet laitettiin lämpökaappiin (Binder FED 115, Kuva 9) 105 °C lämpötilaan. Kuivauksen jälkeen näytteiden annettiin jäähtyä huoneenlämpöiseksi, ne punnittiin ja laskettiin kunkin näytteen analyysikosteus. Tulokset on koottu kuvaan 10.



Kuva 9. Binder FED 115- lämpökaappi.

Kuivike- ja lantanäytteiden analyysikosteuspitoisuudet (%)



Kuva 10. Analyysikosteuspitoisuuden tulokset.

Kuivikkeiden analyysikosteuspitoisuuden vaihteluväli oli 0,42–5,75 %, kun taas lanta-kuivike-seosnäytteiden analyysikosteuspitoisuuden vaihteluväli oli 0,57–5,24 %. HevosWoima-hankkeen raportissa ei ollut mainittu näytteiden analyysikosteuspitoisuuksia.

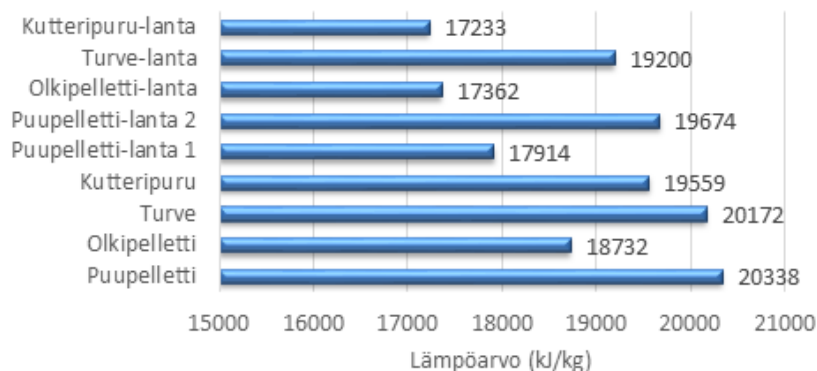
Analyysikosteasta näytteestä määritettiin ensimmäisessä vaiheessa ns. kalorimetrinen lämpöarvo, eli lämpöarvo jonka pommikalorimetri antaa analysoitavalle näytepelletille. Kalorimetrinen lämpöarvo (tai ylempi lämpöarvo) tarkoittaa lämpöenergian määrää poltettavan aineen massayksikköä kohden. Kalorimetrinen lämpöarvon avulla saadaan myös selville, kuinka paljon lämpöenergiaa poltettu näyte potentiaalisesti sisältää.

Lämpöarvon määrittämisessä noudatettiin soveltaen standardia **SFS-EN 14918:2010** ja jokaisesta näytteestä tehtiin yksi rinnakkaismäärittäminen. Analyysikuivasta näytteestä puristettiin Specac-puristimella $1 \pm 0,1$ g painoinen pelletti, joka poltettiin pommikalorimetrissä (IKA-WERKE C 5003, Kuva 11) happi-ilmakehässä. Saadut kalorimetrinen lämpöarvon tulokset on koottu kuvaan 12 yksikössä kJ/kg. Kuivikkeiden osalta kalorimetrinen lämpöarvo vaihteli 18 732–20 338 kJ/kg ja seosnäytteiden osalta vaihteluväli oli 17 233–19 674 kJ/kg.



Kuva 11. Pommikalorimetri IKA-WERKE C 5003.

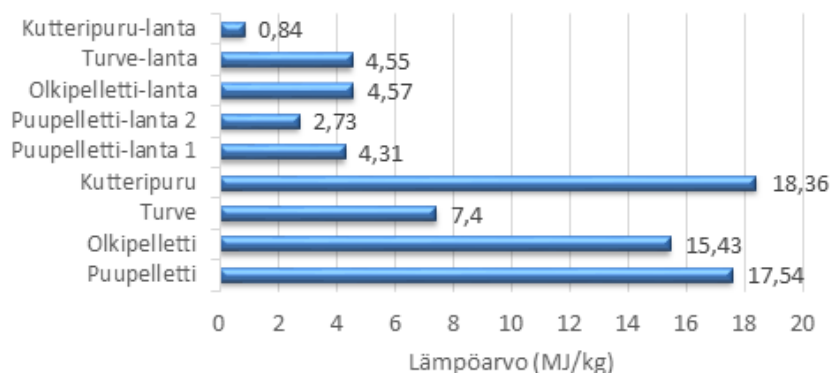
Kuivike- ja lantanäytteiden kalorimetrinen lämpöarvo (kJ/kg)



Kuva 12. Kuivike- ja lantanäytteiden kalorimetriset lämpöarvot.

Tehollinen lämpöarvo laskettiin saapumistilassa eli siinä tilassa, jossa näyte saapui analysoitavaksi. Suuri kokonaiskosteus laskee näytteen tehollista lämpöarvoa. Kuvassa 13 on koottuna kuivike- ja lantanäytteiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa yksikössä MJ/kg.

Kuivike- ja lantanäytteiden tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg)

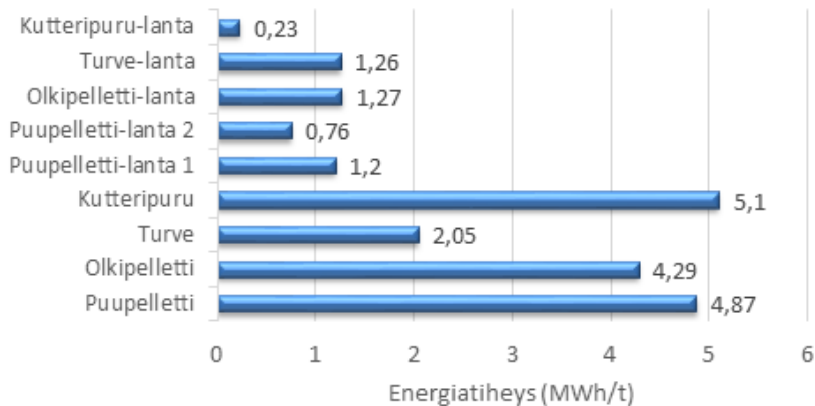


Kuva 13. Lämpöarvomäärityksen teholliset lämpöarvot saapumistilassa

Kuivikkeiden osalta tehollisen lämpöarvon vaihteluväli oli 7,4–18,36 MJ/kg ja kun taas seosnäytteiden osalta vaihteluväli oli pienempi 0,84–4,57 MJ/kg. HevosVoima-hankkeen lämpöarvomäärityksissä tehollisten lämpöarvojen vaihteluväli oli kuivikkeiden (3,22–9,88 MJ/kg) ja seosnäytteiden (1,31–5,00 MJ/kg) osalta hieman pienempi. (R. Tanskanen, J. Nora, S. Seppäläinen, 2016, s. 32)

Saatuisten tehollisten lämpöarvojen perusteella laskettiin näytteiden energiatiheys näytetonna kohti muodossa MWh/t (Kuva 14). Energiatiheyden vaihteluväli kuivike-näytteille oli 2,05–5,1 MWh/t ja seosnäytteille 0,23–1,27 MWh/t. HevosVoima-hankkeessa määritetyt energiatiheydet olivat kuivikenäytteille vaihteluvälillä 0,3–0,7 MWh/t ja seosnäytteille vaihteluvälillä 0,2–0,5 MWh/t. (R. Tanskanen, J. Nora, S. Seppäläinen, 2016, s. 33)

Kuivike- ja lantanäytteiden energiatiheys (MWh/t)



Kuva 14. Lämpöarvomäärityksen energiatihedät

Kaikki lämpöarvon mittaamiseen liittyvät tulokset on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Kuivike- ja seosnäytteiden lämpöarvomäärityksien tulokset. Tulokset on määritetty laskennallisesti ottamalla huomioon kalorimetrinen lämpöarvo, kokonaiskosteus, analyysikosteus, tuhkapitoisuus sekä vety-, typpi-, happi- ja rikkikorjaukset.

Näytetiedot		Kosteus saapumis-tilassa	Tehollinen lämpöarvo			Tuhka-pitoisuus
		%	MJ/kg kuiva-aineessa	MJ/kg saapumis-tilassa	MWh/t saapumis-tilassa	%
Kuivike	Puupelletti	7,25	19,1	17,54	4,87	0,33
	Olkipelletti	10,95	17,63	15,43	4,29	5,24
	Turve	54,87	19,36	7,4	2,05	2,59
	Kutteripuru	0,45	19,52	18,36	5,10	0,64
Kuivike-lanta -seos	Puupelletti-lanta -seos 1	65,61	17,21	4,31	1,20	13,25
	Puupelletti-lanta -seos 2	75,44	18,63	2,73	0,76	5,61
	Olkipelletti-lanta -seos	64,43	17,27	4,57	1,27	10,25
	Turve-lanta -seos	67,62	19,13	4,55	1,26	4,77
	Kutteripuru-lanta -seos	82,54	16,34	0,84	0,23	18,11

3.4 Johtopäätökset lämpöarvomäärityksistä

Lämpöarvomäärityksiä varten talleilta kerättiin kuivike- ja seosnäytteitä. Näytteistä kolme oli kuivikkeita ja viisi seosnäytteitä. Yksi kuivike, puupelletti, hankittiin kaupallisesti. Ennen lämpöarvomääritystä näytteet esikäsiteltiin kuivaamalla ja samalla määritettiin kosteuspitoisuus

saapumistilassa, tämän jälkeen näytteet hienonnettiin sopivaan raekokoon ja määritettiin gravimetrisesti analyysikosteus- sekä tuhkapitoisuus.

Lämpöarvoista keskeisin on tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, koska siinä huomioidaan poltettavan materiaalin kosteus suhteessa energiamäärään. Tuloksista on havaittavissa, että korkea kosteuspitoisuus ja tehollinen lämpöarvo ovat kääntäen verrannollisia eli korkea kosteuspitoisuus aiheuttaa tehollisen lämpöarvon laskua.

Toinen selkeä lämpöarvoa laskeva muuttuja on korkea tuhkapitoisuus. Seosnäytteiden tuhkapitoisuudet ovat korkeita, kun niitä vertaa kuivikkeina käytettävien biopolttoaineiden keskimääriin tuhkapitoisuuksiin. (Taulukko 4, *Biopolttoaineiden laatuohje, VTT-M-07608-13, 2014 ja Koskitukki Oy*)

Taulukko 4. Kuivikkeena käytettävien biopolttoaineiden tuhkapitoisuuksia.

Biopolttoaine	Tuhkapitoisuus (%)
Sahanpuru	0,4–0,5
Puupelletti	0,1–0,5
Olki	5
Kutterinpuru	0,4–1,0
Jyrsinturve	5,9
Palaturve	4,5
Turvepelletti	2,0–6,0

Saatujen tulosten perusteella voidaan sanoa, että kutterinpuru-lanta -seosta lukuun ottamatta erot näytteiden lämpöarvoissa olivat melko pieniä (keskiarvo 1,12 MWh/t, keskihajonta 0,24 MWh/t). Kuitenkin tulee muistaa, että kutterinpuru-lanta -seosnäyte oli otettu lumen alta katamattomasta lantalasta, mistä johtuen se oli erityisen märkää. Tämä voi vääristää tuloksia ja siten johtaa muita matalampaan lämpöarvoon. Myös näytteen tuhkapitoisuus oli korkeampi, kuin muilla seoksilla.

Lämpöarvoanalyysien tulosten perusteella ja energiakäyttöä ajatellen paras seos on olkipelletti-lanta -seos. 120 m² omakotitalo, jossa asuu neljä henkilöä, kuluttaa energiaa vuositasolla keskimäärin n.18,5 MWh (*Vattenfall Oy*). Tehtyjen lämpöarvomäärittysten perusteella mainitun omakotitalon energiantarve täyttyisi n.14,5 tonnilla olkipelletti-lanta -seosta. Tähän riittäisi kahden hevosen vuosittain tuottama lantamäärä.

Olkipelletti-lanta -seoksen kokonaiskosteuspitoisuus oli 64,43 %, jolloin mainitun kaltaisen seoksen tilavuuspaino on noin 0,6 t/m³ (*Viljavuuspalvelu 2000*). Mikäli kaikki kyselytutkimuksessa kartoitettu lantamäärä (6 942 m³ = 4 165 t) olisi olkipelletti-lanta -seosta, voitaisiin sillä kattaa noin 287 edellä mainitun kaltaisen omakotitalon energiantarve. Ja pelkästään Kokkolan alueella vuosittain syntyvällä lantamäärällä (3 260 m³ = 1 956 t) katettaisiin 135 samanlaisen omakotitalon energiantarve.

3.5 Muu analytiikka



(Kuva Ratsutalli Rida 2016)

3.5.1 Kokonaistyyppipitoisuus

Seosnäytteiden tyyppipitoisuus vaikuttaa niiden käytettävyyteen esimerkiksi peltoviljelyssä, lannoite- ja maanparannuskäytössä. Typpi on kasviravinne, jota kasvit tarvitsevat ravinteista määrällisesti kaikista eniten (*Yara Oy*). Laboratoriotestejä varten kerätyistä seosnäytteistä analysoitiin kokonaistyyppipitoisuudet Ahma Ympäristö Oy:n laboratoriossa Oulussa. Kokonaistyyppianalyysimenetelmässä noudatettiin standardia **SFS-EN 13654-1: en 2002**.

Kuivike-lanta -seosten kokonaistyyppipitoisuudet on ilmoitettu muodossa mg/kg kuiva-ainetta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Kuivike-lanta -seosten kokonaistyyppipitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta).

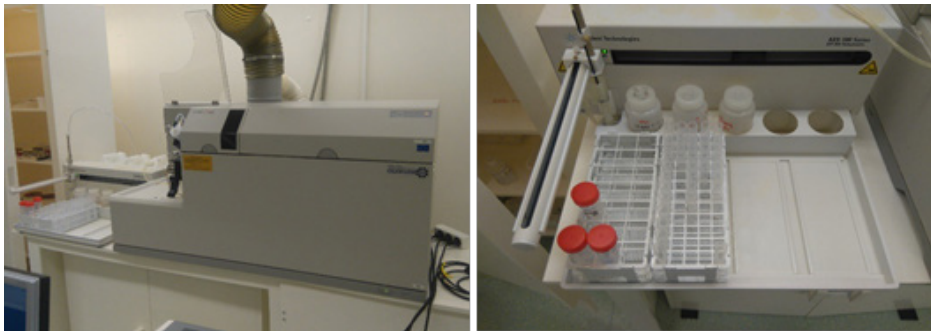
Näyte	Kokonaistyyppipitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta)
Olkipelletti-lanta	21 300
Puupelletti-lanta 1	19 000
Kutteripuru-lanta	12 400
Turve-lanta	16 200
Puupelletti-lanta 2	9 220

Vertailuna voidaan käyttää HevosWoima-hankkeessa (2016) selvitettyjä kutteripuru-lanta -seoksesta saatuja tutkimustuloksia sekä Viljavuuspalvelujen (2005–2009) turvekuivike-lanta -seoksen tutkimustuloksia. Alle 4 kk vanhan kutteripuru-lanta -seoksen kokonaistyyppipitoisuus HevosWoima-hankkeessa oli 5 200 mg/kg ja noin 8–10 kk vanhan turvekuivike-lanta -seoksen tyyppipitoisuus Viljavuuspalvelujen tutkimuksessa oli 6 900 mg/kg. (*R. Tanskanen, 2016, s. 132*)

Tuhkanäytteistä typpeä ei analysoitu lainkaan, sillä typpi poistuu näytteistä tuhkauksen aikana palamisreaktiossa. Lanta-kuivike -seosten käytettävyyttä lannoitus-, viljely- ja maanparannuskäytössä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.6.1.

3.5.2 Alkuaine- ja ionianalytiikka

Kuivike- ja seosnäytteille tehtiin alkuaine- ja ionimääritykset sekä kuivattuina että tuhkattuina. Tutkimuksen avulla saadaan tietoa muun muassa kuivike-lanta -seosten sisältämistä metalleista ja ravinnemääristä ja sitä kautta niiden soveltuvuudesta esimerkiksi lannoitekäyttöön. Lannan energiakäytössä muodostuvan tuhkan alkuainepitoisuuksia voidaan arvioida tuhkatutujen näytteiden alkuainepitoisuuksien perusteella. Alkuainepitoisuudet vaikuttavat siihen, miten tuhka voidaan hävittää tai hyötykäyttää. Kuivike- ja seosnäytteiden alkuainepitoisuuksimääritykset tehtiin ICP-MS -laitteistolla (Kuva 15, Agilent 7500 Series).



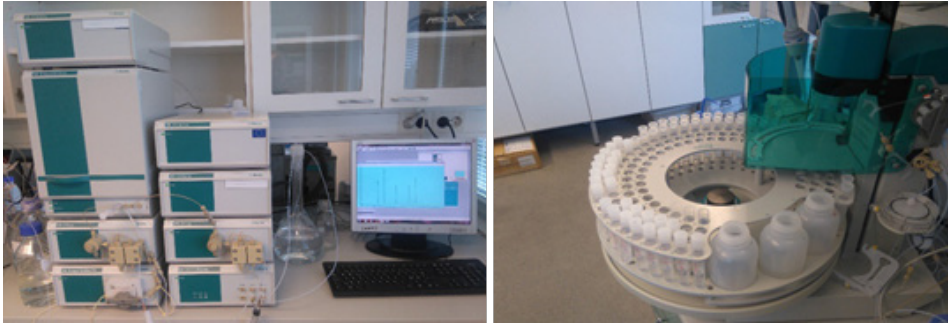
Kuva 15. Agilent 7500 Series ICP-MS -laitteisto.

Kiinteät näytteet esikäsiteltiin liukoiseen muotoon happo- ja mikroalouunikäsittelyn avulla (Kuva 16, Milestone Ethos TC – laboratoriomikroalouuni). Kiinteiden näytteiden alkuaineanalytiikassa noudatettiin soveltuvin osin talousvesien metallianalytiikkaan laadittuja standardeja SFS-EN ISO 17294-1 ja SFS-EN ISO 17294-2. Alkuaineanalyytit tehtiin sekä kuivike- että seosnäytteille.



Kuva 16. Milestone Ethos TC -laboratoriomikroalouuni.

Seosnäytteistä määritettiin lisäksi myös ionit (anionit I. SO_4 , Cl , NO_3 ja F) Metrohmin MIC-3 – ionikromatografilla (Kuva 17). Ajomenetelmä pohjautuu laitteen mukana tulleeseen yleisohjeeseen. Ionianalyysi osoittautui haasteelliseksi näytteiden matalan konsentraation vuoksi. Erityisesti sulfaatti-ionin suhteen mittaausepävarmuus on erittäin suuri, mutta myös muiden ionien suhteen hajonta on suurta.



Kuva 17. Metrohm MIC-3 -ionikromatografi.

Liitteessä 1 ja 2 on Taulukossa 13 ja 14 on esitetty alkuaine- ja ionianalyysien tulokset kuivatuille (taulukko 13) ja tuhkatuille (taulukko 14) kuivike- ja seosnäytteille. Pitoisuudet on ilmoitettu muodossa mg/kg kuiva-aineessa.

Piitä ja kalsiumia oli suurimmassa osassa kuivikenäytteitä muita mitattuja komponentteja enemmän. Turvenäytteessä oli myös paljon rautaa suhteessa muiden kuivikkeiden rautapitoisuuksiin. Olkipelletti ja turve –kuivikenäytteet sisälsivät kokonaispitoisuuksiltaan noin viisinkertaisen ravinnemäärän suhteessa puupelletti ja kutteripurunäytteisiin.

Puupelletti ja lanta 1 ja puupelletti ja lanta 2 näytteitä vertailemalla voidaan huomata, että lanta-kuivike -seos voi tallista riippuen sisältää hyvin vaihtelevan määrän ravinteita, vaikka käytössä olisi sama kuivike. Tämä voi johtua osittain hevosten ravinnosta, mutta erityisesti siitä, miten paljon kuiviketta käytetään suhteessa lannan määrään, miten tarhaa hoidetaan ja lanta-kuivike -seosta säilytetään.

Vaikka turvekuivike sisälsi muihin kuivikkeisiin nähden huomattavan määrän ravinteita, turve-lanta seos oli yksi ravinneköyhimmistä seosnäytteistä tässä vertailussa. Rungas kuivikkeen käyttö suhteessa lantamäärään voi olla tuloksen syynä. Kutteripuru-lantaseoksesta mitattiin suurimmat kokonaisravinnepitoisuudet, vaikka kutteripuru oli itsessään yksi vertailun ravinneköyhimmistä kuivikkeista. Vaikka kuivikkeiden pidätyskyky ja muut kuivikkeiden käyttömäärään vaikuttavat ominaisuudet ovatkin eri kuivikkeilla erilaisia, tämän tutkimuksen valossa näyttää siltä, että tallien kuivikekäytännöt vaikuttavat seosten ravinnemääriin vähintään yhtä paljon kuin kuivikevalinta itsessään. Tämän vuoksi eri lanta-kuivike -seoksia ei tällaisella tutkimusjärjestelyllä voida vertailla yleispätevästi.

Tuhkauksessa näytteen ravinnetiheys suurenee orgaanisen aineksen palaessa pois. Seos- ja kuivikenäytteiden ravinnepitoisuuksien kokonaismäärien erot tasoittuivat tuhkauksessa. Tuhkattujen näytteiden välillä eroavaisuutta on lähinnä yksittäisten ravinteiden määrissä. Esimerkiksi tuhkatu olkipelletti sisältää yli tuplamäärän kaliumia ja lähes tuplamäärän fosforia tuhkattuun kutteripuruu verrattuna. Tuhkatu kutteripuru puolestaan sisältää lähes tuplamäärän magnesiumia, kolminkertaisen määrän alumiinia ja rautaa, sekä 55 -kertaisen määrän mangaania ja lähes 20 -kertaisen määrän sinkkiä suhteessa tuhkattuun olkipellettiin.

Kappaleessa 3.6 on käsitelty raskasmetalli- ja ravinnepitoisuuksien vaikutuksia kuivattujen ja tuhkattujen lanta-kuivike -seosten hyötykäyttö- ja sijoitusmahdollisuuksiin. Osaan sijoitusmahdollisuuksista vaikuttavat sekä liukoiset pitoisuudet että kokonaispitoisuudet.

3.5.3 Liukoisuusmääritykset

Liukoisuusmääritys kertoo siitä, kuinka helposti ravinteet ja metallit vapautuvat kuivike- ja seosnäytteistä ympäristöön. Tuhkan liukoisuusmäärityksillä voidaan arvioida lannan energiakäytössä muodostuvan tuhkan kaatopaikkakelpoisuutta. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista (VNA 331/2013) edellyttää, että jätteen tuottaja tai haltija esittää kaatopaikan pitäjälle tiedot jätteestä ja sen soveltuvuudesta loppusijoitukseen. Loppusijoitettavasta jätteestä tulee olla tiedossa mm. liukoisuusominaisuudet, eli mitä komponentteja jätteestä liukenee veteen. Tuhkaamattoman lannan liukoisuustesteillä saadaan arvokasta tietoa lannan hyödynnettävyydestä esimerkiksi lannoitustarkoituksessa. Lantaa ei sellaisenaan saa enää kaatopaikoille sijoittaa, ellei se ole välttämätöntä eläintautien torjumiseksi.

Ympäristöministeriö suosittelee standardin EN 12457-3 mukaista kaksi- tai yksivaiheista ravistelutestiä heterogeenisen tai muun kuin pysyvän jätteen liukoisuusominaisuuksien perusmäärittelyyn.

Uuttamiseen perustuvan kaksivaiheisen ravistelutestin avulla voidaan selvittää, mitä aineita kiinteästä näytteestä liukenee veteen halutuissa olosuhteissa. Ensimmäisessä vaiheessa veden ja näytteen suhde on 2 l/kg, toisessa vaiheessa 10 l/kg. Ravistelutestistä saadut uutteen suodatetaan, minkä jälkeen niistä analysoidaan alkuainepitoisuudet ICP-MS –laitteistolla ja ionit IC-laitteistolla. Ravistelutesti on tehty standardin **EN 12457-3** mukaisesti.

Saapumistilaisten näytteiden korkean kosteuspitoisuuden vuoksi ensimmäinen ravisteluvaihe jätettiin tekemättä, ja näytteille tehtiin vain vaiheen 2 ravistelu. Liitteen 3 taulukossa 15 on ilmoitettu näytteistä ravistelutestissä liuenneet alkuainemäärät milligrammoina kuivaa näytekiloa kohden.

Tuhkatuille seosnäytteille ravistelutesti tehtiin kaksivaiheisena turve–lanta -seosta lukuun ottamatta. Turve–lanta -seoksen tuhkan ensimmäinen uuttovaihe ei onnistunut, sillä neste imeytyi täysin näytteeseen. Tämän vuoksi näytteen osalta tehtiin vain uuttovaihe 2. Tuhkattujen näytteiden liukoiset alkuainepitoisuudet on ilmoitettu liitteen 4 taulukossa 16 milligrammoina kuiva-ainekiloa kohden.

Liukoisuusmääritysten tulosten vaikutusta on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.6, jossa liitteiden 3 ja 4 taulukoista on poimittu hyötykäytön kannalta olennainen informaatio.

3.6 Lannan ja sen tuhkan loppukäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuudet

3.6.1 Lannoite- ja maanparannuskäyttö

Hevoslantaa saa käyttää lannoitteena tai maanparannusaineena sellaisenaan tai käsiteltynä omalla tilallaan tai antaa sopimuksesta toiselle tilalle. Levityksessä tulee noudattaa siitä tarkemmin säädettyjä määräyksiä vuodenajan, sääolosuhteiden ja sijoituspaikan suhteen.

Lantaa voi myös myydä lannoitevalmistajalle tai myydä siitä itse valmistettua lannoitevalmistetta. Lannan tai siitä valmistetun lannoitteen myyminen on luvanvaraista toimintaa (vain vähäinen irtomyynti on sallittu ilman lupaa) ja sen osalta sovelletaan lannoitevalmistelainsäädäntöä ja maa ja metsätalousministeriön asetusta 24/11.

Lainsäädännössä on määritelty vaadittavan hygieniakäytänteet, lannoitteiden raskasmetallipitoisuuksien sallitut enimmäismäärät ja maaperän enimmäiskuormitukset hehtaaria kohden, sekä hivenaineiden, pää- ja sivuravinteiden ilmoitusrajat ja vähimmäispitoisuudet lannoitteissa tai maanparannusaineissa. Vesiliukoisten ravinteiden osalta käytetään liukoisia pitoisuuksia. Lannoitteet on jaettu erilaisiin tyyppinimiryhmiin lannoitevalmisteen käyttökohteen, alkupe-
rän ja koostumuksen mukaan. Jokaiselle tyyppinimiryhmälle on omanlaisensa vaatimukset raskasmetallien, pää-, sivu- ja hivenravinteiden pitoisuuksista.

Taulukossa 6 on erilaisten lannoitevalmisteen raskasmetallipitoisuuksien raja-arvoja. Vertaamalla kuivatuista ja tuhkatuista seosnäytteistä tehtyjen alkuaine- ja ionimääritysten tuloksia taulukon 6 raja-arvoihin voidaan arvioida lannan tai sen tuhkan soveltuvuutta lannoitekäyttöön. Taulukoihin 7 ja 8 on poimittu alkuaine- ja ionianalyysien tuloksia raskasmetallien osalta vertailua helpottamaan.

Taulukko 6. Lanta-kuivike -seoksesta tai sen tuhkasta valmistettujen lannoitevalmisteen raskasmetallien enimmäispitoisuudet. (mg/kg kuiva-ainetta)

Lannoitetyyppi ja käyttökohte	Lannoitekäyttö puutarha tai peltoviljelyssä	Tuhkalannoitteen käyttö maa- ja puutarhataloudessa, sekä viherrakentamisessa ja maisemoinnissa	Tuhkan metsälannoitekäyttö
Arseeni (As)	25	25	40
Elohopea (Hg)	1,0	1,0	1,0
Kadmium (Cd)	1,5	2,5	25
Kromi (Cr)	300	300	300
Kupari (Cu)	600	600	700
Lyijy (Pb)	100	100	150
Nikkeli (Ni)	100	100	150
Sinkki (Zn)	1500	1500	4500

Taulukossa 7 on esitetty kuivattujen ja taulukossa 8 tuhkattujen seosnäytteiden raskasmetallipitoisuudet.

Taulukko 7. Kuivattujen seosnäytteiden raskasmetallipitoisuudet. (mg/kg kuiva-ainetta)

	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripuru ja lanta	Turve ja lanta
Arseeni (As)	0	0	0	< 1,9	< 2,0
Elohopea (Hg)	0	0	0	0	0
Kadmium (Cd)	0,15	< 0,11	< 0,11	< 0,12	< 0,10
Kromi (Cr)	2,8	< 2,2	< 2,1	6,4	2,3
Kupari (Cu)	11	9,7	5,1	28	6,4
Lyijy (Pb)	< 1,1	< 1,1	< 1,1	2,1	3,5
Nikkeli (Ni)	4,3	2,2	2,6	5,7	2,1
Sinkki (Zn)	83	54	21	120	42

Taulukko 8. Tuhkattujen seosnäytteiden raskasmetallipitoisuudet. (mg/kg kuiva-ainetta)

	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripuru ja lanta	Turve ja lanta
Arseeni (As)	0	< 16	0	< 16	< 14
Elohopea (Hg)	0	0	0	0	0
Kadmium (Cd)	1,3	0,85	< 0,9	1,3	1,3
Kromi (Cr)	21	30	< 18	61	44
Kupari (Cu)	97	190	56	110	150
Lyijy (Pb)	< 8,7	< 8,0	< 9,0	10	68
Nikkeli (Ni)	21	27	< 18	33	36
Sinkki (Zn)	680	1000	220	1100	910

Kaikkien kuivattujen seosnäytteiden metallipitoisuudet alittivat niiden lannoitekäytölle asetetut raja-arvot. Myös tuhkattujen seosnäytteiden metallipitoisuudet alittavat niiden lannoitekäytölle asetetut raja-arvot niin maa- ja puutarhataloudessa, viherrakentamisessa ja maisemoinnissa, sekä metsälannoitteena. Raskasmetallipitoisuuksien puolesta kuivattua tai tuhkattua lanta-kuivike -seosta voisi käyttää sellaisenaan myös maanparannuskäyttöön.

Pää-, sivu- ja hivenravinteiden pitoisuuksista lannoitteissa, maanparannusaineissa ja lannoitevalmisteissa tulee ilmoittaa niiden ainesosien pitoisuudet, jotka ylittävät lannoitevalmiste asetuksessa valmisteen tyyppinimiryhmälle määritellyt ilmoitettavat vähimmäispitoisuudet. Lisäksi erikseen on määritelty tietyille tyyppinimiryhmille erillisehtoja, jotka valmisteen ravinnepitoisuuksien täytyy täyttää.

Taulukoihin 9 ja 10 on poimittu kuivattujen ja tuhkattujen seosnäytteiden pää-, sivu- ja hivenravinnepitoisuudet. Kuivattuun tai tuhkattuun lanta-kuivike -seokseen voidaan myös lisätä lisäaineita tarpeen mukaan, jolloin saadun tuotteen tyyppinimiryhmä saattaa muuttua. Taulukossa on käytetty < -merkintää, silloin kuin ravinteen pitoisuus alitti kaikkien asetuksessa mainittujen mahdollisten tyyppinimiryhmien mukaiset ilmoitettavien vähimmäispitoisuuksien raja-arvot ko. ravinteelle. On huomattavaa, että kuivattujen seosnäytteiden tulokset eivät ole suoraa verrattavissa tuotteistettavaan lannoitevalmisteeseen, sillä ennen tuotteistusta lanta kuuluisi käsitellä esimerkiksi mädättämällä tai kompostoimalla, jolloin ravinnepitoisuudet saattavat muuttua. Omaan käyttöön, toiselle tilalle annettuna ja vähittäisessä irtomyynnissä lanta-kuivike -seosta saa kuitenkin käyttää myös sellaisenaan.

Taulukko 9. Kuivattujen seosnäytteiden pää-, sivu- ja hivenravinnepitoisuudet.

Pääravinteet m -%	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripuru ja lanta	Turve ja lanta
Typpi (N)	1,9	0,9	2,1	1,2	1,6
Fosfori (P)	0,36	0,28	0,23	0,39	0,21
Fosfori (P) liukoinen	0,09	0,09	0,05	0,12	0,09
Kalium (K)	2,0	0,78	2,5	1,9	0,54
Kalium (K) liukoinen	1,1	0,37	1,7	1,1	0,34
Pääravinteet yhteensä	4,26	1,96	4,83	3,49	2,35
Sivuravinteet m -%					
Kalsium (Ca) liukoinen	0,05	0,05	0,12	0,07	< 0,05
Magnesium (Mg)	0,26	0,14	3,0	0,25	0,17
Magnesium (Mg) liukoinen	0,05	0,04	0,06	0,05	0,02
Natrium (Na)	0,3	< 0,3	< 0,3	0,3	< 0,3
Rikki (S)	0,15	0,03	0,14	0,16	0,11
Rikki (S) liukoinen	0,04	0,0	0,04	0,02	0,02
Sivuravinteet yhteensä	0,76	0,38	3,4	0,79	0,38
Hivenravinteet m -%					
Boori (B)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Koboltti (Co)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Kupari (Cu)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,002
Rauta (Fe)	0,12	0,05	0,05	0,19	0,15
Mangaani (Mn)	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02
Molybdeeni (Mo)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sinkki (Zn)	0,008	0,005	0,002	0,01	0,004

Taulukko 10. Tuhkattujen seosnäytteiden pää-, sivu- ja hivenravinnepitoisuudet.

Pääravinteet m -%	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripururi ja lanta	Turve ja lanta
Typpi (N)	-	-	-	-	-
Fosfori (P)	2,8	5,1	2,3	3,4	4,1
Fosfori (P) liukoinen	< 0,3	1,8	0,52	< 0,3	< 0,3
Kalium (K)	16	15	24	15	11
Kalium (K) liukoinen	9	6,2	16	5,2	5,1
Yhteispitoisuus m -%	18,8	20,1	26,3	18,4	15,1
Sivuravinteet m -%					
Kalsium (Ca) liukoinen	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Magnesium (Mg)	2,2	2,7	1,7	2,1	3,2
Natrium (Na)	2,5	2,9	< 2,2	< 2,2	< 2,2
Rikki (S)	-	0,3	-	0,7	1,4
Sivuravinteet yhteensä	4,7	5,9	3,0	4,5	5,6
Hivenravinteet m -%					
Koboltti (Co)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Kupari (Cu)	0,01	0,02	0,005	0,01	0,02
Rauta (Fe)	0,96	0,75	0,58	1,2	3,1
Mangaani (Mn)	0,16	0,12	0,04	0,19	0,3
Molybdeeni (Mo)	0,003	< 0,002	< 0,002	0,002	0,006
Sinkki (Zn)	0,07	0,1	0,02	0,1	0,009

Kuivattuja lanta-kuivike -seoksia voidaan käyttää typpi-kalium lannoitteina. Tuhkaamattomasta lannasta valmistetut lannoitevalmisteet kuuluvat useimmiten tyyppinimiryhmään 1B1 orgaaniset eläinperäiset lannoitteet. Niissä pääravinteita pitää olla kaikkiaan yli 3 m -%. Liuoslannoitteessa lannoitevalmisteen tyyppinimen perään ilmoitetaan niiden pääravinteiden pitoisuudet, joita on yli 1 m -%. Nämä kriteerit täyttävät sellaisenaan puupelletti ja lanta 1, olkipelletti ja lanta, sekä kutterinpuru ja lanta. Olkipelletti-lanta -seoksen magnesiumpitoisuus ylittää lisäksi lannoitteiden sivuravinnepitoisuuksien ilmoitettavan vähimmäispitoisuuden raja-arvon. Hivenaineista rautaa ja sinkkiä oli kaikissa seoksissa mainittava määrä. Lanta-kuivike -seoksen käsittely saattaa kuitenkin muuttaa seoksen koostumusta, ja näin ollen myös ravinteiden pitoisuuksia. Lannan sekaan voidaan myös lisätä tiettyjä asetuksen sallimia ainesosia, jotta se täyttäisi kriteerit.

Kun lanta-kuivike -seosta tai sen tuhkaa myydään sellaisenaan maanparannusaineena, tarvitsee ilmoittaa vain niiden kadmiumpitoisuus. Ravinnepitoisuudet voi myös ilmoittaa asetuksen mukaisesti.

Tuhkatuissa lanta-kuivike -seoksissa typpi on poistunut palamisprosessissa. Kaikkien seosnäytteiden tuhkissa on runsaasti kaliumia ja lannoitekäyttöön soveltuva määrä fosforia ja mainittava määrä magnesiumia. Lisäksi tuhkat sisältävät kuparia, rautaa, mangaania ja sinkkiä.

Lannoitteena käytetyille tuhkalta on määritelty erillisiä raja-arvoja. Lannoitteeksi voidaan hyväksyä taulukon 6 raja-arvot alittavat tuhkalannoitteet, joiden kaliumin ja fosforin yhteismäärä on yli 5 m-%. Kaikki tutkimuksessa olleet lanta-kuivike -seosten tuhkat täyttivät nämä kriteerit. Eläinperäisen tuhkalannoitteen pää- ja sivuravinnepitoisuudet ilmoitetaan, mikäli ravinteiden määrä on vähintään 0,3 m-%.

Lainsäädäntö edellyttää myös, ettei kadmiumin enimmäismäärä lannoitteen fosforikiloa kohden ole yli 50 mg, kun fosforipitoisuus on yli 2,2 %. Kaikki tässä tutkimuksessa olleet seosnäytteet täyttävät sellaisenaan kuivattuna ja tuhkattuna vaatimuksen lannoitteiden kadmiumin enimmäispitoisuudesta suhteessa fosforin määrään.

3.6.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Taulukossa 11 on esitetty Valtioneuvoston asetuksessa 331/2013 määritellyt raja-arvot kaatopaikkakelpoisuudelle kaksivaiheisen ravistelutestin toisessa vaiheessa. Luokituksessa pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuudelle on tiukimmat raja-arvot ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuudelle löyhimmät raja-arvot. Tuhkan hävittäminen vaarallisena jätteenä maksaa jätteen tuottajalle eniten. Tuhkaamatonta hevosenlantaa tai lanta-kuivike -seosta ei oteta kaatopaikalle, vaikka se täyttäisi taulukon 9. kriteerit, ellei se ole välttämätöntä eläintautien torjumiseksi. Joidenkin jätekeskusten kompostointilaitokset kuitenkin ottavat lantaa vastaan. Kompostointilaitoksille on omat vaatimuksensa lannan koostumuksen suhteen.

Taulukko 11. Kaatopaikkakelpoisuuden liukoisten pitoisuuksien raja-arvot. (mg/kg kuiva-ainetta L/S 10 l/kg)

Aine	Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Vaarallinen jäte
Arseeni (As)	0,5	2	25
Barium (Ba)	20	100	300
Kadmium (Cd)	0,04	1	5
Kromi (Cr)	0,5	10	70
Kupari (Cu)	2	50	100
Elohopea (Hg)	0,01	0,2	2
Molybdeeni (Mo)	0,5	10	30
Nikkeli (Ni)	0,4	10	40
Lyijy (Pb)	0,5	10	50
Antimoni (Sb)	0,06	0,7	5
Seleen (Se)	0,1	0,5	7
Sinkki (Zn)	4	50	200
Kloridi (Cl ⁻)	800	15 000	25 000
Fluoridi (F ⁻)	10	150	500
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	1000	20 000	50 000

Taulukossa 12 on tuhkattujen seosnäytteiden kaatopaikkakelpoisuuteen vaikuttavien aineiden liukoiset pitoisuudet ravistelutestin toisessa vaiheessa ilmoitettuna milligrammoina kuiva-ainekiloa kohden.

Taulukko 12. Tuhkattujen seosnäytteiden kaatopaikkakelpoisuudet yksittäisten spesiesten osalta. (mg/kg kuiva-ainetta L/S 10 l/kg)

Aine	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripuru ja lanta	Turve ja lanta
Arseeni (As)	< 0,15	2,5	< 0,12	0,78	< 0,10
Barium (Ba)	< 0,13	0,38	0,39	< 0,26	0,18
Kadmium (Cd)	< 0,0075	< 0,021	< 0,0050	< 0,021	0,045
Kromi (Cr)	0,72	6,4	0,33	9,0	0,61
Kupari (Cu)	< 0,20	1,7	< 0,32	4,9	1,8
Elohopea (Hg)	< 0,10	0,39	< 0,020	< 0,40	< 0,10
Molybdeeni (Mo)	9,2	58	1,1	47	37
Nikkeli (Ni)	< 0,10	1,4	< 0,10	< 0,78	0,62
Lyijy (Pb)	< 0,050	< 0,13	< 0,057	< 0,11	0
Antimoni (Sb)	< 0,50	< 1,3	< 0,50	< 1,1	< 0,50
Seleeni (Se)	< 0,64	< 7,2	< 0,56	< 3,3	1,1
Sinkki (Zn)	1,2	8,4	1,5	2,5	< 0,10
Kloridi (Cl ⁻)	32 000	22 000	58 000	22 000	18 000
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	27 000	20 000	38 000	23 000	41 000

Yksikään tuhkattu lanta-kuivike -seos ei täytä sellaisenaan pysyvän, tavanomaisen, eikä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuutta valtioneuvoston asetuksen mukaisesti. Eniten raja-arvot ylittyivät kloridi- ja sulfaattipitoisuuksien osalta.

Käytetyn testimenetelmän määrittäjäraja elohopealle (Hg) ja seleenille (Se) on liian korkea, jotta niiden raja-arvojen ylittymistä voitaisiin luotettavasti arvioida. Niissäkin tapauksissa, joissa elohopean laskennallinen määrittäjäraja ylitetään, on syytä huomioida käytetyllä määrittäjämenetelmällä (ICP-MS) erityisesti tuhkien elohopeapitoisuutta analysoitaessa muodostuva yleinen virhelähde. Näytteen mahdollisesti sisältämä volframi antaa elohopean kanssa identtisen signaalin reagoituaan hapen kanssa. Tällöin elohopean tosiasiallinen määrä voi olla huomattavasti saatua analyysitulosta pienempi. Näin ollen tässä esitettyjä elohopeapitoisuuksia ei pitäisi käyttää suoraan kaatopaikkakelpoisuuden hylkäysperusteena, vaan silloinkin kuin raja-arvo on ylitetty, pitäisi elohopeapitoisuus pyrkiä määrittämään uudelleen tarkemmalla tekniikalla. Sitä vastoin, raja-arvon alittaneet mittaustulokset voivat puoltaa kaatopaikkakelpoisuutta. Näiltä osin on huomattavaa, että analysoitaessa tuhkattuja näytteitä suoraan, ilman ravistelutestejä, vain tuhkatusta puupelletistä löytyi elohopeaa, senkin pitoisuudet olivat alle määrittäjärajan. Näin ollen on epätodennäköistä, että tässä esitetty liukoinen elohopeapitoisuus on todellisuutta vastaava.

Puupelletti-lanta1 ja olkipelletti-lanta -seosten tuhkien kloridipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon. Muulta koostumukseltaan Puupelletti-lanta1 sekä olkipelletti-lanta -seosten tuhkat täyttävät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden niiltä

osin, mitä tässä selvityksessä on tutkittu. Energiakäytössä näiden seosten tuhkat vaatisivat siis kloridin poiston ennen hävitystä vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Mikäli tuhkista poistettaisiin myös sulfaatti, voitaisiin tuhkat mahdollisesti sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Näiden tutkimusten lisäksi pitäisi vielä määrittää orgaanisen hiilen määrä kokonaisuudessaan ja liukoisen orgaanisen hiilen määrä, sekä haponneutralointikapasiteetti.

Muut tuhkatut kuivike-lanta seokset (puupelletti ja lanta 2, kutterinpuru ja lanta sekä turve ja lanta) ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot ainakin molybdeenin osalta. Tuhkille olisikin syytä löytää kaatopaikkaa parempia sijoituskohteita.

4. YMPÄRISTÖNSUOJELU JA LANTA



(Kuva Ratsutalli Rida 2016)

Kokkolan kaupunki on julkaissut oppaan, joka tarjoaa tietoa hevostalleihin liittyvissä ympäristö- ja lupa-asioissa. Oppaasta löytyy tietoa muun muassa uusien hevostallien rakentamiseen liittyvistä yksityiskohdista sekä vanhojen tallien peruskorjauksessa huomioitavista määräyksistä, suosituksista ja ohjeista (*Ympäristönsuojeluohje hevostalleille, Kokkolan kaupunki*).

Hevostallin ja tallin yhteydessä olevien rakennusten rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa. Mikäli hevostalli on tarkoitettu vähintään 60 hevoselle tai ponille, tarvitaan aina myös ympäristölupa. Myös pienemmiltä talleilta ympäristölupaa voidaan vaatia, mikäli talli sijaitsee pohjavesialueella ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa tai kohtuutonta haittaa naapureille.

Hevostallin yhteydessä olevan lantalan tulee olla mitoitettu 12 kuukauden aikana syntyvälle lantamäärälle. Ohjemitointus 12 kuukauden varastoita varten on 12 m²/hevonon ja 8 m²/poni. Lantalassa tulee olla tiivis, betonista, asfalttibetonista tai valuasfaltista valmistettu pohja. Esimerkiksi normaalilla asfaltilla ei saavuteta tarpeeksi hyvää tiiviyyttä. Lantavesien valuminen lantalan ulkopuolelle on estettävä asianmukaisen kokoisilla reunoilla ja ajoluiskilla. Katetun lantalan tapauksessa on huolehdittava lantalan riittävästä tuuletuksesta ja kattamattoman lantalan tapauksessa siitä, että sadevesi ei valu katolta lantalaan. Jo kahden hevosen talli vaatii lantalan rakentamisen. Lantalan voi jättää rakentamatta vain siinä tapauksessa, mikäli lanta voidaan luovuttaa riittävän kokoiseen, tiivispohjaiseen lantavarastoon, tai lanta voidaan luovuttaa hyödyntäjälle, jolla on ympäristönsuojelulain mukainen lupa toiminnalleen, tai mikäli lantaa kertyy vuosittain enintään 20 m³. Mikäli lantala edellä mainituista syistä puuttuu, on tallin omistajien huolehdittava asianmukaisesti siitä, että ravinteiden leviäminen maaperään, pohjaveteen ja vesistöihin estetään.

Lantaa voi levittää omille pelloille tai luovuttaa se luvanvaraiselle vastaanottajalle. Levitys tulee kuitenkin tehdä siten, että siitä mahdollisesti aiheutuva haitta naapureille on mahdollisimman vähäinen. Lannan levitys on tehtävä 15.4.–15.10. välisenä aikana, mutta jo aloitettua levittämistä voidaan jatkaa 15.11. saakka, mikäli maa on sula ja kuiva.

5. YHTEENVETO

Hevoslannan energiakäytön edistäminen pohjanmaalla -selvityksen tavoitteena oli kartoittaa hevoslannan energiakäytön mahdollisuuksia Kokkolassa ja sen lähialueilla. Taustatekijöinä selvitystyölle olivat hallituksen 2015 kärkihanke hevoslannan käytön edistämisestä energiantuotannossa ja Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulun hallinnoima HevosWoima-hanke (2016), jossa kartoitettiin samoja asioita Etelä-Savon alueella.

Selvitys koostui hevosen omistajiin ja hevosalan yrittäjiin kohdistetusta kyselytutkimuksesta, kuivikkeiden ja kuivike-lanta -seosten keräämisestä sekä laboratoriokokeista, jotka tehtiin Centria-ammattikorkeakoulun laboratoriossa Kokkolassa sekä Ahma Ympäristö Oy:n laboratoriossa Oulussa.

Selvityksessä määritettiin kuivike- ja seosnäytteiden lämpöarvot, joiden avulla pystyttiin arvioimaan suuntaa-antavasti kartoituksessa selville saadun vuosikohtaisen lantamäärän poltosta syntyvää energiamäärää. Saatavan energian määrään vaikuttaa merkittävästi poltettavan materiaalin kosteus- ja tuhkapitoisuus, jotka molemmat vaikuttavat energian määrään alentavasti. Parhaan mahdollisen energiatiheyden kannalta olisi parasta, että poltettavan materiaalin saapumistilainen kosteus ei olisi korkea ja että materiaali ei sisältäisi paljoa epäorgaanista, palamatonta ainesta.

Alkuaine-, ioni- ja kokonaistyyppipitoisuusanalyysien avulla selvitettiin muun muassa lannan sisältämät ravinteet sekä metallit. Lannasta veteen liukenevat alkuaineet ja ionit selvitettiin 2-vaiheisen ravistelutestin avulla. Tämä tieto on hyödyllistä, kun arvioidaan tapauskohtaisesti lannan hyötykäyttömahdollisuuksia.

Kokkolan kaupunki on laatinut ohjeistuksen hevostallin omistajille ympäristö- ja lupa-asioihin liittyen. Ohjeistuksessa annetaan määräyksiä muun muassa rakentamiseen- ja ympäristönsuojeluun sekä lannan käyttöön ja lannan varastointiin liittyvissä kysymyksissä.

LIITTEET

- LIITE 1. Kuivike- ja lantanäytteiden alkuainepitoisuudet kuiva-aineessa.
- LIITE 2. Tuhkattujen seosnäytteiden alkuainepitoisuudet kuiva-aineessa.
- LIITE 3. Kuivattujen seosnäytteiden liukoiset alkuainepitoisuudet.
- LIITE 4. Tuhkattujen seosnäytteiden liukoiset alkuainepitoisuudet.

LIITE 1. Kuivike- ja lantanäytteiden alkuainepitoisuudet kuiva-aineessa.

Taulukko 13. Kuivike- ja lantanäytteiden alkuainepitoisuus kuiva-aineessa (mg/kg)

Alku-aine	Puupeletti	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipeletti	Olkipeletti ja lanta	Kutteripuru	Kutteripuru ja lanta	Turve	Turve ja lanta
Al	23	2400	1200	240	770	30	5600	2000	1400
As	0	0	0	0	0	0	< 1,9	< 2,1	< 2,0
Ba	12	61	24	39	31	3,2	83	28	25
Be	0	< 2,2	< 2,2	0	< 2,1	0	< 1,9	< 2,1	< 2,0
Bi	< 2,0	< 2,2	0	0	0	0	0	0	0
Ca	800	7300	3700	3400	4400	790	11000	2000	5100
Cd	< 0,096	0,15	< 0,11	< 0,11	< 0,11	0,13	0,12	< 0,11	< 0,10
Co	< 0,39	0,75	< 0,44	< 0,43	< 0,42	< 0,41	1,0	0,65	0,56
Cr	< 2,0	2,8	< 2,2	2,2	< 2,1	< 2,1	6,4	2,5	2,3
Cu	< 3,9	11	9,7	8,3	5,1	< 4,1	28	< 4,2	6,4
Fe	21	1200	510	250	460	25	1900	2300	1500
Ga	< 2,0	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,1	< 2,1	< 1,9	< 2,1	< 2,0
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	300	20000	7800	620	25000	410	19000	180	5400
Li	< 2,0	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,1	0	< 1,9	< 2,1	< 2,0
Mg	120	2600	1400	1400	30000	230	2500	490	1700
Mn	72	210	63	14	34	75	230	20	160
Mo	0	2,6	< 2,2	< 2,2	< 2,1	0	< 1,9	< 2,1	2,8
Na	120	3000	1600	150	1400	74	3100	180	590
Ni	< 2,0	4,3	< 2,2	11	2,6	< 2,1	5,7	2,5	2,1
P	170	3600	2800	1100	2300	210	3900	530	2100
Pb	< 0,96	< 1,1	< 1,1	< 1,1	< 1,1	0	2,1	5,9	3,5
Rb	< 2,0	31	11	2,6	17	2,2	39	< 2,1	29
S	0	1500	270	260	1400	0	1600	760	1100
Sb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Se	0	< 11	< 11	0	< 11	0	< 9,5	< 11	< 9,8
Si	1100	23000	11000	11000	15000	520	45000	5700	7000
Sn	49	55	57	56	55	53	49	55	56
Sr	5,9	47	17	16	14	3,4	50	19	31
Ti	< 2,0	130	40	13	35	< 2,1	120	60	51
U	0	2,2	< 2,2	0	0	0	< 1,9	< 2,1	< 2,0
V	< 2,0	2,8	< 2,2	< 2,2	< 2,1	< 2,1	3,3	4,3	3,4
Zn	9,5	83	54	7,5	21	11	120	8,3	42
SO ₄		9300	7100		6100		6300		5900
Cl		4800	3600		5600		4500		3500
F		6100	3000		2700		2300		2400

LIITE 2. Tuhkattujen seosnäytteiden alkuainepitoisuudet kuiva-aineessa.

Taulukko 14. Tuhkattujen kuivike- ja lantanäytteiden alkuainepitoisuus kuiva-aineessa (mg/kg)

Alku-aine	Puu-pelletti	Puu-pelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti	Olkipelletti ja lanta	Kutteri-puru	Kutteri-puru ja lanta	Turve	Turve ja lanta
Al	440	21000	18000	3900	11000	13000	20000	79000	30000
As	0	0	< 16	0	0	< 21	< 16	23	< 14
Ba	3300	500	340	710	330	830	390	1000	480
Be	0	< 17	< 16	< 18	< 18	< 21	< 16	< 17	< 14
Bi	27	< 17	< 16	< 18	< 18	0	< 16	< 17	< 14
Ca	43000	140000	57000	140000	150000	170000	73000	68000	89000
Cd	16	1,3	0,85	1,3	< 0,90	26	1,3	3,1	1,3
Co	9,2	6,1	6,2	< 3,5	< 3,6	9,8	9,1	26	12
Cr	0	21	30	42	< 18	30	61	90	44
Cu	360	97	190	37	56	340	110	11	150
Fe	970	9600	7500	2700	5800	8400	12000	85000	31000
Ga	160	28	19	33	< 18	41	21	57	26
Hg	<1,7	0	0	0	0	0	0	0	0
K	91000	160000	150000	220000	240000	90000	150000	7900	110000
Li	58	21	35	33	24	< 21	32	< 17	44
Mg	9300	22000	27000	27000	17000	45000	21000	16000	32000
Mn	20000	1600	1200	290	350	16000	1900	720	3000
Mo	< 17	26	< 16	26	< 18	0	22	20	63
Na	12000	25000	29000	2500	13000	6200	17000	4200	10000
Ni	< 17	21	27	27	< 18	< 21	33	76	36
P	8700	28000	51000	19000	23000	12000	34000	15000	41000
Pb	17	< 8,7	< 8,0	< 8,6	< 9,0	< 11	10	220	68
Rb	410	240	190	58	170	420	250	41	460
S	0	0	3100	0	0	3600	7000	15000	14000
Sb	< 85	< 82	< 80	< 86	< 90	0	< 76	< 84	< 70
Se	0	< 82	< 80	< 86	< 90	< 110	< 76	< 84	< 70
Si	25000	200000	180000	170000	160000	110000	190000	190000	160000
Sn	360	330	310	340	370	410	300	330	270
Sr	1400	380	270	300	150	780	330	670	570
Tl	< 17	0	< 16	0	0	0	< 16	< 17	0
Ti	170	970	820	280	480	430	760	2300	990
U	0	< 17	< 16	< 18	< 18	< 21	< 16	< 17	< 14
V	< 17	< 17	< 16	< 18	< 18	22	20	150	49
Zn	2500	680	1000	120	220	2300	1100	250	910

LIITE 3. Kuivattujen seosnäytteiden liukoiset alkuainepitoisuudet

Taulukko 15. Kuivattujen kuivike-lanta -seosten liukoiset alkuainepitoisuudet 2-vaiheisessa ravistelutestissä (mg/kg)

Alkuaine	Puupelletti ja lanta 1	Puupelletti ja lanta 2	Olkipelletti ja lanta	Kutteripuru ja lanta	Turve ja lanta
Al	0,79	0,85	0,81	0,71	11
As	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
B	2,1	< 6,6	< 7,1	< 2,0	< 6,7
Ba	1,8	29	33	0,48	37
Be	0	0	0	0	0
Bi	0	0	0	0	0
Ca	540	470	1 200	700	380
Cd	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Co	0,058	2,6	<0,040	0,76	0,62
Cr	< 0,20	0,88	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cu	1,3	1,7	0,96	1,9	1,6
Fe	8,4	12	8,1	7,8	18
Ga	0	0	0	0	0
Hg	0	0	0	0	0
K	11000	3700	17000	11000	3400
Li	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Mg	450	350	600	490	210
Mn	3,6	2,2	3,5	4,2	10
Mo	0,43	0,38	< 0,20	0,41	0,38
Na	1 500	1 300	1 600	930	1 000
Ni	0,22	2,2	0,20	< 0,20	0,39
P	900	860	520	1200	930
Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,16
Rb	14	3,8	8,8	18	17
S	360	0	430	180	200
Sb	0	0	0	0	0
Se	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Si	150	83	280	180	74
Sn	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0
Sr	2,6	1,8	4,1	2,1	2,2
Ti	0,26	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,71
U	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	< 0,20
Zn	110	4,0	2,2	5,8	6,8
SO ₄	850	330	950	540	600
Cl	4 500	1 100	5 300	4 700	1 300
NO ₃	0	0	0	140	190
F	230	0	280	0	0

LIITE 4. Tuhkattujen seosnäytteiden liukoiset alkuainepitoisuudet

Taulukko 16. Tuhkattujen lanta-kuivike -seosten liukoiset alkuaine- ja ionipitoisuudet kaksivaiheisessa ravistelutestissä. (mg/kg kuiva-ainetta)

Alku- aine	Puupelletti ja lanta 1		Puupelletti ja lanta 2		Olkipelletti ja lanta		Kutteripuru ja lanta		Turve ja lanta
	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 2
Al	< 0,10	< 0,50	< 0,10	< 1,6	0,23	0,29	0,15	1,7	310
As	0,068	< 0,15	0,32	2,5	0,036	< 0,12	0,10	0,78	< 0,10
Ba	0,045	< 0,13	0,036	0,38	0,29	0,39	0,026	< 0,26	0,18
Be	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	11	41	23	220	150	180	9,4	97	91
Cd	0,0037	< 0,0075	0	< 0,021	< 0,0010	< 0,0050	0,0026	< 0,021	0,045
Co	< 0,0040	< 0,075	0,018	0,17	< 0,0040	< 0,058	1,0	6,9	0,21
Cr	0,57	0,72	0,76	6,4	0,23	0,33	1,3	9,0	0,61
Cu	< 0,0040	< 0,20	0,14	1,7	0,17	< 0,32	0,60	4,9	1,8
Fe	0,12	0,93	0,25	3,6	2,3	3,0	0,22	3,1	0
Ga	< 0,020	< 0,10	< 0,020	< 0,25	< 0,020	< 0,1	< 0,020	< 0,22	0,34
Hg	< 0,020	< 0,10	0,039	0,39	< 0,020	< 0,020	0,048	< 0,40	< 0,10
K	72000	90000	51000	62000	110000	160000	46000	52000	51000
Li	0,45	0,97	0,63	5,8	0,18	0,65	0,18	1,4	< 0,10
Mg	0,73	6,0	2,2	38	100	110	1,4	20	1,6
Mn	0,037	0,40	0,074	1,9	0,50	0,72	0,039	0,81	< 0,10
Mo	6,7	9,2	7,0	58	0,55	1,1	6,9	47	37
Na	3800	6200	5700	49000	4100	7000	1300	9800	2000
Ni	< 0,020	< 0,10	0,16	1,4	< 0,020	< 0,10	0,11	< 0,78	0,62
P	480	690	2000	18000	2200	5200	170	1600	33
Pb	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,13	0,017	< 0,057	< 0,010	< 0,11	0
Rb	87	110	8,9	82	72	100	68	480	180
Sb	< 0,10	< 0,50	< 0,10	< 1,3	< 0,10	< 0,50	< 0,10	< 1,1	< 0,50
Se	0,25	< 0,64	0,85	< 7,2	0,17	< 0,56	0,44	< 3,3	1,1
Si	2600	6400	1900	18000	15000	29000	500	4800	7,0
Sn	0	0	0	0	< 0,020	< 0,018	< 0,020	< 0,13	0
Sr	0,99	0,18	0,048	0,50	0,23	0,32	0,043	0,41	1,2
Tl	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0,33	0,80	0,93	9,0	0,54	2,5	0,13	1,4	< 0,10
U	< 0,020	< 0,10	< 0,020	< 0,25	< 0,020	< 0,018	< 0,020	< 0,22	< 0,10
V	0,74	1,1	1,2	9,9	0,37	0,64	1,2	8,9	2,9
Zn	0,13	1,2	0,18	8,4	0,82	1,5	0,17	2,5	< 0,10
SO ₄	20000	27000	17000	20000	32000	38000	23000	23000	41000
Cl	25000	32000	19000	22000	49000	58000	23000	22000	18000
NO ₃	294	1400	340	1700	350	1700	350	1700	1300

HEVOSEN LANNAN ENERGIÄKÄYTÖN EDISTÄMINEN KESKI-POHJANMAALLA

Pääministeri Juha Sipilän hallitus asetti vuonna 2015 yhdeksi kärkihankkeeksi hevosenlannan käytön edistämisen energiantuotannossa. Hieman tämän jälkeen syksyllä 2015 Centria- ammattikorkeakoulu käynnisti Kokkola Industrial Symbiosis System, KISS-hankkeen, jonka yhtenä tavoitteena on ollut vastata hevosalan toimijoiden lannan käsittelyn haasteisiin tuottamalla tietoa hevosenlannan energiakäytön hyödyntämisen mahdollisuuksista.

Selvitys on toteutettu osana Centria-ammattikorkeakoulu Oy:n hallinnoimaa KISS-hanketta (Kokkola Industrial Symbiosis System), joka käynnistyi 1.10.2015. KISS on ELY-keskuksen päärahoittama hanke, jonka tavoitteena on resurssiviisaamman toiminnan ja materiaalikierrojen sulkemisen avulla parantaa Kokkolan seudulla jo olemassa olevan liiketoiminnan kannattavuutta sekä synnyttää uutta teknologia- ja palvelutoimintaa.

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 34
ISBN 978-952-7173-37-4 (PDF)
ISSN 2342-933X