

Lannanpolttojärjestelmän investoinnin vaikutus hevostilan kannattavuuteen case -tilalla

Terhi Rankinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2019
Luonnonvara- ja ympäristöala
Agrologi (AMK), maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Rankinen, Terhi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 2.12.2019
	Sivumäärä 38	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Lannanpolttojärjestelmän investoinnin vaikutus hevostilan kannattavuuteen case -tilalla		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma, agrologi (AMK)		
Työn ohjaaja(t) Tero Vesisenaho		
Toimeksiantaja(t) Special Partners Stable		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen lähtökohtana oli hevosiloille muodostunut ongelma lannan loppusijoituspaikasta. Lannanpoltto on tullut lailliseksi vuonna 2018, joka on saanut talliyrittäjät kiinnostumaan polton mahdollisuuksista.</p> <p>Tavoitteena oli tutkia, miten lannanpolttojärjestelmän investointi vaikuttaa hevosyrityksen kannattavuuteen ja kuinka paljon energiaa lannasta voi saada. Tehtävänä oli suunnitella case-tilalle lannanpolttojärjestelmä ja tarkastella sen vaikutuksia yrityksen kannattavuuteen.</p> <p>Toteutustapana toimi case- eli tapaustutkimus. Suunnitelmat tehtiin case-tilalle, josta saatiin perustiedot lämmitysjärjestelmän suunnittelua varten. Tutkimusta varten tehtiin laskelmia ja kerättiin teoretietoa investoinnin suunnittelua varten.</p> <p>Hevosennannasta määriteltiin energiatiheys, joka kertoo kuinka paljon hevosenlannasta saa energiaa. Tulokseksi saatiin suunnilleen samanlainen energiatiheys kuin puuhakkeella. Lannanpolttojärjestelmän suunnitteluun saatiin hyvä sijainti, mutta kattilan tehon laskenta osoitti, ettei investointia kannata tälle tilalle tehdä. Teholuokaltaan pieni kattila ei sisällä tarvittavaa teknologiaa hevosenlannanpolttoon.</p> <p>Lannanpolttoon on asetettu vaatimuksia päästöjen ja kattilan ominaisuuksien osalta. Kattilan ominaisuudet eivät tässä kokoluokassa kata kaikkia lain vaatimuksia. Päästömittauksia on tehty seospolttona ja ne ovat alle päästöraja-arvojen. Jo seospolttona typenoksidi ja hiukkaspäästöt olivat lähellä raja-arvoja ja korkeammat kuin hakkeen poltossa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Hevosennannanpoltto, lämmitysjärjestelmä, investointi, kannattavuus		
Muut tiedot		

Author(s) Rankinen, Terhi	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2019
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 38	Permission for web publication: x
Title of publication Impact of investing in horse manure burning system on profitability of case horse farm		
Degree programme Agricultural and Rural Industries, Bachelor of Natural Resources		
Supervisor(s) Vesisenaho Tero		
Assigned by Special Partners Stable		
<p>Abstract</p> <p>The starting point of the study was equestrian entrepreneurs' problem of the horse manure disposal site. Horse manure burning became legal in 2018, which made people excited about it and its potential.</p> <p>The purpose of the study was to investigate how an investment in the manure burning system affects the profitability of an equestrian company and how much energy horse manure can produce. The task was to design a manure burning system for the case farm and to study its impact on the profitability of the company. The implementation method of the study was case study. The plans were made for the case farm which provided the basic information for planning the heating system. Calculations were made and theoretical background information was collected for the study to make it consistent.</p> <p>Horse manure was examined in terms of its energy density which indicates how much horse manure can produce energy. The results showed approximately the same energy density as wood chips have. The manure burning system was designed to a good location but calculations of the boiler output showed that the investment is not profitable on the case farm. Such a small boiler does not have the technology to meet the requirements of the demanding fuel.</p> <p>Some requirements related to emissions and boiler properties have been set to manure burning. The boiler properties in this size range do not cover all legal requirements. Emissions measurements have been made as mixed burning and they are below emissions standards. Already mixed horse manure burning nitrogen oxides and particle emissions were close to limit values and higher than in wood chip burning.</p>		
Keywords/tags (subjects) Horse manure burning, heating system, investment, profitability		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Mitä tutkittiin?	4
3	Yrityksen kannattavuus	5
3.1	Kannattavuuden laskenta.....	6
3.2	Hevosyritysten kannattavuus Suomessa.....	7
4	Hevosenlannanpoltto	8
4.1	Lainsäädäntö	8
4.2	Lannanpoltto Suomessa ja muualla maailmassa	9
4.3	Ympäristövaikutukset.....	9
4.4	Hevosten kuivikkeet ja niiden vaikutus lannanpolttoon.....	10
4.5	Lannan ominaisuudet energiantuotannossa.....	11
4.6	Polttoaineen energiatihedden määrittäminen.....	12
4.7	Tuhka ja päästöt	14
5	Lämmityskeskuksen investointi	14
5.1	Energian kulutus ja tehontarve	15
5.2	Esikäsittelylaitteisto.....	16
5.3	Investoinnin kannattavuus	17
5.4	Lämmityskeskus.....	19
5.5	Tuet.....	20
6	Investoinnin suunnittelu case -tilalle.....	20
6.1	Suunnittelun lähtökohdat	20
6.2	Energiatiheyden määrittäminen	24

7	Johtopäätökset.....	26
8	Pohdinta.....	29
	Lähteet	32
	Liitteet.....	36
	Liite 1. NHK:n tarjous pellettikattilasta ja -ruuvista	36

Kuviot

Kuvio 1. Irtotiheyden laskukaava.....	12
Kuvio 2. Kosteuspitoisuuden laskukaava	13
Kuvio 3. Tehollisen lämpöarvon laskukaava	13
Kuvio 4. Energiatiheyden laskukaava	13
Kuvio 5. Energian tarve lämpimälle käyttövedelle	16
Kuvio 6. Lämpökeskuksen sijainnin suunnittelu	22
Kuvio 7. Kattilan tehontarve ja polttoaineen kulutus	23
Kuvio 8. Hevosenlannan irtotiheyden laskeminen	24
Kuvio 9. Lanta-astian täyttö.....	24
Kuvio 10. Hevosenlannan kosteuspitoisuuden laskeminen	25
Kuvio 11. Uunissa kuivattu hevosenlanta.....	25
Kuvio 12. Hevosenlannan tehollisen lämpöarvon laskeminen.....	26
Kuvio 13. Hevosenlannan energiatiheyden laskeminen	26

1 Johdanto

Hevosenlanta on koettu monella tilalla ongelmana sen loppusijoituspaikan puuttuessa, eikä kaikilla ole riittävää määrää peltopinta-alaa sen lannoitekäyttöön. Esimerkiksi kaupungin läheisyydessä sijaitsevat hevostallikeskittymät joutuvat kuljettamaan lantaa todella kauas. Lannan kuljettaminen muualle lannoitekäyttöön kasvattaa yrityksen kustannuksia.

Lantahan tulee ensisijaisesti käyttää lannoitteena, mutta siinä on ongelmia. Varsinkin jos kuivikkeena on käytetty puupohjaisia tuotteita eikä niitä ei ole kompostoitu asianmukaisesti ennen kuin ne levitetään pellolle. Puupohjaisten kuivikkeiden ongelma on pitkä kompostoitumisaika, jolloin ravinteita ei saada heti käyttöön. Tämän lisäksi puuaines hajotessaan sitoo pellolta typpeä. (Virkkunen, Karppinen & Kumpula 2014, 1-5.)

Hevosenlanta voi sisältää myös sulamatonta kauraa sekä rikkakasvin siemeniä. Sulamattomat siemenet ja jyvät vaikuttaa maatilallisten halukkuuteen käyttää tätä lannoitteena. Tämän takia hukkakauran riski lannoitteessa on otettava huomioon. (Lehtinen 2018, 6-7.)

Lannanpolttoa Suomessa on toteutettu ainoastaan suuremmissa energiayksiköissä, johtuen lain edellisestä määritelmästä, jossa lanta luokiteltiin ongelmajätteeksi. Ongelman ratkaisemiseksi on muutettu ympäristönsuojelulakia sekä eläimistä saatavista sivutuotteista koskevaa lakia. Muutokset mahdollistavat lannan polton alle 50 megawatin yksiköissä, joka nykyään luokitellaan energiantuotannoksi. (Lannan poltto helppottuu huomenna, ohjeet laadittu 2018)

Hevosenlannan energiakäyttö on ollut paljon puheenaiheena hevosharrastajien keskuudessa. Varsinkin kun lannanpoltto on laillistettu pienemmissäkin yksiköissä. Suomessa lannanpolttoa on tutkittu seospolttona, jossa on käytetty puupohjaista polttoainetta lannan rinnalla. Ruotsissa lantaa on poltettu jo kauemmin ja siitä on saatu jo enemmän tutkimustuloksia kuin Suomessa.

Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka lannanpolttojärjestelmä vaikuttaa case -tilan kannattavuuteen ravitallilla. Hevostalous vaatii paljon panoksia yrittäjältä sekä työtä että tarvikkeita, eikä työpanos ja työstä saatu palkka kohtaa. Kannattavuutta tällä alalla on tarpeellista kehittää ja ottaa selvää olemassa olevista vaihtoehtoista.

Tutkimuksella saatiin konkreettinen käsitys hevosenlannan energia-arvosta ja käytön mahdollisuuksista hevostilalla. Lannan hyötyjä ja haittoja selvitettiin opinnäytetyössä ja mitä se vaatii laitteistolta. Investointisuunnitelmaa verrattiin kannattavuuteen ja se antaa tilallisille näkökulmaa siihen, onko investointia kannattavaa edes harkita.

Toimeksiantaja oli kiinnostunut lannanpolton energiakäytön mahdollisuuksista hänen tilallaan ja kuinka paljon lannasta energiaa saadaan. Tilan peltomäärä ei riitä kaiken tuotetun lantamäärän sijoittamiseen. Tilan investoinnin mahdollisuutena on ympärillä sijaitsevat useat hevostilat, joista voitaisiin saada jopa 60 hevosen lanta kattilaan. Toiveena toimeksiantajalla on investoida lannan polttojärjestelmä, joka olisi vähän työpanoksia vaativa sekä kannattavuutta parantava investointi.

2 Mitä tutkittiin?

Työn tavoitteena oli saada selville, mitä hyötyä lannan polttojärjestelmästä on hevos-tilalle taloudellisesti. Mitä kustannuksia pystyy vähentämään polttojärjestelmän myötä ja mitä kustannuksia se tuo lisää. Saako siitä konkreettista taloudellista tuloa? Minkälaista työpanosta se vaatii omistajalta vai pystytäänkö työpanos korvaamaan rahallisesti? Kuinka paljon energiaa lannanpoltto tuottaa?

Opinnäytetyö rajattiin hevostilan kannattavuuteen ja lannan polttojärjestelmän investointiin. Ajatuksia oli myös kyselyyn ympäröivien tallien kiinnostuksesta investointiin ja olla osana sitä. Tätä ei lähdetty tutkimaan, että saatiin keskittyä tarkemmin investointiin ja kannattavuuteen.

Lannasta on tehty analyysit, joista saadaan selville lannasta saatava energiamäärä. Työssä on laskettu tilan tämän hetkinen kannattavuus sekä investoinnin kannattavuus, joilla saadaan selville, onko investointi järkevää toteuttaa. Työssä on kasattu toimeksiantajalle myös tietoa muista mahdollisista käyttötavoista, jos energiamäärä ylittää nykyisen tilan tarpeen.

Lopputuloksena työstä on saatu lämmitysjärjestelmän vaikutus hevostilan kannattavuuteen. Tulokset tehtiin osittain laskelmina ja polttojärjestelmän suunnitelmina, joista johdetaan päätelmät. Tutkittiin lannanpolton vaikutuksia ja sen mahdollisuuksia.

Tutkimusmenetelmänä käytetään tapaustutkimusta, joka tutkii tapausta omassa ympäristössään eli sisältää tilakohtaisia suunnitelmia ja laskelmia. Tutkimus perustuu investointiin eli yrityksen kehittämiseen, johon tarvitaan käytännön sekä teorian suunnittelua. Tulokseksi saadaan investointisuunnitelma ja laskelmat kannattavuudesta. (Oppariapu - Apua opinnäytetyön kirjoittamiseen n.d.)

3 Yrityksen kannattavuus

Kannattavuuslaskelmien avulla yrittäjän on mahdollista seurata yrityksen ja sen toiminnan kannattavuutta. Yrityksen tuotteiden tai palveluiden myynnin on katettava tuotannosta tai palvelusta aiheutuvat kulut, jotta yritys voisi olla kannattava. Kannattavuuden määrittäminen auttaa yrittäjää selvittämään, onko toiminta kannattavaa myös pidemmällä aikavälillä sekä kannattaako toimintaa laajentaa tai kehittää. (Ohje kannattavuuslaskelmaan n.d.)

3.1 Kannattavuuden laskenta

Yrityksen kannattavuutta mittaavia tunnuslukuja on useita, joita saadaan laskettua tulos- ja taselaskelmista. Kannattavuutta laskiessa tarvitaan tunnuslukuja, jotka kuvaavat yrityksen tulosta. Tulosta kuvaavat luvut eivät ole kannattavuutta kuvaavia, mutta ovat tärkeitä kannattavuutta laskiessa. (Tunnusluvut n.d.)

Nettotulos on luku, jossa yrityksen tuotoista on vähennetty siitä koituvat kulut. Yrittäjätulo on puolestaan luku, johon sisältyy sekä nettotulos että yrittäjän oma palkkavaatimus. Yrittäjätuloon tulee sisältyä yrittäjän itse määrittelemä oman pääoman korkoprosentti. Oman pääoman korko on korko rahalle, jonka yrittäjä on yritykseensä sijoittanut. (Tunnusluvut n.d.)

Yrittäjänvoitto ja kannattavuuskerroin ovat tärkeimmät mittarit, joilla saadaan selville absoluuttinen kannattavuus sekä verrannollinen kerroin. Omalle työlle tulee määritellä palkkavaatimus sekä pääomalle korkovaatimus, jotka tarvitaan tuottoja kuvaavia tunnuslukuja määriteltäessä. Työansiota kuvaavia lukuja ovat työn tuotto, työansio ja työtuntiansio. Työn tuotto kertoo, kuinka paljon tulee ansioita työtuntia kohden, eli kerrotaan tuntipalkkavaatimus kannattavuuskertoimella. Työansio on eumääräinen tulo, eli vähennetään yrittäjätulosta oman pääoman korkovaatimus. Työtuntiansio on työansio jaettuna työtuntimäärällä. Pääomantuottovaatimukset jaetaan omalle pääomalle sekä kokonaispääomalle. (Tunnusluvut n.d.)

Yrittäjänvoitto kertoo kannattavuuden rahamääräisenä eli, mitä yrittäjälle jää, kun tuotoista vähennetään kaikki kustannukset. Jos yrittäjänvoitto on positiivinen luku, on yritys kannattava eikä ole tuottanut tappiota. Negatiivinen yrittäjänvoitto kertoo yrityksen tuottamasta tappiosta. (Tunnusluvut n.d.)

Yrittäjän oman palkka- sekä pääomankorkovaatimuksen toteutuneisuutta kuvaa kannattavuuskerroin. Jos yrittäjätulo on samansuuruinen palkka- ja pääomankorkovaatimuksen kanssa, on yritys saavuttanut vaatimustavoitteensa. Kerroin saadaan jakamalla yrittäjätulo yrittäjän palkkavaatimuksen ja oman pääoman korkovaatimuksen

summalla. Kannattavuuskertoimen ollessa 1 on vaatimustavoitteet saavutettu ja kertoimen ollessa alle 1, ei tavoitteita ole saavutettu. Tämä tunnusluku on vertailukelpoinen erikokoisten ja jopa erialojen vertailuun. (Tunnusluvut n.d.)

3.2 Hevosyritysten kannattavuus Suomessa

Suomessa on hevosyrittäjiä noin 3000 kpl, jotka ovat pääosin palvelualanyrittäjiä. Hevosyrityksille on ominaista tarjota monialaisia palveluita. Näin yksi yritys pystyy tarjoamaan monenlaisia palveluja sekä hevosille että hevosharrastajille. (Saastamoinen 2017, 2.)

Hevosyrityksen lähtökohtana on monesti elämäntapa, eikä niinkään perinteinen yritystoiminta. Useimmalla talliyrittäjällä on tavoitteena saada yrityksestään hyvä tulo. Suomessa sijaitsevien hevosyritysten kannattavuus vaihtelee suuresti kannattavasta kannattamattomaan. HAMK: n toteuttamasta tutkimuksesta käy ilmi, että harmittavan moni talliyritys arvioi oman toiminnan kannattavuuden huonoksi. Kannattavimpina hevosyrityksinä nähdään päätoimiset talliyrittäjät. (Rantamäki-Lahtinen, Rikkinen, Saastamoinen & Sipiläinen 2018.)

Kannattavat hevosyritykset pääsevät myös muihin heidän asettamiin tavoitteisiin helpommin. Tavoitteisiin lukeutuvat yrittäjän ja hevosen hyvinvointi sekä kilpailumenestys. Kannattavan yrityksen pääperiaate on saada yrityksestä enemmän tuloja kuin menoja. (Rantamäki-Lahtinen ym. 2018.)

Hevosalla niin kuin maataloudessa tarvitaan yritystoimintaa varten isoja investointeja, että yritys voi toimia. Isot investoinnit rahoitetaan lainalla ja sitä varten tulee yrityksen vakavaraisuuden ja maksuvalmiuden olla kunnossa. Vakavaraisuudella tarkoitetaan yrityksen lainojen ja oman pääoman suhdetta, ettei lainojen osuus nouse liian korkeaksi. Ja jotta lainoja pystytään nostamaan, arvioidaan yrityksen maksuvalmius, että laskut ja lainat pystytään ajallaan maksamaan. (Rantamäki-Lahtinen ym. 2018.)

4 Hevosenlannanpoltto

4.1 Lainsäädäntö

Lannanpolttoon vaikuttavia lakeja on muutettu, jolloin pienemmissäkin polttojärjestelmissä voidaan käyttää syötteenä lantaa. Muutokset on tehty sivutuotelainsäädäntöön sekä ympäristönsuojelulainsäädäntöön. Edellytyksenä lannanpoltolle on ollut aikaisemmin noudattaa jätteenpolttolainsäädäntöä. Lakimuutoksen myötä aiempi käsite jätteenpoltto alle 50 MW laitoksissa, muutettu energiantuotannoksi. (HE 95/2018 vp 2018.)

Sivutuotelainsäädäntö antaa lannanpoltolle tietyt reunaehdot, joita tulee noudattaa. Asetuksen vaatimukset koskevat hygieniää, tuholaiistorjuntaa, kattilan sijaintia, kirjainpitoa, varastointia, kuljetuksia, poltto-olosuhteita, päästöraja-arvoja sekä päästömittauksia. Jos tilalla meinataan käyttää lämpökeskuksen syötteenä hevosenlantaa, tulee sille hakea hyväksyntä kunnaneläinlääkäriltä sekä vuosittain tulee suorittaa päästömittaukset. Alle 1 MW kattila ei tarvitse rekisteröintiä tai ympäristölupaa. (Tuotantoeläinten lannan käyttö polttoaineena polttoaineteholtaan enintään 50 MW:n kattiloissa 2018, 2-4.)

Sivutuotelainsäädäntö on määritellyt ehtoja lannanpoltolle. Palamisessa syntyvien savukaasujen lämpötila on nostettava kahden sekunnin ajaksi 850°C:seen tai 0,2 sekunniksi 1100°C:seen. Lämpötilat on tallennettava automaattisesti. Kattilassa tulee olla lisäpoltin, jonka tarkoituksena on varmistaa, ettei palamatonta lantaa jää kattilaan. (mts. 2018, 2-4.)

Päästöraja-arvot lannanpoltolle on määritelty. Rikkidioksidin päästöraja-arvot ovat 75 mg/m³n, typpidioksidin 300 mg/m³n ja hiukkaset alle 5 MW kattiloissa 75 mg/m³n. Päästömittaukset on tehtävä vuosittain. Typpidioksidi ja hiukkaset on mitattava, mutta rikkidioksidin voi todeta laskennallisesti verrannollisten tulosten avulla. (mts. 2018, 3.)

Ympäristönsuojelulainsäädännön rinnalle on tullut uusi PIPO -asetus (A 1065/2017), joka määrittelee pienempien energiatuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksia. PIPO -asetus kohdistuu 1 - 50 MW:n kattiloille. Asetus koskee raportointia, tarkkailua, erityistilanteita, jätehuoltoa, syötteen käsittelyä ja varastointia, jätevesiä ja savupiipun korkeutta. (mts. 2018, 4-5.)

4.2 Lannanpoltto Suomessa ja muualla maailmassa

Lannanpoltto on Suomessa rajattu pääsääntöisesti suurille polttolaitoksille, johtuen vanhasta lainsäädännöstä. Lannanpoltto, jätteenpoltoksi luokiteltuna, olisi asettanut turhan paljon vaatimuksia pienille, yksityisille, hevosiloille. Nykyinen lainsäädäntö antaa mahdollisuuksia hyödyntää sekä huolehtia lantahuollosta muilla tavoin, myös pienemmissä yksiköissä. (Föhr, Kaipainen, Karhu, Lemponen, Nora, Panula-Ontto-Suuronen, Ranta, Seppäläinen, Soininen, Tanskanen & Tirkkonen 2017, 41-44.)

Fortum tarjoaa palvelun hevosalleille, joka mahdollistaa lannanpolton Fortumin omissa laitoksissa. Palveluun kuuluu kuivikkeen kuljetus tallille sekä lannan kuljetus pois sieltä. Hevoselanta sekoitetaan muuhun kuivempaan polttoaineeseen, josta saadaan tuotettua sähköä ja lämpöä. Fortumin HorsePower -palvelu toimii tällä hetkellä Etelä-Suomessa. (Fortum HorsePower – Kuivike- ja lantahuoltopalvelu hevosalleille. N.d.)

Ruotsin Bodenissa on kehitetty kostealle polttoaineelle oma poltin, joita asennettiin noin 20 kpl ympäri maata vuonna 2017. Laitos on suunniteltu pääosin hevosen lannanpolttoon, mutta sillä on mahdollista polttaa myös muita jäte- ja jäännöstuotteita. Kyseisen laitteen teholuokka alkaa 100 kW:sta ylöspäin. (Leffler 2017.)

4.3 Ympäristövaikutukset

HevosWoima-hanke on teettänyt polttokokeen hevosen kuivikelannasta, jossa hevosten kuivikkeena on käytetty kutteria ja turvetta. Päästöjä vertailtiin jyrshinturpeen

tuottamiin päästöihin ja ne olivat samansuuruisia tai jopa edukseen kutteripohjaiselle hevosenlannalle. Savuhaittoja ei ollut perinteisen savun lisäksi. (Föhr ym. 2017, 92.)

Hevosenlanta sisältää 9 kertaa enemmän typpeä kuin hake, koska virtsa imeytetään kuivikkeeseen. Tämän takia poltossa muodostuu noin tuplasti enemmän typpioksideja verrattuna puuhakkeeseen. Hevosenlanta tulee säilöä katon alla, että se on mahdollisimman kuivaa. (Wenneberg & Dahlander 2013.)

4.4 Hevosten kuivikkeet ja niiden vaikutus lannanpolttoon

Puupohjaisena kuivikkeena käytetään tavallisesti joko kutteria tai sahanpurua, joita on saatavilla myös pelletöitynä. Vaalea kuivike tuo talliin valoisamman olemuksen ja lanta erottuu helpommin, jolloin karsina on helpommin siivottavissa. Kuivikemateriaalina puu ei ole ammoniakinsitomiskyvyltään paras vaihtoehto ja kuiviketta tulee käyttää tavallista runsaammin. (Vesiaho, Kaihlajärvi & Riipinen 2016, 2.)

Puupohjaisen kuivikkeen käyttö pellon lannoitteeksi vaatii enemmän muihin kuivikkeisiin verrattuna. Puun pitää kompostoitua muutaman vuoden, jotta se on käyttökelpoista lannoitteeksi. Jos lanta sijoitetaan peltoon kompostoimatta, syö se maaperästä typpeä maatuessaan. (Vesiaho ym. 2016, 2.)

Turpeen tumma väri tekee tallista hämärän, mutta ammoniakkia se sitoo kuivikkeista parhaiten. Turpeen pöly on haitallista hevosten hengitysteille, joka voi heikentää kilpailevan hevosen suorituskykyä. Turvelanta on pellonlannoitteena hyvä, sen typpipitoisuuden ja maanparannusvaikutusten takia. (Vesiaho ym. 2016, 2.)

Oljen ammoniakin sitomiskyky on huono, jolloin kuiviketta tulee käyttää runsaasti ja karsinan puhdistus on aikaa vievää. Pihatoissa ja syntyvien varsojen alusina olkea nähdään enemmän lämmön eristeenä sekä virikkeenä. Oljen laatuun vaikuttaa sen korjuumenetelmät, -sääolot ja huolellinen varastointi. Eikä olkikuiviketta pidetä niin hygieenisenä kuin turvetta tai puupohjaista kuiviketta. Silputtuna ja varsinkin pelle-

töitynä olki on helpompi siivota karsinasta ja se sitoo paremmin nestettä. Pelletöinnin lämpökäsittely poistaa kuivikkeesta haitalliset mikrobit ja rikkakasvin siemenet. (Vesiahho ym. 2016, 2-3.)

Envitecpolis Oy:n teettämässä tutkimuksessa potentiaalisin kuivikemateriaali hevoselannanpolttoon on puupohjaisella kuivikkeella oleva lanta. Toisena vaihtoehtona nähtiin turvekuivikelanta. Turpeen polttokäytössä on enemmän haasteita, kuten korkea kosteuspitoisuus, sen hyvän imukyvyn takia. (Arffman, Lehtinen & Arffman 2018, 54.)

Turvekuivikkeella varustettu hevoselanta kannattaa käyttää pellon lannoitteena, sen kompostoituaessa paljon nopeammin, puupohjaiseen kuivikkeeseen verrattuna. Poltto on hyvä ratkaisu puupohjaiselle hevoselannalle. Muilla kuivikkeilla ei nähdä samanlaista potentiaalia energiakäyttöön polttamalla. (Arffman ym. 2018, 45-55.)

HevosWoima-hankkeen tutkimus osoittaa samaan kuin yllä oleva tutkimus. Jos hevosella on käytetty puupohjaista kuiviketta, soveltuu lanta hyvin polttoon. Puupohjaisen hevoselannanpoltossa on tarkastelun mukaan alhaiset tuhka- ja kloridipitoisuudet. (Föhr ym. 2017, 38.)

Olkipohjainen hevoselanta oli tutkimuksissa tehollisen lämpöarvon osalta paras. Huonoina puolina nähdään sen sisältämä korkea klooripitoisuus ja alhainen sulamislämpötila. Poltto vaatii teknisiltä ominaisuuksilta paremmat laitteet kuin puupohjainen kuivikelanta. (Föhr ym. 2017, 38.)

4.5 Lannan ominaisuudet energiantuotannossa

Hevoselannan korkea tuhkapitoisuus ja korkeampi kosteus alentaa polttoaineen lämpöarvoa. Lannan kosteus- ja tuhkapitoisuus kasvavat varastoinnin aikana. Lanta tuo haasteita polttoon, koska se sisältää paljon epäpuhtauksia. Suuri tuhkapitoisuus ja kosteus hankaloittaa polttoprosessia. Tutkimusten mukaan optimaalisin aika polttaa lanta olisi kolmen kuukauden sisällä, jotta tuhkapitoisuus ja kosteus eivät pääsisi kovin paljoa nousemaan. (Föhr ym. 2017, 107-108.)

Lannasta saatava energiamäärä vaihtelee suuresti riippuen käytetyn lannan kosteudesta, käytetystä kuivikkeesta sekä lannan ja virtsan suhteesta kuivikkeessa. Hevoselanta on kosteaa ja sen kosteus tuoreena voi olla jopa 60 - 70 %. Yhden hevosen tuottama lantamäärä päivässä vastaa noin 30 kWh energiaa. (Föhr ym. 2017, 97.)

Vuonna 2019 järjestetty Helsinki International Horse Show käytti siellä tuotetun hevosenlannan tapahtumapaikan lämmittämiseen. Edellisenä vuonna tuotetun lannan määrä olisi ollut energiana 168 MWh, jolla pystyy lämmittämään jäähallin tapahtuman ajan ja siitä jää vielä ylikin. (Mitjonen 2019.)

4.6 Polttoaineen energiatihyden määrittäminen

Polttoaineesta voi laskea irtotiheyden, kosteuspitoisuuden ja lämpöarvon avulla sen energiatihyden. Irtotiheyttä mitattaessa punnitaan polttoaineen paino saapumistilassa standardikokoisessa astiassa. Astiassa oleva polttoaine tiputetaan pieneltä korkeudelta muutamia kertoja ja astiaa täytetään sitä mukaan, kun polttoaine menee kasaan. Astian paino tulee vähentää kokonaismassasta, kun täysi astia on punnittu, jolloin saadaan tuloksista laskukaavan avulla polttoaineen irtotiheys (ks. kuvio 1). (Alakangas, Hurskainen, Luntama-Laatikainen & Korhonen 2016, 33-34.)

Irtotiheys saapuessa, kg/m ³	= BD _{ar}
Irtotiheys kuiva-aineessa, kg/m ³	= BD _d
Astian paino, kg	= m ₁
Astian ja näytteen paino, kg	= m ₂
Astian tilavuus, m ³	= V
Kosteus saavuttua, %	= M _{ar}
$(m_2 - m_1) / V$	= BD _{ar}
$BD_{ar} \times ((100 - M_{ar}) / 100)$	= BD _d

Kuvio 1. Irtotiheyden laskukaava (Alakangas ym. 2016, 33)

Kosteuspitoisuus ilmenee polttoaineessa olevasta vesimäärästä. Ensin punnitaan tyhjä astia, jonka jälkeen täytetään siihen 300 g polttoainetta. Kuivataan näyte noin 105 °C:ssa uunissa noin 16 tuntia. Uunista otettu näyte punnitaan ja lasketaan kosteuden määrä (ks. kuvio 2). (Alakangas ym. 2016, 24-26.)

Kosteuspitoisuus, %	= M_{ar}
Astian paino, g	= m_1
Astian ja näytteen paino kosteana, g	= m_2
Astian ja näytteen paino kuivana, g	= m_3
$((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1)) \times 100$	= M_{ar}

Kuvio 2. Kosteuspitoisuuden laskukaava (Alakangas ym. 2016, 26.)

Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa lasketaan saatujen tulosten avulla. Se kertoo polttoaineen palamisesta muodostuvan lämmön määrän kuiva-ainetta kohti. Tämä lämpöarvo ei kerro veden haihduttamiseen käytettyä energiamäärää. 0,02443 on höyrystymisen korjauskerroin tehollisen lämpöarvon laskukaavassa (ks. kuvio 3). (Alakangas ym. 2016, 28-29.)

Tehollinen lämpöarvo saapuessa, MJ/kg	= $q_{p,net,ar}$
Tehollinen lämpöarvo Kuivatussa lannassa	= $q_{p,net,d}$
Kosteus saapuessa	= M_{ar}
$q_{p,net,d} \times ((100 - M_{ar}) / 100) - 0,02443 \times M_{ar}$	= $q_{p,net,ar}$

Kuvio 3. Tehollisen lämpöarvon laskukaava (Alakangas 2016, 29.)

Energiatiheys kertoo varastoituneen energiamäärän polttoaineessa tilavuutta kohti (ks. kuvio 4). (Alakangas ym. 2016, 13.)

Energiatiheys saapumistilassa, MWH/irto m^3	= E_{ar}
Polttoaineen tehollinen lämpöarvo, MJ/kg	= $q_{p,net,ar}$
Polttoaineen irtotiheys, kg/ irto m^3	= BD_{ar}
$(1/3600) \times q_{p,net,ar} \times BD_{ar}$	= E_{ar}

Kuvio 4. Energiatiheyden laskukaava (Alakangas 2016, 31)

4.7 Tuhka ja päästöt

Hevosenlannan poltosta jää jälkeen sulanutta tuhkaa. Tuhka sisältää eritoten kaliumia, jota on enemmän turvepohjaisessa, kuin puupohjaisessa lannoitteessa. Kalsiumia on toiseksi eniten, sekä pienimmissä määrin tuhka sisältää myös klooria, bariumia, strontiumia ja rikkiä. Tuhkan sulamisen syy löytyy kaliumin, kalsiumin sekä rikin muodostamasta sulfaattiseoksesta, joka sulaa korkeassa lämpötilassa ja voi kuonaantua. Kloori saa aikaan kaliumin ja kalsiumin kanssa kloridiseoksia, jotka sulfaattiseoksen kanssa aiheuttaa korroosiota kattilassa. (Föhr ym. 2017, 80-81.)

Hevosenlantaa on koepoltettu ja sen päästöistä on tehty analyysit. Polttoainetta poltettiin seoksina, jossa hevosenlantapellettiä on ollut 17 % ja loput puupellettiä. Typpioksidin määrä on hevosenlantakutteripelletillä ollut $246 \text{ mg/m}^3\text{n}$ ja hiukkaspäästöt $40,4 \text{ mg/m}^3\text{n}$. (Föhr, Karhu, Paananen, Pylkkänen, Ranta, Seppänen, Soininen, Tirkkonen, Tuominen & Vanhanen 2018, 21-22)

Kun orgaaninen aines ja kloori reagoi keskenään polttoprosessissa, varsinkin jos palaminen on epäpuhdasta, syntyy dioksiineja ja furaania. Näitä päästöjä esiintyy erityisesti jätteen ja biologisen materiaalin polttamisessa. Suomessa on määritelty dioksiinin raja-arvoksi $0,1 \text{ ng/m}^3$. Dioksiini ja furaani ovat myrkkijä, jotka aiheuttavat esimerkiksi maksavaurioita ja syöpää. (Seppälä & Munne 2013.)

5 Lämmityskeskuksen investointi

Lämmityskeskuksen suunnittelu mietitään kokonaisuutena. Sijainnin tulee olla keskeinen, ettei suurempia hävikkejä pääsisi syntymään. Polttoaineen mahdollinen kuljetus sekä kuljetuksen tulee onnistua vaivatta, ettei työtunnit nouse kohtuuttomiksi eikä sattuisi tapaturmia. Polttoaine on investoinnin keskeinen tekijä, joka vaikuttaa saatavan energian määrään ja sitä kautta kannattavuuteen. Polttoaineen kosteus huomioidaan kattilan mitoitus suunnitellessa.

Lämmityskeskuksen yhteyteen rakennettavien esikäsittelylaitteiden suunnittelu ja sen energiankulutukset on huomioitava myös. Kannattavuuden tarkastelu ja riskikartoituksen laadinta kuuluu olennaisena osana suunnittelun kokonaisuuteen. Investoinnin tulojen ja menojen kartoittamisella saadaan tarkasteltua, että onko järkevää investoida tai mitä kohtaa suunnitelmassa voi muuttaa, jotta siitä saadaan kannattava.

Sijainti tulee miettiä tarkkaan, minne lämpökeskus on kannattavinta rakentaa. Rakennuspaikan sijoittamisessa on otettava huomioon lämmitettävien rakennusten sijainti, polttoaineen kuljetusta varastolta lämpökeskukseen ja paloturvallisuus. Suunnittelussa huomioidaan, mikä on käytännön kannalta helpointa ja taloudellisinta siirtää polttoainetta lämpölaitokseen. Jos on olemassa vanha lämmitysverkosto, tulee miettiä, pystyykö sitä hyödyntämään.

Lämpökeskus on osa muuta rakennusta, jos samalla rakennuksella on toinenkin tarkoitus tai sen viereinen rakennus on alle 8 metrin etäisyydessä. Jos näin on, on lämpökeskus ja polttoainevarasto palo-osastoitava muista rakennuksista tai rakennuksen osasta. Palo-osastoinnin on oltava palomuurin kaltainen, jonka tulee ylettyä vesikatton alapuolelle ja eristää se katon rakenteista. (Kiinteän polttoaineen lämpökeskuksen paloturvallisuus 2017, 6.)

5.1 Energian kulutus ja tehontarve

Tehon tarpeen määrittäminen kertoo lämmityskeskuksen koon. Jotta investoinnille saadaan oikean teholuokan kattila, täytyy laskelmaan ottaa mukaan paitsi kulutettu energia, myös energiahäviöt. Häviöitä syntyy, kun lämmintä vettä kuljetetaan kanavien pitkin rakennuksesta toiseen ja ilmanvaihdosta. Energian tarpeen määrittäminen tehdään yhdelle vuodelle ja sen voi määrittää edellisen vuoden kulutuksesta tai sen voi laskea. (Energian kulutus ja tehon tarve n.d.)

Jos muita lämmönlähteitä on saatavilla, voi kattilan kokoluokkaa laskea. Kovimmilla pakkasilla pystyy hyödyntämään varajärjestelmää. Järjestelmän valinnassa tulee huomioida myös polttoaineen kosteus sekä polttoaine.

Tehontarpeen määrittäminen on hyvin rakennuskohtainen. Asuinrakennuksen tehontarve tulee huoneiden tilavuudesta. Kuutiomäärä kerrotaan yhden kuutiometrin tehontarpeella, joka on asuinrakennuksessa 25 W/m^3 . Samalla kaavalla määrittyy muidenkin rakennusten tehontarve, mutta tehonmäärä on erilainen. Konehalli tarvitsee 22 W/m^3 ja lämpökanaali 20 W/m . Kun nämä watit (W) muutetaan kilowateiksi (kW) ja lasketaan ne yhteen, saadaan määritettyä huipputehontarve. (Biolämpöopas 2017, 3.)

Veden lämmityksen tehontarpeen voi määritellä laskelmilla (ks. kuvio 5). Laskelmaa varten tarvitaan tiedot lämmitettävän veden lämpötilasta ja sen kulutuksesta. Veden tiheys on ilmoitettu 1000 kg/m^3 sekä ominaiskapasiteetti $4,2 \text{ kJ/kg K}$. (Lehtinen 2017, 26-27.)

Lämmitetyn käyttöveden energiatarve, kWh	= $Q_{\text{lkv,netto}}$
Veden tiheys, kg/m^3 (1000 kg/m^3)	= ρ_v
Veden ominaislämpökapasiteetti, kJ/kg K ($4,2 \text{ kJ/kg K}$)	= c_{pv}
Veden kulutus, m^3	= V_{lkv}
Veden lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	= T_{lkv}
Kylmän veden lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	= T_{kv}
Muunnin kilowattitunneiksi	= 3600
$\rho_v \times c_{pv} \times V_{\text{lkv}} \times (T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}}) / 3600$	= $Q_{\text{lkv,netto}}$

Kuvio 5. Energian tarve lämpimälle käyttövedelle (Lehtinen 2017, 26)

5.2 Esikäsittelylaitteisto

Lannan poltettavuuteen voidaan vaikuttaa käsittelemällä sitä kuivaamalla. Sitä voi sekoittaa myös muuhun polttoaineeseen, kuten hakkeeseen tai turpeeseen. Käsittelyn tai sekoituksen tarkoituksena on saada lannasta tasalaatuisempaa ja näin ollen käyttökelpoisempaa polttoprosessiin. (Föhr ym. 2017, 97-98.)

Mikäli lannanpoltosta on tarkoitus saada mahdollisimman paljon energiaa irti, tulee polttoaineen sisältää korkea lämpöarvo eli polttoaineen tulee olla kuivaa. Polttoai-

neen ollessa kosteaa, on sen päästötkin korkeampia. Pelletit ja brikitit on mahdollista valmistaa lannan kuivattamisen jälkeen, mikä olisi myös hyvä vaihtoehto lannanpolttamiselle. (Föhr ym. 2017, 98.)

Lannankuivaamiseen käytettävää teknologiaa on saatavilla jo markkinoilla. Lannankuivaus vaikuttaa lannan ominaisuuksiin poltossa. SFTec on kehittänyt ModHeat -laitteiston, jonka avulla pystyy kuivattamaan lantaa. ModHeat -teknologialla pyritään vähentämään maatalouden ympäristövaikutuksia parantamalla ravinteiden kierrätystä sekä materiaalille lisää tehokkuutta. Kuivauksen jälkeen lannasta saadaan enemmän ravinteita irti, jolloin se sopii lannoitteeksi paremmin. Kuivattuna hevosenlannan voi pelletöidä ja myydä lannoitteeksi tai energiaksi. (Loppuraportti: ModHeat-teknologiahanke Ympäristöministeriön RAKI-ohjelmassa 2015, 1, 9, 12.)

5.3 Investoinnin kannattavuus

Investoinnin suunnittelussa on tärkeää huomioida eri vaihtoehtoja ja tarkastella niitä huolellisesti. Suurissa investoinneissa on tärkeää, että se on valmis suunniteltuna ajankohtana, koska se lisää kustannuksia, kun investointi ei ala ajallaan tuottamaan. Tuottovaatimus tai kustannusten alentaminen määritellään kohdekohtaisesti. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Investointilaskennan periaatteena on saada määritettyä kannattavuus, joka ulottuu sen käyttöajalle. Kannattavuutta voidaan arvioida erilaisin mittarein kuten nykyarvomenetelmä, annuiteettimenetelmä, takaisinmaksuajan menetelmä, sisäisen korkokannan menetelmä ja yksinkertaistettu sisäisen korkokannan menetelmä. (Investoinnin laskenta n.d.).

Kannattavuuden arviointiin lasketaan ensin investoinnin kokonaiskustannus ja siitä koituvat vuosittaiset kulut. Jotta kannattavuutta voidaan arvioida, tulee ensin laskea investoinnin kokonaiskustannus ja vuosittaiset kulut. Tämän lisäksi määritellään investoinnille laskentakorkokanta, pitoaika ja jäännösarvo. (Investoinnin kannattavuus n.d, 4.)

Laskentakorkokanta kertoo, kuinka paljon joudutaan maksamaan vieraalta lainatusta rahasta korkoa. Korko ilmoitetaan prosentteina ja kohdistetaan vuosittain jäljellä olevalle lainasummalle. Diskonttaaminen eli rahanarvon määrittäminen nykyarvoksi toimii päinvastoin, jolloin tulevaisuuden nettotuotto nykyarvona onkin jo paljon vähemmän. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Pitoaika investoinnille määritetään sen teknillisen toimivuuden perusteella, periaatteena on, että vanhan laitteiston käyttö on epätaloudellista verrattuna uuteen. Veroajan määrittämä poisto-aika on kelvollinen mittari edellisen rinnalla, jossa koneiden ja kaluston poisto on 4 – 6 vuotta ja rakennusten 10 – 20 vuotta. Investointien pitoajat ovat yleensä pitkiä, jolloin jäännösarvo on yleensä 0. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Nykyarvomenetelmällä saadaan tulevaisuuden nettotuotto tähän päivään diskontattua tietyllä korkokannalla. Korkokanta voidaan määrittellä itse, minkä tuoton haluat investoinnista saada, tai sen voi johdatella esimerkiksi pankin korkovaatimuksista. Jos diskontattu nettotuotto on suurempi, kuin investoinnista koituvat kustannukset on investointi silloin kannattava. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Toinen kannattavuutta kuvaava menetelmä on annuiteettimenetelmä, jossa hankintakulut jaetaan investoinnin pitoajalle yhtä suuriksi eriksi. Vuosierissä otetaan huomioon vuotuinen poisto ja korko. Jos vuotuinen tulo ja meno on saman suuruisia, on investointi kannattava. Annuiteettimenetelmän ongelma on sen vuosittaisten tuottojen poikkeavuuksien hahmottaminen. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Sisäisen korkokannan menetelmällä haetaan investoinnin tuotoille korkokantaa. Määritetään tavoitteellinen korko tuotoille ja lasketaan sisäinen korkokanta. Jos tavoite jää pienemmäksi kuin korkokanta, on investointi kannattava. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Pääoman tuottoastemenetelmä on yksinkertainen versio edelliseen. Määritetään keskimääräinen tuotto ja jaetaan se keskimääräisellä pääomalla, saadaan tuottoaste.

Takaisinmaksuajanmenetelmä kertoo, milloin investointi on maksettu takaisin siitä saaduilla tuotoilla. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

Investoinnille tulee tehdä riskianalyysi, jossa tarkastellaan sen muuttuvaa tai muuttuvia tekijöitä. Tarkastellaan investoinnin menojen muuttumista, valmistumisen viivästymistä, tulojen laskua, esimerkkeinä. Riskianalyysin tarkoituksena on arvioida, mitä kannattavuus kestää, jos jotain sattuu. Aina tulee investoinnille määrittää riskivara. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

5.4 Lämmityskeskus

Lämmitysjärjestelmiä on investoitu maataloille paljonkin, mutta pääasiallisena polttoaineena niissä on käytetty puuta eri muodoissa tai turvetta. Puuta on käytetty esimerkiksi hakkeena, pellettinä ja brikettinä. Biolämmitysjärjestelmät käyvät hevosenlannanpoltoon, mutta lanta syövyttää laitteita, mikä laskee niiden käyttöikää (Riuttala 2019a).

Lämmitysjärjestelmien teknologia on erilaista eri kokoluokan järjestelmissä. Tulee mennä teholtaan vähintään 200 kW kattiloihin, johon saa liikkuvan arinan, jolloin tuhka ei pääse liiaksi kertymään kattilaan. Yli 60 kW kattiloissa on puhaltimet, jotka saavuttavat puhtaan palamisen ja polttoaineelle korkean hyötysuhteen. Alle 40 kW kattilat eivät sisällä tällaisia järjestelmiä. (Biolämpöopas 2017, 9-11, 13.)

NHK myy Suomessa lämmitysjärjestelmiä, joissa polttoaineena voi käyttää haketta sekä puupellettejä. Järjestelmiä saa energian tarpeen mukaan 12,5 kW aina 1400 kW asti. (Bioenergia N.d.) NHK:n jälleenmyymät Gilles -merkkiset lämpökattilat ovat osittain automatisoituja. Palaminen ohjautuu antureiden ja tunnistimien avulla optimaalisesti aina tarpeen mukaan. Kattilapakettiin kuuluu kattila ja poltin sekä polttoaineen syöttämiseen ruuvikuljetin. (Riuttala 2019b.)

5.5 Tuet

Ruokavirasto ei myönnä maatalouden investointitukia hevostalouden palvelutoimintaan. Tuettuja hevostalouden kohteita on ainoastaan kasvatustoiminta. Energiantuotantoon tarkoitettuja investointitukia myönnetään ainoastaan maatalouden tuotantotoimintaan, eikä hevostalouden palvelutoiminta ole maataloutta. (Tukikohteet N.d.)

Lämpökeskukseen on mahdollista saada energiatukea. Energiatuen myöntämisen ehtoihin kuuluvat uusiutuvan energian tuotanto tai käyttö, energian säästö tai tuotannon tehostamista tai järjestelmän muuttamista vähäpäästöisemmäksi. Tukea voidaan myöntää yhteisöille ja yrityksille mukaan lukien toiminimiyrittäjät. Lämpökeskusinvestointitukia myöntävät 10 – 15 % investoinnin kustannuksista. (Energiatuki n.d.)

6 Investoinnin suunnittelu case -tilalle

6.1 Suunnittelun lähtökohdat

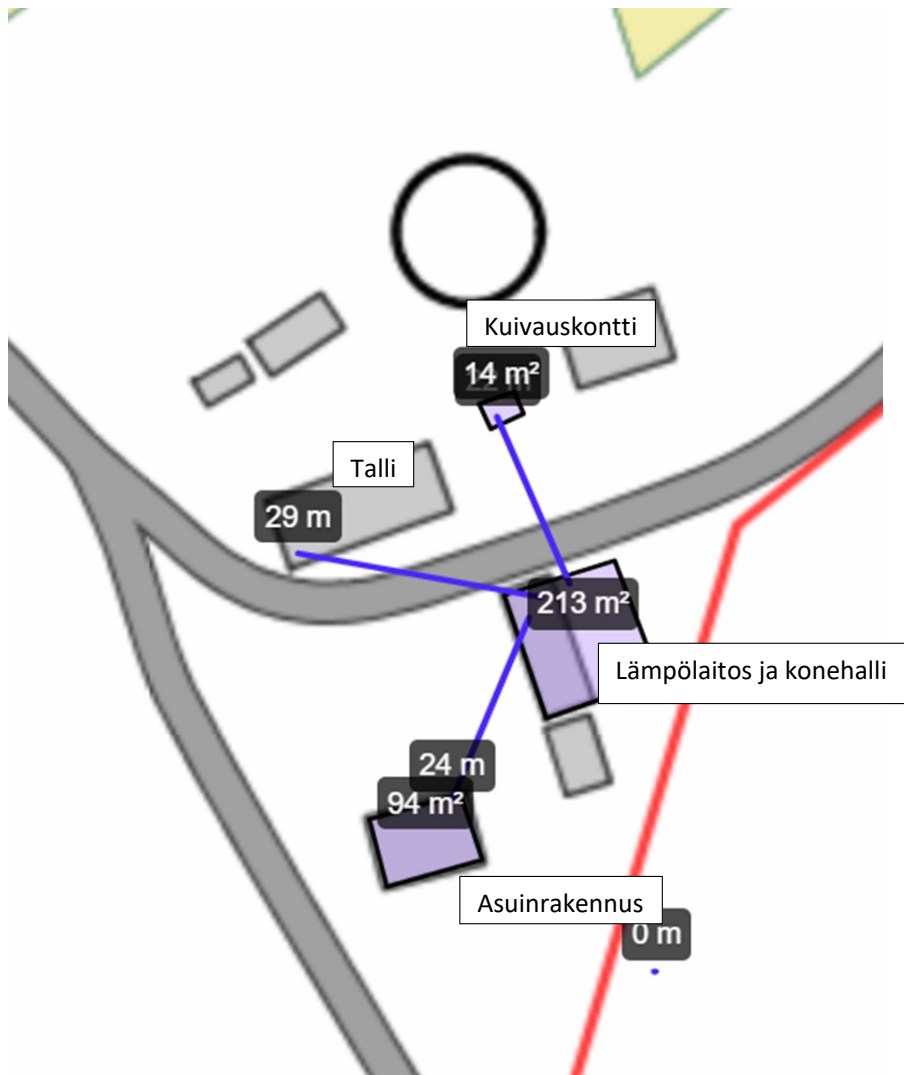
Polttoaineeksi valikoitui hevosenlanta, johon oli kuivikkeena käytetty sahanpurua. Toimeksiantaja ei halua itse vaihtaa kuiviketta, koska oli todennut sen itselleen sopivaksi ja helposti saatavaksi. Hakkeen tai muun puupohjaisen polttoaineen sekoittaminen lantaan ei ole mahdollista, sen huonon saatavuuden myötä.

Käytössä on tarvittaessa 60 hevosen lanta, jonka pystyy hyödyntämään. Lantamäärän laskentaan on hyödynnetty lantavaraston vähimmäistilavuutta. Yhden hevosen vuotuinen lantamäärä on 17 m^3 (Lantavaraston tarvelaskuri n.d). Hevosten lukumäärä ja vuotuinen lannanmäärä on kerrottu keskenään. Tulokseksi tulee vuotuinen lämpölaitokselle käytettävä lannanmäärä 1020 m^3 .

Pihapiirin lämmitettäviä rakennuksia ovat asuintalo, talli, kuivauskontti ja konehalli. Näiden lisäksi pihapiirissä on kaksi hevostallikonttia, saunarakennus, lantala ja autokatos (ks. kuvio 6). Lämpökeskuksen sijainti on sovitettu lämmitettävien rakennusten keskitienoille lämpöhävikin vähentämiseksi.

Toimeksiantajalla oli toive, että lämpökeskus sijoitetaan pellon reunaan. Ajatuksena on ollut, että mahdollinen lämpökeskuksen tulipalo ei leviäisi muihin rakennuksiin. Tulipalon leviämisen riski on otettu huomioon lämpökeskuksen palo-osastoinnissa, joka on välttämätön samaan rakennukseen tulevan konehallin vuoksi.

Rakennuksen alta puretaan vanha varastotila, jossa on mm. halkovarasto. Halkojen-tarve pienenee lämpökeskuksen investoinnin jälkeen, jolloin talo saa lämpönsä sieltä. Lämpölaitoksen yhteyteen on suunnitteilla konehalli. Rakennus on palo-osastoitava samassa rakennuksessa sijaitsevat konehallin ja viereisen autokatoksen vuoksi.



Kuvio 6. Lämpökeskuksen sijainnin suunnittelu

Lämpökeskuksen mitoitus lasketaan valmiiden kaavojen mukaisesti. Lämmitettävistä rakennuksista kerätään tiedot lämmitettävän tilan määrä kuutiometreinä, lämmitys-aika tunteina ja tehontarve kuutioina. Käyttöveden tiedot koostuvat lämpimän veden käyttö- tai käyttäjien määrästä, aika vuorokausina, kulutuksesta ja veden lämpötilasta.

Lämpökeskuksesta lähtevät kanaalit aiheuttavat energiahävikkiä ja niidenkin kulutus on laskettu. Kanaalien hävikki lasketaan sen pituudesta, ajasta tunteina ja tehosta. Näi-

den tietojen avulla saadaan laskettua lämpökeskukselle teho ja vuotuinen energiantarve (ks. kuvio 7). Kun lisätään laskelmista saatu hevosennalnan energiatiheys, saadaan polttoaineen kulutus.

Kohde			Teho W/m ³	MWh/vuosi	Kattilan teho kW	Hevosennalnan kulutus						
						0,59	MWh/m ³	30 %				
Asuinrakennus						m ³	Aika vrk	Aika h/vuosi	Lämmitys astetta	Kulutus l/min/hlö	Kulutus l/min/suihku	
Talo	216	m ³	24,0	10,4	5,2	21,4		2000				
Käyttövesi	2	hlö		1,7		3,5	365		40	50		
Lämpöjohto	24	m	20,0	4,2	0,5	8,7	365	8760				
Talli							Aika/vrk	Aika h/vuosi	Lämmitys astetta	Kulutus l/min/eläi n	Kulutus l/min/suihku	h/vrk/ suihku
Lämmin valjashuon	19,2	m ³	24,0	0,9	0,5	1,9		2000				
Juomavesi	15	kpl	160,0	12,7	2,4	26,3	365	14,55	20	100		
Pesupaikka	1	kpl	30,5	5,4	6,1	11,2	365		40		11	0,485
Lämpöjohto	29	m	30,0	7,6	0,9	15,8	365	8760				
Kuivauskontti								Aika h/vuosi				
Koko	24	m ³	24,0	1,2	0,6	2,4		2000				
Lämpöjohto	20	m	20,0	3,5	0,4	7,2	365	8760				
Lämmin konehalli								Aika h/vuosi				
Koko	300	m ³	15,0	6,8	4,5	14,0		1500				
Lämpöjohto	0	m	0,0	0,0	0,0	0,0						
Yhteensä:	559,2			54,4	21,0	112,5						
Kattilan teho	21	kW										

Kuvio 7. Kattilan tehontarve ja polttoaineen kulutus

Tilan tarvitsema vuotuinen energiamäärä on 54,4 MWh, joka kattaa tilojen lämmitykset ja lämpimän veden. Kattilan tehon tarve on 21 kW, joka on kokoluokaltaan hyvin pieni järjestelmä. NHK on laittanut tarjouksen pellettikattilasta (ks. liite 1), joka on teholtaan 25 kW. Laitteisto ei sisällä liikkuvaa arinaa, savukaasujen takaisin kierrätystä eikä haponkestävää lämmönvaihdinta, jotka vähentäisivät polton ympäristövaikutuksia ja lisääisivät laitteiston käyttöikää.

Investoinnin suunnittelua tilalle ei kannattanut jatkaa tästä eteenpäin. Tilan tarvitseman kattilan tehon vuoksi. Teho oli kokoluokaltaan hyvin pieni, eikä tarvittavia laitteita lannanpoltoon ole tämän kokoluokan kattiloissa.

6.2 Energiatiheyden määrittäminen

Irtotiheyden määrittämiseen punnitaan lanta kosteana. Tarvitaan astian paino, jossa näyte punnitaan. 5 litran astia täytetään lannalla ja tiputetaan se n.15 cm korkeudesta, kunnes lanta ei enää vajoa alaspäin ja täytetään niin kauan, kunnes on aivan täynnä (ks. kuvio 9.). Punnitaan täysi astia uudelleen. Astian tilavuus muunnetaan kuutioihin (m^3). Saaduista arvoista ja edellisen laskelman kosteuspitoisuudesta saadaan laskettua irtotiheys (ks. kuvio 8).

Astian painoksi on saatu (m_1)	= 1,019kg
Astian ja näytteen painoksi on saatu (m_2)	= 3,945kg
Astian tilavuus, 5litraa (V)	= 0,005 m^3
Kosteus pitoisuus (M_{ar})	= 70,4%
$(m_2 - m_1) / V$	= BD_{ar} (Irtotiheys saapuessa)
$BD_{ar} \times ((100 - M_{ar}) / 100)$	= BD_d (Irtotiheys kuiva-aineessa)
$(3,945 - 1,019) / 0,005$	= 585,2 kg/m^3
$585,2 \times ((100 - 70,4\%) / 100)$	= 173,22 kg/m^3

Kuvio 8. Hevosenlannan irtotiheyden laskeminen



Kuvio 9. Lanta-astian täyttö

Kosteuspitoisuus määritetään kuivattamalla lantaa. Punnitaan tyhjä astia ja sitten lisätään lantaa 300 g. Kuivataan lanta siihen tarkoitetussa uunissa n. 16 tuntia (ks. kuvio 11). Kuivauksen jälkeen punnitaan näyte astian kanssa uudestaan. Kannattaa tehdä näytteitä useampi, että tutkimustuloksesta saadaan varmempi. Saaduista arvoista lasketaan kosteuspitoisuus (ks. kuvio 10).

Astian paino (m_1)	= 19g
Astian ja näytteen paino kosteana (m_2)	= 320g
Astian ja näytteen paino kuivana (m_3)	= 108
$((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1)) \times 100$	= M_{ar} (Kosteuspitoisuus)
$((320 - 108) / (320 - 19)) \times 100$	= 70,43%

Kuvio 10. Hevosenlannan kosteuspitoisuuden laskeminen



Kuvio 11. Uunissa kuivattu hevosenlanta

Tehollinen lämpöarvo saadaan laskennallisesti edellisistä laskelmien tuloksista (ks. kuvio 12). Kuivatun lannan tehollisessa lämpöarvossa hyödynnetään Ruotsissa tehtyä tutkimusta, jossa kuivatun lannan teholliseksi lämpöarvoksi on saatu 18,14 MJ/kg (Wennerberg ym. 2013, 23).

$$\begin{array}{ll}
 \text{Kosteuspitoisuus (M}_{ar}\text{)} & = 70,43\% \\
 \text{Kuivatun lannan tehollinen lämpöarvo (q}_{p,net,d}\text{)} & = 18,14\text{MJ/kg} \\
 q_{p,net,d} \times ((100 - M_{ar}) / 100) - 0,02443 \times M_{ar} & = q_{p,net,d} \\
 18,14 \times ((100 - 70,43) / 100) - 0,02443 \times 70,43 & = 3,64\text{MJ/kg}
 \end{array}$$

Kuvio 12. Hevosenlannan tehollisen lämpöarvon laskeminen

Energiatiheys määritetään edellisten laskujen tuloksista. Tehollinen lämpöarvo ja irtotiheys kertoo lannasta saatavan energiamäärän kuutiossa (m³). Laskukaavan avulla saadaan energiatiheys (ks. kuvio 13).

$$\begin{array}{ll}
 \text{Tehollinen lämpöarvo (q}_{p,net,ar}\text{)} & = 3,64 \text{ MJ/kg} \\
 \text{Irtotiheys (BD}_{ar}\text{)} & = 585,2 \text{ kg/m}^3 \\
 (1 / 3600) \times q_{p,net,ar} \times BD_{ar} & = E_{ar} \\
 (1 / 3600) \times 3,64 \times 585,2 & = 0,59 \text{ MWh/m}^3
 \end{array}$$

Kuvio 13. Hevosenlannan energiatheyden laskeminen

Hevosenlannasta saatava energiamäärä on kilpailukelpoinen energiatheydeltään muihin energianlähteisiin verrattuna. Esimerkiksi puuhakkeen energiatiheys vaihtelee 0,7 – 0,9 MWh/m³ (Energia-arvot ja muuntokertoimet. n.d).

7 Johtopäätökset

Puupohjaisella kuivikkeella varusteltu hevosenlanta soveltuu hyvin polttoon, koska se ei sovellu lannoitteeksi ilman pidempiaikaista kompostointia. Kompostointia varten tulee varata paljon tilaa säilömiseen, mutta polttoon se kelpaa. Mitä nopeammin

puupohjainen lanta saadaan poltettavaksi, sitä enemmän siitä saadaan energiaa irti. Hevosenlannan säilytykseen kannattaa varata katettu lantala, ettei lanta turhaan kastu, joka taas laskee lannan energiapitoisuutta.

Hevosenlanta sisältää paljon energiaa, jonka voi hyödyntää lämmitykseen oikeanlaisella tekniikalla. Lannan energiatiheys on $0,59 \text{ MWh/m}^3$, joka tarkoittaa, että 1020 m^3 :sta saadaan tuotettua vuodessa $601,8 \text{ MWh}$ energiaa. Kohteelle on vuotuinen energiantarve $54,4 \text{ MWh}$ ja lannan kulutus $112,5 \text{ m}^3/\text{vuodessa}$. Tilan lämmityksiin menisi 6,6 hevosen lantamäärä, joka tarkoittaa, että siihen ei pystytä käyttämään edes tilan tuottamaa lantaa, kun tilan hevospäärä on 15 kpl.

Vaikka hevosenlanta on energian lähteenä hyväkin vaihtoehto, sen muut ominaisuudet ovat käytön esteenä. Lanta palaessaan muodostaa tuhkaa, joka on sulanutta joutuksen rikin, kaliumin ja kalsiumin muodostamasta sulfaattiseoksesta. Kalium ja kalsium muodosta kloorin kanssa kloridiseoksia, joka aiheuttaa sulfaatin kanssa korroosiota. Hevosenlannan aiheuttamaa korroosiota tavallinen lämmityskeskus ei pidempään kestä.

Rikin muodostuminen aiheuttaa savukaasupäästöjä ilmastoon. Suomessa on tehty polttokokeita hevosenlannalle seospolttona, jossa on käytetty lantapellettiä ja puupellettiä. Näiden kokeiden typpioksiidi- ja hiukkaspäästöt nousivat lähelle päästöraja-arvoja. Jos polttoaine on kokonaan hevosenlantaa, nousee päästöt yhä korkeammalle.

Sen lisäksi, että hevosenlannanpoltto aiheuttaa yllämainittuja päästöjä, se voi aiheuttaa myös myrkyjä, kuten dioksiinia ja furaania. Tutkimuksissa nämä ei ole ollut vain ympäristölle haitallisia, vaan myös ihmisille. Myrkyllisimmät dioksiinit ja furaaniyhdisteet vaikuttavat ihmisten terveyteen negatiivisesti. HevosWoimaa -hankkeen (Föhr ym. 2017) teettämässä tutkimuksessa näitä päästöjä ei huomioitu.

Teholtaan 25 kW lämmityslaitteisto on hyvin pieni kokoluokka, jossa teknologia on yksinkertaista. Lannanpolttojärjestelmissä, jotka on tarkoitettu sen polttoon, on teknologialtaan paljon edistyneisempiä. Näillä voidaan ehkäistä lannanpoltosta syntyviä päästöjä, kun järjestelmät ovat oikeanlaisia.

Poltosta muodostuva tuhka on syövyttävää ja kattila tarvitsee materiaaliltaan haponkestävän teräksen. Sivutuotelainsäädäntö vaatii lannan energiakäyttöön lisäpolttimen. Polttimen tarkoituksena on laitteiston sammuesssa polttaa jäljelle jäänyt lanta, ettei niistä synny lisää päästöjä huonon palamisen vuoksi.

Kannattavuuden laskeminen osoittautui hankalaksi. Kaikkia tarvittavia lähdeaineistoja ei ollut saatavilla, eikä laskelmista saanut luotettavia. Järjestelmän pieni teho jo kertoi, ettei ole järkevää investoida. Näin ollen oli todettava, ettei kannattavuus muutu tästä suuntaan tai toiseen, eikä lähdeaineistoakaan tarvita.

Tutkimustilalle ei ole kannattavaa investoida lämmitysjärjestelmää sen pienen energiantarpeen vuoksi. Eikä laitteiston kyky käsitellä hevosenlantaa riitä edes asetusten vaatimiin määräyksiin. Toimeksiantajan tavoitteena oli myös saada tietoon hevosenlannasta saatavan energian määrä, josta saimme hyviä tuloksia ja on kilpailukelpoinen siltä osin hakkeen kanssa. Hevosenlannan käyttöarvoa ei pidä vähätellä energiana, eikä lannoitteena.

Lannanpoltto erilaisin kuivikkein poltettuna voi tuottaa hankaluuksia polttoprosessiin. Polttoaineen tasainen palaminen vaatii tasalaatuisen polttoaineen. Jos palaminen ei ole tasaista, se tuottaa enemmän päästöjä, joka voi helposti ylittää lain vaatimat päästöraja-arvot. Turvepohjainen lanta oli muutenkin suositeltavampi käyttää lannoitteena, sen paremman maatumisprosessin myötä.

Jos erilaisilla kuivikkeilla varustettua hevosenlantaa haluaa polttaa, kannattaa lanta pilkkoa, kuivattaa ja sekoittaa, että polttoaineesta saataisiin mahdollisimman tasalaatuisia. Olkikuivike vaatii pilkkomisen, että se kulkee lämmitysjärjestelmässä. Huomiota tulee ottaa eri tilojen lantavarastot ja huomioida niiden eri kosteuspitoisuudet.

Toimeksiantajan lantavarasto on katettu, eikä vesi pääse suoraan satamaan lantalaan.

Tuloksista hyötyvät hevostalliyrittäjät. Tästä löytyy vinkkejä jo siihen, mitä kokoluokkaa järjestelmä on, että lantaa pystyy polttamaan. Yksi suurimmista hyödyistä on selvitetty hevoselannan energiatiheys, joka antaa arvon hevoselannalle. Vaikka hevoselannan poltosta tulee päästöjä, voi sen silti polttaa vielä oikeanlaisella laitteistolla, jossa poltto onnistuu puhtaasti. Lanta nähdään usein jätteenä, eikä ajatella sen todellista arvoa. Usein yrittäjät maksavat, että arvokas tavara vaan viedään pois.

8 Pohdinta

Tutkimus onnistui hyvin siihen nähden, mitkä olivat lähtökohdat. Aineiston saaminen kannattavuuden määrittämiseksi ei tuottanut tulosta toimeksiantajan omien kiireiden vuoksi. Opinnäytetyön aikataulu meinasikin tuottaa hankaluuksia, mutta menetetty aika otettiin lopussa kiinni ja suunnitelman loppupuoli toteutui kuitenkin ajallaan. Tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset, mutta ne olivat erilaisia, kun odotettiin.

Tutkimus osoittautui mielenkiintoiseksi ja hyvin monivaiheiseksi. Aina yhden ongelman ilmetessä löytyi toinen, joista sitten päätelmätkin oli kasattu. Vaiherikkaista ongelmista on saatu aikaan kokonainen tutkimustyö.

Lannan energiatheyden määrittäminen on tehty toisen tallin lannasta. Tulokset olisivat voineet olla erilaisia case-tallin omasta lannasta tehtynä, johtuen toisen tallin purupelletistä ja case-tallin purukuivikkeesta.

Hevoselannan käyttökohde polttoon on puhutteleva monesta näkökulmasta. Ympäristönäkökulmasta lannanpoltto ei näytä hyvältä, ei ainakaan ilman asianmukaista laitteistoa. Seospolttona on hevoselantaa Suomessa poltettu ja siitä on saatu hyviä tuloksia, eikä se ylitä päästöraja-arvoja. Mutta jos Suomessa kritisoidaan puun polttamista energiana, minkä vastaanoton hevoselannanpoltto saa, jos sitä ruvetaan enemmänkin käyttämään polttoaineena?

Lannan ensisijainen käyttökohde on lannoitekäyttö. Hevosennannalla on myös suuri arvo lannoitteena, mutta puupohjainen lannoite tuotti ongelmia sekä rikkakasvien siemenet. Näihin ongelmiin on puututtu ja niihin on saatavilla vaihtoehtoisia ratkaisuja, kuten kompostointi ja lannankuivaus.

Aineiston keruu on pääosin tehty internetin avulla. Lähdemateriaalin löytyminen kirjoista ei ole tuottanut tulosta, koska tutkimusaihe on hyvin tuore. Artikkeleista ja esitteistä on tietoa kertynyt, mutta siihen on huomioitava kirjoittajan kiinnostus ja asian ymmärrys.

Esitteet ja yritysten sivut ovat osittain käyttökelpoisia, koska heillä on tuote, jota he myyvät ja siellä tulee olla tietynlainen totuus. Yritykset ovat kuitenkin markkinoinnin asiantuntijoita ja saavat omat tuotteensa aina näyttämään paremmalta, kuin toinen. Tutkimukset ovat ammattilaisten tekeminä hyviä ja tuovat aineistoon totuuden mukaisen pohjan.

Vaikka lähdeaineisto on esitteistä ja artikkeleista, on siellä myös paljon asianmukaista tutkimustietoa. Aineistoa kerätessä oli tiedossa, että lähteitä tulee tarkastella kriittisesti. Tutkimusten johtopäätökset on tehty lähdeaineiston perusteella ja niiden luotettavuus tekee opinnäytetyöstä validin. Johtopäätöksissä on opinnäytetyöntekijä pohtinut tutkimusta asianmukaisesti ja ammattimaisesti.

Lämmitysjärjestelmän investointia ei tehty, mutta energiamäärä 60 hevosen lannalla on suuri. Lantamäärä olisi energianlähde, joka tarvitsisi oikeanlaisen kohteen, jonne lämmitysjärjestelmän voisi toteuttaa. Minne lannanpolttojärjestelmän voi sijoittaa, että koko energiamäärä saadaan käyttöön? Suurille yksiköille on laitteistoja olemassa, jolla voi hevosenlannan polttaa ja hyödyntää energiaksi. Onko laitteiston investointi kannattava siellä, minne se on järkevä sijoittaa?

Ennen jatkotoimenpiteitä investoinnin suunnittelusta tulee selvittää, onko työhön lasketut tallit kiinnostuneita hevosenlannanpoltosta ja ideasta investoida polttojärjestelmä. Jos ympäröivät tallit eivät ole kiinnostuneita ideasta, ei investoinnin suunnittelua ole järkevää jatkaa.

Tutkimus herätti paljon ajatuksia ja lisää tutkittavaa. Onko hevosenlannalla toimiva polttolaitos kannattava Suomessa? Ja missä kokoluokassa lämmitysjärjestelmä järjestelmä on kannattava. Suomessa tuotettua hevosenlannanpolton tutkimustietoa on hyvin vähän ja niistä olisi hyvä saada lisää tietoa, kuten päästöistä ja palamisesta.

Lähteet

A 1065/2017. Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 29.11.2019. Valtion säädöstietopankki finlex. <https://www.finlex.fi/>, ajantasainen lainsäädäntö.

Alakangas, E., Hurskainen, M., Luntama-Laatikainen, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT:n tuottama verkkojulkaisu. Viitattu 9.11.2019. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>.

Arffman, M., Lehtinen, J. & Arffman S. 2018. Hevosenlannanpolton lainsäädännön muutoksen vaikutusarviointi. HELMET Hevosenlanta menestystarinoiksi. Envitecpolis verkkosivuilla. Viitattu 6.8.2019. <https://envitecpolis.fi/wp2017/wp-content/uploads/2018/04/2018-04-04-RAPORTTI-Polton-vaikutusarviointi.pdf>.

Bioenergia. N.d. NHK:n verkkosivuilla. <http://www.nhk.fi/bioenergia.html>.

Biolämpöopas. 2017. Opas Aritermin verkkosivuilla. Viitattu 25.10.2019. <http://www.ariterm.fi/wp-content/uploads/2014/02/Biol%C3%A4mp%C3%B6pas.pdf>.

Energia-arvot ja muuntokertoimet. N.d. Artikkelio bioenergianeuvojan verkkosivuilla. Viitattu 10.11.2019. <https://www.bioenergianeuvoja.fi/faktaa/biopolttoaineiden-muuntokertoimia/>.

Energian kulutus ja tehon tarve. N.d. Artikkelio Bioenergian Pikkujättiläisen verkkosivuilla. Viitattu 6.10.2019. <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energian-kulutus-ja-tehon-tarve/>.

Energiatuki. N.d. Artikkelio Business Finland -verkkosivuilla. Viitattu 6.10.2019. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki/>.

Fortum HorsePower – Kuivike- ja lantahuoltopalvelu hevosalleille. N.d. Fortumin verkkosivuilla. Viitattu 3.7.2019. <https://www.fortumhorsepower.com/>.

Föhr, J., Kaipainen, M., Karhu, H., Lemponen, J-P., Nora, J., Panula-Ontto-Suuronen, A., Ranta, T., Seppäläinen, S., Soininen, H., Tanskanen, R. & Tirkkonen, H. 2017. Esiselvitys Etelä-Savon hevosallouden materiaalivirtojen hyödyntämisestä uusiutuvana energiana. Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulun hanke. Julkaistu 17.2.2017. Viitattu 8.8.2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-005-0>.

Föhr, J., Karhu, H., Paananen, P., Pylkkänen, A., Ranta, T., Seppänen, T., Soininen, H., Tirkkonen, H., Tuominen, R. & Vanhanen, T. 2018. Hevowatti – Hevosenlannan demonstraatiokokeet Etelä-Savon elinkeinoelämää vahvistamaan. Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulun hanke. Julkaistu 19.10.2018. Viitattu. 29.11.2019. <https://www.theseus.fi/bitstream/10024/153718/1/URNISBN9789523441057.pdf>.

HE 95/2018 vp. 2018. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi ympäristösuojelulain ja eläimistä saatavista sivutuotteista annetun lain muuttamisesta. Viitattu 25.5.2019. <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2018/20180095.pdf>.

Investoinnin kannattavuus. N.d. Artikkelit yritystulkin verkkosivuilla. Viitattu 13.11.2019. <https://www.yritystulkki.fi/fi/alue/oulu/aloittava-yrittaja/suunnittelu/talousuunnitelmat/investoinninkannattavuus/>.

Investoinnin laskenta, N.d. Yrityssalon julkaisu. Viitattu 3.11.2019 <https://docplayer.fi/467578-Investoinnin-laskenta.html>.

Kiinteän polttoaineen lämpökeskuksen paloturvallisuus. 2017. Turvallisuusohje 2017. Finanssialan verkkosivuilla. Viitattu 6.10.2019. http://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Kiinteän_polttoaineen_lämpökeskuksen_paloturvallisuus.pdf.

Lannan poltto helpottuu huomenna, ohjeet laadittu. 2018. Maa- ja metsätalousministeriön tiedote. MMM verkkosivuilla. Viitattu 1.2.2019. https://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/alku.

Lantavaraston tarvelaskuri. N.d. Hevostietokeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 8.11.2019. <https://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=995>.

Leffler, L. 2017. Gödselbrännaren glödhet för export. Uutinen Norrbottens Affärer verkkosivuilla. Julkaistu 5.3.2017. Viitattu 2.11.2019. <https://www.norrbottensaffarer.se/na/godselbrannaren-glodhet-for-export-nm4534733.aspx>.

Lehtinen, J. 2018. Hevosenlannan hyödyntämisen mahdollisuudet ja haasteet toimijoiden silmin. Envitecpolis verkkosivuilla. Maisteritutkielma. Helsingin yliopisto, maataloustieteiden osasto. Viitattu 1.2.2019. <https://envitecpolis.fi/wp2017/wp-content/uploads/2018/06/2018-06-28-Gradu-Jasmin-Lehtinen-Envitecpoliskannet.pdf>.

Lehtinen, T. 2017. Energiatohokkuus. Ympäristöministeriön verkkojulkaisu. Suomenrakentamismääräyskokoelma. Julkaistu 20.12.2017. Viitattu 9.11.2019. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/Ohje_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta_20122017_vain_korostukset.pdf.

Loppuraportti: ModHeat-teknologiahanke Ympäristöministeriön RAKI-ohjelmassa. 2015. SFTec Oy:n toteuttaman hankkeen loppuraportti. Julkaistu 2.6.2015. Viitattu 3.11.2019. <https://docplayer.fi/24168439-Laatija-sftec-oy-paivays-luottamuksellisuus-julkinen-loppuraportti-modheat-teknologiahanke-ymparistoministerion-raki-ohjelmassa.html>.

Mitjonen, J. 2019. Horse Show'n tuottama lanta lämmittää koko jäähallin. Maaseudun Tulevaisuus 125, 7.

Ohje kannattavuuslaskelmaan. N.d. Julkaisu Onnistu Yrittäjänä -verkkosivuilla. Viitattu 4.6.2019. <https://www.onnistuyrittajana.fi/ohje-kannattavuuslaskelmaan>.

Oppariapu. Apua opinnäytetyön kirjoittamiseen. N.d. Oppariapu verkkosivuilla. Viitattu 6.5.2019. <https://oppariapu.wordpress.com/tapaustutkimus/>.

Rantamäki-Lahtinen, L., Rikkinen, P., Saastamoinen, M. & Sipiläinen, T. 2018. Hevosalan yritykset hakevat kannattavuutta ja kilpailukykyä erilaistamalla palvelujaan. Uudistuva hevostalous, HAMK Unlimited Professional. Julkaistu 4.9.2018. Viitattu 6.6.2019. <https://unlimited.hamk.fi/yrittajyys-ja-liiketoiminta/hevosalan-yritykset-hakevat-kannattavuutta-ja-kilpailukyky-erilaistamalla-palvelujaan/>.

Riuttala, J. 2019a. Bioenergia-asiantuntija. NHK. Sähköinen haastattelu/tarjouskysely 7.10.2019.

Riuttala, J. 2019b. GILLES pellettikattila HPK-RA 25kW Kiinteällä porrastarjolla. NHK tarjous pellettikattilasta.

Saastamoinen, M. 2017. Alueiden välillä eroja hevosyrityksissä. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 35. <https://journal.fi/sms/article/download/73199/35064/>.

Seppälä, T. & Munne, P. 2013. Dioksiinit ja furaanit, PCDD/F-yhdisteet. Suomen ympäristökeskuksen tekemä julkaisu. Viitattu 18.11.2019. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B023F2743-DD13-4DAC-8C34-23E22542BE64%7D/94311>.

Tukikohteet. N.d. Artikkelit ruokaviraston verkkosivuilla. Viitattu 6.10.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalouden-investointituet/tukikohteet2/>.

Tunnusluvut. N.d. Artikkelit Luke:n verkkosivuilla. Viitattu 4.6.2019. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/kannattavuuskirjanpito/tausta/tiedot/Tunnusluvut>.

Tuotantoeläinten lannan käyttö polttoaineena polttoaineteholtaan enintään 50 MW:n kattiloissa. 2018. Ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, elintarviketurvallisuusvirasto Evira Ohje 14.11.2018. Päivitetty 13.12.2018 Viitattu 25.5.2019. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/kuolleet-elaimet/lannanpoltto-ohje-14.11.2018_paivitys2_13.12.2018.pdf.

Vesiahho, A., Kaihlajärvi, H. & Riipinen, M. 2016. Hevospihattojen ja yksilökarsinoiden kuivittaminen. Jyväskylän Ammattikorkeakoulun tutkimus. Viitattu 28.7.2019. http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Vesiahho_Kaihlajarvi_Riipinen_2016.pdf.

Virkkunen, E. Karppinen, T. & Kumpula, H. 2014. Hevosienlannan hyötykäyttö Kainuussa. MTP: julkaisu. Suomen maataloustieteellisen seuran verkkosivuilla. Viitattu 1.2.2019. http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Posterit/103Virkkunen_ym_Hevosienlannan_hyotykaytto_Kainuussa.pdf.

Wennerberg, P. & Dahlander, C. 2013. Hästgödsel som en resurs. TecnoFarmin tutkimus hevosenlannan jatkokäsittelymenetelmistä. Hästföretagarnan verkkosivuilla. Julkaistu 5.8.2013. Viitattu 10.11.2019. http://www.hastforetagarna-goteborg.se/wp-content/uploads/2015/04/Hastgodselsomresurs_Tecno-farm_maj13.pdf.

Liitteet

Liite 1. NHK:n tarjous pellettikattilasta ja -ruuvista



Tarjous

06.11.2019

Terhi Rankinen

Osoite:

Postinumero:

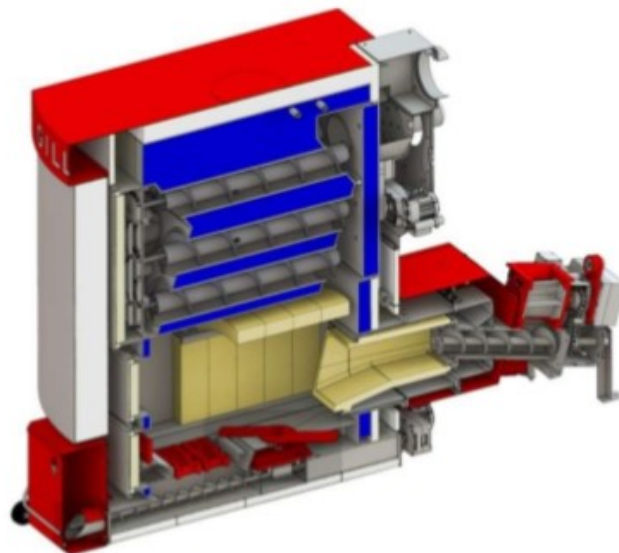
Y-tunnus:

Puh: 045 1224116

e-mail: K9962@student.jamk.fi

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme tuotteet seuraavasti:

**GILLES pellettikattila
HPK-RA 25 kW
Kiinteällä porrasarinalla**



NHK-Keskus Oy • Lautatarhankatu 3, 13310 Hämeenlinna
p. 03 628 661 • f. 03 6120 288 • asiakaspalvelu@nhk.fi • www.nhk.fi



Tarjous

06.11.2019

Runko

Gillesin HPK-RA kattilasarja on pitkälle automatisoitu kattilaratkaisu, joka tarjoaa huolettomuutta käyttäjälleen. Kattilan runko on valmistettu 6mm korkealaatuisesta erikoiskattilateräksestä jännitteettömäksi hitsaten ja automatiikka huolehtii kattilaveden tasaisesta lämmöstä estäen kattilan hikoilun. Tulta vasten olevat pinnat on vuorattu keraamisilla kuumaa kestäville tulikivillä. Tämä takaa kattilalle pitkän käyttöiän! Runkoa ympäröi 70mm eristys ja viimeistelty ulkokuori

Palaminen

Polttoaineen optimaalista palamista ohjataan Lambda-anturin ja savukaasun lämpötilan avulla. Automaatio säättää ensiöilmapuhaltimen, toisiöilmapuhaltimen ja savukaasuimurin pyörintä nopeutta portaattomasti. Näin palotapahtuma pysyy optimaalisen kaikissa kuormitus tilanteissa ja polttoaine palaa aina hyvällä hyötysuhteella. Kattila pystyy säättämään palamista portaattomasti 30-100% tehoalueella. Kun tehon tarve menee alle 30% kattila ajaa syöttö ruuvin tyhjäksi ja liekki sammuu kattilassa. Tehon tarpeen palattua kattila ajaa polttoaineen palopäähän ja sytyttää polttoaineen sytytysautomaatiikan avulla. Automaatiikan avulla kattilaa pystytään käyttämään turvallisesti myös pienillä tehon tarpeilla. Hyötysuhteen säilyessä yli 90%

Kattilassa on myös mahdollisuus polttaa polttopuita ilman lisätoimenpiteitä. Kattila tunnistaa palavat polttopuut ja säättää syöttöruuvilta tulevan polttoaineen syötön pienelle. Kun puut ovat palaneet pois arinalta jatkaa kattila lämmitystä ruuvilta tulevan polttoaineen avulla automaattisesti. Kattila soveltuu polttoaineille joiden kosteus on enintään 30%. Puupellettien polttoon Ö-NORM M7135/DIN plus, EN14961-2 / ENplus A.

Tuhkanpoisto

Niin lämmönvaihtimen nuohouksesta kuin palamisestakin syntyvä tuhka poistuu automaattisesti tuhka-astiaan, jonka avulla se on helppo ja siisti kuljettaa pois.

Lämmönvaihdin

Vaakatasossa oleva reilun kokoinen spiraalimallinen lämmönvaihdin takaa savukaasujen lämmön siirtymisen tehokkaasti kattilaveteen. Savukaasu kulkee spiraaleiden ansioista kattilassa pitkän matkan, jolloin sillä on hyvin aikaa siirtää lämpönsä kattilaveteen. Spiraalimalliset lämmönvaihtimet toimivat myös lämmönvaihdin pintojen nuohomina. Lämpö laajentaa spiraalit napakasti lämmönvaihtimen pintoja vasten ja automatiikka pyörittää spiraaleita asetetuin väliajoin pitäen lämmönvaihtimen pinnan puhtaana. Näin kattilan hyötysuhde saadaan pidettyä aina korkeana.

Turvallisuus

Gillesin kattila on kehitetty Itävallassa, jossa kylät ovat tiiviisti rakennettuja kattilat useimmiten asuinrakennusten alakerrassa. Tämä vuoksi turvallisuuteen on kiinnitetty erityistä huomiota. Automaattisen sytytys ja sammutus toiminnon vuoksi kattilaa ei tarvitse polttaa pienellä teholla, jolloin takapalon vaara on suurin. Syöttöruuvi on asennettu nousevaan kulmaan. Gillesin kehittämä metallinen lokerosyötin varmistaa, että reitti polttoainevarastoon on aina suljettu ja näin palolla ei ole mahdollisuutta edetä varastoon asti. Tehdas ei tiedä yhtään tapausta, jossa tuli olisi edennyt lokerosyöttimestä läpi!



Ohjausjärjestelmä

Gilles ohjausjärjestelmä on helppokäyttöinen kosketusnäyttö, josta näet yhdellä vilkaisulla kattilasi tilanteen. Näytöstä pystyt tekemään helposti kaikki tarvittavat säädöt ja seuraamaan lämmityskäyriä. Ohjausjärjestelmää on myös mahdollista etäkäyttää, jos se on kytkettyä internetiin. Ohjausjärjestelmään on saatavissa laajennus moduleita, joiden avulla pystyt ohjaamaan varaajien lämpötiloja, lämmityspiirin lämpötiloja tai vaikka aurinkokeräimiä.

NHK-Keskus Oy • Lautatarhankatu 3, 13310 Hämeenlinna
p. 03 628 661 • f. 03 6120 288 • asiakaspalvelu@nhk.fi • www.nhk.fi

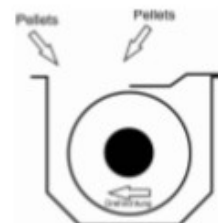


Tarjous

06.11.2019

GILLES Pellettiruuvi

Ruuvin pituus 4,0 m



Rakenne

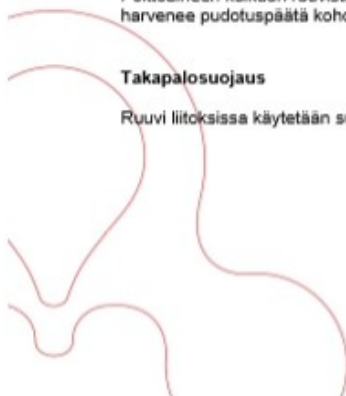
Gilles pellettiruuvien erikoisuus on vahvat rakenteet. Se on tarkoin suunniteltu ja valmistettu vahvoista materiaaleista. Ruuvien runko on vahvaa U-profiilia. Polttoaineen kuljetuksesta huolehtii jyrkät ruuvinaukset.

Polttoaineen kulku

Polttoaineen kulkuun ruuvista polttimelle on kiinnitetty erityisiä huomioita. Ruuvien kierre on progressiivinen ja harvenee pudotuspäätä kohden. Kaikki polttoaine mikä ruuviin mahtuu menemään kulkee siellä sujuvasti.

Takapalosuojaus

Ruuviliitoksissa käytetään sulavaa pudotusputkea



NHK-Keskus Oy ■ Lautatarhankatu 3, 13310 Hämeenlinna
p. 03 628 661 ■ f. 03 6120 288 ■ asiakaspalvelu@nhk.fi ■ www.nhk.fi



Tarjous

06.11.2019

Hinnat:

HPK-RA 25 pellettikattila

- 3-tieventtiili ja pumppu
- Varaaja-ohjaus
- Häätäjäähdytysventtiili
- Hätäseis katkaisija
- Pelletti poltin
- Ohjaus

11 347,00€ alv. 0%

Pellettiruuvi

- 4m pituudella
- Pudotusputki

1 850,00€ alv. 0%

YHTEENSÄ:

13 197,00€ alv. 0%16 364,28€ alv. 24%

Terveisin

Jarmo Riuttala | Tuotepäällikkö, Bioenergia

NHK-Keskus Oy | Lautatarhankatu 3, 13310 Hämeenlinna

Puh. +358 43 824 0140 | Sposti jarmo.riuttala@nhk.fiwww.nhk.fi

NHK-Keskus Oy ■ Lautatarhankatu 3, 13310 Hämeenlinna
p. 03 628 661 ■ f. 03 6120 288 ■ asiakaspalvelu@nhk.fi ■ www.nhk.fi