

Effektivt energiutnyttjande vid kompostering av stallgödsel

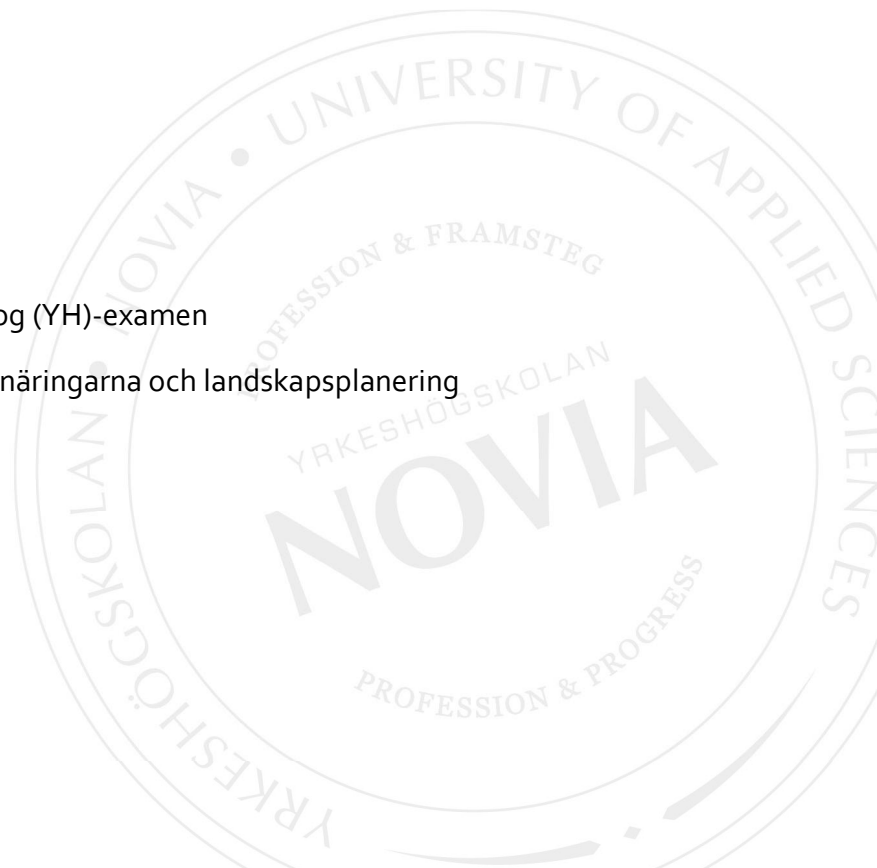
En studie av kompostering på små husdjursgårdar

Sonja Laine

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen

Utbildningen Landsbygdsnäringsarna och landskapsplanering

Raseborg 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Sonja Laine

Utbildning och ort: Landsbygdsnäringsarna och landskapsplanering, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Lantbruksnäringsarna

Handledare: Lars Fridefors

Titel: Effektivt energiutnyttjande vid kompostering av stallgödsel

Datum 29.3.2018 Sidantal 32

Bilagor 3

Abstrakt

Många hästgårdar har fått problem med djurgödseln eftersom det har blivit förbjudet att föra husdjurs gödsel till avfallsplats. Husdjursgödsel klassificeras till avfall som på första hand borde återanvändas som gödselmedel på åkrarna. Om man kunde använda all husdjursgödsel för gödsling på åkrarna skulle vi kunna täcka all fosforbehov i Finland med detta.

Det största problemet är att husdjursgårdar och växtodlingsgårdar för det mesta nu ligger på olika delar av landet. I det här arbetet beskrivs olika metoder att vidarebehandla hästgödsel för att kunna bättre transportera och återanvända det.

Hästgödsel är utmärkt som jordförbättringsmedel och kompostering är ett enkelt och bra sätt att vidareförädla det till en hygienisk produkt som är lätt att behandla. Kompost av hästgödsel förbättrar markens struktur, vattenbindningsförmåga och aktivitet av nyttiga mikrober och smådjur. Användning av kompost som jordförbättringsmedel minskar också urlakning av näringsämnen till vattendrag och motverkar klimatförändring.

Kemiska gödselmedel är salter och giftiga för mikroorganismer som tillverkar humus. Men förmånliga konstgjorda gödselmedel förorsakar att det inte är lika kostnadseffektivt att gödsla med organiska gödselmedel mera. Kompostering på små djurgårdar borde vara ergonomiskt och inte kräva stora krafter eller maskiner. Investerings- och användningskostnaderna borde vara små och anläggningen borde inte kräva en stor areal. Det kunde också vara möjligt att ta till vara värmeenergin, som bildas vid komposteringsprocessen, för uppvärmning av produktionsutrymmena.

Språk: svenska

Nyckelord: organiska gödselmedel, kompostering, humus

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sonja Laine

Koulutus ja paikkakunta: Maaseutuelinkeinot ja maisemasuunnittelu, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Maatilaelinkeino

Ohjaaja: Lars Fridefors

Nimike: Energiatehokas lannan kompostointi

Päivämäärä 29.3.2018 Sivumäärä 32

Liitteet 3

Tiivistelmä

Monille hevosiloille lannasta on tullut ongelma, koska sitä ei enää saa viedä kaatopaikalle. Lanta luokitellaan jätteeksi, joka ensisijaisesti tulisi kierrättää lannoitteena pelloilla. Jos kaikki kotieläinten lanta käytettäisiin lannoitteena, voitaisiin sillä kattaa koko Suomen fosforilannoitustarpeet.

Suurin ongelma kierrätyksessä on, että kotieläin- ja kasvinviljelytilat sijaitsevat nyt suurimmaksi osaksi eri puolilla maata. Tässä työssä kuvaillaan erilaisia tapoja jatkojalostaa hevosenlanta helpommin kuljetettavaan ja kierrätettävään muotoon.

Hevosenlanta on erinomaista maanparannusainetta ja kompostointi on yksinkertainen ja hyvä keino jatkojalostaa lanta hygieeniseksi tuotteeksi, jota on helppo käsitellä. Hevosenlantakomposti parantaa maaperän rakennetta, vedenpidätyskykyä ja hyödyllisten mikrobien ja pieneläinten aktiivisuutta. Kompostin käyttäminen maanparannusaineena vähentää myös ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin sekä torjuu ilmastonmuutosta.

Kemialliset lannoitteet ovat suoloja ja myrkyllisiä pieneliöille, jotka valmistavat ruokamultaa. Mutta edulliset teolliset lannoitteet ovat tehneet lannoittamisen orgaanisilla lannoitteilla aiempaa kannattamattommaksi. Kompostoinnin pienillä kotieläintiloilla tulisi tapahtua ergonomisesti ja ilman suuria koneita. Investointi- ja käyttökustannusten tulisi olla alhaisia eikä kompostointilaitos saisi vaatia paljoa tilaa. Kompostoinnissa syntyvä lämpöenergia olisi mahdollista myös käyttää hyödyksi tuotantotilojen lämmitykseen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: orgaaniset lannoitteet, kompostointi, humus

BACHELOR'S THESIS

Author: Sonja Laine

Degree Programme: Agricultural and Rural Studies, Raseborg

Specialization: SA for Agriculture

Supervisor: Lars Fridfors

Title: Effective use of energy when making compost from manure

Date 29.3.2018 Number of pages 32

Appendices 3

Abstract

Because it is not allowed to take horse manure to waste station anymore, it has become a problem for many farms. Manure is classified as waste that should be reused as fertilizer in the fields. If all the manure from farm animals could be reused as fertilizer, the need for phosphorous on all fields in Finland would be covered that way.

The biggest problem with recycling is that today most of the animal farms and vegetable farms are located in different parts of the country. At this work I try to give a picture of different ways to produce products made from horse manure in order to make it easier to transport and reuse.

Horse manure is excellent for making the structure of the fields better and composting is a simple and good way to turn it into a product that is easy to handle and has good hygiene. Compost from horse manure is not only making the structure of the field better but it also improves the ability to keep moisture in the field and the activity of important micro organisms. Using compost to improve the structure of the fields also helps to prevent loss of nutrients to water systems and helps to fight climate change.

Chemical fertilizers are salts and are poisonous to micro organism that produce humus. Still, chemical nutrients at bargain prices have made the use of organic fertilizers less financially attractive. Composting on small farms should be possible to do manually with no need for big machines. Investment costs and usage costs should be low and the need of area small. The warm energy that comes from the process could also possibly be used for warming the production buildings.

Language: Swedish

Key words: Organic fertilizers, composting, humus

Innehållsförteckning

| | |
|---|---|
| Förord..... | 1 |
| 1. Inledning..... | 2 |
| 1.1 Problemformulering och olika lösningar | 3 |
| 1.2 Utvecklingspotential..... | 5 |
| 2. Teoretisk bakgrund..... | 6 |
| 2.1 Rötning..... | 7 |
| 2.2 Kompostering | 8 |
| 2.2.1 Kompostering i en tub..... | 10 |
| 2.2.2 Kompostering i en trumma..... | 11 |
| 2.3 Komposteringsprocess..... | 13 |
| 2.4 Slutprodukt av kompostering..... | 14 |
| 3. Teoretiska utgångspunkter | 17 |
| 3.1 Krav på kompostanläggningen..... | 17 |
| 3.2 Nuläget och förbättringsförslag..... | 18 |
| 3.3 Forskningsmetoder..... | 19 |
| 4. Komposteringsförsöket..... | 19 |
| 4.1 Kompostering i ett plaströr..... | 19 |
| 4.1.1 Målgrupp för kompostbehållaren..... | 19 |
| 4.1.2 Lokala förutsättningar och samverksmöjligheter..... | 20 |
| 4.1.3 Samarbetspartners..... | 20 |
| 4.2 Komposteringsprojekt..... | 20 |
| 4.2.1 Projektets målsättning..... | 21 |
| 4.2.2 Projektplan..... | 21 |
| 4.2.3 Projektets tidtabell, kostnader och finansiering..... | 23 |
| 4.2.4 Riskanalys..... | 24 |
| 5 Diskussioner och slutsatser..... | 24 |
| 5.1 Förbättringsförslag..... | 24 |
| 5.2 Slutsatser..... | 25 |
| 5.3 Framtidsvisioner | 26 |
| Källförteckning | 27 |
| Bilageförteckning | |
| Bilaga 1 | Plan för rörkompost med växthus |
| Bilaga 2 | Kompoströret i försöket och med förbättringsförslag |
| Bilaga 3 | Temperaturmätningar |

Förord

Till det här slutarbetet har jag fått mycket hjälp av människor som jag vill varmt tacka för. Janne Kirjonen från Parkanon muovituote Oy vill jag tacka för tillverkning av kompoströret. Tack för Pekka Kullo som satt fast metallnätet i röret. Speciellt vill jag tacka Miika Åfelt från Åfeltin työhevoset för att göra det möjligt att testa kompostering av hästgödsel i kompoströret.

Jag vill också tacka alla som har skickat bilder och information så som forskaren Elina Virkkunen från Naturresursinstitutet LUKE och Heikki Kiljala från Rekitec Oy. Tack för Jukka Harjula från Biojussi Oy för bilder och tack också för Harri Talja från Wavin-Labko Oy för goda råd vid planeringen av kompostanläggningen.

1. Inledning

Minskning av mullhalt på åkrar är ett stort problem och det är nödvändigt att använda organiska gödselmedel för att kunna bevara mullhalten av marken eftersom kemiska gödselmedel är salter och giftiga för mikroorganismer som tillverkar humus (Pajunen 2015). Användning av organiska gödselmedel hjälper att öka humushalt på marken och på så sätt förminskar också klimatförändringen eftersom humus fungerar som lager för överskottskväve och dessutom förorsakar tillverkning av kemiska näringsämnen också växthusgaser (Technical University of Munich 2013).

Förr kunde gården räkna husdjursgödsel som resurs i form av minskade gödselkostnader. Men efter att Finland har blivit medlem i EU har priserna av kemiska gödselmedel sjunkit men priset på maskinerna och arbetskostnaderna vid spridning av husdjursgödsel är fortfarande höga. Förmånliga konstgjorda gödselmedel förorsakar att det inte är lika kostnadseffektivt att gödsla med organiska gödselmedel mera. (Seuri 2014).

Dessutom har växtodling och husdjurskötsel specialiserats på olika gårdar och olika delar av landet. Växtodlingsgårdar är tvungen att gödsla med konstgjorda gödselmedel och husdjursgårdar måste köpa tilläggsfoder från växtodlingsgårdar för allt större antal djur. Men enligt EU är husdjursgården skyldig för överskott av näringsämnen i gödseln och av miljöpåverkan de förorsakar fast det skulle vara växtodlingsgården som har skaffat dem i kretsloppet i form av kemiska gödselmedel. (Seuri 2014).

Även husdjursgården måste idag köpa konstgjorda gödselmedel om den odlar vall och vill få optimal skörd med minimala kostnader (Seuri 2014). Men priserna av konstgjorda gödselmedel kommer att stiga i framtiden och då blir användningen av husdjursgödsel också ekonomiskt lönsamt alternativ igen (Saastamoinen 2014, 3). Problemet är att det i husdjursgödsel ofta finns mycket fosfor till förhållande med kväve (Järvenpää 2011). Men bara vattenlöslig fosfor räknas som genast växttillgängligt (Esala et al. 2011, 24).

Näringsämnena i husdjursgödsel är inte helt växttillgängliga utan bundet i organiskt material och det tar längre tid att genom mikrobaktivitet få dem till växttillgängligt form. För optimal gödsling behövs det också tillsättning av kväve som är genast växttillgängligt. Men tilläggskväve i form av grüngödsling med klöver och andra kvävefixerande växter ger en lika bra näring till odlingen än vid tilläggs gödsling med kemiska gödselmedel. (Seuri 2014).

Med balanserad utfodring kan man också påverka näringsinnehållet i husdjursgödsel. På det sättet påverkar utfodring också på mängder gödsel som kan användas på åkern utan miljörisker. För att vara berättigad till miljöstöd är fosformängden oftast avgörande då man räknar mängder organiskt gödselmedel som kan spridas på åkern. Spridning av kväve begränsas också med statsrådets förordning om kväve. Miljöpåverkan kan minskas också genom att undvika gödsling med organiska gödselmedel på hösten till åker utan växtlighet. (Esala et al. 2011, 17-18).

Miljökrav som ställs idag för jordbruk gör det nödvändigt att utnyttja husdjursgödsel i större grad som gödselmedel på åkrarna. Gödsel från allt större antal djur behöver också större areal åkrar. Med olika tekniker för vidareutveckling av gödseln kan man göra det lättare och lönsammare att transportera den längre sträckor till åkrar där det behövs. (Järvenpää 2011, 15-16).

Med kompostering får man bra, hygienisk och luktfri jordförbättringsmedel och också värme som kan utnyttjas. Färdig kompost är humus och den binder näringsämnen i sig så att användning av kompost som jordförbättringsmedel minskar också urlakning av näringsämnen till vattendrag (Huttunen et al. 2014, 2).

Kompost av hästgödsel innehåller inte mycket kväve i förhållande med kol och näringsvärdet blir då inte stor men påverkan fortsätter på följande år eftersom näringsämnena blir tillgängliga långsamt (Karjalainen et al. 2014, 39). Idag är också förpackning av åkermark ett stort problem på gårdar (Mattila & Rajala 2018). Kompost av hästgödsel förbättrar även markens struktur, vattenbindningsförmåga och mikrobernas aktivitet. (Karjalainen et al. 2014, 39).

1.1 Problemformulering och olika lösningar

Många hästgårdar har fått problem med djurgödseln eftersom det har blivit förbjudet att föra husdjurs gödsel till avfallsplats och EU har förbjudit även bränning av gödseln förutom med annat avfall eller material i stora anläggningar, där det måste också finnas system för konstant mätning av antal giftiga gaser (Sandell 2016). Att hitta lösningar i problemet med hästgödsel är också ett av regeringens mål (MTV 2015).

Vapo har under januari 2016 provat med bränning av hästgödsel med torv som strömmaterial (Ala-Siurua 2016). Elenia i Tavastehus har året 2017 också provat med bränning av hästgödsel tillsammans med ved och torv (Hannula 2017). Fortum har nu börjat med

bränning av hästgödseln till värme men strömmaterial som då borde användas är sågspån och nackdel med det är att det inte binder ammoniak lika bra som torv (Sandell 2016). Sågspån är nog mycket allmänt använt strömmaterial eftersom det inte dammar lika mycket som torv och är lätt att hantera och se trevligt ut (Biohalo 2007, 14-15). Teknik som Fortum använder är ett exempel av finsk innovation och med den kunde gödsel av tre hästar räcka till att värma upp en bostad (Ojanen 2015). I Finland finns det ca 77 000 hästar och energi innehållet av gödseln inom ett år är ca 500 GWh (Energiauutiset 2015).

Det skulle vara möjligt att med rötning även framställa biogas av gödsel om man har råd att göra större investeringar (Remahl 2013). Rötning kan vara bästa sättet att behandla stora mängder husdjursgödsel tillsammans med annat avfall.

Hästgödsel har pH 5-7,8 beroende på strömaterialet vilket gör den en utmärkt jordförbättringsmedel (Kauppinen 2005, 4). Hästgödsel med torv som strömedel samt tilläggskväve gav också utmärkt resultat i odlingsförsök med korn (Esala et al. 2011, 34). Hästgödsel är också utmärkt för gödslning på trädgårdar men då är det säkrast och bekvämast att kompostera det först (Toijonen 2016).

Vid kompostering i en otäckt öppen anläggning blir det stora förluster av näringsämnen i form av urlakning och emissioner av gaser och även luktproblem kan förekomma. Men stora tunnelkomposteringsanläggningar är dyra att bygga. Därför har det blivit sällsynt med komposteringen i stora anläggningar. (Kauppinen 2005, 27).

Men för mindre gårdar är komposteringen kanske lämpligare sätt att behandla gödsel eftersom det inte behöver lika stora investeringar och processen är lättare att få igång och behärska. Som komposterad är gödsel också lättare och trevligare att hantera och transportera längre sträckor.

Kompostering i tub lämpar sig bäst om man har möjlighet att samarbeta med flera gårdar och dela med utgifterna (Ainasoja 2013). Med tubkompostering måste man investera i stora maskiner (Koivisto 2014). Kompostering i en trumma är också ganska dyrt att investera och använda (Jyrkinen 2002).



Figur 1. Ett nytt alternativ för kompostering av husdjursgödsel (Biojussi Oy, email konversation med Jukka Harjula 13.3.2018).

I figur 1 finns ett nytt system med kompostering av gödsel i stora säckar i behållare inne i marken och om det inte finns användning för färdig kompost på gården hämtas säckarna bort av företaget som använder komposten till grönbyggande (Evitecpolis 2018). Det finns flera olika komposthållare på marknaden men de flesta är antingen menade för kompostering av hushållsavfall eller för större kapacitet inom jordbruk (KiertoKapula 2016).

1.2 Utvecklingspotential

Om man kunde använda all husdjursgödsel för gödsling på åkrarna skulle vi kunna täcka all fosforbehov i Finland med detta (Sandell 2015). På gården kan man utnyttja gödseln direkt på åkrar eller med hjälp av mikrober vidareförädla det till biogas eller hygienisk och luktfri kompost.

Många gårdar har börjat med komposteringen men de har ändå fått problem med att bli av med all färdig kompost fast den är utmärkt som jordförbättringsmedel. Logistiken är det största problemet eftersom husdjursgårdar och växtodlingsgårdar för det mesta nu ligger på olika delar av landet. (Sandell 2015).

Gårdar kan också samarbeta med problemet för det är tillåtet att ge gödsel direkt från en gård till annan utan anmälningsplikt om det inte finns sjukdomar eller flyghavre på gården, enligt lagen (EVIRA 2016). Men problem kan ändå förekomma med olika lagtolkningar om man för gödsel från en kommun till en annan (Vilkuna 2014).

Envitecpolis Oy har med Helmet-projektet börjat utveckla olika lösningar till problemet och de kartlägger nu var olika hästgårdar finns för att kunna bygga fungerande samarbetsnätverk för hantering av gödseln (Envitecpolis 2018). På landsbygden har man bättre möjligheter att samarbeta med andra gårdar eller använda gödseln på egen gård men problemet med gödseln är störst på tätorter (Kauppinen 2005, 15). Där finns det också mindre och mera hobbybaserade djurgårdar med bara några djur, som också skulle behöva hitta ett passligt sätt att bli av med gödseln.

Komposteringen på tätort borde göras i en sluten behållare och temperaturen borde stiga tillräckligt högt i processen för att få färdig kompost som är fri av ogräs och sjukdomsframkallande bakterier. Komposteringen borde ske ergonomiskt och inte kräva stora krafter eller maskiner. Investerings- och användningskostnaderna borde vara små för små gårdar och anläggningen borde inte kräva en stor areal. Det kunde också vara möjligt att ta till vara värme energin, som bildas vid komposteringsprocessen, och utnyttja det till uppvärmning av produktionsutrymmena.

2. Teoretisk bakgrund

Husdjursgödsel klassificeras till avfall som på första hand borde återanvändas som gödselmedel på åkrarna. Man borde alltid se till att det inte blir risker eller fara för omgivningen eller hälsa vid hantering av avfall enligt lagen. (Huttunen & Pylkkänen & Partanen & Rantala & Puumalainen 2014, 2).

Om man har en häst blir det ca 12 m³ gödsel per år och om det är frågan om ett föl under ett år eller en ponny är mängden ca 8 m³ gödsel per år. Om djuren är ute under betessäsongen kan man räkna med 8 m³ gödsel för en häst och 5 m³ för en ponny eller ett föl per år men om de är inne också då under nätterna so blir minskningen av årliga gödselmängder bara hälften så stor. (Biohalo 2007, 10).

I ett gödselråd måste det vara utrymme för ett års gödselmängd (Kauppinen 2005, 11). *"Avvikelse från minimistorleken får göras, om stallgödsel överläts till någon som drar nytta av den och som kan ta emot den med stöd av tillstånd som beviljats enligt 28 § i miljöskyddslagen eller om stallgödsel överläts till en annan gård för att lagras i en gödselstad i enlighet med det ovanskrivna."*, Enligt Statsrådets förordning om begränsning av vissa utsläpp från jordbruk och trädgårdsodling 1250/2014 och 5§.

Gödselrådet måste ha tätt botten av betong för att motverka urlakning (Biohalo 2007, 31). Alla nya eller renoverade gårdar borde också ha alla sina gödselråd täckta för att undvika kväveförluster (Viilo 2017). Enligt Statsrådets förordning om begränsning av vissa utsläpp från jordbruk och trädgårdsodling 1250/2014 och 5§: *"Om det ansamlas högst 25 m³ torrgödsel om året som ska lagras eller om högst 25 m³ torrgödsel åt gången lagras på gården får gödseln i stället för i en gödselstad lagras på ett tätt flak eller ett motsvarande underlag som står under tak eller som täcks med en presenning."*

2.1 Rötning

Rötning är ett bra alternativ att vidarebehandla gödsel om man kan samarbeta med flera gårdar och kanske även med något slakteri för att få tillräckligt med material och möjlighet att dela utgifterna. Investeringen i ett system för rötning av torrt avfall med 72 m³ reaktor samt förvaring av vätska och gaser kostar över 200 000e. Men vid rötning får man förutom bra gödselmedel som är fri av ogräsfrön också biogas, som bakterier bildar vid syrefattiga tillstånd. (Virkkunen 2014).

Av biogas är 55-75 % metan och 30-45 % koldioxid och mindre mängder andra gaser. Biogas kan man använda för tillverkning av el och värme men också som bränsle i bilar. Gas som bildas vid rötning kan nog behöva behandlas ännu före användning för att få de rätta egenskaperna i den. (Biohalo 2007, 37).



Figur 2. 4m³ reaktor för tillverkning av biogas i torr mesofil process (Virkkunen Elina, email konversation med Elina Virkkunen 13.3.2018).

I figur 2 finns ett litet reaktor för mesofil process vid 38° C. Termofil process skulle ske i 50-60° C (Virkkunen 2014). Vid rötningsprocessen är det viktigt att temperaturen och pH är den rätta i processen och att det finns tillräckligt med material att mata in i processen i rätta proportioner (Biohalo 2007, 37).

Rötning kan göras i flera olika processer enligt materialets fuktighet och temperaturen i processen. Fuktighet av hästgödsel varierar mellan 60 och 70 % beroende på strömaterialet och hästgödsel innehåller alltså 30-40 % fast material (Huttunen et al. 2014). För hästgödsel är den torra processen lämpligast för med den kan man hantera avfall som är över 30 % av fast material (Biohalo 2007, 37).

2.2 Kompostering

Kompostering är ett enkelt sätt att vidareförädla husdjursgödsel till ett bra jordförbättringsmedel. Vid komposteringen bildar mikrober av gödsel och syre homogent, hygieniskt och luktfritt jordförbättringsmedel och samtidigt bildas också vatten, koldioxid och värme (Biohalo 2007, 32). Om temperaturen blir tillräckligt hög i processen förstörs också de flesta ogräsfrön (Saastamoinen 2014).

Gödsel kan komposteras i en öppen anläggning på åker där färdig kompost ska användas men om man komposterar gödseln annanstans behöver komposteringsanläggningen ett tät botten av betong med insamling av lakvatten (Kauppinen 2005, 12). En anläggning med tät botten av betong och insamling av lakvatten kräver mycket utrymme och blir också ganska dyrt att bygga. (Heikkinen & Karjalainen & Karppinen & Kempainen & Virkkunen 2014, 1).

Vid komposteringen kan bildas växthusgaserna lustgas och metan och kväve förloras i luften också i form av ammoniak, som förorsakar övergödning och försurning men kan också omvandlas till lustgas (Niléhn 2015). Statsrådets förordning från år 2014 om kväve förbjuder komposteringen av gödsel i en otäckt öppen anläggning över vintern på grund av stora kväveförluster (Vilkuna 2014).

Husdjurs gödsel kan komposteras ute förutom i en öppen anläggning också i tub och inomhus i en tunnel eller en trumma (Savonia-ammattikorkeakoulu, u.å.). Tunnel och tub fylls på en gång och gödseln får då komposteras färdig men trumman fylls regelbundet med nytt material och samtidigt färdigt eller halvfärdigt kompost tas ut till användning eller efterkompostering (Hellstedt, 2014).

Talli-Jussi är ett nytt koncept, där under jorden komposterad gödsel används som jordförbättringsmedel så att bestämmelserna om lagerutrymmena för gödsel blir uppfyllda (Figur 3). Godkännande för anläggningen söks efter att LUKE har fått färdig sina undersökningar på våren 2019. Talli-Jussi är ett bra alternativ också för små gårdar vad gäller kostnader och krav av utrymme samt användnings sätt. (Email konversation med Jukka Harjula 24.4.2018).



Figur 3. Kompostbehållare inne i marken (Biojussi Oy, email konversation med Jukka Harjula 24.4.2018).

2.2.1 Kompostering i en tub

Kompostering i en tub kan vara lösningen också för mindre gårdar men komposteringen tar ganska lång tid eftersom det inte finns isolering och materialet är dessutom plast som inte är särskilt vädertåligt (Saarinen 2008). Idag planeras det också en ny skatt för användning av plast inom EU (Pohjala 2018). Finlands regering har också planerat att börja med beskattning av plast för att få fart på återanvändning av den (Luukkonen 2018).

Vid kompostering i en tub sker komposteringen ute på marken i en plasttub och syre tillsätts genom rör med luftspalter som sätts inne i tuben som i figur 4. Vid komposteringen i tub behövs det investeringar i större maskiner och därför är det lämpligast om man kan samarbeta och dela kostnader med flera gårdar (Biohalo 2007, 35).



Figur 4. Gödsel lastas i lastningsvagn vid tubkompostering (Heikkinen Pekka, email konversation med Elina Virkkunen 13.3.2018).

Vid kompostering kommer de största kostnaderna från transport av husdjursgödseln till komposteringsanläggningen. Komposteringen i en tub tar ganska lång tid, 1-2 år i tuben och det är bra om det finns ännu möjlighet för efterkompostering. Temperaturerna vid komposteringen i en tub blir ganska låga, högst 50-60° C om materialet är riktigt färskt. Det kan bero på att det finns ingen isolering och därför avtar också komposteringen på vintertid. Det är också svårt att föra tillräckligt med syre inne i komposten. Maskinell ventilering kan hjälpa lite. (Karjalainen et al. 2014, 1, 15, 17, 23, 28).

Det behövs också åkrar på gården där färdig kompost kan användas. Marken på åkern där komposteringen sker måste vara jämn och får inte luta. Det är lämpligast om färdig kompost kan användas på samma åker där också komposteringen sker. Komposten kan förvaras i tuben tills den behövs som gödsel på åkrarna. (Heikkinen et al. 2014, 4-7).

Tubkompost kan också fungera som gödselöverskott (Koivisto 2014). Rör med luftspalter inne i tuben räcker oftast inte till för ventilationen och det måste ofta göras också hål i tuben för att komposten skulle få tillräckligt med syre (Heikkinen et al. 2014, 4-7). Efter användningen blir plasten avfall som ska föras till plastinsamling (Karjalainen et al. 2014, 39). Men det behövs ingen tät botten eller insamling av lakvatten vid tubkomposteringen och färdig kompost är bra som jordförbättringsmedel och innehåller mera kväve jämförd med kompostering i en öppen anläggning (Heikkinen et al. 2014, 4-7).



Figur 5. Trumkompost 8 m³ (Rekitech Oy, email konversation med Heikki Kiljala 2.3.2018).

2.2.2 Kompostering i en trumma

Vid trumkompostering sker komposteringen under kontrollerade förhållanden i en stor cylinderformat trumma, liknande som i figur 5, där värme höjs över 52° C för minst 13 timmar utan avbrott, vilket är EU-krav för behandling av stallgödsel innan den släpps ut på marknaden (Niléhn 2015). Processen fungerar bäst om fuktighet av materialet är 40-70 % och temperaturen i komposten 50° – 60° C, enligt komposteringsråd i email från Heikki

Kiljala 2.3.2018. Processen med inmatning och uttagning av materialet sker automatiskt. Gödsel blandas eventuellt med annat material före inmatning för att få rätt struktur och fuktighet i den och förs sedan efter komposteringen till efterkompostering.

Vid kompostering i en trumma blir komposteringsprocessen snabbare eftersom den får mera syre då trumman rör sig vertikalt runt sin axel och syre blandas då i innehållet. Trumman finns inne i ett skyddande utrymme, som i figur 6, och processen hålls i gång året runt. Trumman är en större investering med elarbeten samt efterkomposteringsutrymmena och användningskostnader blir också högre. Men det finns också möjlighet att använda den varma koldioxidångan, som bilds i processen, för uppvärmning av stallutrymmena. (Biohalo 2007, 33).



Figur 6. Trumkompost 4 m³ (Rekitech Oy, email konversation med Heikki Kiljala 2.3.2018).

Komposteringen i en trumma tar ca 10 dagar och efter det får komposteringen fortsätta ännu i efterkomposteringsutrymmena. Komposten i trumman ventileras maskinellt. Med ventilationsluften får man 40° C ånga som kan utnyttjas till uppvärmning med hjälp av värmepumpar. (Huttunen et al. 2014, 1, 4).

Investeringen i trumkomposteringsanläggningen kostar över 10 000e och de årliga kostnaderna för el vid trumkomposteringen är ca 850e, enligt email konversation 2.3.2018 med Heikki Kiljala. Investeringen i trumkompostering är större jämfört men kompostering i en öppen anläggning men arbetskostnaderna blir i stället mindre (Luostarinen & Paavola & Rintala & Sipilä 2011).

2.3 Komposteringsprocess

Processen i en kompost är omvänt till fotosyntesen i växter. Vid komposteringen bilds vatten, koldioxid, näringsämnen samt energi i form av värme. För att komposten ska fungera bra behövs det tillräckligt med syre och organiskt material. Processen blir snabbare ju högre temperaturen är men efter 50 °C börjar den avta och upphör vid 78 °C. (Eriksson 2011, 9-10).

Bakterier är den dominerande organismgruppen i komposten och det finns till och med arter som kan angripa organiska miljögifter (Eriksson 2011, 12-13). I varmkompostens inre del, under den så kallade termofila fasen, oskadliggörs också växtsjukdomar, som förstörs till stort sätt vid temperaturen över 55 °C (Olausson 2003, 112). Svampar är mest aktiva nedbrytare i temperaturer upp till 55-60 °C i början och slutfasen av kompostprocessen (Eriksson 2011, 12-13).

Produkter och material som härrör från växt- och djurriket är komposterbara och det är inte bara växtsjukdomar utan även ogräsfrön och mänskliga sjukdomsbildare som dödas under komposteringen i högre temperaturer (Persson 2001, 23). Men om man har tänkt använda kompostjord i växthus ska man ändå undvika att lägga i sjuka växtdelar (Olausson 2003, 112).

Kol fungerar som bränsle i processen och kväve används av mikrober för tillverkning av proteiner (Kauppinen 2005, s.7). Om det finns för mycket kol i form av strömmaterial behövs det tillsättas också kväve, t.ex. matavfall och gröna växtrester och med hästgödsel kan man tillsätta också fosfor i form av benmjöl för att undvika kväveförluster (Tuominen 2015, 47).

Proportionerna mellan kol och kväve bör i komposten vara 30:1 och rätt mängd av strömmaterial är viktigt eftersom det suger upp överskottsfukt och ger rätt struktur och fungerar också som källa för kol. Man ska inte sätta aska, kalk eller jord i kompostbehållare. Aska och kalk höjer pH-värdet och medför risk för kväveförluster eftersom ammonium omvandlas då till ammoniak. Jord i sin tur innehåller nästan enbart mineraler som inte ger något näring till mikroorganismer och därför dämpar komposteringsprocessen. Torv kan tillsättas som medicin om det börjar lukta ammoniak. Torv har mycket lågt pH och dess kol är dessutom mycket hårt bundet så det kan dämpa processen i för stora proportioner. Sågspån är annars bra som strömmaterial men det får inte innehålla något främmande ämne. (Persson 2001, 22-26, 63).

Vid praktisk kompostering är också den rätta fuktigheten viktig för processen. Mikroberna fungerar och kan föröka sig bara i vattenlösning. Men komposten får inte vara för fuktigt heller. Den optimala fuktigheten vid komposteringen är oftast 50-60%. (Kauppinen 2005, 7).

2.4 Slutprodukt av kompostering

Kompostmull består av den allra mest svårnedbrytbara materialet, av nybildade substanser och näringsämnen, både omedelbart växttillgängligt och bundna i det kvarvarande organiskt material och dess nedbrytning fortsätter efter att komposten skördats (Eriksson 2011, 11). Halvfärdig kompost kan användas i början av sommaren på markytan men den kan också efterkomposteras som en täkt höga från ett halvt år till ett år (Tuominen 2015, 76).

Slutprodukten av komposteringen är humus. Man kan dela upp humus i flera komponenter beroende på deras löslighet. Humin är en mörk fraktion som är olöslig i svagt alkaliskt lösning medan huminsyra är olöslig i stark syra. En betydande del av markens kväveförråd finns magasinerad i huminsyra medan huminet kan binda laddade joner på sin yta och hjälper att förse växterna med näring i sådan form de kan ta upp. Huminet kan också sakta transporteras i markprofilen och gör att en större mängd oorganisk näring kommer in i kretsloppen. Dessutom finns i humus fulvosyra. (Alm, et al. 1997, 39).

Hälsan av marken är balans mellan biologi, fysik och kemi. I ren torv är näringskedjan rak men i en levande mark är kedjan mångfasig. Under jorden finns över hälften av växtmassan och rötterna ger socker till en massa bakterier och svampar som finns i marken. Svampar ger i sin tur näring åt växterna och skyddar dem mot skadliga svampar. De kan också kommunicera med varandra och växten kan beställa av svampen just de näringsämnen som behövs. Olika småkryp använder sedan svampar och bakterier som näring och matkedjan fortsätter till större smådjur. Det behövs tillräckligt med syre för att kedjan kan fungera. (Vuori & Vilander 2012).

Tillsättning av kompost har flera olika effekter i marken, t.ex. att ge näringsämnen och förbättra markstrukturen samt öka mängd organiskt material i marken och även förbättra dess vattenförbindningsförmåga och mogen kompost kan även motverka olika sjukdomar (Vestberg, Kukkonen, Parikka & Romantschuk, 2012). Många bakterier och svampar kan hindra skadliga svampars tillväxt genom konkurrens om näring och utrymme, tillväxthämning samt parasitering och kompostjord är i allmänhet rik på sådana nyttiga mikroorganismer (Pettersson & Åkesson 2011, 103). Dessa mikrober främjar också

växternas tillväxt med hjälp av metabolismprodukter som de avsöndrar samt genom att effektivisera näringsupptagningen av växter (Lahdenperä 2014). Mikroorganismer bryter ned växtrester och bevarar på det sättet även mullhalten i marken.

Växten kan inte skilja kemisk tillverkad och naturlig kväve från varandra men mikroorganismer gör det. Mineralgödselmedel är salter som är skadliga för mikroorganismer. Också överskott av fosfor i marken är skadlig för den nyttiga Mykorrhizasvampen. (Vuori & Vilander 2012).

Tabell 1. Olika faser inom komposteringen (Kratschmer 2000, 26-27).

Temp.

| | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------|----------------|----|----------|-------------|
| 80 | bakterier | | | | | |
| 70 | | | | | | |
| 60 | Svampar | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 40 | gråsugga, kompostmask | | | | | |
| 30 | hoppstjärt, kvalster, asbaggelarv | | | | | |
| 20 | jordlöpare, tosenfoting | | | | | |
| | | | | | daggmask | |
| Dagar | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 400 |
| Råmaterial | Rå kompost | Färs kompost | Färdig kompost | | | Kompostjord |
| För/huvudkompostering | Efterkompostering | | | | Mognad | |

Som man kan se i tabell 1 kan komposteringen delas i olika faser. Man kan också kalla faserna som mesofila och termofila faser samt stabilisering. Vid den mesofila fasen höjs temperaturerna inte men komposten binder syre, pH höjs och lätt avsöndrande organiska ämnen avsöndras. Vid den termofila fasen höjs temperaturen snabbt och proteiner avsöndras, pH höjs och det bildas ammoniak och koldioxid. Sedan sjunker temperaturen, fibrer avsöndras och stabiliseringen börjar. (Karjalainen et al. 2014, 5).

I färdig kompost har organiska ämnen avsöndrats så långt att den inte luktar och inte hindrar växternas tillväxt. Man kan testa om komposten är mogen genom att så krass eller andra snabbväxta växter i den och se hur de växer. Man kan också testa kompostens mognad genom att undersöka förändringar i torrsubstans, pH, vikt per volym eller proportion mellan kol och kväve. Torrsubstans och vikt per volym ökar vid komposteringen på grund av emissioner av gaser. Proportion mellan kol och kväve minskar vid komposteringen och i en färdig kompost borde värdet av jämförelse mellan värdena i slut och i början av komposteringen vara ca 0,6. (Karjalainen et al. 2014, 27-29).

Vill man få maximal minskning av mängder avfall vid komposteringen är optimal proportion mellan kol och kväve mellan 25 och 30. Men i färdig kompost som ges för odlingsväxter är optimal proportion under 20 eftersom då är kväve snabbare tillgänglig för växter. Med träbaserade strömedel blir proportionen större än med växtbaserade strömedel. (Karjalainen et al. 2014, 5, 28).

Kompost av gödsel som har torv som strömaterial lämpar sig best vid gödning av t.ex. jordgubbar, frilandsgroänsaker, tomater och gurkor (Holopainen, Airaksinen, Heinonen-Tanski & Heiskanen, u.å.). Andra växtbaserade strömedel är halm, lin och hampa (Huttunen et al. 2014, 3). Också papper kan användas (Kauppinen 2005, 4). Med halmpellet sker komposteringen bra och volymen av gödseln minskar snabbt och den binder som strömedel också bra fosfor, kväve och kalium i sig (Saastamoinen 2014, 7).

Träbaserade strömedel tar längre tid att förmultna och kompostens näringsvärde blir då inte lika bra på grund av större kväveförluster (Ainasoja 2013). Men i odlingsförsök av vall med korn som skyddande växt, gav för båda växter gödning med kompost av hästgödsel med sågspån som strömedel samt tilläggskväve bättre resultat jämfört med gödning med kompost av hästgödsel med torv och halm som strömedel och resultatet var nästan lika bra som med kemiska gödselmedel (Virkkunen 2014).

3. Teoretiska utgångspunkter

Landbrukets forskningscentral LFC, som idag heter Naturresursinstitutet LUKE, har med Helsingfors universitet forskat kompostprodukternas effekt mot kronröta av jordgubbar och vissnesjukan av gurkan. Innehållet av komposten och hurdan kompost anläggningen är, är avgörande för vilken sjukdom komposten ger motståndskraft till. De kom fram att kompostering i en sluten anläggning ger för komposten i allmänhet bättre verkan mot sjukdomar än om den skulle vara komposterad i en öppen anläggning. (Vestberg, et al. 2012).

Komposterad hästgödsel kan säljas förpackad eller som lös vara direkt från gården. Enligt lag för gödselprodukter (539/2006) ska den försålda produkten ha ett namn som Livsmedelssäkerhetsverket EVIRA har godkänt. Anläggningen där komposteringen skett ska också vara godkänt av EVIRA. Produkten får inte innehålla farliga ämnen, mikrober eller föremål och produktens näringsvärde måste också vara undersökt. Det behövs även ett självövervakningsplan för att kartlägga de för trygghet kritiska punkter i processen. (Biohalo 2007, 29-30).

3.1 Krav på kompostanläggningen

En behållare för kompostering av matavfall ska vara sluten och försedd med lock och botten också för att inte fåglar och gnagare kan komma in i den. Behållaren för matavfall ska dessutom vara tillverkad av material som man inte kan tälja i med kniv för att annars kan också en råtta gnaga sig igenom den. Korrosionsbeständig plåt är bra men dyr material. Om man använder plast ska man se till att den inte går sönder under den kalla årstiden (Persson 2001, 36 - 47).

Polyeten är en av de ofarligaste plasterna och tål temperaturer ner till -60° C (Naturskyddsföreningen u.å.). Den tål också UV strålar ganska bra (email konversation med Harri Talja 25.4.2018). Polypropen räknas också till de miljövänligaste plasterna men den tål sämre låga temperaturer men är i stället styvare och har bättre mekanisk hållfasthet än polyeten (Plastbearbetning u.å.). Polypropen tål också bättre höga temperaturer (Muovitalukko u.å.).

Varmkompost betyder att det är mikroorganismernas arbetsvärme som bibehålls i behållaren genom en bra isolering. Isoleringen måste vara sådan att inte gnagare kan bosätta sig i den

och att den inte smular sönder. Den ska också vara fastsatt och formbeständig. Om komposten uppvärms utifrån bildas flyktiga fettsyror i början av processen och dessa hämmar den biologiska omsättningen. (Persson 2001, 36 - 47).

Om luftomsättningen och fukthalten är rätt och man kontinuerligt tillför avfall, kommer temperaturen i komposten att stiga över 65°C. Luftspalterna i kompost av matavfall får inte ha större diameter än en halv centimeter på grund av odjur. Kompostmaterial fäster också i luftningsrörens ”porer” och måste vara möjligt att borstas bort. (Persson 2001, 36).

Genom rotationsmöjligheten kan kompostmaterialet lätt blandas och hållas homogent fuktigt eftersom kondensvatten då blandas med kompostmaterialet. Det behövs också ett underrede för uppsamling av lakvatten. Annars kan det uppstå problem med ett blött bottenskikt och uttorkning i kompostmaterialets kärna. För att vara säker på att skörda moget kompost är det bra att använda två behållare turvis eller att dela behållaren till två delar och använda olika delar turvis. Annars blandar sig lätt halvfärdig och färdig kompost med varandra då man skördar bara en del av komposten. (Persson 2001, 42-45).

3.2 Nuläget och förbättringsförslag

Nu är kompostbehållare antingen horisontala eller vertikala. Men genom att ha komposten i en lutande horisontalt ställt behållare skulle innehållet packa upp sig mindre och inmatning och tömning av komposten skulle kanske vara lättare. Luften cirkulerar utan maskiner i ett lutande kompoströr eftersom luften naturligt går uppåt då den blir varmare.

Eftersom komposten fastnar lätt i rör med luftspalter finns det också behov för vidareutveckling av ventilation i kompostbehållare. Ett nät i mitten på längden av röret kunde också fungera som luftväg och samtidigt dela upp innehållet så att det skulle vara möjligt att använda olika delar turvis och bli då säkrare att skörda färdig kompost.

Utnyttjande av värme energin vid komposteringen kunde också utvecklas vidare. Men utnyttjande av värme som bildas i komposteringen får inte sänka temperaturen i processen. Från den varma ventilationsluften kunde man kanske också få till vara lite värme för att värma upp ett litet växthus och på så sätt förlänga odlingsperioden i den.

3.3 Forskningsmetoder

I mitt slutarbete försöker jag testa ifall ett lutande horisontalt ställt plaströr kunde fungera som kompostbehållare om den är tillräckligt stor. Meningen är också att mäta temperaturen av ventilationsluften och kartlägga möjligheter att använda den för uppvärmning.

I det här arbetet använder jag både kvalitativa och kvantitativa forskningsmetoder. Kvalitativa metoder används då jag samlar in erfarenheter av komposteringsförsöket, där jag komposterar husdjursgödsel i en behållare tillverkad av ett lutande horisontalt ställt plaströr med ett nät i mitten som luftväg. Kvantitativa metoder behövs då jag mäter temperaturer från ventilationsluften för att få fram om det går att använda luften för uppvärmning av ett växthus.

4. Komposteringsförsöket

4.1 Kompostering i ett plaströr

Jag testade komposteringen vid samband med min arbetspraktik på en hästgård. Meningen var att få fram om det är vettigt att kompostera på det här sättet och att kunna sedan vidareutveckla behållaren enligt samlade erfarenheter.

4.1.1 Målgrupp för kompostbehållaren

Det finns många små hästgårdar med bara några djur men också ökande antal människor som vill ha höns till husbehov eller några getter och skulle behöva bli av med gödseln på ett vettigt sätt. Det finns på marknaden redan färdiga trumkomposter som lämpar till kompostering av gödseln men de är relativt dyra att investera och använda. Man kan också kompostera gödsel in en plasttub på marken om det finns tillräckligt med markområde och maskiner för ändamålet. Men det finns flera som har bara några djur och en begränsad markareal och har därför svårt att hitta ett lämpligt komposteringsätt för gödseln. Själv skulle jag behöva kompostera gödsel från några alpackor och tänker börja odla grönsaker som sedan kunde gödslas med färdig kompost.

4.1.2 Lokala förutsättningar och samverksmöjligheter

Det finns flera hästgårdar också i Poritrakten, där jag har planerat att ha alpackor i framtiden, och problemet med gödseln har man också noterat där (Jokinen 2012). Kanske det skulle vara möjligt att börja samarbeta med någon hästgård inom komposteringen i framtiden.

4.1.3 Samarbetspartners

Eftersom jag inte ännu har några alpackor behövs kompostanläggningen utvecklas i samarbete med någon husdjursgård. Det här komposteringsförsöket har jag gjort i samarbete med en hästgård i Ikaalinen som hjälpte att testa komposteringen av hästgödsel i en kompostanläggning gjord av ett plaströr.



Figur 7. Miika Åfelt med hästen ”Limppu” flyttar kompoströret på sin plats.

4.2 Komposteringsprojekt

Åfeltin työhevuset har arbetshästar, två hingstar och två valack, som gör mest skogsarbeten men uppträder också i olika fritids evenemang, samt två ston och ett föl (Åfelt 2016). Gårdens ägare Miika Åfelt hjälpte till att planera och beställa kompoströret samt transporterade den till gården och byggde stödet under röret samt planerade och installerade rotationssystemet med rep (Fifur 7).

4.2.1 Projektets målsättning

Projektets målsättning är att bygga komposteringsanläggning som kunde användas för kompostering av djurgödsel på tätort. Därför borde det vara en sluten kompostanläggning som skulle vara lätt och förmånligt att tillverka och använda. Den får inte ta mycket utrymme och borde ge snabbt färdig kompost utan risker för spridning av sjukdomar och lukter. Det är meningen att också utveckla ventilationssystemet i komposten.

4.2.2 Projektplan

Parkanon muovituote tillverkade ett 5 m långt rör av polyeten med dubbel vägg, som hade inre diameter 0,8 m samt lock på båda ändor. Röret satts sedan liggande på markytan på det sättet att inmatningsändan låg lite högre än andra ändan där komposten skördas. Det finns stöd under röret i ca 1 meters mellanrum i mitten och vid båda ändor (Figur 8). Vid nedre ändan borde det finnas också ett kärl för lakvatten. Schematisk figur av kompoströret finns i Bilaga 2.



Figur 8. Stödet byggdes under och runt röret.



Figur 9. Rep för rotation av röret är fastsatt.

Då kompoströret har blivit fylld med gödsel skördas färdig kompost först från nedre ändan alltid man sätter till färskt gödsel från andra ändan. Färdig kompost skördas genom att ta bort locket och genom att rotera behållaren med hjälp av ett rep eller en hydraulisk lyftare för att få innehållet att flytta neråt. Rotation gör det också lättare att hålla komposten homogent fuktigt. På samma gång blandas också luft i innehållet. Men det borde ske försiktigt för att inte störa mikroorganismer och förorsaka onödiga värmeförluster. Vid det här försöket roteras röret med hjälp av rep (Figur 9).



Figur 10. Kompoströret är färdig byggd och fylld med hästgödsel.

Behållaren delades till två delar med ett nät av rostfritt stål. Delarna kan då fyllas och tömmas skilt men innehållen är ändå i kontakt med varandra. Nätet är ca 1 m kortare än röret så att det blir utrymme för fyllning av gödsel i högre ändan. Det finns lufthål i tömningslocket i nedre ändan och luften rör sig uppåt i komposten med hjälp av luckor som bildas av nätet. Vid övre ändan samlas luften bort med ett rör som går genom locket i ifyllningsluckan (Figur 10).

4.2.3 Projektets tidtabell, kostnader och finansiering

Anläggningen byggdes och testades under hösten och vintern 2017 - 2018 vid samband med min arbetspraktik på hästgården i Ikaalinen. Behållaren vidareutvecklas sedan enligt erfarenheter och förbättringsförslag som kom fram. Meningen är också att undersöka om det kommer tillräckligt med värme med ventilationsluften för att det skulle vara vettigt att använda det för uppvärmning av ett växthus.

Eftersom det var en kall vår så fördröjdes också mätning av temperaturer. I mitten av mars var också dags temperaturerna ännu på minusgrader. I början av april gjorde jag temperaturmätningarna men komposten hade inte ännu börjat fungera ordentligt på grund av det kalla vädret. Luften inne i röret var i alla fall ca 7 grader varmare än luften ute i direkt sol. Mätningarna fortsätter senare på våren och resultat av temperaturmätningarna finns på bilaga 3.

Det blir inga användningskostnader i form av t.ex. elektricitet. Röret kostar ca 2000e med moms och frakt. Det behövs också ett nät, isolering, rör, metalltråd samt verktyg och lite trävara, så tillverkningen kostar tillsammans ca 2500e utan arbete. Projektet finansierades med banklån. Efter komposteringsförsöket med hästgödsel kommer jag att kompostera också gödsel av alpackor i röret.

4.2.4 Riskanalys

Risken är att materialet polyeten inte skulle tåla värmeändringarna vid komposteringen. Rotation sätter också tryck på materialet då röret är fylld med den tunga komposten.

Risken är också att komposteringsutrymmet tar slut före komposten är mogen att skördas. I fall komposten inte hinner bli färdig före behållaren blir fylld måste den eftermognas i en täckt behållare eller en täckt höga med tät botten eller användas som halvfärdig på markytan i början av sommaren.

5 Diskussioner och slutsatser

5.1 Förbättringsförslag

Fast det svarta röret nu samlar värme av solen i sig skulle det vara bra att sätta isolering utanför röret för att skydda röret mot frost och kunna på så sätt ha komposteringen också längre på gång under vintertid. Då kunde materialet av röret också vara polypropen som skulle vara mera tålig material mot högre temperaturer men tål inte UV-strålar och låga temperaturer lika bra som polyeten.

För att röret skulle bättre hålla vid rotation kunde man bygga ett fyrkantigt skydd av hårdskiva runt röret och sätta isoleringen inne mellan röret och hårdskivan. Då kunde rotation utföras med hjälp av en hydraulisk lyftare genom att ha röret liggande och fastsatt på en stadig skiva som i sin tur ligger på längden på en runt stock fastsatt på stöd ovanpå marken så att den lutar. Vid båda kanter kunde det vara en halmbal och en stockbit som stöd. Då man sätter halmbalen liggande och tar stockbiten från ena kanten faller den ner på den liggande halmbalen. Sedan kan röret lyftas upp igen med hjälp av en hydraulisk lyftare och

upprepa samma på andra sidan. Också en gammal bal plastare kunde användas för rotation av kompoströret.

I det här försöket är nätet inne i röret av rostfritt stål. Det är ett tåligt material mot tryck men sänker också temperaturen i komposten på den kalla årstiden. Ett tätt, dubbelt ihop sytt insektnät skulle kanske också vara bra som delare av komposten i mitten av kompoströret.

För att få innehållet att flytta sig neråt bättre borde också lutningen av röret vara större än i det här försöket. Röret borde också vara lite kortare för att göra rotationen och påfyllningen lättare och locket i nedre ändan ska vara i stället en skiva, som man drar bort från sidan. (Bilaga 2).

Om man skulle ha kompostbehållaren nära växthuset och ventilationsröret att gå direkt genom växthuset skulle det inte bli stora värmeförluster vid transport av värme och inga användningskostnader i form av el, eftersom luften cirkulerar naturligt då den varma luften flyter uppåt. Ventilationsluften till komposten kunde då också tas genom växthuset som redan en aning uppvärmd. I bilaga 1 finns ett plan hur luften skulle cirkulera via eller genom ett växthus då luften i komposten är varmare än luften i växthuset på våren och på hösten. Om luften i växthuset är varmare än i komposten cirkulerar luften i motsatt riktning. På sommaren ska flyttbara rören som förenar växthuset och komposten tas loss om det annars blir för varmt.

Man kunde också ha kompoströret inne i en skyddande hydda vid sidan av ett växthus. För rotation kunde man då ha mera utvecklade system med kullager. Då kunde även koldioxiden från komposteringsprocessen användas i växthuset om ventilationsluften förs direkt in i den. Men risken kan vara att det då blir problem med mikrober och skadedjur på grund av ventilationsluften som är i kontakt med det råa kompostmaterialet i röret. (Bilaga 1).

5.2 Slutsatser

Kompostering har fått stämpel att vara en gammalmodig teknik och helt nya metoder finns inte många på marknaden. Det finns nog också ännu utmaningar för att få processen fungera smidigare och säkrare och få den också bli ett ekonomiskt attraktivt alternativ för djurägare.

Men kompost som jordförbättringsmedel har sina starka fördelar och det är värt att fortsätta med produktplaneringen av komposteringstekniker. I det här arbetet har jag försökt dra samman de tekniker som nu finns och ge också mina tankar och önskemål som blivande djurägare, hur komposteringstekniken kunde utvecklas.

5.3 Framtidsvisioner

Yleisradio skriver i sina nyheter 7.12.2015 att antal åkermark och mullhalten på åkrarna håller på att minska (Pajunen 2015). Eftersom kemiska gödselmedel är salter och giftiga för mikroorganismer som bryter ner växtdelar till mull är det möjligt att behålla mullhalten på åkrarna bara med hjälp av djurgödsel. Gröngödsling är också en lösning men det är svårt att gödsla enligt behov med bara gröngödsling.

Stora areal som nu används för husdjursproduktion skulle i framtiden också behövas för växtodling. Enligt forskare av Sheffield's Universitet borde åkermark användas också som bete för husdjur regelbundet för att den skulle få vila och få naturlig gödsling. Som lösning i problemet ger Brittiska forskare enligt Yleisradio alltså en växtföljd som skulle innehålla också husdjur. (Pajunen 2015).

Det finns också goda erfarenheter om användning av grisar och höns inom växtskydd då de äter rötter och frön av ogräs. Det skulle behövas förstås då en massa grind runt åkrarna och transport av djur samt fungerande samarbete mellan djur- och växtodlingsgårdar om man ville ha husdjur i växtföljd. Men vid komposteringen dör också de flesta ogräsfrön och det går lättare med transport av färdig kompost.

Om man komposterar husdjursgödsel blir den lättare och trevligare att hantera och är utmärkt som gödsel för trädgårdsodling. Genom att ha grönsaker i växtföljd och genom att gödsla dem med kompost är också ett sätt att öka mullhalt på åkrarna och förbättra markstruktur och markens hälsa. Kompost innehåller färdigt många nyttiga mikroorganismer och småkryp och binder också fukt i marken och minskar på så sätt även behovet av bevattning.

Om man får processen löpa så bra att temperaturen stiger tillräckligt högt i komposten, kan man också låta EVIRA undersöka färdig kompost för att eventuellt kunna börja med försäljningen av den. Förutom värme och kompostmull kunde det kanske vara möjligt att i ett växthus utnyttja även koldioxiden som bildas i komposteringsprocessen.

Källförteckning

- Ainasoja, Tuula., 2013. *Lantaa tuubin täydeltä*. [online] <http://mttelo.mtt.fi/lantaa-tuubin-taydelta> [Hämtad 2.7.2015]
- Ala-Siurua, Maija., 2016. *Hevosenlanta leimahtaa lämmöksi*. [online] <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/hevosenlanta-leimahtaa-l%C3%A4mm%C3%B6ksi-1.137180> [Hämtad 27.1.2016]
- Alm, Gustaf., Eriksson, Göran., Ljunggren, Hans., Olsson, Ingrid., Palmstierna, Inger., Tiberg, Nils. & Veltman, Han., 1997. *Kompostboken*. LTs förlag, Falköping
- Biohalo, 2007. *Yhteenvedo Valkealan, Imatran ja Ruokolahden hevosenlannan käsittelyä koskevista kyselyistä, lannankäsittelyn ja –hyödyntämisen tehostaminen* [online] http://files.kotisivukone.com/biohalo.tiedottaa.net/yhteenvedo_hevosenlantakyselyst2.pdf [Hämtad 2.7.2015]
- Elintarviketurvallisuusvirasto (EVIRA)., 2016. *Usein kysyttyä*. [online] <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/usein+kysyttya/> [Hämtad 28.1.2016]
- Energiauutiset., 2015. *Voimalaitospolttoainetta hevosen lannasta*. [online] <http://www.energiuutiset.fi/uutiset/voimalaitospolttoainetta-hevosennannasta.html> [Hämtad 28.1.2016]
- Envitecpolis Oy., 2018. *Helmet-kärkihanke*. [online] <http://envitecpolis.fi/helmet/> [Hämtad 7.2.2018]
- Eriksson, Gunnar., 2011. *Kompost från hushåll, trädgård och latrin*. Natur & Kultur, Stockholm
- Esala, Martti., Peltonen, Sari., Kapuinen, Petri., Nousiainen, Jouni., Partanen, Kirsi., Rinne, Marketta., Salo, Tapio., Ylivainio, Kari., Valaja, Jarmo., 2011. *Lannan lannoituskäytön kehittäminen ja ravinteiden tehokas käyttö*. i Markku Järvenpää red., *Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT raportti 21*. [online] <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti21.pdf> [Hämtad 27.1.2016]
- Hannula, Eeva., 2017. *Kanta-Hämeen tuhansien hevosten kakka kiinnostaa energiayhtiötä-ongelmana saada se sujuvasti polttoon*. [online] <https://yle.fi/uutiset/3-9731785> [Hämtad 20.7.2017]
- Heikkinen, Pekka., Karjalainen, Henri., Karppinen, Tiina., Kemppainen, Jukka., Virkkunen, Elina., 2014. *Hevosennannan tuubikompostointi*. Suomen maataloustieteellinen seura, Maataloustieteen päivät 2014. [online] http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Posterit/102Virkkunen_ym_Hevosennannan_tuubikompostointi.pdf [Hämtad 28.1.2016]
- Hellstedt, Maarit., 2014. *Lannan ravinteiden hyödyntäminen*. Hydro-Pohjanmaa-hankkeen lantaseminaari 26.3.2014 Ilmajoki [online] <http://www.seamk.fi/loader.aspx?id=e3430be6-e415-4dbb-ad8a-9e4d439dab3d> [Hämtad 2.7.2015]
- Holopainen, Päivi., Airaksinen, Sanna., Heinonen-Tanski, Helvi. & Heiskanen, Minna-Liisa. *Kompostoidun hevosen- ja karjanlannan soveltuvuus vihannesten ja mansikan*

- lannoitteeksi*. Hevostietokeskus ja Kuopion yliopisto, ympäristötieteiden laitos [online] <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=233> [Hämtad 7.3.2017]
- Huttunen, Riina., Pylkkänen, Katriina., Partanen, Kati., Rantala, Teija., Puumalainen, Niina., 2014. *Rumpukompostorista hevostallien lantalogistiikan ratkaisu?* Suomen maataloustieteellinen seura, Maataloustieteen päivät 2014. [online] www.smts.fi [2.11.2016]
- Jokinen, Jessica., 2012. *Hevostalliprojekti*. Porin kaupungin ympäristövirasto. [online] <https://pori.fi/material/attachments/hallintokunnat/ymparistovirasto/ympsuojelu/6AIjmacJF/Hevostalliprojekti.pdf> [Hämtad 28.1.2016]
- Jyrkinen, Seppo., *Kompostoinnin ”noin” kustannukset v. 2002* [online] http://www.jyrkinen.fi/asioita/kompostori/41_kustannukset.html [Hämtad 2.11.2016]
- Järvenpää, Markku red., 2011. *Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT raportti 21.* [online] <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti21.pdf>[Hämtad 27.1.2016]
- Karjalainen, Henri., Karppinen, Tiina., Kemppainen, Jukka., Lötjönen, Timo., Tampio, Elina., Virkkunen, Elina., 2014. *Hevosenlannan tuubikompostointi- Biojäte ja hepolantahankkeen selvityksiä 3/4.* [online] https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485460/Raportti%20hevosenlannan%20tuubi%20kompostoinnista_final.pdf?sequence=1 [Hämtad 28.1.2016]
- Kauppinen, Pia., 2005. *Hevosenlannan hyötykäytön mahdollisuudet*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Luonnonvarainstituutti.[online] http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20538/hevosenlannan_hyotykyaytto_12.pdf?sequence [Hämtad 27.1.2016]
- Kiertokapula, 2016. *Kompostorimallit 2016.* [online] <http://view.24mags.com/publication/Kiertokapula/e6a03f8b503767c1454c409220548001#/page=13> [Hämtad 30.3.2017]
- Koivisto, Hannu., 2014. *Tuubikomposti on lantavarasto.*[online] <http://www.maaseutumedia.fi/tuubikompostointi-toimii-hyvin-lantavarastona/> [Hämtad 2.7.2015]
- Kratschmer, Harald., 2000. *Jord och kompost: Gödsling och jordförbättring på naturens villkor.* ICA bokförlag, Västerås
- Lahdenperä, Marja-Leena. Mera kraft åt frilandsgrönsakerna. *Trädgårdsnytt* 3/2014 s. 4-5
- Luostarinen, Sari., Paavola, Teija., Rintala, Jukka., Sipilä, Ilkka., 2011. Lannan ja muiden eloperäisten materiaalien prosessointi. i Markku Järvenpää red., *Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT raportti 21.* [online] <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti21.pdf>[Hämtad 27.1.2016]
- Luukkonen, Riikka., 2018. *Petteri Orpo puolustaa muoviveroa kierrätyksen vauhdittajana-teollisuuskaan ei veroa tyrmää.* [online] <https://yle.fi/uutiset/3-10107999> [Hämtad 9.3.2018]
- Mattila, t. & Rajala, j., 2018. *Miten vältän maan haitallisen tiivistymisen maatalousrenkaiden avulla?* Raportteja 175. Helsingin yliopisto, Ruralia Insituutti. [online] <http://luomu.fi/tietopankki/tietoa-maatalousrenkaista-ja-maan-tiivistymisesta-raporttiin-koottuna/#more-14765> [Hämtad 8.3.2018]

- MTV., 2015. *Poltto, kaasutus, kompostointi- hevosenlannalle monia käyttömahdollisuuksia*. [online] <http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/poltto-kaasutus-kompostointi-hevosenlannalle-monia-kayttomahdollisuuksia/5563064> [Hämtad 28.1.2016]
- Muovitaulukko (u.å.). [online] <http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/sivut/taulumuovi.htm> [Hämtad 8.3.2018]
- Naturskyddsföreningen., (u.å.). *De vanligaste plasterna och tillsatsämnena*. [online] <https://www.naturskyddsforeningen.se/info-om-plast> [Hämtad 12.3.2018]
- Niléhn, Andrs., 2015. *Begränsad klimatpåverkan med trumkompostering*. [online] <https://lantbruksnytt.com/begransad-klimatpaverkan-trumkompostering/> [Hämtad 15.3.2018]
- Ojanen, Laura., 2015. *Ratkaisu hevostallien lantaongelmaan: Fortum kehittää biopolttoaineen*. [online] <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/ratkaisu-hevostallien-lantaongelmaan-fortum-kehittaa-biopolttoaineen/mPkT3B3M> [Hämtad 28.1.2016]
- Olausson, Ingrid., 2003. *Allt om kompost*. Albert Bonniers förlag, Stockholm
- Pajunen, Ilpo., 2015. *Tutkimus: kolmannes maapallon viljelysmaasta on tuhottu- kiireisiä toimia tarvitaan*. [online] http://yle.fi/uutiset/tutkimus_kolmannes_maapallon_viljelysmaasta_on_tuhottu_kiireisia_toimia_tarvitaan/8509630 [Hämtad 15.12.2015]
- Persson, Karin., 2001. *Att lyckas med komposten*. Bilda förlag, Stockholm
- Pettersson, Maj-Lis. & Åkesson, Ingrid., 2011. *Trädgårdens växtskydd*. Natur & Kultur, Stockholm
- Pohjala, Maria., 2018. *EU-komissio harkitsee lisätuloja kassaan muoviverosta ja päästökaupan muutoksesta*. [online] <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/politiikka/artikkeli-1.220536> [Hämtad 9.3.2018]
- Plastbearbetning AB., (u.å.) *Polypropen*. [online] <https://www.plastbearbetning.se/polypropen/> [Hämtad 12.3.2018]
- Remahl, Jarkko., 2013. *Säilörehu muuntuu polttoaineeksi tuhansille ajokilometreille* [online] http://yle.fi/uutiset/sailorehu_muuntuu_polttoaineeksi_tuhansille_ajokilometreille/6816333 [Hämtad 7.4.2016]
- Saarinen, Elina., 2008. *Tuubikompostoinnista ratkaisu pienten tallien lantaongelmaan?* [online] http://www.uusiouutiset.fi/wp-content/uploads/2008/05/uu_2008_3_s07.pdf [Hämtad 2.7.2015]
- Saastamoinen, Markku., 2014. *Horsemanure- hevosenlannan käsittely ja hyödyntäminen ravinteiden kierrätyksen tehostamiseksi*. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Työtehoseura. [online] <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2DE1FEEA-B335-4FBA-BC50-8FCD8A86A520%7D/106560> [Hämtad 27.1.2016]
- Sandell, Markku., 2015. *Karjanlanta on arvotavaraa- ravinteet halutaan kiertoon eikä polttoon*

[online]http://yle.fi/uutiset/karjanlanta_on_arvotavaraa_ravinteet_halutaan_kiertoon_eika_polttoon/8010989 [Hämtad 7.4.2016]

Sandell, Markku., 2016. *Hevosenlannasta uusi lämmönlähde- Esteenä vain laki?*
[online]http://yle.fi/uutiset/hevosenlannasta_uusi_lammonlahde_esteena_vain_laki/8595748 [Hämtad 19.1.2016]

Savonia-ammattikorkeakoulu., *Ravinnehävikit euroiksi.* [online]
<http://tietokortti.savonia.fi/rae-tietokortit/31-lannankompostointi> [Hämtad 2.7.2015]

Seuri, Pentti., 2014. *Lannan ravinteiden tehokas kierrätys nyt ja tulevaisuudessa.* [online]
http://www.proagrioulu.fi/files/ymparistoagro/tiedotteet-2014/lannan_ravinteiden_tehokas_kierrattaminen_ja_hyotykaytto_pentti_seuri.pdf
[Hämtad 27.1.2016]

Technical University of Munich., 2013. *Improving climate protection in Agriculture.*
[Online] <https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/detail/article/30452/>
[Hämtad 5.2.2018]

Toijonen, Ville., 2016. *Liian tuore hevosenlanta voi aiheuttaa tuhoa puutarhassa* [online]
http://yle.fi/uutiset/liian_tuore_hevosenlanta_voi_aiheuttaa_tuhoa_puutarhassa/8794289
[Hämtad 7.4.2016]

Tuominen, Kirsi., 2015. *Kaikki kompostoinnista ja maanparannuksesta.* Minerva Kustannus Oy, Helsingfors

Vestberg, Mauritz., Kukkonen, Sanna., Parikka, Päivi. & Romantschuk, Martin.
Komposteilla taudinestokkyä. *Puutarha&kauppa* 8/2012 s.12-13

Viilo, Tuulikki., 2017. *Alle puolet hevoslantaloista katettu- pressukin riittäisi.* [online]
<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/hevoset/alle-puolet-hevoslantaloista-katettu-pressukin-riitt%C3%A4isi-1.183042> [Hämtad 30.3.2017]

Vilkuna, Visa., 2014. *Tuubikomposti on varasto.* [online]
<http://www.suomalainenmaaseutu.fi/uutiset/tuubikomposti-on-varasto-1.62770> [Hämtad 2.7.2015]

Virkkunen, Elina., 2014. *Hevosenlannan tuubikompostointi ja biokaasutus.* [Online]
<http://docplayer.fi/13113657-Hevosenlannan-tuubikompostointi-ja-biokaasutus.html>
[Hämtad 27.1.2016]

Vuori, Elina. & Vilander, AnnaMarja. *Biostimulanteistako apua maalle?*
Puutarha&kauppa 8/2012 s.4-6

Åfelt, Miika. *Työhevokset.* [online] <http://www.tyohevokset.fi/> [Hämtad 15.11.2016]

Finlands författningssamling

Avfallslag 646/2011 <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2011/20110646> [Hämtad 15.3.2018]

Jord- och skogsbruksministeriets förordning om gödselafabrikat 24/11 http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet?p_p_id=56_INSTANCE_FgMyvVx0PEMb&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=3&_56_INSTANCE_FgMyvVx0PEMb_languageId=sv_SE [Hämtad 10.4.2018]

Jord- och skogsbruksministeriets förordning om utövande och tillsyn av verksamhet gällande gödselafabrikat 11/12 http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet?p_p_id=56_INSTANCE_FgMyvVx0PEMb&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=3&_56_INSTANCE_FgMyvVx0PEMb_languageId=sv_SE [Hämtad 10.4.2018]

Lag om gödselafabrikat 539/2006 <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2006/20060539> [Hämtad 15.3.2018]

Naturvårdslag 1096/1996 <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1996/19961096> [Hämtad 15.3.2018]

Naturvårdsförordning 160/1997 <https://www.finlex.fi/sv/laki/smur/1997/19970160> [Hämtad 10.4.2018]

Miljöskyddslag 527/2014 <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2014/20140527> [Hämtad 4.4.2018]

Statsrådets beslut om miljöstöd för jordbruket 760/1995 <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/1995/19950760> [Hämtad 11.4.2018]

Statsrådets förordning om avfallsförbränning 151/2013 <https://www.finlex.fi/sv/laki/smur/2013/20130151> [Hämtad 10.4.2018]

Statsrådets förordning om avstjälningsplatser 331/2013 <https://www.finlex.fi/sv/laki/smur/2013/20130331> [Hämtad 10.4.2018]

Statsrådets förordning om begränsning av vissa utsläpp från jordbruk och trädgårdsodling 1250/2014 <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2014/20141250> [Hämtad 11.4.2018]

Statsrådets förordning om miljöskydd 713/2014 <https://www.finlex.fi/sv/laki/smur/2014/20140713> [Hämtad 10.4.2018]

Figurförteckning

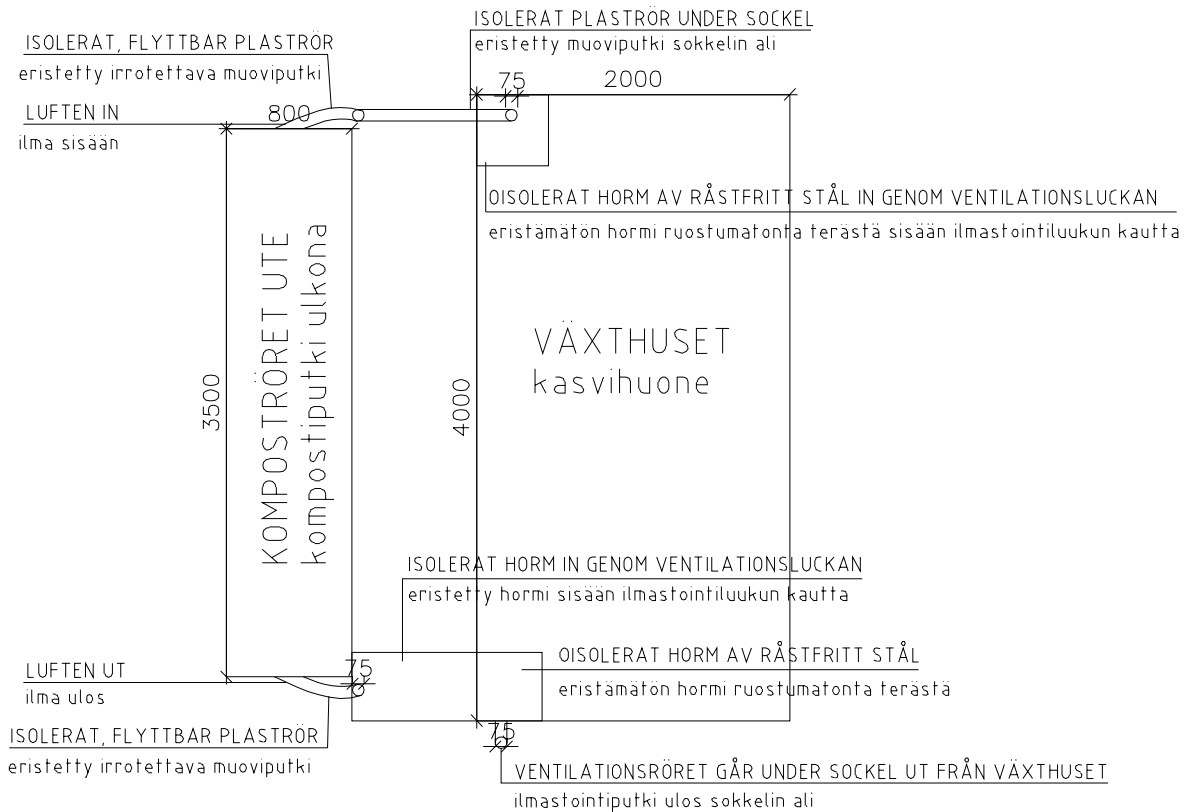
| | |
|--|----|
| Figur 1. Ett nytt alternativ för kompostering av husdjursgödsel | 5 |
| Figur 2. 4m ³ reaktor för tillverkning av biogas i torr mesofil process | 8 |
| Figur 3. Kompostbehållare inne i marken | 9 |
| Figur 4. Gödsel lastas i lastningsvagn vid tubkompostering | 10 |
| Figur 5. Trumkompost 8 m ³ | 11 |
| Figur 6. Trumkompost 4 m ³ | 12 |
| Figur 7. Miika Åfelt med hästen ”Limppu” flyttar kompoströret på sin plats. | 20 |
| Figur 8. Stödet byggdes under och runt röret. | 21 |
| Figur 9. Rep för rotation av röret är fastsatt. | 22 |
| Figur 10. Kompoströret är färdig byggd och fylld med hästgödsel. | 23 |

Tabellförteckning

| | |
|---|----|
| Tabell 1. Olika faser inom komposteringen (Kratschmer 2000, 26-27). | 15 |
|---|----|

VÄRME KOMMER TILL VÄXTHUSET GENOM ISOLERAT HORM

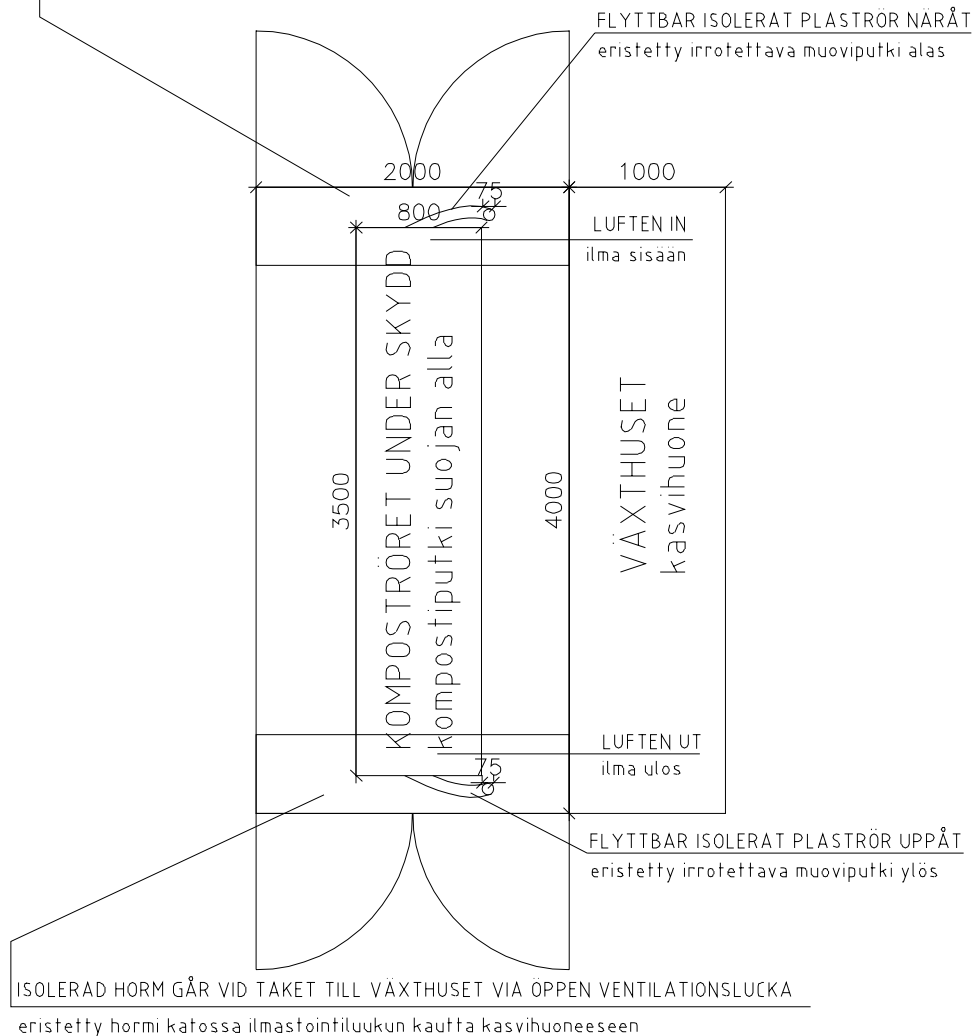
Lämpö tulee kasvihuoneeseen eristämättömän hormin läpi

DEN VARMA LUFTEN KOMMER DIREKT TILL VÄXTHUSET

Lämmin ilma tulee suoraan kasvihuoneeseen

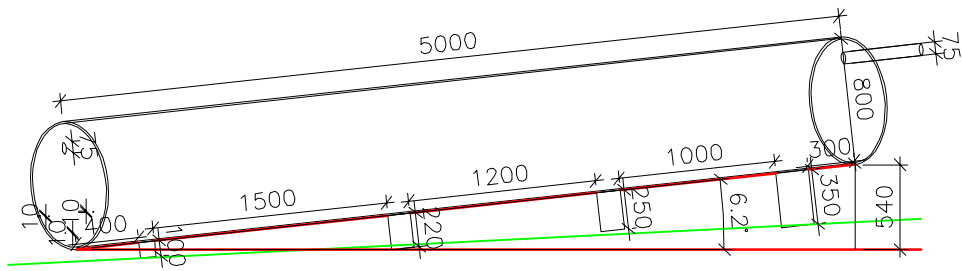
ISOLERAD HORM GÅR PÅ GÅLVET OCH UNDER KOMPOSTRÖRET VIA SOCKEL TILL VÄXTHUSET

eristetty hormi lattialla kompostiputken alla sokkelin kautta kasvihuoneeseen

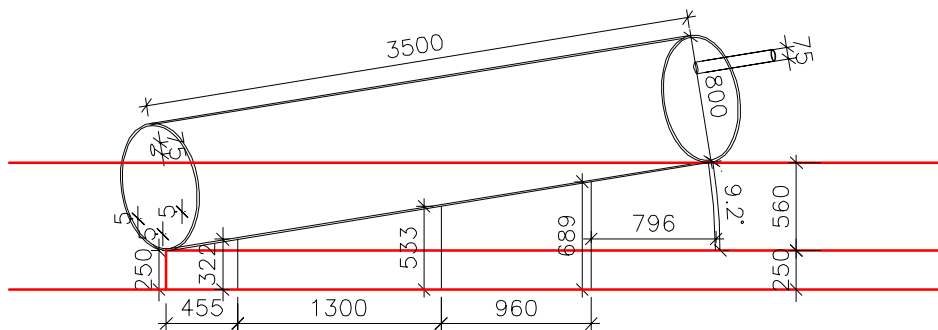


BILAGA 2

KOMPOSTRÖRET I FÖRSÖKET Kompostiputki kokeilussa



KOMPOSTRÖRET MED FÖRBÄTTRINGSFÖRSLAG Kompostiputki parannusehdotuksin



BILAGA 3

TEMPERATURER (CELSIUSGRADER)
Lämpötilat (celsiusasteina)

| DATUM Pvm | VÄDER sää | TID aika | LUFTEN I KOMPOSTRÖRET Ilma kompostiputkessa | LUFTEN UTE Ilma ulkona | NATTEMPERATUR UTE ulkolämpötila yöllä |
|--------------|----------------------------|--------------------------|--|---------------------------|--|
| 31.3. | SOLIGT aurinkoista | eftermiddag iltapäivä | 15 | 8 | -10 - -5 |
| 8.4. | MOLNIGT pilvistä | kväll ilta | 7 | 4 | - 5 - 0 |
| 21.4. | MOLNIGT pilvistä | klo 10.20 | 12 | 8 | 0 - 5 |
| 21.4. | HALVMULET puolipilvistä | klo 16 | 18 | 10 | 0 - 5 |

TEMPERATURSKILNAD PÅ MOLNIGT VÄDER 3-4 GRADER
Lämpötilaero pilvisellä säällä 3-4 astetta

TEMPERATUR PÅ SOLIGT VÄDER 7-8 GRADER
Lämpötilaero aurinkoisella säällä 7-8 astetta

| | | | | | |
|-------|---------------------|--------------------------|----|----|-----|
| 30.4. | MOLNIGT pilvistä | eftermiddag iltapäivä | 26 | 17 | 0-5 |
| 5.5. | MOLNIGT pilvistä | eftermiddag iltapäivä | 28 | 14 | 0-5 |

SLUTSATSER:

Johtopäätökset:

KOMPOSTERINGEN VAR INTE ÄNNU RIKTIGT PÅ GÅNG EFTER VINTERN.
KOMPOSTEN HADDE ÄNDÅ EN LIKA STOR VÄRMANDE PÅVERKAN PÅ LUFTEN ÄN SOLEN
OCH DEN VÄRMANDE PÅVERKAN AV KOMPOSTEN ÖKAR KRAFTIGT.
Kompostoituminen ei ollut vielä kunnolla käynnistynyt talven jälkeen.
Kompostilla oli kuitenkin yhtä suuri lämpövaikutus poistoilmaan kuin auringolla
ja kompostin lämpövaikutus kasvaa voimakkaasti.

Energiatehokas lannan kompostointi

Kompostointi pienillä kotieläintiloilla

Esipuhe

Olen saanut tähän lopputyöhön paljon apua monilta ihmisiltä, joita haluan lämpimästi kiittää. Janne Kirjosta Parkanon muovituote Oy:stä haluan kiittää kompostiputken valmistuksesta. Kiitos myös Pekka Kullo metalliverkon kiinnityksestä. Mutta erityisesti haluan kiittää kompostointikokeilun mahdollistamisesta Miika Åfeltia Åfeltin työhevosista.

Haluan kiittää myös kaikkia jotka ovat lähettäneet kuvia ja informaatiota, kuten tutkija Elina Virkkunen Luonnonvarakeskusta (LUKE) sekä Heikki Kiljala Rekitec Oy:stä. Kiitos myös Jukka Harjula Biojussi Oy:stä kuvien lähettämisestä ja Harri Talja Wavin-Labko Oy:stä hyvistä neuvoista kompostointilaitoksen kehittämisessä.

1. Johdanto

Ruokamullan väheneminen on paheneva ongelma maailmassa ja orgaanisten lannoitteiden käyttäminen on välttämätöntä, sillä kemialliset lannoitteet ovat suojoja, jotka ovat myrkyllisiä humusta tuottaville pieneliöille (Pajunen 2015). Koska humus toimii myös varastona ylimääräiselle typelle ja kemiallisten lannoitteiden valmistus tuottaa myös kasvihuonekaasuja, torjuu orgaanisten lannoitteiden käyttö myös ilmastonmuutosta (Technical University of Munich 2013).

Kuitenkin EU-jäsenyyden vaikutuksesta alentuneet kemiallisten lannoitteiden hinnat ovat johtaneet siihen, että lannoittaminen orgaanisilla lannoitteilla ei ole enää taloudellisesti yhtä kannattavaa kuin ennen. Lisäksi kasvinviljely ja kotieläintuotanto ovat eriytyneet eri tiloille ja eri puolille maata, jolloin kasvinviljelytilojen täytyy ostaa kemiallisia lannoitteita ja kotieläintilan kasvinviljelytilalta lisärehua kasvavalle eläinmäärälle. Eläintila on kuitenkin EU:n mukaan vastuussa ylimääräisistä ravinteista, vaikka ne olisivat tulleet kiertoon kasvinviljelytilojen käyttämien kemiallisten lannoitteiden kautta. (Seuri 2014).

Kemialliset lannoitteet ovat lisäksi nyt myös eläintiloille edullisin lannoitevaihtoehto korkeiden laite- ja työkustannusten vuoksi. (Seuri 2014). Tilanne tulee kuitenkin muuttumaan tulevaisuudessa kun lannoitteiden hinnat nousevat (Saastamoinen 2014, 3). Lannassa on usein paljon fosforia suhteessa typpeen (Järvenpää 2011). Kuitenkin vain vesiliukoinen fosfori lasketaan heti käyttökelpoiseksi kasveille (Esala ym. 2011, 24). Lannan ravinteet ovat kiinnittyneinä orgaaniseen ainekseen ja vapautuvat kasvien käyttöön hitaasti, jolloin paras tulos saadaan lisäämällä myös liukoista typpeä esim. viherlannoituksella, viljelemällä typpeä maaperään sitovia kasveja kuten apilaa. (Seuri 2014).

Fosfori on usein ratkaisevassa asemassa kun lasketaan lannan määrää, joka on sallittua levittää pellolle, mutta myös typen määrää rajoitetaan asetuksella ja tasapainoisella ruokinnalla voidaan lannan ravinnepitoisuuksiin myös vaikuttaa ja sen ympäristövaikutuksia lisäksi vähentää välttämällä lannan levitystä syksyllä paljaalle pellolle (Esala ym. 2011, 17 - 18). Tiukentuvat ympäristövaatimukset tekevät lannan käytön lannoitteena välttämättömäksi ja erilaisilla tekniikoilla voidaan lantaa myös jatkojalostaa helpommin kuljetettavaan ja käytettävään muotoon (Järvenpää 2011, 15 - 16).

Kompostoimalla saadaan hyvää, hajutonta ja hygieenistä maanparannusainetta, joka sitoo ravinteita ehkäisten niiden huuhtoutumista vesistöihin, ja lisäksi kompostointi tuottaa lämpöä, jota voidaan hyödyntää (Huttunen ym. 2014, 2). Hevoselanta auttaa myös

ehkäisemään maaperän tiivistymistä, joka on toinen paheneva ongelma maanviljelyssä (Mattila & Rajala 2018). Hevosenlantakomposti parantaa maan rakennetta, vedenpidätyskykyä ja pieneliöiden aktiivisuutta ja vaikka tyypeä on hevosenlannassa suhteessa vähän, kestää lannoitevaikutus myös seuraavaan vuoteen (Karjalainen ym. 2014, 39).

1.1 Tehtävän kuvaus ja erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja

Monille hevostiloille on lannasta tullut ongelma koska sitä ei enää saa viedä kaatopaikalle ja polttaminen on sallittua ainoastaan yhdessä muun jätteen kanssa suurissa laitoksissa, joissa on myös järjestetty jatkuva myrkyllisten savukaasujen mittaus (Sandell 2016). Ratkaisun löytyminen tähän ongelmaan on yksi nykyisen hallituksen tavoitteista (MTV 2015).

Vapo on tammikuussa 2016 kokeillut hevosenlannan polttoa, kuivikkeena turve (Ala-Siurua 2016). Elenia on hämeenlinnassa vuonna 2017 myös kokeillut lannan polttoa yhdessä turpeen ja puun kanssa (Hannula 2017). Fortum on myös alkanut polttaa hevosenlantaa lämmöksi. Kuivikkeena on sahanpuru, joka ei kuitenkaan sido ammoniakkia yhtä hyvin kuin turve (Sandell 2016). Sahanpuru on silti hyvin yleisesti käytetty kuivikeaine, koska se ei pölyä yhtä paljon kuin turve ja antaa siistin vaikutelman (Biohalo 2007, 14- 15). Fortumin käyttämä tekniikka on suomalainen innovaatio ja sen avulla voi kolmen hevosen tuottamalla lantamäärällä lämmittää yhden omakotitalon (Ojanen 2015). Suomessa on noin 77 000 hevosta ja lannan energiasisältö vuodessa on noin 500 GWh (Energiaautiset 2015).

Mädättämällä voi lannasta myös valmistaa biokaasua, jos on mahdollista tehdä isoja investointeja (Remahl 2013). Mädätys on ehkä paras keino käsitellä suuria lantamääriä yhdessä muun jätteen kanssa.

Hevosenlannan pH on 5-7,8 riippuen kuivikkeesta, mikä tekee siitä erinomaisen maanparannusaineen (Kauppinen 2005, 4). Turvekuivitettu hevosenlanta yhdessä lisätyn kanssa antoi myös erinomaisen tuloksen ohran viljelykokeessa (Esala ym. 2011, 34). Hevosenlanta on myös erinomaista lannoitetta puutarhaviljelyssä mutta silloin on turvallisinta ja miellyttävintä kompostoida se ensin (Toijonen 2016).

Kompostointi suuressa mittakaavassa on nykyään harvinaista, koska avokompostoinnissa ravintoaineiden hävikki on suurta ja hajuhaittojakin voi esiintyä mutta suurten tunnelikompostointilaitosten rakentaminen on kallista (Kauppinen 2005, 27).

Pienille tiloille kompostointi on kuitenkin ehkä paras keino lannan käsittelyyn, koska se ei vaadi niin suuria investointeja ja on helpompi hallita. Kompostoituna lantaa on myös helpompi ja miellyttävämpi käsitellä ja kuljettaa pidempiä matkoja.

Tuubikompostointi on hyvä vaihtoehto, jos on mahdollista tehdä yhteistyötä tilojen kesken ja jakaa kustannuksia (Ainasoja 2013). Tuubikompostoinnissa täytyy investoida suuriin koneisiin (Koivisto 2014). Rumpukompostointi vaatii myös ison investoinnin ja on melko kallis myös käyttökustannuksiltaan (Jyrkinen 2002).

Kuvassa 1 on uusi tapa kompostoida lantaa suuriin säkkeihin, jotka sijaitsevat maan alla olevissa säiliöissä, ja mikäli tilalla ei ole valmiille kompostille käyttöä, yritys noutaa sen viherrakennuskäyttöön (Evitecpolis 2018). Markkinoilla on paljon erilaisia kompostisäiliöitä mutta suurin osa on tarkoitettu talousjätteen kompostointiin tai suuren mittakaavan kompostointiin maatiloille (Kiertokapula 2016).

1.2 Kehitysmahdollisuudet

Jos kaikki kotieläinten lanta voitaisiin käyttää lannoitteena pelloilla, voitaisiin koko Suomen fosforintarve kattaa sillä (Sandell 2015). Tiloilla lanta voidaan levittää suoraan pelloille tai jatkojalostaa siitä biokaasua tai hygieenistä ja hajutonta kompostia.

Monilla tiloilla on alettu kompostoida mutta ongelmana on edelleen, mihin käyttää kaikki valmis komposti, vaikka se onkin erinomaista maanparannusainetta. Kuljetus on suurin ongelma, koska kotieläintilat ja kasvinviljelytilat suurimmaksi osaksi sijaitsevat nyt eri puolilla maata. (Sandell 2015).

Tilat voivat myös tehdä yhteistyötä ongelman ratkaisemiseksi, sillä lantaa voidaan lain mukaan luovuttaa tilalta toiselle ilman ilmoitusvelvollisuutta, mikäli tilalla ei ole sairauksia tai hukkakauraa (EVIRA 2016). Mutta ongelmia voi silti syntyä erilaisten laintulkintojen kanssa jos lantaa viedään yhden kunnan alueelta toiselle (Vilkuna 2014).

Envitecpolis Oy on Helmet-projektin avulla alkanut kehittää erilaisia ratkaisuja ongelmaan ja kartoittaa nyt hevostilojen sijaintia toimivan yhteistyöverkoston aikaansaamiseksi (Evitecpolis 2018). Maaseudulla yhteistyömahdollisuudet tilojen välillä ovat paremmat mutta ongelma on pahin taajamissa (Kauppinen 2005, 15). Siellä on myös paljon pieniä harrastepohjaisia eläintiloja, jotka myös tarvitsisivat toimivan ratkaisun lannankäytön ongelmaan.

Kompostoinnin taajamissa tulisi tapahtua suljetussa säiliössä ja lämpötilan nousta riittävän korkeaksi, jotta saataisiin rikkaruohoista ja haitallisista mikrobeista vapaata kompostia. Kompostoinnin tulisi lisäksi tapahtua ergonomisesti ilman suuria koneita. Investointi- ja käyttökustannusten pitäisi olla alhaisia pienillä tiloilla eikä kompostointi saisi vaatia paljoa tilaa. Myös kompostoinnissa syntyvä lämpöenergia olisi hyvä voida hyödyntää tuotantotilojen lämmityksessä.

2. Teoreettiset perusteet

Kotieläinten lanta luokitellaan jätteeksi, joka ensisijaisesti tulisi kierrättää lannoitteeksi pelloille. Lain mukaan tulisi huolehtia siitä, että jätteen käsittelystä ei aiheudu vaaraa ympäristölle tai terveydelle (Huttunen & Pylkkänen & Partanen & Rantala & Puumalainen 2014, 2).

Yksi hevonen tuottaa noin 12 m³ lantaa vuodessa ja poni tai alle 1-vuotias varsa 8 m³ lantaa vuodessa. Mikäli eläimet ovat ulkona laidunkauden, voidaan laskea 8 m³ lantaa yhtä hevosta kohti ja 5 m³ ponia tai varsaa kohti vuodessa mutta jos eläimet ovat silloinkin yöt sisällä, on laskennallinen lannan määrän pienennys vain puolet tästä. (Biohalo 2007, 10).

Lantavarastossa täytyy olla tilaa yhden vuoden lantamäärälle (Kauppinen 2005, 11). *"Vähimmäistilavuudesta voidaan poiketa, jos lantaa luovutetaan sellaiselle hyödyntäjälle, joka voi vastaanottaa sitä ympäristönsuojelulain 27 §:n nojalla myönnetyn luvan perusteella tai jos lantaa luovutetaan toiselle tilalle edellä säädetyllä tavalla varastoitavaksi lantalassa."* Valtioneuvoston asetuksen eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014 ja sen 5§:n mukaan.

Lantavaraston pohjan tulee olla betonia ravinteiden liukenemisen ehkäisemiseksi (Biohalo 2007, 31). Kaikilla uusilla tai remontoituilla tiloilla täytyisi lantavarastojen olla myös katettuja typpihäviöiden ehkäisemiseksi (Viilo 2017). Valtioneuvoston asetuksen eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014 ja sen 5§:n mukaan: *"Jos tilalla kertyy varastoitavaa kuivalantaa enintään 25 m³ vuodessa tai jos tilalla varastoidaan kerrallaan enintään 25 m³ kuivalantaa, voidaan lanta varastoida lantalan sijaan tiiviillä siirtolavalla tai muulla vastaavalla alustalla, joka on katoksessa tai joka katetaan peitteellä."*

2.1 Mädätys

Mädätys on hyvä keino lannan jatkojalostukseen, jos on mahdollista tehdä yhteistyötä tilojen välillä ja mielellään myös esim. teurastamon kanssa, jotta materiaalia saadaan tarpeeksi ja kustannuksia jaettua. Investointi kuivan jätteen mädätyslaitokseen, jossa on 72 m³ reaktori sekä nesteiden ja kaasujen säilytys, maksaa yli 200 000e. Mutta mädätyksellä saadaan paitsi hyvää ja rikkaruohovapaata lannoitetta, myös biokaasua, jota bakteerit valmistavat hapettomissa olosuhteissa. (Virkkunen 2014).

Biokaasussa on 55- 75 % metaania ja 30- 45 % hiilidioksidia sekä pienempiä määriä muita kaasuja. Biokaasua voidaan käyttää lämmön ja sähkön tuottamiseen sekä myös auton polttoaineena. Mädättämällä tuotettua kaasua joudutaan usein vielä jatkokäsittelymään ennen käyttöä, jotta siihen saadaan vaadittavat ominaisuudet. (Biohalo 2007, 37).

Kuvassa 2 on pieni reaktori mesofiilisellem, 38° C lämpötilassa tapahtuvalle prosessille. Termofiilinen prosessi tapahtuisi 50- 60° C:n lämpötilassa (Virkkunen 2014). Mädätysprosessissa on tärkeää oikea lämpötila ja pH sekä se, että materiaalia on tarpeeksi ja oikeassa suhteessa (Biohalo 2007, 37).

Mädätysprosessille on erilaisia vaihtoehtoja riippuen materiaalin kosteudesta ja prosessin lämpötilasta. Hevosenlannan kosteus vaihtelee 60 ja 70 % välillä riippuen kuivikkeesta ja hevosenlanta sisältää siis 30- 40 % kiinteää materiaalia (Huttunen ym. 2014). Hevosenlannalle kuiva prosessi on sopivin, koska sillä voidaan käsitellä jätettä, jossa on yli 30 % kiinteää materiaalia (Biohalo 2007, 37).

2.2 Kompostointi

Kompostointi on yksinkertainen tapa jatkojalostaa hevosenlannasta hyvää maanparannusainetta ja siinä mikrobit muodostavat lannasta hapen avulla tasalaatuista, hygieenistä ja hajutonta kompostimultaa ja samalla syntyy myös vettä, hiilidioksidia ja lämpöä (Biohalo 2007, 32). Jos lämpötila prosessissa kohoaa riittävän korkealle, tuhoutuu myös suurin osa rikkaruohonsiemenistä (Saastamoinen 2014).

Lantaa voidaan kompostoida aumassa pellolla, jossa valmis komposti on tarkoitus käyttää, mutta jos lantaa kompostoidaan muualla, täytyy kompostilla olla tiivis betonipohja sekä suotoveden talteenotto (Kauppinen 2005, 12). Betonipohjainen kompostointilaitos suotoveden talteenotolla vaatii paljon tilaa ja on myös melko kallis rakentaa. (Heikkinen & Karjalainen & Karppinen & Kempainen & Virkkunen 2014, 1).

Kompostoitaessa saattaa muodostua ilokaasua ja metaania, jotka ovat kasvihuonekaasuja ja lisäksi tyypeä häviää ilmaan ammoniakkin muodossa, mikä aiheuttaa rehevöitymistä ja happamoitumista ja ammoniakki voi myös kehittyä edelleen ilokaasuksi (Niléhn 2015). Nitraattiasetus vuodelta 2014 kieltää kattamattoman avokompostoinnin talven yli suurten typpihäviöiden vuoksi (Vilkuna 2014).

Kotieläinten lanta voidaan kompostoida ulkona avokompostin lisäksi tuubikompostissa sekä sisällä tunnelissa tai rumpukompostorissa (Savonia-ammattikorkeakoulu). Tunneli- ja tuubikompostori täytetään kerran, jonka jälkeen lanta saa kompostoitua valmiiksi, mutta rumpukompostoriin lisätään säännöllisesti uutta materiaalia ja samalla valmista tai puolivalmista kompostia tyhjennetään käyttöön tai jälkikompostoitumaan (Hellstedt, 2014).

Talli-Jussi on uusi konsepti, jossa maan alla kompostoitu lanta pyritään hyödyntämään maanparannusaineena siten, että asetuksen lannan varastointia koskevat rajat täyttyvät (Kuva 3). Laitehyväksyntää konseptille haetaan kun LUKE:n suorittamat tutkimukset valmistuvat keväällä 2019. Koon, kustannusten ja käyttötavan takia Talli-Jussi on hyvä ratkaisu juuri pienemmille hevosstalleille. (Jukka Harjulan 24.4.2018 lähettämä sähköposti).

2.2.1 Tuubikompostointi

Tuubikompostointi voi myös olla hyvä ratkaisu pienille tiloille mutta kompostoituminen kestää melko kauan, koska lämpöeristettä ei ole ja materiaali on muovia, joka ei myöskään ole kovin säänkestävää (Saarinen 2008). EU:n sisällä suunnitellaan lisäksi uutta veroa muovin käytölle (Pohjala 2018). Myös Suomen hallitus on suunnitellut muovin verotuksen aloittamista sen kierrätyksen vauhdittamiseksi (Luukkonen 2018).

Tuubikompostoinnissa kompostointi tapahtuu ulkona maassa makaavissa muovituubeissa ja happea lisätään tuubin sisään asennettavilla putkilla, joissa on ilmareikiä, kuten kuvassa 4. Tuubikompostoinnissa täytyy investoida suuriin koneisiin ja siksi on hyvä, jos on mahdollista tehdä yhteistyötä tilojen kesken ja jakaa kustannuksia (Biohalo 2007, 35).

Kompostoitaessa tuubissa suurin osa kustannuksista tulee lannan kuljetuksesta. Kompostointi kestää melko kauan, 1-2 vuotta tuubissa ja lisäksi on hyvä, jos on mahdollisuus vielä jälkikompostointiin. Lämpötila tuubikompostissa jää melko alhaiseksi, enintään 50- 60° C jos lanta on hyvin tuoretta. Syynä voi olla eristeen puuttuminen ja siksi kompostoituminen myös keskeytyy talven ajaksi. Kompostiin on myös vaikeaa saada vietyä

riittävästi happea. Koneellinen ilmastointi voi auttaa hieman. (Karjalainen ym. 2014, 1, 15, 17, 23, 28).

Lisäksi tarvitaan peltoja, joilla valmis komposti voidaan käyttää. Maan, jolla kompostointi tapahtuu, täytyy olla tasainen eikä se saa viettää. On käytännöllisintä, jos valmis komposti voidaan käyttää samalla pellolla, jossa kompostoituminen tapahtuu. Komposti voidaan myös säilyttää tuubissa, kunnes sitä tarvitaan lannoitteeksi pelloille. (Heikkinen ym. 2014, 4-7).

Tuubikompostia voidaan käyttää lantavarastona (Koivisto 2014). Putket ilmarei'illä eivät kuitenkaan useinkaan riitä ilmastointiin ja tuubiin täytyy siksi tehdä lisäksi reikiä (Heikkinen ym. 2014, 4-7). Käytön jälkeen muovista tulee jätettä, joka täytyy viedä kierrätettäväksi (Karjalainen ym. 2014, 39). Mutta kiinteää pohjaa tai suotoveden keräystä ei tarvita ja valmis komposti sisältää enemmän typpeä kuin jos kompostointi tapahtuisi avokompostissa (Heikkinen ym. 2014, 4-7).

2.2.2 Rumpukompostointi

Rumpukompostoinnissa kompostointi tapahtuu kontrolloidusti suuressa sylinterissä, kuten kuvassa 5, ja lämpötila nostetaan yli 52°C:seen keskeytyksettä vähintään 13 tunnin ajaksi, mikä on EU:n vaatimus lannan käsittelylle ennen se saattamista myyntiin (Niléhn 2015). Prosessi toimii parhaiten, jos materiaalin kosteus on 40- 70 % ja lämpötila kompostorissa 50° – 60°C, kompostointiohjeen mukaan Heikki Kiljalan 2.3.2018 lähettämässä sähköpostissa. Materiaalin syöttö ja poisto tapahtuu automaattisesti. Lantaan sekoitetaan muuta materiaalia tarpeen mukaan ennen syöttöä, jotta sen rakenne ja kosteus saadaan sopivaksi ja kompostoinnin jälkeen se viedään vielä jälkikompostoitumaan.

Rumpukompostoinnissa kompostointi tapahtuu nopeammin koska kompostiin tulee enemmän happea rummun pyöriessä vaakatasossa akselinsa ympäri. Rumpukompostori sijaitsee myös suojaavan rakenteen sisällä, kuten kuvassa 6, ja prosessi on käynnissä ympäri vuoden. Rumpukompostori on isohko investointi sähkötoiseen ja jälkikompostointitiloihin ja käyttökustannukset ovat myös suurempia. Mutta syntyvä lämmin hiilidioksidihöyry on mahdollista käyttää hyödyksi tallin lämmityksessä. (Biohalo 2007, 33).

Kompostointi rummussa kestää noin 10 päivää ja sen jälkeen saa kompostointi jatkaa vielä jälkikompostointitilassa. Rummun ilmastointi tapahtuu koneellisesti. Ilmastoinnin mukana saadaan 40° C:sta höyryä, jota voidaan lämpöpumppujen avulla käyttää lämmityksessä. (Huttunen et al. 2014, 1, 4).

Investointi rumpukompostoriin maksaa yli 10 000e ja vuosittaiset sähkökustannukset ovat noin 850e, Heikki Kiljalan kanssa 2.3.2018 käydyn sähköpostikeskustelun mukaan. Investointi on suurempi verrattuna avokompostointiin mutta työkustannukset ovat vastaavasti pienemmät (Luostarinen & Paavola & Rintala & Sipilä 2011).

2.3 Kompostointiprosessi

Kompostointiprosessi on käänteinen kasvien yhteyttämisprosessille ja siinä syntyy vettä, hiilidioksidia, ravintoaineita sekä energiaa lämmön muodossa. Jotta kompostoituminen sujuisi hyvin, tarvitaan riittävästi happea ja orgaanista materiaalia. Prosessi nopeutuu lämpötilan kohotessa mutta hidastuu kun lämpötila ylittää 50 ° C ja lakkaa lämpötilan saavutettua 78 ° C. (Eriksson 2011, 9-10).

Bakteerit ovat hallitseva eliölaji kompostissa ja jotkin lajit pystyvät jopa hajottamaan orgaanisia ympäristömyrkkyyä (Eriksson 2011, 12- 13). Lämpökompostorin sisäosissa, niin kutsutussa termofiilisessä osassa, muuttuvat vaarattomiksi myös kasvitaudit, jotka tuhoutuvat suurelta osin lämpötilan ylitettyä 55 ° C (Olausson 2003, 112). Sienet ovat aktiivisimpia hajottajia alle 55- 60 ° C:n lämpötilassa kompostoinnin alussa ja lopussa (Eriksson 2011, 12- 13).

Tuotteet ja materiaalit, jotka ovat peräisin kasveista ja eläimistä, ovat kompostoituvia ja kompostoitaessa korkeissa lämpötiloissa tuhoutuvat kasvitautien lisäksi myös rikkakasvien siemenet ja ihmisten taudinaiheuttajat (Persson 2001, 23). Mutta mikäli valmista kompostia on tarkoitus käyttää kasvihuoneessa, on silti syytä välttää sairaiden kasvinosien laittamista kompostiin (Olausson 2003, 112).

Hiili toimii polttoaineena prosessissa ja typpeä mikrobit käyttävät proteiinien valmistamiseen (Kauppinen 2005, s.7). Jos hiiltä on liikaa kuivikkeen muodossa, täytyy lisätä typpeä, kuten ruoanjätteitä tai vihreitä kasvinosia ja hevosenlannan kanssa voi lisätä myös fosforia luujauheen muodossa typpihäviöiden välttämiseksi (Tuominen 2015, 47).

Hiilen ja typen suhteen tulisi olla 30:1 ja on tärkeää laittaa oikea määrä kuiviketta, koska se imee ylimääräistä kosteutta ja antaa kompostille oikean rakenteen sekä toimii hiilen lähteenä. Kompostiin ei tulisi laittaa tuhkaa, kalkkia eikä maata, koska tuhka ja kalkki kohottavat kompostin pH-arvoa ja lisäävät typpihäviöiden riskiä kun ammonium-ionit kehittyvät ammoniakiksi, ja maa sen sijaan sisältää lähinnä mineraaleja, jotka eivät tarjoa ravinteita pieneliöille. Turvetta voi laittaa kompostiin lääkkeenomaisesti, jos tuntuu

ammoniakin hajua. Turpeen pH on hyvin alhainen ja siinä hiili on lujasti sitoutuneena, joten liian suurina määrinä turve hidastaa prosessia. Sahanpuru on hyvä kuivikeaine mutta siinä ei saa olla mitään vieraita ainesosia. (Persson 2001, 22-26,63).

Kompostoinnissa myös oikea kosteus on tärkeää, koska pieneliöt pystyvät toimimaan ja lisääntymään vain vesiliuoksessa. Mutta liika kosteuskaan ei ole hyväksi, sopiva kosteusprosentti on useimmiten 50- 60 %. (Kauppinen 2005, 7).

2.4 Lopputuote

Kompostimulta muodostuu kaikkein vaikeimmin hajotettavista materiaaleista sekä prosessissa syntyneistä ainesosista ja ravintoaineista, niin kasveille käyttökelpoisessa muodossa kuin myös sitoutuneena jäljelle jääneeseen orgaaniseen materiaaliin, jonka hajoaminen jatkuu kompostoinnin jälkeen (Eriksson 2011, 11). Puolivalmista kompostia voidaan käyttää kesän alussa maan katteena mutta se voidaan myös jälkikompostoida katettuna kasana puolesta vuodesta vuoteen (Tuominen 2015, 76).

Kompostoinnin lopputuloksena syntyy humusta, joka voidaan jakaa erilaisiin osiin niiden liukoisuuden mukaan. Humiini on tumma ainesosa, joka on liukenematon heikkoon emäksiseen liuokseen kun taas humiinihappo on liukenematon vahvaan happoon. Suuri osa maaperän typpivaroista on varastoituneena humiinihappoon kun taas humiini sitoo pintaansa latautuneita ioneja auttaen kasveja samaan ravinteita sellaisessa muodossa, jota ne voivat käyttää hyväksi. Humiini voi myös hitaasti siirtyä maaperässä ja saa siten aikaan, että yhä suurempi osa epäorgaanisista ravinteista tulee mukaan kiertoon. Lisäksi humuksessa on myös fulvohappoa. (Alm, ym. 1997, 39).

Maaperän terveys on riippuvainen biologian, fysiikan ja kemian tasapainosta. Puhtaassa turpeessa ravintoketju on suora mutta elävässä maassa se on monihaarainen. Yli puolet kasvin massasta sijaitsee maan alla ja juuristo antaa ravintoa monille maaperän bakteereille ja sienille. Sienet antavat vuorostaan ravinteita kasveille ja suojaavat niitä vahingollisilta sieniltä. Ne voivat myös kommunikoida keskenään ja kasvi voi tilata sieneltä juuri tarvitsemiaan ravinteita. Pieneliöt käyttävät sitten sieniä ja bakteereita ravintonaan ja ravintoketju jatkuu suurempiin eliöihin. Ketjun toimiminen vaatii riittävästi happea. (Vuori & Vilander 2012).

Kompostin lisäämisellä on monia vaikutuksia maaperään, se esim. antaa ravinteita ja parantaa maan rakennetta sekä lisää maaperän orgaanisen aineksen määrää ja parantaa

vedenpidätyskykyä sekä lisäksi kypsä komposti auttaa myös vastustamaan kasvitauteja (Vestberg, Kukkonen, Parikka & Romantschuk, 2012). Monet bakteerit ja sienet voivat estää haitallisten sienten kasvua kilpailemalla ravinnosta ja tilasta, kasvua häiritsemällä sekä loisimalla ja kompostimullassa on paljon tällaisia hyödyllisiä organismeja (Pettersson & Åkesson 2011, 103). Nämä mikrobit edesauttavat myös kasvien kasvua erittämiensä metabolisten aineiden avulla sekä tehostamalla kasvien ravinnonsaantia (Lahdenperä 2014). Mikro-organismit hajottavat lisäksi kasvinjätteitä ja toimivat näin myös ruokamullan ylläpitäjinä.

Kasveille ei ole eroa kemiallisesti valmistetun ja luonnollisen typen välillä mutta mikro-organismeille on. Kemialliset lannoitteet ovat suojoja ja myrkyllisiä mikrobeille. Myös ylimääräinen fosfori maaperässä on vahingollista hyödylliselle Mykorrhiza-sienelle. (Vuori & Vilander 2012).

Taulukko 1. Kompostoinnin eri vaiheet (Kratschmer 2000, 26-27).

Lämpötila

| | | | | | | |
|------------------------|--|-------------|---------|--------------|-----|---------------|
| 80 | bakteerit | | | | | |
| 70 | | | | | | |
| 60 | Sienet | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 40 | siirat, kompostimadot | | | | | |
| 30 | hyppyhäntäiset, punkit, raatokuoriaisen toukat | | | | | |
| 20 | maakiitäjäiset, tuhatjalkaiset | | | | | |
| | kastemadot | | | | | |
| Päivää | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 400 |
| Raaka mat. | Raaka komp. | Tuore komp. | | Valmis komp. | | Kompostimulta |
| Esi-/Varsinainen komp. | Jäkikompostointi | | Kypsyys | | | |

Taulukossa 1 näkyy miten kompostointi voidaan jakaa eri osiin. Toinen jakotapa on jako mesofiiliseen ja termofiiliseen sekä tasaantumisvaiheeseen. Mesofiilisessa osassa ei lämpötila vielä nouse mutta komposti sitoo happea, pH nousee ja helposti hajoavat

orgaaniset yhdisteet hajoavat. Termofiilisessa osassa lämpötila kohoaa nopeasti ja proteiinit hajoavat, pH nousee ja syntyy ammoniakkia ja hiilidioksidia. Sen jälkeen lämpötila laskee, kuidut hajoavat ja tasaantuminen alkaa. (Karjalainen ym. 2014, 5).

Valmiissa kompostissa ovat orgaaniset yhdisteet hajonneet jo niin pitkälle, ettei se haise eikä haittaa kasvien kasvua. Kompostin kypsyyttä voidaankin testata kylvämällä siihen krassia tai muita nopeasti itäviä kasveja ja seuraamalla niiden kasvua. Kompostin kypsyyttä voidaan selvittää myös tutkimalla muutoksia kuiva-ainepitoisuudessa, pH:ssa, tilavuuspainossa tai hiilen ja typen suhteessa. Kuiva-ainepitoisuus ja tilavuuspaino kasvavat kompostoitessa kaasujen haihtumisen seurauksena mutta hiilen ja typen suhteen arvo sen sijaan pienenee ja valmiissa kompostissa arvo lopussa suhteessa arvoon alussa on noin 0,6. (Karjalainen ym. 2014, 27-29).

Haluttaessa vähentää jätteen määrää mahdollisimman paljon on paras hiilen ja typen suhde kompostissa 25 - 30. Mutta valmiissa kompostissa, joka levitetään viljelyskasveille, on paras suhde alle 20, koska silloin typpi on nopeammin kasvien käytettävissä. Puupohjaisilla kuivikkeilla suhde on suurempi kuin kasvipohjaisilla kuivikkeilla (Karjalainen ym. 2014, 5, 28).

Turvekuivitettu lantakomposti sopii parhaiten mansikan, avomaavihannesten, tomaatin ja kurkun lannoitukseen (Holopainen, Airaksinen, Heinonen-Tanski & Heiskanen). Muita kasvipohjaisia kuivikkeita ovat olki, pellava ja hamppu (Huttunen ym. 2014, 3). Myös paperia voidaan käyttää kuivikkeena (Kauppinen 2005, 4). Olkipellettikuivikkeella kompostoituminen sujuu nopeasti ja se sitoo myös itseensä hyvin fosforia, typpeä ja kaliumia (Saastamoinen 2014, 7).

Puupohjaiset kuivikkeet kompostoituvat hitaammin ja kompostin ravintoarvo jää silloin pienemmäksi suurempien typpihäviöiden vuoksi (Ainasoja 2013). Mutta nurmen viljelykokeessa ohran ollessa peitekasvina, antoivat molemmat kasvit paremman tuloksen sahanpurukuivitetulla hevosenlantakompostilla ja lisätypellä kuin turve- ja olkikuivitetulla hevosenlantakompostilla, ja tulos oli lähes yhtä hyvä kuin kemiallisilla lannoitteilla (Virkkunen 2014).

3. Teoreettiset lähtökohdat

Maatalouden tutkimuskeskus MTT, nykyään Luonnonvarakeskus LUKE, on yhdessä Helsingin yliopiston kanssa tutkinut kompostituotteiden vaikutusta mansikantymätään ja kurkunnäivete-tautiin. Kompostoitava materiaali ja kompostointilaitos ratkaisevat, mihin sairauksiin komposti lisää vastustuskykyä. He tulivat siihen tulokseen että suljetussa kompostorissa kompostoituna muodostuu suurempi sairauksia ehkäisevä vaikutus kuin avokompostissa. (Vestberg, ym. 2012).

Kompostoitu hevosenlanta voidaan myydä pakattuna tai irtotavarana suoraan tilalta. Lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan myytävällä tuotteella täytyy olla nimi, jonka Elintarvikevirasto EVIRA on hyväksynyt. Kompostointilaitoksen täytyy myös olla EVIRA:n hyväksymä. Tuote ei saa sisältää vaarallisia aineita, mikrobeja tai esineitä ja tuotteen ravintoarvo tulee myös selvittää. Lisäksi tarvitaan omavalvontasuunnitelma turvallisuuden kannalta kriittisten työvaiheiden kartoittamiseksi. (Biohalo 2007, 29-30).

3.1 Vaatimukset kompostorille

Ravintojätteen kompostointia varten tulee kompostorin tuhoeläinten välttämiseksi olla umpinainen ja varustettu pohjalla ja kannella sekä valmistettu materiaalista, jota ei voi lävistää veitsellä. Ruostumaton teräs on hyvä mutta kallis materiaali. Jos taas käytetään muovia, täytyy varmistaa, että se kestää riittävästi kylmyyttä (Persson 2001, 36 - 47).

Polyeteeni on yksi vaarattomimmista muoveista ja kestää jopa -60° C (Natureskyddsföreningen u.å.). Se kestää myös melko hyvin UV-säteilyä (Sähköpostikeskustelu Harri Taljan kanssa 25.4.2018). Polypropeeni on myös yksi ympäristöystävällisimmistä muoveista ja mutta se ei kestä alhaisia lämpötiloja yhtä hyvin, mutta on sen sijaan jäykempää ja mekaanisesti kestävämpää kuin polyeteeni (Plastbearbetning u.å.). Polypropeeni kestää myös paremmin korkeita lämpötiloja (Muovitalukko u.å.).

Lämpökompostori tarkoittaa että mikrobien tuottama lämpötila pidetään kompostorissa hyvän eristyksen avulla. Eristeen täytyy olla materiaalia, joka pysyy muodossaan eikä murene, sen täytyy olla kiinnitettynä paikoilleen eikä se saa tarjota suojaa tuhoeläimille. Jos kompostoria lämmitetään ulkoa, syntyy prosessin alussa liukoisia rasvahappoja, jotka huonontavat kompostin biologista laatua. (Persson 2001, 36 - 47).

Jos ilmastointi on kunnossa ja kompostin kosteus oikea ja kompostoriin lisätään myös jatkuvasti uutta materiaalia, kohoaa kompostin lämpötila yli 65°C:een. Ilmareiät eivät saisi olla puolta senttimetriä suurempia tuhoeläinten vuoksi ja koska komposti tarttuu helposti reikiin, ne täytyisi voida myös harjata puhtaaksi. (Persson 2001, 36).

Kompostin kääntäminen edesauttaa kompostin sekoittumista ja tasaista kosteutta, koska kondenssivesi sekoittuu silloin takaisin kompostiin. Suotoveden keräämiseen tarvitaan myös alle keräysastia, muuten voi ongelmaksi muodostua liika märkyys kompostorin alaosassa ja kompostin ytimen kuivuminen. Jotta voisi varmistaa, että tyhjennettäessä poistuu ainoastaan kypsää kompostia, olisi hyvä käyttää kahta säiliötä vuorotellen tai jakaa kompostori kahtia ja käyttää osia vuorotellen. Muuten puolivalmista materiaalia sekoittuu helposti mukaan tyhjennettäessä valmista osaa kompostista. (Persson 2001, 42- 45).

3.2 Nykytilanne ja parannusehdotuksia

Tällä hetkellä kompostointi tapahtuu joko pystysuunnassa tai vaakatasossa. Mutta asettamalla kompostori viettävään asentoon tiivistyisi sisältö vähemmän ja materiaalin syöttö ja tyhjennys sujuisi ehkä helpommin. Ilma kiertää painovoimaisesti viettävässä kompostiputkessa, koska ilma luonnostaan nousee ylöspäin lämmitessään.

Koska komposti tukkii helposti ilmastointiputken ilmareiät, täytyisi kompostorin ilmastointia kehittää. Pituussuunnassa kompostorin keskellä oleva verkko voisi ehkä myös toimia ilmareittinä samalla, kun se jakaisi sisällön kahteen osaan, joita voitaisiin käyttää vuorotellen ja siten varmistua, että tyhjennettäessä poistuu vain valmista kompostia.

Lämpöenergian hyödyntämistä kompostoitessa voisi myös kehittää edelleen. Mutta lämmön hyödyntäminen ei saisi kuitenkaan alentaa kompostointiprosessin lämpötilaa. Kompostorin poistoilman lämpöä voisi ehkä hyödyntää kasvihuoneen lämmityksessä ja siten pidentää sen viljelykautta.

3.3 Tutkimusmenetelmät

Lopputyössäni yritän kokeilla, voisiko viettävä muovinen putki toimia kompostorina, jos se on riittävän suuri. Tarkoitus on myös mitata poistoilman lämpötilaa ja kartoittaa mahdollisuuksia sen hyödyntämiseen lämmityksessä.

Tässä työssä käytän sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä tarvitaan, kun kerään kokemuksia lannan kompostoinnista viettävässä muovisessa kompostoriputkessa, jossa on verkko keskellä ilmareittinä. Kvantitatiivisia menetelmiä tarvitaan lämpötilojen mittaamisessa poistoilmasta, sen käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi kasvihuoneen lämmityksessä.

4. Kompostointikokeilu

4.1 Kompostointi muoviputkessa

Tein kompostointikokeilun hevosatilalla Ikaalisissa työharjoittelun yhteydessä. Tarkoituksena oli selvittää, onko kompostointi tällä tavalla tarkoituksenmukaista sekä kehittää kompostoria edelleen saatujen kokemusten perusteella.

4.1.1 Kompostorin kohderyhmä

On monia pieniä muutaman eläimen hevosiloja sekä myös kasvava joukko ihmisiä, jotka haluavat pitää kanoja omaan kotitalouskäyttöön tai muutamia vuohia, ja he tarvitsisivat myös toimivan ratkaisun lannan käsittelyyn. Markkinoilla on valmiita rumpukompostoreita lannan kompostointiin mutta ne vaativat melko ison investoinnin ja käyttökustannukset ovat myös melko suuret. Lantaa voidaan myös kompostoida muovituubissa maassa jos on tarpeeksi tilaa ja tarvittavia suuria koneita. Mutta monilla on vain muutamia eläimiä ja rajoitetusti tilaa ja siksi heidän on vaikeaa löytää sopivaa tapaa kompostoida lantaa. Itse tarvitsisin kompostoria tulevaisuudessa alpakoiden lannan kompostointiin ja tarkoituksena on käyttää valmista kompostia sitten vihannesten viljelyssä.

4.1.2 Paikalliset edellytykset ja yhteistyömahdollisuudet

Porin seudulla, jonne olen ajatellut hankkia alpakoita, on myös monia hevosiloja ja lannan käsittelyn ongelma on huomattu myös siellä (Jokinen 2012). Ehkä tulevaisuudessa olisikin mahdollista tehdä kompostoinnissa yhteistyötä jonkin hevosilan kanssa.

4.1.3 Yhteistyötahot

Koska minulla ei vielä ole alpakoita täytyy kompostointia kehittää yhteistyössä jonkin hevostilan kanssa. Tämän kompostointikokeilun olen tehnyt yhteistyössä Ikaalisissa sijaitsevan hevosviljan kanssa hevosenlannan kompostoinnin testaamiseksi muoviputkessa.

4.2 Kompostointiprojekti

Åfeltin työhevosilla on kaksi ruunaa ja kaksi oria, jotka tekevät metsätöitä ja esiintyvät lisäksi erilaisissa tapahtumissa, ja lisäksi heillä on kaksi tammaa ja yksi varsa (Åfelt 2016). Tilan omistaja Miika Åfelt auttoi kompostointiputken suunnittelussa ja tilaamisessa, kuljetti putken tilalle sekä rakensi tuen sen ympärille ja suunnitteli ja asensi hihnat kääntämistä varten (Kuva 7).

4.2.1 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on rakentaa kompostointilaitos lannan kompostointiin taajamissa. Sen pitäisi siksi olla umpinainen sekä helppo ja edullinen valmistaa ja käyttää. Se ei saisi viedä paljoa tilaa mutta sen pitäisi tuottaa valmista kompostia nopeasti ja hajuttomasti ilman riskejä sairauksien leviämisestä. Myös ilmastointia olisi tarkoitus kehittää.

4.2.2 Projektisuunnitelma

Parkanon muovituote teki polyeteenistä 5 m pitkän putken, jonka sisähalkaisija on 0,8 m, kaksinkertaisella seinämällä, ja lisäksi siinä on kannet molemmissa päissä. Putki laitettiin maahan makaavaan asentoon siten että pää, josta lannan syöttäminen tapahtuu, on hieman ylempänä kuin kompostin purkupää. Putken alla on tuet noin 1 m:n välein sekä molemmissa päissä (Kuva 8). Putken purkupäässä pitäisi olla myös astia suotovedelle. Kaaviokuva kompostointiputkesta on liitteessä 2.

Kun kompostointiputki on tullut täyteen lannasta, puretaan valmista kompostia pois aina lannan lisäämisen yhteydessä. Valmista kompostia puretaan avaamalla kansi ja kiertämällä putkea hihnojen tai tunkin avulla, jotta sisältö valuisi alaspäin. Kierto auttaa myös pitämään kompostin tasaisen kosteana. Samalla sisältöön sekoittuu myös ilmaa. Mutta sen tulisi tapahtua varovasti, ettei syntyisi turhia lämpöhäviöitä eikä häiriöitä mikrobitoiminnassa. Tässä kokeilussa putkea käännetään hihnojen avulla (Kuva 9).

Säiliö jaettiin kahteen osaan ruostumattomasta teräksestä valmistetun verkon avulla. Osat voidaan täyttää ja purkaa erikseen mutta sisällöt ovat silti yhteydessä keskenään. Verkko on noin 1 m lyhempi kuin putki, jotta putken täyttöpäähän jäisi työtilaa. Molemmissa kansissa on myös ilmareiät ja ilma kulkee ylöspäin verkon muodostamia rakoja pitkin. Yläpäässä ilma kerätään pois kannessa olevaa putkea pitkin (Kuva 10).

4.2.3 Projektin aikataulu, kustannukset ja rahoitus

Kompostointilaitos rakennettiin ja testaus suoritettiin syksyllä ja talvella 2017 - 2018 hevosatilalla Ikaalisissa suorittamani työharjoittelun yhteydessä. Kompostoria kehitetään edelleen testauksessa saatujen kokemusten ja parannusehdotusten avulla. Tarkoitus on myös tutkia onko poistoilmasta saatavissa riittävästi lämpöä hyödynnettäväksi.

Koska kevät oli kylmä, viivästyi myös lämpötilojen mittaaminen. Maaliskuun puolivälissä olivat myös päivälämpötilat yhä pakkasen puolella. Huhtikuun alussa tein lämpötilamittauksia mutta kompostointi ei ollut vielä kunnolla käynnistynyt kylmyyden vuoksi. Ilma putkessa oli kuitenkin noin 7 astetta lämpimämpää kuin ulkona suorassa auringonpaisteessa. Mittaukset jatkuvat myöhemmin keväällä ja mittausten tuloksia on liitteessä 3.

Käyttökustannuksia kompostoinnissa ei tule esim. sähkön muodossa. Putki maksaa noin 2000e veroineen ja rahteineen. Lisäksi tarvitaan myös verkkoa, eristettä, putkea, metallilankaa sekä työkaluja ja puutavaraa, joten kompostorin valmistus maksaa noin 2500e ilman työkuukustannuksia. Projekti kustannettiin pankkilainalla. Tämän hevosenlannan kompostointikokeilun jälkeen minulla on tarkoitus kompostoida putkessa myös alpakanlantaa.

4.2.4 Riskiarvio

Riskinä on että polyeteeni ei kestä kompostoinnissa syntyviä lämpötilanvaihteluita. Myös kääntäessä muodostuu kovaa painetta putkelle, joka on täynnä painavaa kompostia.

Toinen riski on että putken tila ei riitä, jotta komposti ehtisi valmistua ennen purkua. Jos komposti ei ehdi valmistua ennekuin putki täyttyy ja sitä täytyy purkaa pois, voidaan puolivalmis komposti jälkikompostoida katetussa kasassa tiiviin alustan päällä tai käyttää kesän alussa maan pinnalla katteeksi.

5 Pohdinnat ja johtopäätökset

5.1 Parannusehdotuksia

Vaikka musta putki nyt kerääkin itseensä auringon lämpöä, olisi putki silti hyvä eristää sen suojaamiseksi pakkaselta ja kompostoitumisen jatkamiseksi pidempään talviaikaan. Silloin putken materiaali voisi myös olla polypropeenaa, joka kestää paremmin korkeita lämpötiloja mutta huonommin UV-säteilyä ja alhaisia lämpötiloja kuin polyeteeni.

Jotta putki kestäisi paremmin kiertoa, voisi putken ympärille rakentaa kovalevystä neliskulmaisen suojan ja laittaa eristettä putken ja suojan väliin. Silloin putkea voitaisiin kiertää hydraulisen nostimen avulla siten, että putki suojineen olisi tukevan levyn päällä, joka makaisi pituussuunnassa viettävän pitkän tukin päällä ja molemmissa reunoissa olisi levyn tukena olkipaali sekä tukinpala. Kun olkipaali asetetaan makaamaan yhdellä reunalla ja tukin pala otetaan pois, kallistuu levy putkineen makaavan olkipaalin päälle. Tämän jälkeen voidaan putki nostaa ylös hydraulisen nostimen avulla ja toistaa sama toisella reunalla. Myös käytöstä poistettu paalinmuovituskone voisi toimia kompostiputken kääntäjänä.

Tässä kokeilussa on verkko putken sisällä ruostumatonta terästä. Se on hyvin painetta kestävä materiaali mutta alentaa myös kompostin lämpötilaa kylmänä vuodenaikana. Tiheä, kaksin kerroin ommeltu hyönteisverkko voisi myös toimia tilanjakajana kompostin keskellä.

Jotta sisältö valuisi alaspäin paremmin, täytyisi putken kallistuksen olla suurempi kuin tässä kokeilussa. Putken tulisi myös olla lyhempi, jotta sen kierto ja täyttäminen olisi helpompaa, ja kannen purkupäässä täytyisi olla luukun sijaan levy, joka vedetään pois sivusta. (Liite 2).

Jos kompostori sijaitsisi lähellä kasvihuonetta ja ilmastointiputki menisi suoraa kasvihuoneen läpi, ei lämmön kuljetuksessa tapahtuisi suurta lämpöhukkaa eikä käyttökuluja tulisi myöskään sähkön muodossa, koska ilma nousee luonnostaan ylöspäin lämmitessään. Ilmastoinnin tuloilma voitaisiin myös samoin ottaa kasvihuoneen kautta hieman esilämmitettynä. Liitteessä 1 on esitetty, miten ilma kulkisi kompostorin ja kasvihuoneen välillä keväällä ja syksyllä, kun ilma kompostorissa on lämpimämpää kuin kasvihuoneessa. Kun ilma kasvihuoneessa on lämpimämpää kulkisi ilma toiseen suuntaan. Kesällä on putket kompostorin ja kasvihuoneen välillä irrotettava, mikäli ilma muuten tulee liian kuumaksi.

Kompostointiputki voisi sijaita myös suojaavan vajan sisällä kasvihuoneen vieressä. Kääntäminen voisi silloin tapahtua kehittyneemmin menetelmin kuulalaakereiden avulla. Tällöin voitaisiin myös kompostoinnissa syntyvä hiilidioksidi käyttää hyväksi, jos ilmaston ilma viedään suoraan kasvihuoneeseen. Mutta riskinä ovat mahdolliset ongelmat mikrobien ja tuholaisten kanssa, koska kasvihuoneen sisälle tuleva ilma olisi tällöin yhteydessä raakaan kompostointimateriaaliin (Liite 1).

5.2 Päätelemät

Kompostointi on saanut leiman vanhanaikaisena tekniikkana ja täysin uusia kompostointitekniikoita ei ole monia markkinoilla. Kompostointiprosessin kehittämässä on kuitenkin vielä haasteita, jotta se saataisiin toimimaan varmemmin ja tehokkaammin ja kompostointi olisi myös taloudellisesti houkutteleva vaihtoehto eläinten omistajille.

Mutta koska kompostilla on maanparannusaineena erittäin vahvat etunsa, on kompostointitekniikoiden kehittäminen vaivan arvoista. Tässä työssä olen yrittänyt koota yhteen ne tekniikat, jotka nyt ovat käytettävissä, sekä antaa omat ajatukseni ja toiveeni tulevana eläinten omistajana siitä, miten kompostointia voitaisiin edelleen kehittää.

5.3 Tulevaisuudennäkymät

Yleisradio kirjoittaa uutisessaan 7.12.2015 että peltomaan määrä ja ruokamultakerroksen paksuus pelloilla pienenee (Pajunen 2015). Koska kemialliset lannoitteet ovat suoloja ja myrkyllisiä pieneliöille, jotka hajottavat kasvinjätteet mullaksi, on ruokamultamäärän säilyttäminen pelloilla mahdollista vain eläinten lannan avulla. Viherlannoitus on myös yksi vaihtoehto mutta yksin sen avulla on erittäin vaikeaa lannoittaa viljelykasvien tarpeiden mukaisesti.

Suuret alueet, joita nyt käytetään kotieläintuotantoon, tarvittaisiin tulevaisuudessa myös kasvinviljelyyn. Sheffieldin Yliopiston tutkijoiden mukaan täytyisi peltomaata käyttää säännöllisesti myös eläinten laidunmaana, jotta maa saisi levätä sekä myös luonnollista lannoitusta. Ratkaisuksi ongelmaan tarjoavat brittiläiset tutkijat siis vuoroviljelyä, jossa myös kotieläimet ovat kierrossa mukana. (Pajunen 2015).

Rikkakasvien torjunnassa on myös hyviä kokemuksia sikojen ja kanojen käytöstä, koska ne syövät rikkakasvien juuria ja siemeniä. Jos kotieläimiä olisi mukana viljelykierrossa, tarvittaisiin kuitenkin paljon aitaamista sekä eläinten kuljetusta ja lisäksi toimivaa yhteistyötä eläin- ja kasvinviljelytilojen välillä. Mutta kompostoitaessa kuolee myös suurin osa rikkakasvien siemenistä ja valmiin kompostin kuljettaminen on helpompaa.

Kun lantaa kompostoidaan, sen käsittely muuttuu miellyttävämmäksi ja helpommaksi ja siitä tulee erinomaista lannoitetta puutarhaviljelyyn. Kun viljelykiertoon otetaan mukaan vihanneksia ja niitä lannoitetaan kompostilla, se on myös yksi keino lisätä ruokamullan määrää sekä parantaa maan rakennetta ja terveyttä. Kompostissa on valmiiksi paljon hyödyllisiä mikrobeja ja pieneliöitä ja se sitoo myös kosteutta maaperään vähentäen siten kastelun tarvetta.

Jos kompostointiprosessi toimii niin hyvin että lämpötila kohoaa riittävän korkealle, voidaan valmis komposti antaa myös EVIRA:n tutkittavaksi sen myymistä varten. Lämmön ja kompostimullan lisäksi voisi lisäksi ehkä olla mahdollista hyödyntää myös kompostointiprosessissa syntyvä hiilidioksidi kasvihuoneviljelyssä.

Kuvaluettelo

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Uusi vaihtoehto lannan kompostointiin (Biojussi Oy, sähköposti Jukka Harjula 13.3.2018). | 5 |
| Kuva 2. 4m ³ reaktori biokaasun valmistukseen kuivassa mesofiilisessa prosessissa (Elina Virkkunen, sähköposti 13.3.2018). | 8 |
| Kuva 3. Kompostisäiliö maan alla (Biojussi Oy, sähköposti Jukka Harjula 24.4.2018). | 9 |
| Kuva 4. Lantaa lastataan lastausvaunuun tuubikompostoinnissa (Heikkinen Pekka, sähköposti Elina Virkkunen 13.3.2018) | 10 |
| Kuva 5. Rumpukompostori 8 m ³ (Rekitech Oy, sähköposti Heikki Kiljala 2.3.2018) | 11 |
| Kuva 6. Rumpukompostori 4 m ³ (Rekitech Oy, sähköposti Heikki Kiljala 2.3.2018) | 12 |
| Kuva 7. Miika Áfelt ja ”Limppu”-hevonen siirtävät putken paikoilleen. | 20 |
| Kuva 8. Putken ympärille rakennettiin tuki. | 21 |
| Kuva 9. Putken kääntämiseksi asennettiin hihnat. | 22 |
| Kuva10. Kompostointiputki on valmis ja täytetty hevosenlannalla. | 23 |

Suomen lainsäädäntö

Jätelaki 646/2011 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646> [Haettu 10.4.2018]

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11 <http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet> [Haettu 10.4.2018]

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/12 <http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet> [Haettu 10.4.2018]

Lannoitevalmistelaki 539/2006 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539> [Haettu 10.4.2018]

Luonnonsuojelulaki 1096/1996 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096> [Haettu 10.4.2018]

Luonnonsuojeluasetus 160/1997 <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1997/19970160> [Haettu 10.4.2018]

Ympäristönsuojelulaki 527/2014 <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2014/20140527> [Haettu 10.4.2018]

Ympäristönsuojeluasetus 713/2014 <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2014/20140713> [Haettu 10.4.2018]

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013 <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130151> [Haettu 10.4.2018]

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013 <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130331> [Haettu 10.4.2018]

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250> [Haettu 11.4.2018]

Valtioneuvoston päätös maatalouden ympäristötuesta 760/1995 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1995/19950760> [Haettu 11.4.2018]