

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

HEVOSENLANNAN KOMPOSTOINTI APEVAUNULLA

TEKIJÄ Krista Tirronen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Krista Tirronen	
Työn nimi Hevoselannan kompostointi apevaunulla	
Päiväys 17.2.2022	Sivumäärä/Liitteet 32/2
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Anna Jauhainen, Tapsan Talli	
Tiivistelmä <p>Hevoselanta on ravinnerikasta ainesta, jota voidaan käyttää lannoitteena ja maanparannusaineena pelloilla, kasvimaille sekä kotipuutarhoissa. Lanta-aihe on kuitenkin hevoselalla aktiivinen puheenaihe, koska sen hävittäminen aiheuttaa ongelmia. Kompostoitumaton lanta ei välttämättä kelpaa kaikille, koska siinä voi olla rikkakasvien siemeniä tai ravinteet vapautuvat liian voimakkaasti. Lisäksi lannan saaminen jatkokäyttöön voi sisältää paljon byrokratiaa sekä aiheuttaa suuria kustannuksia. Kompostointi on tärkeä toimenpide, joka parantaa lannan hygieenistä laatua sekä ravinteiden vapautumista tasaisesti, jolloin lantaa on turvallisempaa käyttää. Lisäksi kompostointi pienentää lannan tilavuutta, minkä ansiosta saadaan lisää säilytystilaa.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin apevaunun soveltuvuutta hevoselannan kompostointiin sekä haastateltiin alan asiantuntijoita. Vuoden 2021 aikana selvitettiin puhelin- ja etähaastattelujen avulla apevaunun suosiota lannan kompostoinnissa, apevaunun tekniikkaa sekä kompostointiin liittyvää lainsäädäntöä. Kesällä 2021 tutkittiin kompostoitavan lannan lämpötiloja lämpötilamittareilla sekä havainnoitiin lannan kompostoitumista apevaunussa silmämääräisesti kahden viikon ajan toimeksiantaja Anna Jauhaisen hevostilalla Ranta-Toivalassa.</p> <p>Tutkimus osoitti, että käytetty apevaunu soveltui erittäin hyvin hevoselannan kompostointiin. Lanta kompostoitui tasalaatuisesti jo kahden viikon aikana korkeissa lämpötiloissa. Tilalla käytettiin kuivikkeena puupellettiä, joka on lähtökohtaisesti heikommin kompostoitava materiaali kuin esimerkiksi turve tai olki. Apevaunulla kompostointi ei aiheuttanut suuria hankinta- ja käyttökustannuksia eikä se lisännyt huomattavasti työaikaakaan. Apevaunun voi ostaa käytettynä, sillä kuluneimmatkin terät sekoittavat pehmeää lantaa hyvin. Ainoa huono puoli apevaunussa oli sen kausittainen käyttömahdollisuus, sillä ilman eristystä lanta jäätyy kiinni apevaunun seinille talviaikaan. Lisäksi apevaunuun on tehtävä jonkinlainen kansi, jotta lämpö ja ravinteet eivät haihdu kompostoinnin aikana.</p> <p>Toimeksiantajan tilalla opinnäytetyön avulla saatiin lisää tietoa hevoselannan kompostoinnista sekä apevaunun käytöstä kompostoinnissa. Lisäksi tilan apevaunulle saatiin kehittämisideoita ympärivuotiseen käyttöön ja kompostoidun lannan säilytykseen. Jatkotutkimuksia apevaunukompostoinnista voitaisiin tehdä muun muassa ravinnepitoisuuksista, eri kuivikkeiden kompostoitumisesta sekä kustannustehokkaimman kompostointiajan löytämisestä.</p>	
Avainsanat apevaunu, hevonen, hevostalli, lanta, kompostointi	

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author(s) Krista Tirronen	
Title of Thesis Composting horse manure with feed mixer wagon	
Date 17.2.2022	Pages/Appendices 32/2
Client Organisation /Partners Anna Jauhiainen, Tapsan Talli	
<p>Abstract</p> <p>Horse manure is a nutrient-rich material that can be used as a fertilizer and soil improver in fields, vegetable gardens and home gardens. However, horse manure is also a problem for many stables. Non-composted manure is not be useful for everyone, because it may contain weed seeds or release nutrients too strongly. Getting horse manure for further use may also be difficult and cost too much. Composting is important procedure that improves the hygienic quality and the more even release of nutrients, making manure safer to use. Composting also reduces the volume of manure, resulting in more storage space.</p> <p>The thesis studied process of composting horse manure with feed mixer wagon in 2021. The interviews were used to find out the popularity, technology, and legislation of the feed mixer wagon in horse manure composting. Composting process was studied in the project partners Anna Jauhiainen ´s horse stables Tapsan Talli for two weeks. The temperature of the manure to be composted was measured and the composting process in feed mixer wagon was observed with photographs.</p> <p>The study showed that the feed mixer wagon suited very well for composting horse manure. The manure became homogeneous of its quality within two weeks at high temperatures. The stable used wood pellets as litter, which is basically a less compostable material than peat or straw. Composting with feed mixer wagon did not cause high acquisition or operating costs and it did not increase working time a lot. A feed mixer wagon can be bought second-hand, even though it would not be suitable mixing feed anymore. The only weak point in the wagon was its seasonal use, because manure may freeze on the walls of the wagon during the winter.</p> <p>As a result of the thesis, the project partner got more information about composting horse manure and the use of the feed mixer wagon. Additionally project partner got new development ideas for feed mixer wagon and storage of composted manure. Further research on composting with feed mixer wagon could concentrate on nutrients, how different litters compost in the wagon and finding the most cost-effective composting time.</p>	
<p>Keywords feed mixer wagon, horse, horse stable, manure, composting</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	KOMPOSTOINTI.....	7
2.1	Kompostoitumisprosessi	7
2.2	Kompostoitumisen eri vaiheet	8
2.3	Hevoselannan kompostointi	8
3	KOMPOSTOINTIVAIHTOEHDOT HEVOSELANNALLE.....	10
3.1	Lantalassa kompostointi	10
3.2	Rumpukompostori.....	12
3.3	Tuubikompostori	13
3.4	Talli-Jussi	13
3.5	Apevaunu.....	15
4	HEVOSELANNAN KÄSITTELY JA HYÖDYNTÄMINEN	16
4.1	Hevoselannan käyttö- ja käsittelyvaatimukset	16
4.2	Hevoselannan hyödyntäminen peltoviljelyssä	16
4.3	Hevoselannan hyödyntäminen kasvimaalla ja puutarhassa.....	17
5	TUTKIMUKSEN TAVOITE, TARKOITUS JA TOTEUTUS	18
5.1	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	18
5.2	Opinnäytetyön toteutus	18
6	TULOKSET	20
6.1	Kompostoitavan lannan lämpötilojen mittaus	20
6.2	Muut huomiot apevaunukompostoinnista.....	22
6.3	Haastattelut.....	24
6.3.1	Käytettyjen apevaunujen myynti.....	24
6.3.2	Apevaunun teknologia ja kehittäminen.....	24
6.3.3	Ympäristö ja lainsäädäntö	25
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	26
8	POHDINTA	28
	LÄHTEET	29
	LIITE 1: WEBROPOL-KYSELY	33
	LIITE 2: APEVAUNUTUTKIMUKSEN MUISTIINPANOLOMAKE	39

KUVALUETTELO

KUVA 1. Katettu lantala (Tirronen 2021f).....	10
KUVA 2. Talvipakkasten jäädyttämä lanta (Tirronen 2021i).....	11
KUVA 3. Rumpukompostori (Rekitech julkaisuaika tuntematon).....	12
KUVA 4. Tuubikomposti (Heikkinen julkaisuaika tuntematon).....	13
KUVA 5. Talli-Jussi (Biojussi julkaisuaika tuntematon).....	14
KUVA 6. Apevaunu sijoitettuna ulkokatokseen (Tirronen 2021a).....	15
KUVA 7. Lämpötilan mittausta apevaunusta (Tirronen 2021g).....	20
KUVA 8. Hevosenlanta lantalassa ennen apevaunukompostointia (Tirronen 2021e).....	21
Kuva 9. Hevosenlanta apevaunukompostoinnin jälkeen (Tirronen 2021d).....	22
KUVA 10. Massan koostumus parin päivän kompostoinnin jälkeen (Tirronen 2021h).....	22
KUVA 11. Apevaunun täyttöä (Tirronen 2021c).....	23
KUVA 12. Apevaunun tyhjennys sivuluukun kautta (Tirronen 2021b).....	24

1 JOHDANTO

Lanta-aihe on hevosalalla ajankohtainen, sillä hevosenlanta mielletään vielä tänäkin päivänä ongelmaksi. Lannan varastoinnin ja lantalan säännöllinen tyhjentäminen aiheuttavat haasteita ja se voi olla myös suuri kustannuserä. Ellei lantaa voida hyödyntää omalla tilalla, on löydettävä lannalle vastaanottaja. Rajoittavia tekijöitä lannan vastaanottamiseen voi olla esimerkiksi tallin sijainti kaupunkiympäristössä ja pienikokoiset tallit (alle 10 hevosta, logistiikkakustannusten vuoksi), lannan epähygieenisuus (rikkakasvien riski) tai kuivike.

Kompostoinnin avulla lannan ominaisuudet parantuvat ja se voi olla helpompi saada eteenpäin vastaanottajille. Lisäksi kompostointi pienentää hevosenlannan tilavuutta, jolloin lantalaan saadaan varastoitua enemmän lantaa. (Lehtinen 2018.) Hevosenlantaa voidaan kompostoida erilaisilla kompostointijärjestelmillä perinteisen lantalan lisäksi. Kompostointijärjestelmät edistävät lannan tasaista kompostoitumista, joka voi olla lantalassa pitkä ja epämääräinen prosessi. Erilaisten järjestelmien hankinnan esteenä voivat olla esimerkiksi suuri koko, työn määrä, muun tarvittavan kaluston, kuten traktorien puuttuminen sekä hinta.

Opinnäytetyön aiheena on hevosenlannan kompostointi apevaunulla ja toimeksiantajana työssä toimii Tapsan Talli Kuopiosta. Yhteyshenkilönä tilalta toimii yrittäjä Anna Jauhiainen. Tilan toiveena on saada lisää tietoa kompostoinnista, lainsäädännöstä sekä kuinka Tapsan Tallilla olevaa apevaunua voitaisiin vielä kehittää hevosenlannan kompostoinnissa. Kompostoidun lannan jatkokäyttö kiinnostaa peltolevityksen lisäksi myös sen myynnin osalta.

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä on tutkia, millainen apevaunu on hevosenlannan kompostointivälineenä, miten kompostointi apevaunulla onnistuu ja millaisille hevostiloille se soveltuisi. Lisäksi selvitetään lainsäädännön soveltamista apevaunulla kompostointiin ja apevaunun kehittämismahdollisuuksia ympärivuotiseen kompostointiin. Tuloksia verrataan niin lantalassa kompostoitumiseen kuin muihinkin kompostointijärjestelmiin. Tutkimuksen yksi tärkeimmistä osioista on lämpötilan mittaaminen, sillä se vaikuttaa muun muassa rikkakasvien ja loiseliöiden tuhoutumiseen. Lämpötila osaltaan kertoo myös kompostoitumisen eri vaiheiden toteutumisesta ja koko prosessin onnistumisesta.

2 KOMPOSTOINTI

Kompostoinnilla tarkoitetaan optimaalisten olosuhteiden luomista eloperäistä ainesta hajottaville pieneliöille, jotta eloperäinen aines saadaan muutettua lannoitukseen ja maanparannukseen parhaiten sopivaksi materiaaliksi. Se on luonnollinen tapa palauttaa elolliseen ainekseen sitoutuneet ravinteet takaisin kasvien käyttöön. (Kiertokapula julkaisuaika tuntematon; RE-maatila julkaisuaika tuntematon.) Eloperäistä ainesta hajottavia pieneliöitä ovat pääasiassa bakteerit, sienet, sädesienet sekä lierot. Hajottamisen myötä aineksesta vapautuu vettä tai vesihöyryä, hiilidioksidia, ravinteita ja lämpöenergiaa. Samalla muodostuu myös humusta, joka on tärkeää maan viljavuudelle. (Biolan julkaisuaika tuntematon.)

2.1 Kompostoitumisprosessi

Kompostointi tarvitsee onnistuakseen happea, kosteutta, ravinteita, energiaa ja lämpöä. Kompostin täytyy pysyä tarpeeksi kuohkeana, jotta pieneliöt saavat tarpeeksi happea hengittämiseen. Kuohkeutta voidaan edistää sekoittamalla kompostia tai käyttämällä seassa karkeampaa seosainetta. Pieneliöt tarvitsevat myös kosteutta elääkseen, sillä ne ovat pääasiassa uimareita. Kompostin kuivuus voi johtua liian niukasta kastelemisesta tai liian harvasta rakenteesta. Kokonaiset oksat tai kukkien varret voivat jättää kompostin liian harvaksi, jolloin riskinä on liika kuivuminen. Nyrkkisääntönä kompostin kosteuden testaamiseen pidetään kompostin puristamista kädessä. Kun kompostia puristaa nyrkkiin, siitä on tultava muutama pisara vettä, jolloin se on sopivan kostea. Liian märän kompostin erottaa siitä, että sormien lomasta valuu vettä virtanaan. (Suomela julkaisuaika tuntematon.)

Ravinteita ja energiaa tarvitaan, jotta kompostin pieneliöt voivat ylläpitää omia elintoimintojaan. Elääkseen pieneliöt tarvitsevat hiiliyhdisteitä energian tuottamiseen ja typpeä solujen rakennusaineiksi, joita ne saavat eloperäisestä aineksesta. Hiilen ja typen suhde on siksi elintärkeä onnistuneelle kompostoinnille. (Suomela julkaisuaika tuntematon.) Kompostoinnissa hiili-typpeä suhde tulisi olla 25–35:1, jolloin kompostoituminen edistyy tavoitteellisesti. Jos hiiltä on liikaa verrattuna typpeen, typpeä ei riitä pieneliöiden tekemään hajotusprosessiin. Jos typpeä on liikaa, osa siitä mineralisoituu (Vilkuna 2017). Mineralisoituminen tarkoittaa ilmiötä, jossa tietyt bakteerit käyttävät orgaaniseen aineeseen sitoutunutta typpeä energianlähteenä. Prosessissa syntyy ammoniumtyppeä, jota kasvit pystyvät hyödyntämään. Jotta mineralisoitunutta typpeä pystytään hyödyntämään, on siihen oltava sopivat olosuhteet. Liika kosteus voi nostaa mineralisoituneen typen määrää ja korkeat lämpötilat kiihdyttävät mineralisaationopeutta, jolloin typpeä haihtuu ilmakehään kaasuna. (Luonnonvarakeskus julkaisuaika tuntematon.)

Pieneliöt tuottavat myös lämpöä, mutta Suomen olosuhteissa lämpöä voi haihtua kompostista liikaa. Tällöin kompostointi hidastuu tai pysähtyy. Siksi kompostin tulee olla hyvin eristetty, jotta kompostointi onnistuu myös talviaikaan. (Suomela julkaisuaika tuntematon.)

2.2 Kompostoitumisen eri vaiheet

Kompostointi jakautuu kolmeen vaiheeseen: lämpenemisvaihe, kuumavaihe sekä jäähtymisvaihe. Vaiheiden esiintyminen riippuu kompostoitavan jätteen lisäksi kompostointitavasta. Kompostointia suorittavat pääasiassa bakteerit, lierot, sienet ja sädesienet. (Biolan julkaisuaika tuntematon.)

Lämpenemisvaiheessa bakteerit ja sädesienet käyttävät ravinnokseen muun muassa sokereita ja valkuaisaineita. Komposti muuttuu happamaksi ja sen pH-arvo laskee. Happamuus tasaantuu myöhemmin niin, että kompostin pH on lähellä neutraalia (pH 7). Kuumavaiheessa komposti lämpenee 30-50 asteeseen jo muutamassa päivässä, mutta lämpötila voi nousta jopa 85 asteeseen. Tällöin kuumiin olosuhteisiin tottuneet bakteerit ja sädesienet alkavat hajottaa helposti hajoavia ravintoaineita. Kuumavaihe kestää muutamia viikkoja. (Biolan julkaisuaika tuntematon.)

Kuumavaiheen jälkeen alkaa jäähtymisvaihe. Jäähtymisvaiheessa kompostin lämpötila alkaa laskea ja vaikeasti hajoavat ainekset, kuten puuaines, hajoavat sienten ja sädesienten ansiosta. Jäähtymisvaihe voi kestää jopa useita kuukausia ja vasta sen aikana kompostissa alkaa muodostua myös humusta. (Biolan julkaisuaika tuntematon.)

2.3 Hevosennannan kompostointi

Hevosennannan kuivikelanta on koostumukseltaan optimaalista kompostointiin. Hevosennannan kompostoinnin suurin hyöty on rikkakasvin siemenien ja loiseliöiden tuhoutuminen kompostointiprosessin aikana, jolloin lannan hygieeninen laatu paranee. Kompostointi parantaa myös lannan kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia sekä lannan pH:ta. Ravinteiden liukoisuus pienenee, jolloin lanta kuormittaa vähemmän vesistöjä, kun sitä käytetään lannoitteena pelloilla. Kompostoidussa lannassa hajuhaitta vähenee, jolloin sitä on miellyttävää käyttää kotipuutarhassa. Kompostoinnissa täytyy myös ottaa huomioon, ettei siitä synny ravinnevalumia ympäristöön. (Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon.)

Rikkakasvin siemenistä haitallisimman on hukkakaura. Hukkakauran vuoksi lannan saaminen lähialueen viljelijöille voi olla haasteellista. Hukkakaura on yksivuotinen kasvi ja se on erittäin vaikeasti torjuttava. Hukkakaura aiheuttaa pellon saastumisen ja heikentää sadon laatua. Se lisääntyy erittäin tehokkaasti ja aiheuttaa jopa miljoonien eurojen tappioita vuositasolla. Tämän vuoksi sen torjunta on erittäin tärkeää. Hukkakauran torjuntaa voidaan suorittaa kitkemällä, viljelyteknisillä toimenpiteillä sekä kemiallisella torjunnalla. (Ruokavirasto julkaisuaika tuntematon.) Hevosennannan kohdalla kompostointi on tehokkain menetelmä torjua hukkakauran siemenet ennen lannan levittämistä peltoon.

Taulukossa 1 nähdään ravinnearvojen eroja naudann-, sian-, kanan- ja hevosennannan välillä. Kompostoidussa hevosennannassa kuivikkeena on käytetty turvetta ja kompostointijärjestelmä on rumpukompostori (Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon). Lannan lämpötila kompostoinnissa kohoaa noin 50-65 °C:een, mutta massaa ilmastaessa lämpö voi kohota jopa yli 70 °C:een (Seuri 2017; Hevostietokeskus 2016).

TAULUKKO 1. Lannan ravinnearvoja (Hevostietokeskus 2018; Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon)

Lantalaji	Kokonaistyyppi kg/tn	Liukoinen typpi kg/tn	Fosfori (P) kg/tn	Kalsium (Ca) kg/tn	Kalium (K) kg/tn
Hevosen kuivikelanta	5,7	1,7	1,3	1,7	5,6
Kompostoitu hevosenlanta	12	3	1,7	2,9	9,9
Naudan kuivalanta	6,2	2,0	1,8	2,8	5,4
Sian kuivalanta	8,5	2,6	4,9	7,7	5,5
Kanan kuivalanta	19	8,2	9,2	27	12

Kuivikkeista parhaita kompostoitumiseen ovat turve ja olki, koska ne ovat kasvipohjaisia ja sopivat hyvin lannoitteisiin sekä maanparannusaineisiin. Puupohjaiset kuivikkeet kompostoituvat huonommin. Puuaineksen hajoaminen sitoo enemmän typpeä, jolloin lannoitteena ja maanparannusaineena käytettävän lannan ominaisuudet heikentyvät. Typen puute hidastaa pieneliöiden lisääntymistä ja voi näin vähentää kompostin toimintaa. (Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon; Pennanen 2019.) Typpitappiot voivat olla jopa 30-50 % (Seuri 2017). Puuaineksesta saadaan kompostiin kuitenkin hiilipitoista materiaalia, jota pieneliöt tarvitsevat energian tuottamiseen (Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon.).

3 KOMPOSTOINTIVAIHTOEHDOT HEVOSENLANNALLE

Kompostointivaihtoehtoja on monenlaisia, ja ne on suunniteltu erilaisten tilojen tarpeisiin. Suurimmat erot erilaisissa järjestelmissä ovat niiden koko ja hinta. Työssä tarkastellaan apevaunun lisäksi lantalakompostointia, rumpukompostoria, tuubikompostoria, sekä Talli-Jussi kompostointijärjestelmää. Lantalakompostoinnissa on otettava huomioon, että lantala, siirtolava tai jokin vastaava tarvitaan aina lannan varastointiin. Lantala voidaan käyttää myös kompostoidun lannan varastoimisessa. Tämän vuoksi ei ole järkevää verrata investointikustannuksia lantalan ja apevaunun välillä, koska lannan varastointi on joka tapauksessa pakko toteuttaa hevostalleilla.

3.1 Lantalassa kompostointi

Lantalassa (kuva 1) kompostointi vaatii otolliset olosuhteet kompostoinnin onnistumiseksi, mikä voi olla haastavaa Suomen sääolosuhteissa. Haasteina ovat lannan tiivistyminen, jäähtyminen (kuva 2) ja kastuminen. Kompostointiprosessia voidaan edistää lantalassa kattamalla, sekoittamalla massaa tai lisäämällä massaan kompostointivirkisteitä tai -tehosteita. (Lehtinen 2018.)



KUVA 1. Katettu lantala (Tirronen 2021f)



KUVA 2. Talvipakkasten jäädyttämä lanta (Tirronen 2021i)

Lantala tarvitaan aina, kun lantaa kertyy yli 25 m³ vuodessa. Tällöin tarvitaan 12 kuukauden lantatilavuutta vastaava lantala. Valtioneuvoston 1250/2014 asetuksen mukaan vähimmäistilavuus 12 kuukauden hevosen kuivikelannan varastoimisajaksi on hevosella (säkäkorkeus yli 150cm) 17 m³, isolla ponilla (säkäkorkeus 120-150 cm) 12 m³ ja pienellä ponilla (säkäkorkeus alle 120cm) 8 m³. Lantalan vähimmäistilavuudessa voidaan kuitenkin ottaa huomioon yhteislantalat, pihattojen kuivikepohjat, laitumelle jäävä lanta (enintään 4 kuukauden ajalta) sekä lannan säännöllinen luovutus kompostointilaitokseen tai muualle varastoitavaksi. Alle 25 m³ lantamäärät voidaan varastoida tiiviillä siirtolavalla tai muulla vastaavalla alustalla, mutta pienemmät varastointitratkaisut vaativat lisäksi katoksen tai peitteen. (Lehtinen 2018.)

Lantalan rakentamisessa on mitoituksen lisäksi myös muita säädöksiä. Lantala ei saa sijoittua pohjavesi- tai tulvanalaiselle alueelle, alle 50 metrin etäisyydelle vesistöistä, talousvesikäytössä olevasta kaivosta tai lähteestä eikä alle 25 metrin etäisyydelle valtaojasta tai norosta. Myös kuivalannan varastointitila tulee kattaa tai peittää siten, ettei sadevesi pääse varastointitilaan.

Lantalan tulee olla tiivis ja lannan kuormaaminen tulee tehdä kovapohjaisella, koneita kestäväällä alustalla. (Polso 2017.) Lantalan rakennuskustannukset määräytyvät sen koon mukaan.

3.2 Rumpukompostori

Rumpukompostori (kuva 3) on lämpöeristetty terässäiliö, joka asennetaan hallirakennukseen kantavan betonilattian päälle. Rumpukompostori sisältää syöttö- ja poistoruuvit, sekoittimen tai elintarviketuotannossa murskaimen sekä syöttävän ja poistavan ilmaputkiston. Lisäksi siinä on pyöritysmekanismi, joka pyörittää seosta sekä kompostoitumisen valvontaan saadaan lämpömittarit. Kompostoria voidaan ohjata joko manuaalisesti tai se voidaan säätää automaattiseksi. Lannan läpimeno- eli kompostoitumisaika vaihtelee, rumpukompostorissa se on 4-7 vuorokautta. Tähän vaikuttavat kuivikkeen määrä ja laatu. Rumpukompostorin koot vaihtelevat 4 m³ aina yli 100:n m³ kokosiin kompostoreihin. (Savela 2017; Recitec julkaisuaika tuntematon; Jyrkinen julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 3. Rumpukompostori (Rekitech julkaisuaika tuntematon)

Rumpukompostori soveltuu suuremmille hevostalleille tai keskitettyyn kompostointiin, jossa lantaa kerätään useammalta tallilta. Varusteista ja koosta riippuen hinnat vaihtelevat 15 000 eurosta 300 000 euroon. (Savela 2017; Recitec julkaisuaika tuntematon; Jyrkinen julkaisuaika tuntematon.) Kompostoriin voidaan hankkia lisäksi lämmöntalteenottojärjestelmä (Lehtinen & Arffman 2018). Esimerkiksi Hingunniemen koulutilalla kompostointiprosessissa syntyvää energiaa hyödynnetään käyttövesien kuin tallinkin lämmityksessä (Huttunen, Pylkkänen, Partanen, Rantala & Puumalainen 2014).

Rumpukompostorissa haasteensa tuo katetun tilan tarve ja hinta, jotka eivät sovellu pienemmille talleille korkeiden investointikustannusten sekä tilanpuutteen vuoksi. Kompostoitu materiaali vaatii myös jälkikypsytyspaikan, kuten lavan, kiinteäpohjaisen kentän tai auman. Kompostia täytyy tarkkailla päivittäin ja kuluvia osia tulee vaihtaa säännöllisesti. Lisäksi heinä ja pitkävartinen olki voi jumittaa kompostorin ruuvit. (Lehtinen & Arffman 2018.)

3.3 Tuubikompostori

Tuubikompostoinnissa (kuva 4) lanta pakataan muoviputkistoon syöttölaitteen avulla. Syöttölaitteessa on koneen päällä sijaitsevan syöttösuppilon pohjalla kuljetinmatto, joka kuljettaa pakattavan lannan pakkausruuveille, jotka pakkaavat lannan muoviputkistoon. Tuubikompostori ei tarvitse erillistä, tiivistettyä pohjaa tai valuma-allasta, vain tasainen alusta riittää. Etuina siinä ovat myös lannan säilyminen kosteana sekä ravinteiden säilyminen massassa. Ilmanvaihto toteutetaan puhaltimella ja musta muovikalvo tehostaa lämpövaikutusta. Tuubikompostoinnin etuna on, että kompostoitavassa massassa olevat kivet, laudankappaleet tai muut vastaavat roskat eivät haittaa. Pakkaamisen yhteydessä on tärkeää osata säädellä tiivistymistä, sillä liian tiivis seos ei kompostoidu. (Hanska 2011.) Yhteen muovituubiin mahtuu noin 180 m³ hevosen kuivikelantaa ja se maksaa noin 345 euroa. Järjestelmä tarvitsee kuitenkin lisäksi lannan syöttölaitteen, joka maksaa noin 30 000€ sekä kaksi traktoria, joista toinen pyörittää syöttölaitetta ja toinen lastaa lannan syöttölaitteeseen. (Murska Biopacker julkaisuaika tuntematon; Karhula & Nieminen 2014.)



KUVA 4. Tuubikomposti (Heikkinen julkaisuaika tuntematon)

3.4 Talli-Jussi

Talli-Jussi-hevosentantakompostori (kuva 5) on kiinteäpohjainen säiliö, joka toimii katettuna varastona sekä kompostorina hevosen kuivikelannalle. Kompostoria on kahta eri kokovaihtoehtoa, noin 3 m³ sekä noin 6 m³. Se on helposti asennettavissa maan sisään sellaiseen paikkaan, johon lanta on helppo kuljettaa suoraan tallista. Kompostointilämpötilaa voidaan seurata lämpötilaloggereilla.

Haasteita voi tuoda kosteuden ja typen puute sekä massan liiallinen tiivistyminen. Tällöin kompostointiprosessi hidastuu, koska komposti ei saa tarpeeksi ilmaa. Tiivistymistä voidaan ennaltaehkäistä nostelemalla massaa kompostisauvalla. (Biojussi julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 5. Talli-Jussi (Biojussi julkaisuaika tuntematon)

Kuivikkeeksi sopivat kasvi- ja puuperäiset kuivikkeet. Talviaikaan säiliössä voidaan käyttää saattolämmitystä, jolloin massa ei jäädy ja kompostoituminen nopeutuu sekä kierto lyhenee. Kompostorin sisällä oleva säkki täyttyy päivittäisen siivoamisen myötä, jolloin se saa sekaan sopivasti ilmaa. Täysi säkki saadaan nostettua esimerkiksi etukuormaajalla ja kompostimassa voidaan varastoida säkeissä tai tyhjentää pohjalengin avulla esimerkiksi varastoon, lavalle tai aumaan. Säkit ovat uudelleen käytettäviä. Pienemmän Talli-Jussin hinta on 4 190 euroa ja isomman 6 090 euroa sisältäen 24 % arvonlisäveron. Talli-Jussi sopii pienille ja keskikokoisille talleille. (Biojussi julkaisuaika tuntematon.)

3.5 Apevaunu

Apevaunu on karjatiloilta käytettävä rehunsekoittaja, joka sekoittaa väki- ja karkearehun keskenään. Apevaunuja ja -sekoittimia on erilaisia ja ne jaetaan perustyyppeihin niiden sekoitustavan mukaan. Eri tyyppisiä ovat muun muassa vaakaruuvi- ja pystyruuvivaunu. (Halonen & Manninen 2007.) Toimeksiantajan tilalla kompostointitarkoitukseen on käytössä kahdella ruuvilla varustettu Seko-merkkinen apevaunu, joka on vaakaruuvimalli (kuva 6).

Vaakaruuvivaunussa on yksi tai useampi vaakaruuvi, jotka pystyvät hienontamaan myös pitkää korsirehua. Vaakaruuvivaunussa on kuitenkin varottava, että rehu ei hienonnu liikaa. Etenkin märkä rehu voi hienontua liikaa, jolloin siitä irtoava kosteus siirtyy muihin rehukomponentteihin. (Halonen & Manninen 2007.) Pystyruuvivaunut ovat muita vaunuja hieman korkeampia ja niissä voi olla yksi tai useampi pystyruuvi vaunun koosta riippuen. Se on hellävaraisempi rehuja kohtaan kuin esimerkiksi vaakaruuvivaunu. Myös pystyruuvin sekoitustulos on hyvä oikein käytettynä. (Halonen & Manninen 2007.) Tietoa siitä, kuinka hyvin pystyruuvivaunu sekoittaa lantaa ei ole.

Apevaunuun voidaan syöttää kompostoitavaksi erilaisia kompostijakeita, esimerkiksi hevostalleilla kuivikelantaa ja syömäkelvotonta heinää. Ruuvien terien vuoksi on varottava, ettei apevaunuun pääse kiviä tai suuria puukappaleita, kuten oksia, jotka kuluttavat tai hajottavat ruuveja. Apevaunua pyöritetään traktorilla tai sähkömoottorilla. Sähkömoottorin toimintaa voidaan ajastaa. Kompostointi kestää noin kolme viikkoa. Ensimmäisellä viikolla kompostia pyöritetään päivittäin noin tunnin ajan, toisella viikolla joka toinen päivä ja kolmannella joka kolmas päivä. Apevaunun ruuvit sekoittavat massaa, jolloin komposti saa ilmaa ja hajoamisprosessi kiihtyy. Kolmen viikon jälkeen massa on hygienisoitunut ja maatunut riittävästi ja jatkohajoaminen, eli jäähtymisvaihe hoituu kasassa. (Konepörssi 2014; Koivisto 2014.) Apevaunu on helposti liikuteltavissa traktorin avulla eikä se vaadi erillisiä investointeja säilytystä varten. Apevaunun täyttö ja tyhjennys kompostointikäytössä on helppo suorittaa traktorilla lannan varastointipaikan läheisyydessä sen siirreltävyyden vuoksi.



KUVA 6. Apevaunu sijoitettuna ulkokatokseen (Tirronen 2021a)

4 HEVOSENLANNAN KÄSITTELY JA HYÖDYNTÄMINEN

Hevosenslantaa hyödynnetään yleisimmin peltoviljelyssä omalla tilalla tai luovuttaen lähitilojen käyttöön sekä kotipuutarhoihin. Jos lantaa ei voida hyödyntää omalla tilalla, voi hevosenslannan viedä kompostointimateriaaliksi jätekeskukseen, mikäli se ottaa sitä vastaan. Lannan voi myös myydä mullan- tai lannoitevalmistajalle, biokaasulaitokseen tai lämpölaitokseen, mutta tällöin tulee ottaa huomioon, että lannan myyminen on luvanvaraista toimintaa. Lisäksi lannan kuljettaminen kauemmas voi aiheuttaa isoja kustannuksia. Vuonna 2017 tehdyssä kyselytutkimuksessa selvitettiin hevostallien lannankäsittelykustannuksista vuositasolla. Arviot kustannuksista vaihtelivat 0-2067 euron välillä. Keskiarvokustannus oli tällöin 123 euroa vuodessa per hevonen. (Hevostietokeskus 2018; Oksala, Havukainen & Rantala 2017.)

4.1 Hevosenslannan käyttö- ja käsittelyvaatimukset

Hevosenslannan lannoitekäyttöä ohjaa lannoitevalmisteita koskevat asetukset, jotka ovat laatineet Maa- ja metsätalousministeriö (Oksala, Havukainen & Rantala 2017). Lantaa voidaan luovuttaa tai myydä tilalta sellaisenaan sekä kompostoituna ilman ilmoitusta Ruokaviraston valvontarekisteriin. Jos lantaa luovutetaan käsiteltäväksi tilan ulkopuolelle, on luovutetusta lannasta oltava kirjanpito. Luovutettava lanta ei saa sisältää tartuntatautien leviämiskiä. (Ruokavirasto 2019.)

Jos hevosenslantaa tuotteistetaan ja markkinoidaan, tilalla on lannoitevalmistelain mukainen ilmoitusvelvollisuus. Tilalla on oltava myös sivutuoteasetusten mukainen laitoshyväksyntä. Kompostoidun lannan käsittelyvaatimuksena on lämpötilan nousu vähintään 55 °C:een 14 vuorokauden ajaksi. Käsitelty lanta ei saa sisältää salmonellaa. *E. coli*-bakteerien esiintyvyys saa olla enintään 1 000 pesäkkeen muodostama yksikkö pmy/g (pesäkkeen muodostama yksikkö). (Ruokavirasto 2019.)

4.2 Hevosenslannan hyödyntäminen peltoviljelyssä

Hevosenslantaa voidaan käyttää lannoitteena sekä maanparannusaineena pelloilla (Hevostietokeskus 2018). Hevosenslanta lisää peltoon humusta, jolloin pellon multavuus paranee ja sitä on hyvä viljellä. Lisäksi lannan orgaaninen aines jää peltoon. (Humuspehtoori julkaisuaika tuntematon.) Peltokäyttöä ohjaa nitraattiasetus, joka määrittää lannan enimmäislevitysmäärät pelloille (Mähönen 2021).

Hevosenslanta sopii parhaiten nurmien viljelyyn, koska siinä on kohtuullisesti kaliumia, mutta fosforia ja typpeä melko vähän. Jos lannan hygieenistä laatua ei ole parannettu kompostoimalla, olisi paras ratkaisu saada levitettyä lanta heinätoimittajien pelloille, jolloin rikkakasveista ei ole pelkoa ja lisäksi kuljetuskustannukset eivät nouse liian suuriksi. (Oksala, Havukainen & Rantala 2017.) Hevosenslanta levitetään pellolle kuivalannanlevitysvaunulla. Lanta muokataan maahan vuorokauden sisällä levityksestä ja muokkaus tehdään vähintään kylvösyvytyteen. Monivuotisilla kasveilla kuivalantaa voidaan levittää hajalevityksenä, jolloin muokkaamisvelvoitetta ei ole. (Ravinnerenki julkaisuaika tuntematon.)

4.3 Hevosenlannan hyödyntäminen kasvimaalla ja puutarhassa

Kompostoitu hevosenlanta sopii puutarhaan, myöhään kypsyvien kasvien lannoitteeksi sekä maanparannusaineeksi savipitoisille maille, koska se on hitaasti vaikuttava lannoite (Hevostietokeskus 2018). Puutarhan viljelmille sekä koriste- ja hyötykasveille lannan kompostointi on tärkeää, sillä huonosti kompostoitunut lanta voi polttaa ravinteille herkempien kasvien juuret. Lisäksi se voi tuoda mukanaan rikkakasvien siemeniä. (Ekotehokas siirtolapuutarha 2007, 23-24.)

Hevosenlanta sisältää kohtuullisesti kaliumia, joka on tarpeellinen monelle kasvikselle, koska se antaa makua ja säilyvyyttä (Humuspehtoori). Vuonna 2001 tehdyssä hyödyntämiskokeessa käytettiin kompostoitunutta hevosen turvelantaa luomupaprikan, kurkun ja tomaatin kasvihuoneviljelyssä. Kokeessa selvisi, että kompostoidun turvelannan ravinteet olivat kasvien käytössä pidempään ja tällöin lisälannoituksen tarve pieneni. Satotasot olivat suurempia, kuin eri vertailulannoituksilla ja myös hygieeninen laatu oli erinomainen. (Hevostietokeskus 2016.) Myös avomaankasveille tehdyssä lannoituskokeessa tulokset olivat samankaltaisia (Hevostietokeskus 2015).

5 TUTKIMUKSEN TAVOITE, TARKOITUS JA TOTEUTUS

Opinnäytetyö toteutetaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Tutkimuksellisessa kehittämistyössä yhdistyvät työelämän konkreettinen kehittämistoiminta ja tutkimuksellinen lähestymistapa. Tietoa aiheesta tuotetaan käytännön toimintaympäristössä ja haastatteluiden avulla. (Tuomi & Latvala.) Opinnäytetyössä tehdään haastattelujen lisäksi empiirinen tutkimus, jossa tutkimustuloksia saadaan tekemällä konkreettisia havaintoja tutkimuskohteesta (Jyväskylän yliopisto 2015).

Opinnäytetyössä käytetään laadullista ja määrällistä tutkimusta. Laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan tiedon keräämistä mittaamisen sijaan. Tietoa kerätään havainnoimalla ja esimerkiksi haastatteluilla, jolloin saadaan erilaisia näkökulmia aiheesta. Määrällisellä tutkimuksella tarkoitetaan mittaamista. Tutkimuksen aikana kerätään tilastotietoa. Laadullinen ja määrällinen tutkimus voidaan yhdistää, jolloin mitatuille tuloksille saadaan myös selitykset. (Surveymonkey.)

5.1 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön eettisyys edellyttää hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Sen keskeisiä kohtia ovat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkaavaisuus koko tutkimuksen aikana. (Centria kirjasto- ja tietopalvelu.) On huomioitava, että opinnäytetyö julkaistaan Theseuksessa ja se on kaikkien luettavissa. Opiskelijan täytyy ottaa huomioon toimeksiantajan ja hänen yrityksensä maine. Lisäksi on tärkeää kunnioittaa muiden tekemiä töitä, joihin viitataan omassa työssä asianmukaisesti (Centria kirjasto- ja tietopalvelu). Toisen henkilön tekemän materiaalin kopioiminen on plagiointia.

Tutkimuksellisessa kehittämistyössä luotettavuutta voidaan arvioida reliabiliteetin ja validiteetin sekä vakuuttavuuden avulla. Kehittämistyössä tiedon on oltava todenmukaisuuden lisäksi hyödyllistä. Reliabiliteetti liittyy luotettavuuteen, eli mittarien ja tutkimusasetelmien toimivuuteen. Validiteetti liittyy taas pätevyYTEEN, eli tutkimuksessa mitataan juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Vakuuttavuus perustuu työn uskottavuuteen ja johdonmukaisuuteen. Siihen voidaan liittää myös kysymys työhön osallistuvien henkilöiden sitoutumisesta. (Toikko & Rantanen 2009, 121-124.) Opinnäytetyössä luotettavuuteen vaikuttaa haastatteluissa kysyttävien kysymysten selkeys, jotta haastateltavat henkilöt ymmärtävät ne oikein. Näin saadaan luotettavia vastauksia. Kompostointiprosessin dokumentoinnissa on tärkeää huomioida ja suorittaa jokaisena tutkimuspäivinä tehtävät tutkimukset täsmälleen samalla tavoin joka päivä, jotta tulokset ovat luotettavia.

5.2 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyössä etsittiin haastateltaviksi konemyyjä ja -yrityksiä, jotka myyvät käytettyjä apevaunuja kompostointitarkoitukseen sekä hevostalleja, joilla apevaunu olisi tällä hetkellä käytössä hevoslannan kompostointiin. Konemyyjien haastattelut toteutettiin puhelimitse ja hevostalleille luotiin kysely Webropolilla, jotta tiedot apevaunuista ja niiden käytöstä saatiin tallennettua. Apevaunun teknologiasta ja kehittämismahdollisuuksista haastateltiin Savonian maatalousteknologian lehtoria ja lainsäädännöstä maatalouden ympäristöasiantuntijaa ELY-keskuksesta.

Apevaunusta tehty tutkimus suoritettiin toimeksiantajan Anna Jauhaisen hevosatilalla Kuopion Ranta-Toivalassa. Tapsan talli on 36 hevosen yksityistalli, jonka tiloihin kuuluu kaksi tallirakennusta, pihattorakennus neljälle hevoselle, useampi varastorakennus, vanha ja uusi lantala, maneesi, ratsastuskenttä sekä useita kilometrejä ratsastusreittejä maastossa. Lisäksi tilalla on omaa sekä vuokrapeltoa yhteensä 31 hehtaaria ja metsää 30 hehtaaria. Suurin osa peltopinta-alasta on viljelyksessä ja tilalla viljellään monivuotista nurmea, josta hevosille tehdään heinät. Muutama hehtaari on laidunalueina kesäisin. Apevaunu hevosenlannan kompostointiin hankittiin Tapsan Tallille lokakuussa 2020, kun lannan sijoittaminen lantalasta peltoon oli estynyt runsaiden sateiden vuoksi ja lantalaan tarvittiin lisää tilaa. Apevaunu on huutokaupasta ostettu, käytetty Seko-merkkinen vuonna 2013 valmistettu vaakaruuvimallinen apevaunu. Apevaunussa on kaksi vaakaruuvia ja sen tilavuus on 17 m³. Apevaunun hankintakustannus oli 4500 euroa ja siihen ei ole tehty muutoksia kompostointia varten.

Kompostointiprosessin tutkimuksessa mitattiin kompostoitavan erän lämpötilaa ja havainnoitiin kompostoitumista silmämääräisesti. Dokumentointi tapahtui kamerapuhelimella ja muistiinpanot kirjattiin ylös lomakkeisiin. Tutkimuksen kohteena ollut lantaerä tutkittiin ja dokumentoitiin myös lantalassa ennen kompostointia sekä jälkikypsytyksessä apevaunun jälkeen.

6 TULOKSET

Tulokset ovat kesän ja syksyn 2021 tehtyjen apevaunukompostoinnin tutkimuksen sekä haastatteluiden tuloksia. Apevaunukompostoinnin tuloksissa käsitellään kompostoitavan lantaerän lämpötiloja ja muita kompostointiprosessissa tehtyjä huomioita. Tutkimus tehtiin yhdestä lantaerästä, jota kompostoitiin apevaunussa noin kaksi viikkoa. Haastatteluissa hankittiin tietoa apevaunujen myynnistä, lainsäädännöstä sekä apevaunun teknologiasta ja kehittämismahdollisuuksista.

6.1 Kompostoitavan lannan lämpötilojen mittaaminen

Lämpötilaa mitattiin paristoilla toimivalla digitaalisella lämpötilamittarilla. Aluksi käytettiin myös toista, toimeksiantajan samantyyppistä lämpömittaria varmistamaan lämpötilan oikeellisuus (kuva 7). Mittareiden mittauspään pituus oli 20 cm ja johdon pituus oli 80 cm. Mittareilla ylettyi mittaamaan seoksen lämpötilaa apevaunun päädyssä olevalta tasolta (kuva 7).



KUVA 7. Lämpötilan mittausta apevaunusta (Tirronen 2021g)

Lämpötila mitattiin aluksi suoraan massan pinnasta, jolloin alhaiset, alle 40 °C tulokset olivat epäilyttäviä, koska massa tuntui paljon kuumemmalta. Tämän vuoksi ensimmäisen erän aikana päädyttiin testaamaan erilaisia mittaamenetelmiä. Toisen lantaerän kohdalla saatiin todenmukaisempia tuloksia, kun mittarille kaivettiin massa kuoppa rehukauhalla, jolloin päästiin mittaamaan lämpötilaa syvemmältä. Lisäksi lämpötilamittareita pidettiin samalla paikalla pidempään, noin 5 minuutin ajan, jolloin lämpötila ennätti nousta oikeaan tulokseen. Ensimmäisen erän aikana todettiin kahden mittarin mittaavan samoja lämpötiloja, jonka vuoksi niiden keskiarvoa ei ole laskettu.

Taulukosta 2 nähdään lämpötilan mittaustulokset apevaunusta noin kahden viikon ajalta. Mittauksen aikana huomattiin lämpötilaeroja sen mukaan, oliko massaa sekoitettu samana päivänä. Samana päivänä sekoitetun massan lämpötila jäi alhaisemmaksi kuin sekoittamattoman massan. Esimerkiksi 7.8.2021 ja 12.8.2021 massaa ei ole sekoitettu ennen lämpötilan mittausta.

TAULUKKO 2. Apevaunukompostin lämpötilan mittaustulokset

Päivämäärä	Mittaustulos	Muita huomioita
1.8.2021	46 °C	
4.8.2021	51 °C	Massaa on sekoitettu päivittäin
7.8.2021	68 °C	Massaa ei ole sekoitettu päivän aikana
9.8.2021	52 °C	
12.8.2021	70 °C	Massaa ei ole sekoitettu päivän aikana
14.8.2021	59 °C	
17.8.2021	48 °C	Haju hälvenee ja heinä on hajonnut

Lannan lämpötila mitattiin myös lantalasta (kuva 8) ennen kuin se siirrettiin apevaunuun. Lämpötila vaihteli sen mukaan, mitattiinko sitä pinnasta vai syvemmältä. Pintalämpötila oli 49 °C ja syvemmältä mitattu lämpötila oli 70 °C. Seoksen lämpötila oli apevaunun tyhjentämisen jälkeen jälkikasassa (kuva 8) 57 °C. Vanhemman jälkikasan (kompostoitua touko-kesäkuussa) lämpötila oli 60 °C.



KUVA 8. Hevosenlanta lantalassa ennen apevaunukompostointia (Tirronen 2021e)

6.2 Muut huomiot apevaunukompostoinnista

Lämpötilan mittaamisen lisäksi kompostoitavaa lantaerää arvioitiin myös silmämääräisesti. Arvioinnin apuna käytettiin tulostettavaa lomaketta (liite 2), johon merkittiin jokaisena lämpötilan mittauspäivänä muut huomiot lantaerästä. Silmämääräisesti havainnointiin massan kuohkeutta ja sekoittuneisuutta sekä kuinka paljon seoksessa oli esimerkiksi heinänkorsia ja lantapaakkuja. Apevaunussa lanta sekoittui jo muutamassa päivässä tasalaatuiseksi (kuva 9). Heinän kompostoituminen vei hieman enemmän aikaa. Heinä alkoi hajota seoksesta vasta kompostoinnin loppupuolella. Kosteutta arvioitiin nyrkkitestillä. Seosta puristettiin nyrkkiin ja arvioitiin veden valumista nyrkistä. Nyrkkitestin mukaan kompostoitava erä oli kuivahkoa, koska siitä ei tippunut missään vaiheessa nestettä. Seos oli kuitenkin kädessä tunnustellen kostean tuntuista (kuva 10) ja apevaunun päällä olevaa pressua avatessa apevaunusta nousi paljon kosteaa höyryä. Massa ei kuitenkaan ollut liian kuivaa, koska kompostointi onnistui hyvin.



Kuva 9. Hevoselanta apevaunukompostoinnin jälkeen (Tirronen 2021d)



KUVA 10. Massan koostumus parin päivän kompostoinnin jälkeen (Tirronen 2021h)

Kompostoinnin aikana apevaunun päällä oli pressu, jota avattaessa vaunusta nousi pistävän hajuista höyryä. Kompostoinnin loppupuolella haju alkoi lieventyä ja apevaunun tyhjentämisvaiheessa massaa ei tunnistanut hevosenlannaksi hajunkaan puolesta. Sääolosuhteet vaikuttivat lannan lämpötilaan jo lantalassa, sillä jo ennen kompostointia lantalan lämpötila oli noin 50-70 °C riippuen mittauskohdasta. Tutkimus toteutettiin aikana, jolloin ulkolämpötilat olivat +20-30 °C. Lantalan tai kompostoitavan massan lämpötilaa ei mitattu viileämmissä olosuhteissa.

Apevaunun käyttökustannukset ovat puhtaasti arvioita. Traktori käyttää polttoainetta noin 10 litraa per käyttökerta ja polttoaineen hinta on noin 1,20 euroa/litra, jolloin apevaunun käyttökustannus olisi noin 12 euroa/käyttöpäivä. Yhden lantaerän kohdalla apevaunua käytetään noin 15 päivänä kolmen viikon aikana, jolloin yhden lantaerän kompostoimisen hinnaksi saadaan noin 180 euroa. Kustannuksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon muun muassa polttoaineen hintojen vaihtelu, huoltotoimenpiteiden kustannukset sekä vaihteleva käyttöaika jokaisen lantaerän kohdalla.



KUVA 11. Apevaunun täyttöö (Tirronen 2021c)

Työaikaa kompostointiin kuluu hyvin vähän. Apevaunun täyttämiseen (kuva 11) kuluu noin 20 minuuttia ja tyhjentämiseen noin 15 minuuttia. Apevaunu täytetään lannalla traktorin avulla ja tyhjennys tapahtuu apevaunun sivuluukun kautta (kuva 12). Päivittäiseen lannan sekoittamiseen ei kulu juurikaan työaikaa, sillä traktorin voi jättää pyörittämään apevaunua itseksensä tarvittavan ajan.



KUVA 12. Apevaunun tyhjennys sivuluukun kautta (Tirronen 2021b)

6.3 Haastattelut

Haastattelujen tarkoituksena oli kartoittaa apevaunujen sopivuutta hevosenlannan kompostointiin. Tarkoituksena oli haastatella myös hevostalleja, joilla apevaunu olisi käytössä hevosenlannan kompostointiin. Yhteystietoja etsittiin hevosalan kontaktien kautta sekä sosiaalisesta mediasta useasta eri hevosalan ryhmästä. Muita hevostalleja toimeksiantajan lisäksi haastatteluun ei löytynyt.

6.3.1 Käytettyjen apevaunujen myynti

Opinnäytetyötä varten haastateltiin kahta eri konemyyjää, jotka ovat myyneet käytettyjä apevaunuja kompostointitarkoitukseen. Hevosenlannan kompostointiin he olivat myyneet apevaunuja yhteensä noin 5 kappaletta. Sen sijaan muuhun kompostointitarkoitukseen apevaunuja oli myyty hieman enemmän, yhteensä yli 10 kappaletta. Konemyyjät kertoivat, että apevaunujen hinta vaihtelee paljon, mutta hevosenlannan kompostointiin riittää kevyempi malli, jolloin hinta jää alle 10 000 euron. Muuhun kompostointiin voidaan tarvita vahvennettua mallia, joiden hinta on 10 000-25 000 euroa. (Haavisto 2021; Molander 2021.)

6.3.2 Apevaunun teknologia ja kehittäminen

Apevaunun tekniikasta ja kehittämismahdollisuuksista haastateltiin maatalousteknologian lehtori Miika Kahelinia. Yhtenä huolenaiheena apevaunukompostoinnissa oli ruostuminen. Apevaunun ruostuminen on kuitenkin todennäköisempää apetta sekoittaessa kuin lantaa sekoittaessa, sillä rehussa olevat säilöntäaineet ovat happopohjaisia. Tapsan Tallilla ei käytetä säilöntäaineita rehunteossa, jolloin esimerkiksi huonomman heinäerän kompostoituminen lannan seassa ei lisää ruostumisen riskiä.

Kehittämismahdollisuutena pohdittiin apevaunun talvikäyttöä. Talvella pakkaneen jäädyttää massan apevaunun seinämiin ja komposti ei lämpene yhtä tehokkaasti, kuin kesäaikaan ja kompostointi hidastuu. Ratkaisuna tähän voisi olla apevaunun lämpöeristys. Apevaunun voisi eristää 5 cm uretaanikerroksella tai Finfoam-levyillä. Lisäksi apevaunuun pitäisi tehdä eristetty kansi.

6.3.3 Ympäristö ja lainsäädäntö

Lainsäädännöstä sekä ympäristöasioista haastateltiin ELY-keskuksen maatalouden ympäristöasiantuntija Vuokko Mähöstä. Hevosienlannan kompostointi apevaunulla oli Vuokolle täysin uusi kompostointimenetelmä, jonka vuoksi lain soveltaminen oli haasteellista. Lopputuloksena oli paljon pohdintaa, jolloin saatiin näkemyksiä lain soveltamisesta apevaunukompostoinnissa. Koska toimeksiantajan tilalle apevaunun käytön määrittely oli hyvin yksilöllistä, jokaisen kompostointitarkoitukseen apevaunua hankkivan henkilön olisi hyvä kääntyä asiantuntijan puoleen ja selvittää oman apevaunun käytön vaatimukset. Tällöin voidaan yksilöllisesti määritellä toiminnan taso ja siihen vaadittavat luvat.

Apevaunulla kompostoidessa Tapsan Tallilla lantaa sekoitetaan, eikä siihen lisätä kompostointia kiihdyttäviä aineita, kuten multaa tai urealisää. Lisäksi apevaunu on kevytrakenteinen ja siirreltävässä. Tällöin voitaisiin ajatella, ettei laitoshyväksyntää tarvita. Kompostoinnissa apevaunun sekä jälkikypsytyspaikan tulee olla tiiviitä, jotta niistä ei syntyisi ravinnevalumia ympäristöön. Jos jälkikypsytyspaikkana on auma, siitä täytyy tehdä ilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle. Ilmoitukseen tarvitaan tieto massan kuivuudesta, jonka pitää olla vähintään 30 %. Yleensä massa on tarpeeksi kuivaa eli yli 30 %, kun nyrkkitestissä siitä ei tipu ollenkaan vettä.

Kompostoidun lannan myynti on ammattimaista toimintaa, johon on tarkemmat kriteerit. Myynnin osalta on suoritettava omavalvontaa, jota valvoo Ruokavirasto. Ruokavirasto valvoo toimintaa tekemällä valvontakäyntejä tilalle säännöllisesti. Omavalvontasuunnitelma on tehtävä vuosittain ja se sisältää muun muassa riskien arviointia. Lanta ei saa sisältää rikkakasvien siemeniä tai tautiriskejä. Pelkkää hevosenlantaa kompostoituna voidaan myydä maanparannusaineena.

Omavalvonta ja laitospäinen toiminta voivat aiheuttaa kustannuksia. Tarkkoja kustannuksia on vaikea arvioida, sillä lannan kompostointi apevaunulla on vielä tuntematon aihe ja sitä on vaikea rajata tarkasti ammattimaiseksi tai laitospäiseksi toiminnaksi. Lannoitevalmistelakia uusitaan parhaillaan. Apevaunun osalta on tärkeää seurata muutoksia sekä kysyä neuvoja alan asiantuntijoilta.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, millainen apevaunu on hevosenlannan kompostointivälineenä. Tapsan Tallilla tehdyssä tutkimuksessa apevaunu osoittautui tehokkaaksi kompostointivälineeksi. Tallilla käytetään puupellettiä, joka lähtökohtaisesti kompostoituu hitaammin kuin kasvipohjaiset kuivikkeet. Apevaunun avulla hevosen kuivikelanta kompostoitui kahden viikon aikana 45-70°C lämpötiloissa tasalaatuisiksi. Myös jälkikypsytytys jatkui apevaunusekoituksen jälkeen tehokkaasti.

TAULUKKO 3. Talli-Jussin ja Tapsan Tallin apevaunun vertailu.

Talli-Jussi 3 m ³ ja 6 m ³	Apevaunu 17 m ³
4190-6090 €	4500 €
Asennetaan maahan	Siirrettävissä traktorilla
Saattolämmön käyttö talvella	Ei lämmitystä
Pienkuormaaja tai traktori säkkien siirtelyyn	Traktori täyttöön, pyörittämiseen ja tyhjentämiseen
Kompostoituu itsestään, riskinä tiivistyminen, sekoitetaan käsin	Nopea kompostoituminen kahdessa viikossa
Kannellinen	Pressu kattona

Taulukossa 3 on vertailtu apevaunua ja Talli-Jussi kompostointijärjestelmää. Talli-Jussia on saatavilla tällä hetkellä 3 m³ ja 6 m³ kokoisina, jotka ovat hintaluokaltaan 4 190 euroa ja 6 090 euroa. Samaan hintaluokkaan saa käytetyn, 17 m³ kokoisen apevaunun. Talli-Jussi täytyy asentaa maahan ja kompostoituminen tapahtuu itsestään säkissä. Kompostin sekoittaminen tapahtuu käsin ja traktoria tai pienkuormaajaa tarvitaan vain täysien säkkien liikutteluun. Apevaunulle tarvitaan apuvälineeksi traktori, jolla kompostia voidaan täyttää, tyhjentää ja sekoittaa. Sekoittamiseen voidaan käyttää myös ajastettua sähkömoottoria. Apevaunun etuna on se, että lantaa saadaan kompostoitua iso määrä nopeasti, noin kahdessa viikossa. Talli-Jussin suurin etu apevaunuun verrattuna on lämmön seuranta ja saattolämmön käyttö, jolloin kompostoitava massa ei jäädy talvisin. Apevaunun kohdalla tässä on vielä kehitettävää, jotta ympärivuotinen käyttö olisi mahdollista. Apevaunun eristäminen voisi olla mahdollista, ellei sitä saada lämmitettyyn tilaan. Tämä voi vaatia myös vain tuoreen lannan lisäämistä apevaunuun, jotta apevaunu ei hajoa jäätyneen lannan sekoittamisessa.

Teknisiltä ominaisuuksiltaan apevaunua voitaisiin verrata myös rumpukompostoriin, koska molemmissa laitteissa on jonkinlainen lannan sekoitusmekanismi. Rumpukompostorin etuina ovat suuri koko sekä lämmöntalteenottomahdollisuus. Pienemmille, alle 40 hevosen talleille se voi kuitenkin olla liian suuri investointi, sillä hinnat alkavat yli 10 000 eurosta jopa satoihin tuhansiin euroihin (Savela julkaisuaika tuntematon; Jyrkinen julkaisuaika tuntematon). Lisäksi rumpukompostori vaatii hallirakennuksen, jonka rakentamiseen voidaan joutua myös investoimaan suuria summia.

Lantalaan verrattuna lanta kompostoituu apevaunussa paljon tasaisemmin ja nopeammin. Koska apevaunua voidaan tällä hetkellä käyttää tilalla vain lämpimissä olosuhteissa, voitaisiin kompostointia edistää talvisin myös lantalassa. Tämä vaatii hieman työtä, koska lantaa täytyisi sekoittaa säännöllisesti, jolloin se kompostoituisi tasaisemmin eikä jäähtyisi liikaa. Talven aikana olisi hyvä myös tarkkailla lämpötiloja, jotta voidaan varmistaa kompostoitumisen onnistuminen.

Apevaunu on selkeästi uusi innovaatio hevosenlannan kompostoinnissa. Haastatteluun toimeksiantajan lisäksi ei löytynyt muita hevostalleja, jolla apevaunu olisi käytössä. Konemyyjät arvioivat myyneen käytettyjä apevaunuja hevosenlannan kompostointiin yhteensä noin viisi kappaletta, mutta ostajien yhteystietoja ei työtä varten saatu. Yhteystietoja ei löytynyt myöskään sosiaalisesta mediasta, vaikka niitä etsittiin useampaan otteeseen eri hevosalan ryhmistä. Käytettyjä apevaunuja on ostettu hieman enemmän muun aineksen kompostointiin.

Lainsäädännön soveltaminen apevaunukompostointiin oli haastavaa, koska aihe oli tuntematon myös ELY-keskuksen maatalouden ympäristöasiantuntijalle. Lopullinen arvio oli, että apevaunu tilalla olisi enemmän ilmastustyökalu, koska se on pienehkö siirrettävissä oleva laite ja toimeksiantaja ei lisää kompostoitavaan seokseen muita aineita. Selkeämpiä asioita oli esimerkiksi kompostin ja jälkikypsytyspaikan tiiviys, jottei niistä synny ravinnevalumia ympäristöön. Jälkikypsytyspaikaksi toimeksiantajan luona on suunniteltu aumaa, josta ravinnevalumia ei pääsisi ympäristöön.

Hevosenantaa pidetään ravinnerikkaana lannoitteena sekä hyvänä maanparannusaineena, mutta kompostoimattomassa lannassa muun muassa rikkakasvien siemenet huolestuttavat. Tämän vuoksi lannan kompostointi on tärkeä toimenpide. Kompostointi auttaa myös lannan säilytyksessä, kun lannan tilavuus pienenee kompostoinnin myötä. Puutarhassa käytettäessä kompostoitu lanta ei haise eikä näytä hevosenlannalta, jolloin sitä on miellyttävää käyttää.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe muodostui työpaikallani Tapsan Tallilla, kun tilalle hankittiin apevaunu syksyllä 2020. Kompostointi aiheena oli melko uusi ja se alkoi kiinnostaa enemmän. Opinnäytetyön tekeminen hevoselannan kompostoisesta apevaunulla tukee hyvin henkilökohtaisia tavoitteitani työskennellä hevosalan kehittämisen parissa tulevaisuudessa. Opinnäytetyön tekemisen tärkein oppi on ollut työskentely muiden alan ammattilaisten kanssa. Olen oppinut hankkimaan kontakteja sekä poimimaan tärkeimmät tarvittavat tiedot työtä varten. Itse työ on opettanut minulle paljon kompostoinnista niin yleisellä tasolla kuin maataloudessa. Tämä on syventänyt käsitystäni myös maatalouden ympäristöasioista. Uskon, että pystyn jatkossakin hyödyntämään näitä oppeja työelämässä.

Työllä haluan herättää ajatuksia hevoselannan mahdollisuuksista kompostoinnin myötä ja esittää edullisemman vaihtoehdon lannan kompostointiin. Opinnäytetyön edetessä nousi useasti ilmi hevoselannan suosia lannoitteena ja maanparannusaineena niin pelloille, kasvimaille kuin kotipuutarhoihin. Kompostointia pidetään tärkeänä toimenpiteenä, jotta lannasta saadaan hygieenistä, tasalaatuista ja helppokäyttöistä. Tässä on hyvä paikka apevaunulle, joka saa kompostointikäytön myötä uuden elämän. Appeen teosta poistettu apevaunu, jonka terät eivät enää sovellu rehun sekoittamiseen, toimii vielä erinomaisesti pehmeämmän hevoselannan sekoittamisessa. Kompostointimahdollisuus pidentää apevaunun käyttöikä ja mielestäni se on tärkeä edistysaskel maatalouden teknologian kiertotaloudelle. Kun aihe on saatu opinnäytetyön myötä esille, lisätutkimuksia hevoselannan kompostoinnista apevaunulla voitaisiin tehdä muun muassa ravinnepitoisuuksista, eri kuivikkeiden kompostoitumisesta sekä kustannustehokkaimman kompostointiajan löytämisestä.

Kompostoitu hevoselanta olisi hyvä myyntituote sen hyvien ominaisuuksien sekä maineen vuoksi. Lannoitteen tai maanparannusaineen myynti ja valmistus on kuitenkin luvanvaraista toimintaa, joka pitää sisällään paljon byrokratiaa, valvontaa ja niihin liittyviä kustannuksia. Monelle hevosetilalliselle tämä voi tuntua liian hankalalta, jonka vuoksi lantaa luovutetaan mieluummin ilmaiseksi, jotta siitä päästäisiin eroon ilman suurempaa vaivaa. Koska hevoselanta vaikuttaa kuitenkin olevan suuressa suosiossa, haluaisin kannustaa hevostalleja tekemään lannasta sivutoimisen tulonlähteen.

Vuoden 2021 alussa puheenaiheeksi nousi Fortum HorsePower-palvelu, joka lopetti lannan keräily ja polttamisen Järvenpään voimalan myynnin jälkeen. Palvelun loppuessa moni hevostalli jäi ahdinkoon lantaongelman kanssa. Parhaimmillaan Fortum keräsi lantaa hevostalleilta 30 000 tonnia vuodessa. Osa on saanut ratkaistua yllättävän lantaongelman kuljettamalla sen yrityksille, jotka tekevät maanparannusaineita ja lannoitteita myyntiin. Haasteena näissä on kuitenkin logistiikka ja sen kustannukset sekä hyväksyykö lannoitevalmistaja tallilla käytettävän kuivikkeen. (Sandell 2021) Tällaisten ongelmien vuoksi olisi hyvä lisätä tallien omavaraisuutta, ettei lannasta tulisi yhtäkkiä isompaa ongelmaa. Näen apevaunun olevan yksi potentiaalinen ratkaisu tähän ongelmaan, koska se on edullinen ja nopea investointi ottaa käyttöön hevostalleilla.

LÄHTEET

- Biojussi julkaisuaika tuntematon. Talli-Jussi - paras paikka lannalle. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.biojussi.fi/kompostointi-ja-varastointi/talli-jussi/>. Viitattu 4.5.2021.
- Biolan, julkaisuaika tuntematon. Mitä kompostointi on? Verkkojulkaisu. <https://www.biolan.fi/artikkelit/kompostointi/mita-kompostointi-on>. Viitattu 4.5.2021.
- Centria kirjasto- ja tietopalvelu, julkaisuaika tuntematon. Centrian opinnäytetyö- ja kirjoitusohjeet. Verkkojulkaisu. <https://libguides.centria.fi/c.php?g=677248&p=4825672>. Viitattu 10.5.2021.
- Haavisto, Timo 2021. Turun Konekeskus. Haastattelu 9.6.2021.
- Halonen, Markus & Manninen, Jouni 2007. Ruokintajärjestelmät lypsyrobottipihatossa. Opinnäytetyö. Verkkojulkaisu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4452/Halonen_Markus.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 19.8.2021.
- Hanska, Riikka 2011. Hevoslannan kompostoinnin kiinnostavuus ja kannattavuus Joensuun seudulla. Opinnäytetyö. Verkkojulkaisu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33991/Hanska_Riikka.pdf?sequence=1. Viitattu 4.5.2021.
- Heinäsmäki, Eeva, Hinkkanen, Kati, Honka-Hallila, Helena, Hyyppä, Markku T., Ilvonen, Mari, Kahila, Pirkko, Kohonen, Anna-Riikka, Myller, Riitta, Nyman, Christer, Vähäuski, Sirpa, Wirkkala, Riitta-Sisko 2007. Ekotehokas siirtolapuutarha s. 23-24. Verkkojulkaisu. https://1592116.166.directo.fi/@Bin/09e40c2e5c521dd61aeacb4dd94c5340/1636700509/application/pdf/427906/Ekotehokas_siirtolapuutarha.pdf. Viitattu 4.5.2021.
- Humuspehtoori, julkaisuaika tuntematon. Hevoslanta on hyvä maanparannusaine. Verkkojulkaisu. <https://www.humuspehtoori.fi/ajankohtaista/hevoslanta-hyva-maanparannusaine>. Viitattu 5.5.2021.
- Huttunen, Riina, Pylkkänen, Katriina, Partanen, Kati, Rantala, Teija & Puumalainen, Niina 2014. Rumpukompostorista hevostallien lantalogistiikan ratkaisu? Maataloustieteen päivät. Verkkojulkaisu. https://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Posterit/106Huttunen_ym_Rumpukompostorista_hevostallien_lantalogistiikan_ratkaisu.pdf. Viitattu 4.5.2021.
- Jyrkinen 2002. Rumpukompostori on peruslaite. Verkkojulkaisu. https://www.jyrkinen.fi/asioita/kompostori/11_rumpukompostori.html. Viitattu 4.5.2021.
- Jyväskylän yliopisto 2015. Koppa. Empiirinen tutkimus. Verkkojulkaisu. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/empiirinen-tutkimus>. Viitattu 10.5.2021.
- Kahelin, Miika 2021. Maatalousteknologian lehtori. Haastattelu 27.9.2021.
- Karhula, Sanna & Nieminen, Katriina 2014. Hevoslannan jatkokäsittelyn mahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaan maaseutumaisilla alueilla. Opinnäytetyö. Verkkojulkaisu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76329/karhula_sanna_nieminen_katriina.pdf?sequence=1. Viitattu 5.5.2021.
- Kiertokapula, julkaisuaika tuntematon. Kompostointi. Verkkojulkaisu. <https://www.kiertokapula.fi/neuvonta-ja-ymparistokasvatus/ohjeita-ja-oppaita-lajitteluun/kompostointi/>. Viitattu 4.5.2021.
- Koivisto, Hannu 2014. Apevaunu -uusi elämä kompostorina. Maaseutumedia. Verkkojulkaisu. <http://www.maaseutumedia.fi/kompostori-apevaunun-uusi-elama/>. Viitattu 19.8.2021.

- Konepörssi 2014. Seko hevostilan kompostoriksi Alsbölen tallille Vantaalle. Verkkojulkaisu. <https://koneporssi.com/maa-ja-metsatalous/seko-hevostilan-kompostoriksi-alsbolen-tallille-vantaalle/>. Viitattu 19.8.2021.
- Lehtinen, Jasmin & Arffman, Matti 2018. Tallikohtaisia ratkaisuja kompostointiin ja lämmöntalteenottoon hevosenlannasta. HELMET-hanke. Verkkojulkaisu. <https://envitecpolis.fi/wp-content/uploads/2018/02/1.-Jasmin-Lehtinen.pdf>. Viitattu 5.5.2021.
- Lehtinen, Jasmin 2018. HELMET. Hevosenlannan hyödyntämisen mahdollisuudet ja haasteet toimijoiden silmin. Verkkojulkaisu. <https://envitecpolis.fi/wp-content/uploads/2018/06/2018-06-28-Gradu-Jasmin-Lehtinen-Envitecpoliskannet.pdf>. Viitattu 20.4.2021.
- Luonnonvarakeskus, julkaisuaika tuntematon. Tiesitkö tätä? Typen vapautuminen kasvualustoista eri olosuhteissa. Verkkojulkaisu. https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/esitelmat/Typpi%20info_1.pdf. Viitattu 13.12.2021.
- Molander, Ari 2021. SR-Harvesting. Haastattelu 26.7.2021.
- Murska, julkaisuaika tuntematon. Murska Biopacker. Verkkojulkaisu. <https://www.murska.fi/biopacker>. Viitattu 7.5.2021.
- Myllymäki, Marianna, Särkijärvi, Susanna, Karppinen, Tiina, Kumpula, Heidi & Virkkunen, Elina 2014. MTT. Hevosenlannan hyötykäytön lisääminen, case Kainuu. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Verkkojulkaisu. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485500/Hevosen%20lannan%20hyötykäytön%20lisääminen%20case%20Kainuu_final.pdf
- Mähönen, Vuokko 2021. ELY-keskuksen maatalouden ympäristöasiantuntija. Haastattelu 9.11.2021.
- Näreaho, Susanna, Kettunen, Jyrki, Kärki, Anne & Päällysaho, Seliina 2020. Arene. Vastuullinen opinnäytetyö. Verkkojulkaisu. <http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/Arenen%20ONT%20eettiset%20ohjeet%20esitysmateriaali%202020.pdf?t=1578486373>. Viitattu 10.5.2021.
- Oksala, Jemina, Havukainen, Jouni & Rantala, Tero 2017. Hevosenlannan kestävä hyödyntäminen (hely). Lannankäsittelyn tekniikat. Verkkojulkaisu. <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/143708/Oksala%20et%20al.%202017%20Hevosenlannan%20kestävä%20hyödyntäminen%20%28hely%29%20lannankäsittelyn%20tekniikat.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 10.5.2021.
- Pennanen, Susanna 2019. Kompostilämpöä. Lämmön johtaminen kompostista case-tilan kasvihuoneeseen. Opinnäytetyö. Verkkojulkaisu 11.3.2019. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/169643/Kompostilämpöä%202.5.2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 8.5.2021.
- Polso, Anne 2017. Nitraattiasetus. Verkkojulkaisu 3.5.2017. <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/23788646/YmparistonsuojelukoulutusJyvaskylaPolso.pdf/55edea1a-fd2f-4910-9d9d-29588e88667b>. Viitattu 8.5.2021.
- Ravinnerenki, julkaisuaika tuntematon a. Hevosen lannan kompostointi. Verkkojulkaisu. https://ravinnerenki.savonia.fi/images/Hevosen_lannan_kompostointi_rumpukompostorissa.pdf. Viitattu 10.5.2021.
- Ravinnerenki, julkaisuaika tuntematon b. Kuivikelannan levittäminen. Verkkojulkaisu. https://ravinnerenki.savonia.fi/images/Kuivalannan_levittäminen.pdf. Viitattu 10.5.2021.
- RE-maatilan materiaali, julkaisuaika tuntematon. Kompostointi. Verkkojulkaisu. <http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/omalannoitteet/kompostointi/>. Viitattu 20.4.2021.

- Rekitec. Kompostointiratkaisut. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Verkkajulkaisu.
<https://www.rekitec.fi/wp-content/uploads/2019/06/rekitec-kompostoriratkaisut.pdf>. Viitattu 10.12.2021.
- Ruokavirasto 2019. Hukkakaura. Verkkajulkaisu 16.12.2019.
<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/kasvintuotanto/hukkakaura/>. Viitattu 10.1.2022.
- Ruokavirasto 2019. Lannan käyttö ja käsittely. Verkkajulkaisu 1.2.2019.
<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/lannan-kaytto-ja-kasittely/>. Viitattu 7.5.2021.
- Ruokavirasto 2021. Hukkakauran torjunta. Verkkajulkaisu 26.7.2021.
<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/kasvintuotanto/hukkakaura/torjunta/> Viitattu 10.1.2022.
- Sandell, Markku 2021. Lantaongelma pahenee, hevosenlanta joka Paikka täynnä ja loppusijoitus teettää töitä. Yle. Verkkajulkaisu 18.1.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11734763>. Viitattu 15.12.2021.
- Savela, Tero 2017. Harmista hyödyksi - paskasta pätkää. Recitec Oy. Verkkajulkaisu 10.3.2017.
<https://envitecpolis.fi/wp-content/uploads/2017/02/3.-Rumpukompostointi-Kaustinen.pdf>. Viitattu 10.12.2021.
- Seuri, Pentti 2017. Ravinteita viljelyyn ja viherrakentamiseen. Hevosenlannan, kompostin ja mädätysjäännöksen ravinteiden hyödyntäminen ja siinä huomioitavat asiat. Verkkajulkaisu 14.3.2017.
<https://envitecpolis.fi/wp-content/uploads/2017/02/7.-Pentti-Seuri.pdf>. Saatavissa 6.5.2021.
- Suomela, julkaisuaika tuntematon. Kompostointi-opas - kaikki kompostoinnista, lue vinkit! Verkkajulkaisu.
<https://www.suomela.fi/kompostointi-opas-kaikki-kompostoinnista-lue-vinkit/>. Viitattu 7.5.2021.
- Suomen Hevostietokeskus Ry 2015. Lannan hyödyntämiskoe avomaan kasveilla. Verkkajulkaisu.
<https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/hevosenlannan-hyodyntamismahdollisuuksista/lannan-hyodyntamiskoe-avomaan-kasveilla>. Viitattu 3.5.2021.
- Suomen Hevostietokeskus Ry 2016a. Hevosenlannan hyödyntämiskoe kasvihuoneessa. Verkkajulkaisu.
<https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/hevosenlannan-hyodyntamismahdollisuuksista/hevosenlannan-hyodyntamiskoe-kasvihuoneessa>. Viitattu 3.5.2021.
- Suomen Hevostietokeskus Ry 2016b. Lannan kompostointi. Verkkajulkaisu.
<https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/lannan-kompostointi>. Viitattu 8.5.2021.
- Suomen Hevostietokeskus Ry 2018. Hevosenlannan hyödyntämismahdollisuuksia. Verkkajulkaisu.
<https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/hevosenlannan-hyodyntamismahdollisuuksista>. Viitattu 8.5.2021.
- SurveyMonkey.com. Määrällisen ja laadullisen tutkimuksen välinen ero. Verkkajulkaisu.
<https://fi.surveymonkey.com/mp/quantitative-vs-qualitative-research/>. Viitattu 25.8.2021.
- Tirronen, Krista 2021a. Apevaunu sijoitettuna ulkokatokseen. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021b. Apevaunun tyhjennys sivuluukun kautta. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021c. Apevaunun täyttöä. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021d. Hevosenlanta apevaunukompostoinnin jälkeen. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021e. Hevosenlanta lantalassa ennen apevaunukompostointia. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021f. Katettu lantala. Valokuva.
- Tirronen, Krista 2021g. Lämpötilan mittausta apevaunusta. Valokuva.

Tirronen, Krista 2021h. Massan koostumus parin päivän kompostoinnin jälkeen. Valokuva.

Tirronen, Krista 2021i. Talvipakkasten jäädyttämä lanta. Valokuva.

Toikko, Timo ja Rantanen, Teemu 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Verkkojulkaisu. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/100802>. Viitattu 20.4.2021.

Tuomi, Sirpa ja Latvala, Eila. JAMK, julkaisuaika tuntematon. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Työelämän tutkiva kehittämistoiminta. Verkkojulkaisu. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/tyoelaman-tutkiva-kehittamistoiminta/>. Viitattu 21.4.2021.

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. Finlex. Verkkojulkaisu. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250> Viitattu 8.5.2021.

Vilkuna, Visa 2017. Näin lisäät peltoon humusta ilman typpitappioita. Maaseudun tulevaisuus. Verkkojulkaisu 2.2.2017. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/suomalainen-maaseutu/nain-lisaa-peltoon-humusta-ilman-typpitappioita-1.177465>. Viitattu 6.5.2021.

Virtanen, Johanna 2017. Perusteita karjalannasta ja sen käytöstä. Ylä-Savon Ammattiopisto. Verkkojulkaisu. http://ravinnejaenergia.fi/site/wp-content/uploads/2017/06/Separointi_yleistietoa-karjanlannasta.pdf. Viitattu 9.5.2021.

6. Kuinka paljon apevaunusta aiheutuu käyttökustannuksia (C/kk)?*Esimerkiksi polttoaine ja sähkö.*

7. Käytämme apevaunua seuraavina vuodenaikoina:*Voit valita useamman vaihtoehdon.*

- Kevät
- Kesä
- Syksy
- Talvi

8. Onko apevaunua talvieristetty?

- Kyllä
- Ei

9. Miten apevaunu on talvieristetty?

10. Millä apevaunua käytetään?

- Traktori
- Oma moottori
- Oma moottori ajastimella
- Jokin muu, mikä?

LIITE 2: APEVAUNUTUTKIMUKSEN MUISTIINPANOLOMAKE

**APEVAUNUN KOMPOSTOINTIPROSESSI
MUISTIINPANOT**

Päivämäärä	
Sääolosuhteet - lämpötila	
Onko apevaunu peitetty vai avoin päältä	
Seoksen lämpötila	
Seoksen kosteus - purista nyrkkiin, kosteus sopiva, kun muutama pisara tipahtaa nyrkistä.	
Miltä seos näyttää? - paakut - heinän/oljen määrä	
Haju	
Muuta huomioitavaa?	