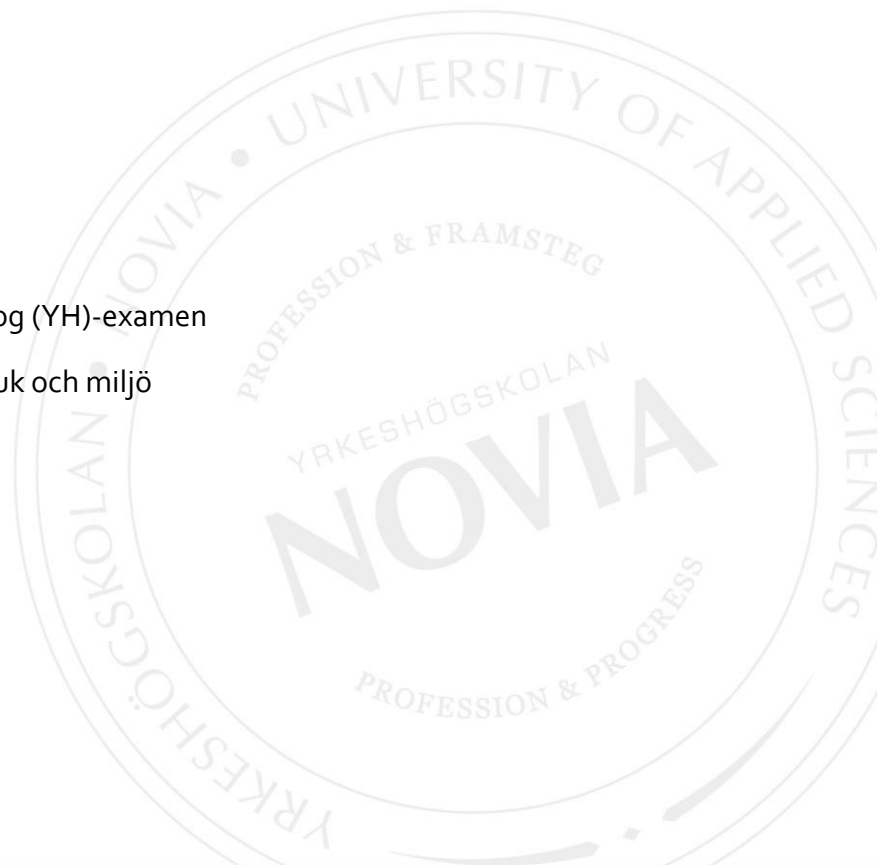


Hantering av hästgödsel

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen

Utbildning inom Naturbruk och miljö

Raseborg 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Daniel Grönfors

Utbildning och ort: Naturbruk och miljö, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Lantbruksnäringarna

Handledare: AFD Paul Riesinger

Titel: Hantering av hästgödsel

Datum 9.4.2019 Sidantal 33

Abstrakt

Kompostering av stallgödsel är allmänt på häststallar. Komposteringen av stallgödsel orsakar dock förluster av näringsämnen som kol och kväve. Det finns två olika sätt att lagra stallgödsel, aerobt och anaerobt. Aerob hantering medför en högre temperatur och högre förluster av kol och kväve i gasform. En anaerob lagring åstadkoms genom en begränsning av luftutbytet mellan stallgödseln och omgivningen. Således torde också förlusterna av kol och kväve minimeras.

Vid hantering av hästgödsel jämfördes två olika alternativ: aerob lagring i stuka där enbart långsidorna täcktes med presenning och anaerob lagring i en stuka som plastades in och där luftutbytet begränsades till fyra dräneringsrör som lagts i botten av stukan. Gödselns växtnäringsinnehåll analyserades i samband med uppläggningsen av stukorna och efter 132 dagar. Temperaturutvecklingen i stukorna dokumenterades med hjälp av datalogger. Dessutom gjordes en undersökning om hur olika häststallar hanterar sin gödsel och hur de lagrar gödseln.

Båda lagringsmetoder orsakade kraftiga temperaturhöjningar. Båda metoder orsakade också en kraftig volymminskning och höga kväveförluster. Resultaten stödde inte antagandet om att begränsad luftväxling skulle resultera i lägre temperaturer, en mindre omfattande nedbrytning och därmed lägre kol- och kväveförluster.

Språk: Svenska

Nyckelord: Kompostering, stallgödsel, hästgödsel

BACHELOR'S THESIS

Author: Daniel Grönfors

Degree Programme: Natural Resources and Environment, Raseborg

Specialization: Agriculture

Supervisor(s): Paul Riesinger

Title: Handling of horse manure

Date 9.4.2019 Number of pages 33

Abstract

Composting of manure is common at horse stables. Composting of manure causes heating and volatilisation of carbon and nitrogen. There are two alternatives to store horse manure: aerobic and anaerobic treatment, respectively. Anaerobic storage may save carbon and nitrogen. The two alternative methods of handling horse manure were compared. Additionally, this work documents how farmers store horse manure and how the manure is treated during storage. Two stacks of horse manure were set up and nutrient analyses were taken at the establishment of the experiment and after 132 days of aerobic respectively anaerobic treatment. The development of the temperature inside the stacks was measured by data-loggers.

Aerobic as well as anaerobic treatment incurred steep increases of temperature. Consequently, volume reduction and carbon- and nitrogen losses were high in both treatments. The results of the experiment did not support the assumption that anaerobic treatment would imply lower temperatures and lower losses of carbon and nitrogen, compared with anaerobic treatment.

Language: Swedish

Key words: Horse manure, composting, anaerobic

treatment

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Teoretisk bakgrund.....	2
2.1	Lagar gällande gödsellager.....	2
2.1.1	Gödsellagrets plats.....	2
2.1.2	Gödsellagrets dimensionering.....	2
2.1.3	Lagringsbyggnad.....	3
2.2	Olika lagringsmetoder.....	3
	Gödsellager i samband med stallet (under tak).....	3
	Gödsellager i samband med stallet (utan tak).....	4
	Gödselstuka.....	5
	Kompostering i tuber.....	5
	Lagring i Container.....	6
	Talli-Jussi.....	6
2.3	Allmänt om kompostering.....	7
2.4	Näring i stallgödsel.....	7
2.5	Aerob nedbrytning.....	7
2.6	Anaerob nedbrytning.....	8
2.7	Kväveförluster under komposteringen.....	8
2.8	Minimering av näringsförluster.....	10
2.9	Nyttan med kompostering.....	10
3	Aktuell forskningsfront.....	12
3.1	Hantering av gödsel på svenska hästanläggningar.....	12
3.2	Kompostering av halmrik stallgödsel vid fritt respektive begränsat lufttillträde.....	12
4	Material och metoder.....	13
4.1	Komposteringsförsök med halmrikt stallgödsel.....	13
4.2	Intervjuer från stallar.....	16
5	Resultat.....	16
5.1	Hantering av stallgödsel på hästgårdar.....	16
5.2	Näringsinnehåll vid aerob respektive anaerob behandling.....	23
	Medeltal och median av komposternas analysresultat.....	25
6	Diskussion.....	28
7	Slutsatser.....	31
8	Källförteckning.....	32

1 Inledning

Enligt finska företagsregistret finns det ungefär 500 stycken hästgårdar registrerade i Finland. Dessutom finns det människor som har hobbyhästar hemma och antalet av dessa gårdar är svårt att veta, för att det finns inte register på sådana gårdar. Alla gårdar var det finns hästar producerar stallgödsel. Ofta hör man pratas om bland hästfolket hur de behandlar stallgödseln och hur de blir av med stallgödseln. Flera pratar med varandra och frågar hur gör ni och vart stoppar ni gödseln. När man går runt på t.ex. travtävlingar och diskuterar med folket så tycks det också vara lite problem med att få bort gödseln från gödsellagern. Det verkar som om de flesta inte alls funderar på stallgödselns växtnäringssinnehåll. Några hästägare är ändå intresserade och frågar av varandra hurdan näringsvärde som stallgödseln har och vilken behandlingsmetod som skulle vara bäst för stallgödseln. Det byggs också mycket nya stallar och flera hästgårdar börjar göra generationsväxling. De yngre som börjar fortsätta i branschen är ofta mera intresserade av gödselhanteringen.

Det finns också jordbrukare som är intresserade av stallgödsel som gödsel-och/eller markförbättringsmedel. Flera jordbrukare funderar på om man får problem med ogräs om man tar emot stallgödsel och ifall kan man förstöra ogräsfrönas grobarhet med hjälp av kompostering. Syftet med detta arbete är att undersöka skillnader mellan två olika komposteringsmetoder, kompostering av hästgödsel med fri respektive begränsad luftväxling. Arbetets hypotes är att begränsad luftväxling minskar förlusterna av kol och kväve, jämfört med fri luftväxling. Dessutom gjordes en kartläggning av gödselhanteringen på ett antal häststallar.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Lagar gällande gödsellager

2.1.1 Gödsellagrets plats

Enligt vattenlagen får man inte placera gödsellagern på grundvattenområde om man inte kan bevisa att gödseldalens placering på grundvattenområde kan inte förorsakas föroreningar i grundvattnet.

Detta betyder att gödsellagern får ej placeras vid översvämningssområden och nära sjöar och brunnar I lagen sägs det att gödsellagern skall ha över 50 meters avstånd till sjö, brunn eller källa. Till nackdiken skall man ha över 25 meters avstånd. (Statsråd 27.5.2011/587 3 § Vattenlag)

2.1.2 Gödsellagrets dimensionering

Gödsellager skall planeras för åtminstone 12 månaders behov. När man beräknar gödsellagrets minimivolym kan man beakta ett för flera gårdar gemensamt gödsellager, lösdriфтens ströbotten samt gödsel som blir på beten under betessäsongen. Man kan göra undantag från minimikraven för gödsellagrets storlek då gödseln ges till någon nyttoanvändare som kan ta emot stallgödsel enligt naturskyddslagens lov 27 §. Eller om gödseln ges till någon som kan förvara gödseln i ett gödsellager som fyller kraven.

(Statsråd. Vna 1250/2014. Vna 931/2000)

Gödsellagern har ett minimi dimensionering/djur För nya gödsellager (efter 1.4.2015 byggnadsprojekt Vna 1250/2014): är kraven följande. Hästar som är över 150 cm i mankhöjd skall gödsellagern rymma: 17 m³ gödsel/12 månader/häst. Ponnyn som är i mankhöjd 120-150 cm skall gödsellagern rymma: 12 m³ gödsel/12 månader/ponny. Miniponny som har mankhöjden under 120 cm skall ha en gödsellager som rymmer 8 m³ gödsel/12 månader/miniponny.

Gamla gödsellager har följande krav (Vna 931/2000): Häst: 12 m³ gödsel/12 mån. Ponny: 8 m³ gödsel/12 mån.

(Statsråd. Vna 1250/2014. Vna 931/2000)

2.1.3 Lagringsbyggnad

Enligt lagen skall gödsellagerns lagerutrymmen skall vara vattentäta och kompostering skall utföras på ett underlag med tät botten, eller konstruktionerna skall annars vara vattentäta.

Konstruktionerna och apparaterna skall vara sådana att det kan inte rinna vätskor ut i omgivningen under gödseltransport, behandling, eller under tömningen av gödsellagern. Gödselns lastande skall utföras på ett hårt underlag som håller maskinvikt och varifrån man vid behov kan ta tillvara gödsel som har fallit till marken under lastningen.

Gödsellagern skall också täckas eller ha tak så att vattnet kommer inte åt gödseln detta gäller för byggprojekt efter 1.4.2015.

Om det på gården produceras som högst 25 m³ gödsel under året eller om det förvaras på engång högst 25 m³ gödsel kan gödseln förvaras i en tät flak som är på jämn yta och under tak eller täcks så att vattnet kommer inte åt gödseln.

(Statsråd. Vna 1250/2014)

2.2 Olika lagringsmetoder

Gödsellager i samband med stallet (under tak)

Flera stallar är byggda så att man inte behöver gå ut från stallet för att föra ut gödseln (bild 1.). Det finns olika byggnadslösningar för sådana stall. De stallar som har ett gödsellager i samband med stallet har ofta ett kallt gödsellager vid stallens ena ända/sida. På stallens sida finns det en gliddörr som öppnas och på de sättet kommer man in i gödsellagret. Detta alternativ är bäst ur ägarens synvinkel. Det går lätt att putsa stallet, för att gödsellagret är nära. Det finns två olika gödsellager alternativ om man vill ha gödsellagret i samband med stallet. Det ena är ett gödsellager som är under tak och det andra är utan tak (Bild 1).

(Melleri.2019)

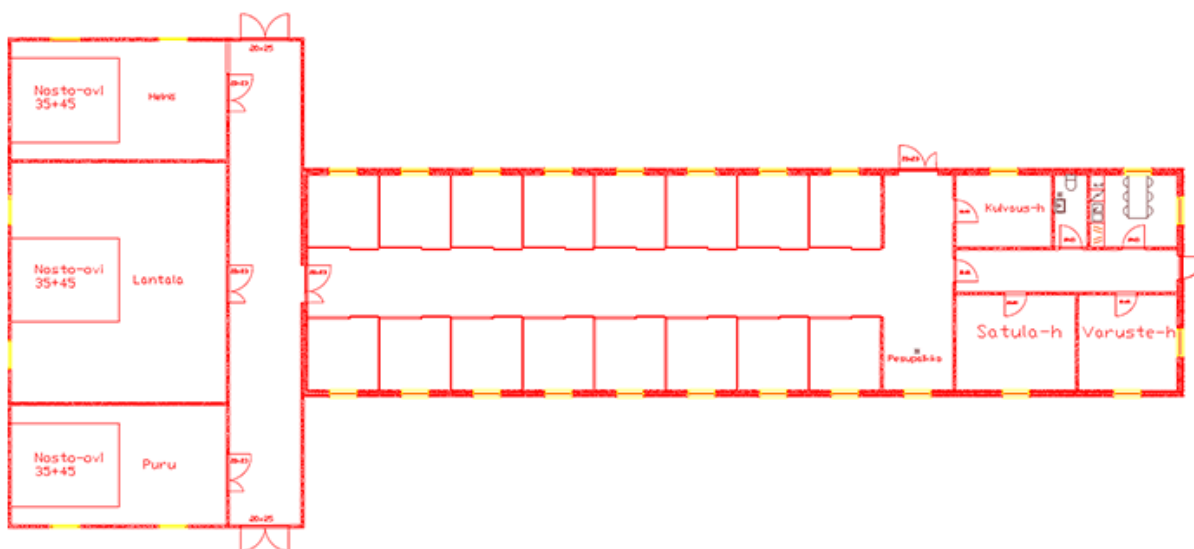


Bild 1. Stall med gödsellager på ändan av stallet, arbetarna behöver inte gå ut för att föra bort gödsel, lagerutrymmen är täckt med tak.

När man har tak på gödsellagret hålls gödseln ganska torr och det börjar inte lukta lika mycket. Dessutom är det finare när gödselhögen inte syns utåt. Regnet är inte heller bra för stallgödselns näringsvärde, för att gödseln börjar brinna när det får fukt i sig. Detta beror på att vatten är näring för mikroorganismerna. Då mikroorganismerna börjar gynnas av vatten så börjar stallgödseln brinna ihop och det försvinner kväve och svavel samt kol i processen (Grönfors 2019; Åberg 2019).

Gödsellager i samband med stallet (utan tak)

Flera stallägare har i tiderna sparat på byggnadskostnader och därför har de inte byggt tak på gödsellagret. Oftast består lagringsplatsen bara av en betongplatta där det finns ca en meter höga kanter av betong. Gödsellager som är utan tak har stor kapacitet, för att man kan höja högen och högen brukar oftast brinna ihop kraftigare på grund av regn som fuktat högen (Karttunen 2019).

Gödselstuka

Det går också att lagra stallgödsel i en stuka på åkern. Detta kräver lov av kommunens miljöansvariga. Loven skall sökas senast 14 dagar före du anlägger stukan. Torrsubstansen på gödseln skall vara åtminstone 30 % då du förvarar gödseln i stuka. Oftast får man tillstånd för detta om man har hygieniska eller arbetstekniska orsaker, man skall ändå följa lagen om kompostering i stukan (1250/2014, 6§) (Hevostietokeskus 2019).

Kompostering i tuber

Vid tubkompostering placerar man stallgödseln i svarta plasttuber med 1,5-2 meters diameter, med t.ex. Murska Biopacker (Bild 2). Maskinen fylls oftast med frontlastare, sedan pressar maskinen gödseln in i en tub. Plasten som används i tuber är oftast svart, på grund av att man skall kunna nå en tillräcklig hög komposteringstemperatur (40-60 grader). Tuberna har också ett hålligt rör inne i tuben så att gödseln skall luftas, detta hjälper upp komposteringsprocessen. Tubkomposteringens fördelar är att gödseln inte torkar för kraftigt, vilket skulle stanna upp komposteringsprocessen. Genom placering av gödseln i plasttuber borde man kunna undvika utlakningen av näringsämnen och möjligtvis kunna minska avdunstningen av kol, kväve och svavel.

Det krävs inte heller några speciella åtgärder för tubkompostering, det räcker att du har ett jämnt underlag för tuben (Åberg 2019).



Bild 2. Murska Biopacker tubkomposterare.

Lagring i Container

Vissa mindre hästgårdar har inte resurser att bygga dyra gödsellager i samband med stallet. Det blir inte heller så mycket gödsel för att det är bara enstaka hästar på gården. Sådana gårdar brukar förvara gödseln i container. Då containern blir full brukar någon entreprenör hämta den och tömma till ett större gödsellager, eller föra gödseln till förbränning (Vähäkylä 2019).

Talli-Jussi

Talli-Jussi är ett väldigt bra alternativ för gårdar som har bara några hobbyhästar. Det sparar både på utrymme och på växtnäring. Talli-Jussi är ett rund gödsellager som grävs ner i jorden. Lagringsutrymmet består av ett starkt plastskal som ram. In i plastcylindern sätter man en stor säck som är menat för att samla upp stallgödsel. Gödselbehållaren har ett plastlock som man kan stänga och öppna (Bild 3). Då säcken är full kan man lyfta den ut från behållaren för att gödseln sedan skall spridas ut på åkern eller att någon växtodlare hämtar gödseln. Det finns två olika storlekar av Talli-Jussi 2,5 m³ och 3,6 m³ (Murtonen 2019).



Bild 3. Talli-Jussi.

2.3 Allmänt om kompostering

Kompostering är en självuppvärmande, biologisk process, där organiskt material bryts ner. T.ex. vid kompostering av stallgödsel pratar man ofta om att gödseln brinner. När man pratar om att gödseln brinner betyder detta att den aeroba nedbrytningen förorsakar värme. Detta beror på tillgång till syre, då man rör om gödselhögen så kommer mikroorganismerna mera i kontakt med syre och då börjar de aktiveras. Stallgödseln kan också vara så porös att nedbrytningsprocessen blir aerob utan att man behöver vända gödselhögen. När mikroorganismerna gynnas av syre och fukt så börjar det ske en biologisk nedbrytning. Det behöver vanligtvis inte tillsättas vatten till gödseln för att de skall börja ske kompostering. Stallgödseln i sig själv innehåller i regel tillräckligt med fukt (Riesinger 2006, s.160-161).

2.4 Näring i stallgödsel

Stallgödselns växtnäring beror på utfodringen, djuren producerar inte växtnäringen. Sådana faktorer som påverkar stallgödselns näringsinnehåll är foderstat, utfodringsintensitet, fodrets näringsvärde, typ av strömedel och hurdana mängder du använder strömedel. Stallgödsel innehåller makro- och mikronäringsämnen i mer eller mindre löslig form. Växtnäringen i stallgödseln är bunden i proteiner, kolhydrater, cellulosa och lignin. Stallgödseln bryts vidare ner till enklare organiska och oorganiska föreningar. Nedbrytningsprodukter är aminosyror, ammoniak, svavelväte, koldioxid, vatten och mineralämnen i växttillgänglig form (Riesinger 2006. S.112-113).

Hästgödseln i Finland innehåller i medeltal 0,6 kg/ton lösligt kväve, 0,9 kg/ton fosfor och 3,1 kg/ton kalium.

(Markkarteringstjänst 2000 (Tabell 11, s. 19)

2.5 Aerob nedbrytning

Vid aerob nedbrytning uppkommer humusämnen. Den aeroba nedbrytningen är en oxidationsprocess där organismerna använder syre från atmosfären som oxidationsmedel. Delvis oxideras det organiska materialet och syret reduceras. Temperaturen vid den aeroba nedbrytningen ökar ofta till 60-70 °C. Vid den aeroba nedbrytningen bildas det humusämnen, vatten, ammoniak och koldioxid. På grund av ammoniakens basiska verkan

ökar pH-värdet upp till 8-9. Vid den aeroba nedbrytningen förekommer oftast stora kväveförluster i form av ammoniak. Kväveförlusternas storlek är beroende av luftutbytet mellan gödselhögen och omgivningen. Kväveförlusterna kan bli upp till 50 % av det totala kväveinnehållet under den aeroba komposteringen. I vissa fall då det tillförs mera luft så kan kväveförlusterna bli ännu högre. Kväveförlusterna beror på att ammoniak övergår från vattenfas till gasfas, samt för att ammonium under basiska förhållanden ombildas till ammoniak. En gödselhög med aerob nedbrytning har i slutskedet ett lågt kväveinnehåll, men det bildas organiska föreningar av hög stabilitet. Då det färskt organiska materialet omvandlas till humusämnen kallas detta för humifiering (Riesinger 2006, s.161-163).

2.6 Anaerob nedbrytning

I de fall biologisk nedbrytning sker utan tillgång till syre, är det fråga om jäsning eller förruttelse, detta är en anaerob process. Om man vill få nedbrytningsprocessen anaerob betyder detta att man skall lagra gödseln vid frånvaro av syre. Detta betyder i praktiken att gödselhögen skall täckas så att gödseln inte kommer i kontakt med syre. Arbetet med nedbrytningen utförs också här av organismer (Riesinger 2006, s.160).

Vid den anaeroba nedbrytningen förvandlas komplexa organiska substanser till föreningar med enkla molekylstrukturer. Sådan nedbrytning av kolhydrater ger upphov till organiska syror. När nedbrytningen av kolhydrater hämmas bildas det korta organiska syror. Den anaeroba komposteringen av stallgödsel förorsakar inte någon temperaturhöjning, temperaturen i gödseln är istället beroende av omgivningstemperaturen (Riesinger 2006, s.161).

Det kan inte ske nitratbildning under anaeroba förhållanden. Därför sker det ingen kväveförlust genom denitrifikation när man lagrar stallgödsel under anaeroba förhållanden (Kirchmann, 1988).

2.7 Kväveförluster under komposteringen

Nedbrytning av proteiner till ammoniak (gasform) vidare till vattenlösligt ammonium pågår i både den aeroba och anaeroba komposteringen. Under anaerob kompostering omvandlas kolhydrater till organiska syror. Den anaeroba nedbrytningen sänker pH-värdet samt ökar bildningen av ammonium. Vid anaerob kompostering övergår ammoniak till ammonium,

detta beror på det låga pH-värdet. Detta är en positiv sak för kompostens näringsinnehåll, för att kvävet förloras i ammoniakform (gasfas), men inte i ammoniumform. Vid den anaeroba lagringen sparar vi kväve, för att kvävet överförs till ammoniumform (Riesinger 2006, s.161-162).

Kväve är ett viktigt näringsämne för växterna och man borde i komposteringen spara kväve. I den aeroba komposteringen övergår kvävet till ammoniak medan i den anaeroba komposteringen blir kvävet i ammoniumform. Det blir en betydande skillnad då man jämför kväveförlusterna mellan dessa två komposteringsalternativen. Då kvävet är i ammoniakform försvinner det lätt i gasform till atmosfären. Vid den anaeroba lagringen har vi kvävet i ammoniumform på grund av det låga pH-värdet vilket gör att ammoniak övergår till ammonium. Det bildas bara lite ammoniak vid den anaeroba komposteringen just på grund av det låga pH-värdet. Då kvävet är i ammoniumform blir det betydligt mindre kväveförluster för att kvävet är då i vattenlöslig form i stället för i gasform. Det kväve som är kvar i ammoniakform vid anaeroba komposteringen försvinner inte heller lika lätt, för att vi har ett begränsat luftutbyte (Riesinger 2006, s. 162-163)

Under den aeroba komposteringen försvinner det mera kväve än vid den anaeroba komposteringen. Kväveförlusterna är större då luftutbytet är högre och då vi tillför komposten luft. Om målet är att spara kväve är det inte bra att röra om gödselhögen med frontlastare, för att då tillför vi mera luft in i komposten och det blir ännu kraftigare kväveförluster. Kväveförlusterna under den aeroba lagringen beror på kolhalten i substratet. Kväve binds upp i mikroorganismer i en utsträckning som är korrelerad till deras nedbrytning av kolrika föreningar. Man pratar om kol/kväve-kvoten dvs. förhållandet mellan kol och kväve. Då det finns för mycket lättnedbrytbart kolhaltigt material i komposten kan de totala kväveförlusterna vara till och med så låga som 10 % dvs vi kan komma ner till samma nivå som kväveförlusterna från den anaeroba komposten. Det lönar sig att sätta med mycket kolrikt material i komposten om man vill undvika större kväveförluster. Men då skall det vara hackad halm, så att gödseln packar ihop sig. Långstråig halm innehåller visserligen också kol, men den ventilerar så kraftigt att kvävet har försvunnit för länge sedan när kolet så småningom blir tillgängligt för mikroberna. Den höga kolhalten i komposten talar också för kolrika strömedel som halm. Lagringstiden påverkar också kompostens kväveinnehåll.

Kväveförlusterna blir högre desto längre man lagrar gödseln. Detta beror på när tillgången på kolrikt material minskar (Riesinger 2006, s.163).

Det finns mera växttillgängligt kväve i den anaerobt komposterade stallgödseln. Andelen av det växttillgängliga ammoniumkvävet är betydligt högre efter den anaeroba komposteringen, 50-70 %, medan i den aerobt lagrade är det 5-20 %. Anaerobt komposterad stallgödsel innehåller bara spår av vattenlösligt och växttillgängligt nitrat. I aerobt komposterad stallgödsel kan nitrathalten utgöra en % av den totala kvävehalten (Riesinger 2006, s.163).

2.8 Minimering av näringsförluster

När stallgödseln börjar komposteras försvinner det mycket näring. Desto mera gödseln brinner desto mera försvinner det näring. Om du vill minimera näringsförluster skall du undvika syreinträngning under lagring. Ett näringsämne som försvinner kraftigt under kompostering är kväve. Då komposteringsprocessen kommer i gång försvinner kväve i form av ammoniak. Kväveförlusterna beror på stallgödselns pH-värde och ammoniumhalt. Då en stor del av gödselns kväve föreligger i ammoniumform kan det omvandlas till ammoniakform och då försvinner kväve från stallgödseln, då gödselhögen är otäckt. Avdunstningsförlusterna ökar med temperaturen. Ända sättet att undvika ammoniakförluster är täckande av gödselhögen. Om du använder torv som strömedel kan det vara bättre för näringsvärdet i stallgödseln. Torv binder nämligen gaser såsom ammoniak och svavelväte på grund av sitt låga pH-värde (Riesinger 2006, s.122-127).

Man kan också undvika kväveförluster genom användning av kolhaltigt strömaterial som halm, Desto mera du har kolhaltigt strömaterial i stallgödseln desto längre tid tar det innan kväveförluster kommer. Det är fråga om kvoten mellan kol och kväve. Då kol/kväve-kvoten sjunker under 20 upphör fastläggningen av kväve genom mikroorganismer, och ammoniak avgår i gasform (Riesinger 2006, s. 130).

2.9 Nyttan med kompostering

Genom kompostering minskar stallgödselns direkta gödslingsvärde. Däremot ökar dess effekt som jordförbättringsmedel. Också lukten av gödseln minskar. Under komposteringen

kan det också försvinna möjliga skadeämnen som har kommit till gödseln. Komposteringen kan förstöra groningen av ogräsfrön och möjliga växtsjukdomar. På grund av detta bibehålls åkerns bördighet på en högre nivå och dessutom blir kvaliteten bättre på de grödor som odlas. Kompostering leder däremot till att stallgödselns kväveinnehåll ytterligare minskar, vilket innebär att kompost innehåller alltför lite kväve i förhållande till de andra växtnäringsämnen, då man jämför dess näringsinnehåll med grödornas behov. Ifall komposten inte skyddas från nederbörd kan också stora utlakningsförluster uppstå, t.ex. av kalium (Erkki Vihonen 2014).

Komposteringen underlättar också spridningen av stallgödsel. Då gödsel komposteras blir det en massaminskning jämfört med utgångsmaterialet. Volymen av gödselhögen kan minska till mer än hälften då man komposterar gödseln. Detta betyder att vi har också mindre arbete för att vi har mindre att sprida ut på åkrarna. Dessutom fördelas komposterad stallgödsel bra och jämnt på åkerytan. En bra stallgödselspridare kan fördela stallgödseln så fint att man efter spridning i slåttervall inte får problem med gödselrester i stängarna (Riesinger 2006, s.166).

Komposterad stallgödsel går bra att använda som övergödning i grödor. När stallgödseln komposteras ökas homogeniseringen och bindningen av kväve i svårösliga föreningar. Det är mindre t.ex. smittosamma bakterier i den komposterade stallgödseln. Värmeutvecklingen som sker i komposten dödar inälvparasiter och salmonella (Riesinger 2006, s.166; Åberg 2019).

3 Aktuell forskningsfront

3.1 Hantering av gödsel på svenska hästanläggningar

Anna Erikson (2017) har forskat kring hanteringen av gödsel på svenska hästanläggningar. I forskningen har man fokuserat på själva hanteringen och användningsområden för hästgödsel. Med hjälp av en enkät tog man reda på storleken på hästhagar, hur ofta mockas hagarna, hästarnas utevistelse, gödsellagring utomhus, gödsellagring inomhus, slag av utgödsling, typ av inhyrningssystem, typ av verksamhet som bedrivs på anläggningen, egen anläggning respektive inackordering, antal hästar på anläggningen, den svarandes roll på anläggningen och anläggningens geografiska placering. Slutsatser av enkätstudien var att små rasthagar mockas mer frekvent än stora hagar, att hästar vistas kortare tid utomhus i små hagar än i stora samt att det finns vissa brister i gödselhanteringen vad gäller mockningsfrekvens i rasthagar och lagringsförhållanden. Hästgödsel innehåller höga halter av kväve, fosfor och kalium. Hästgödsel orsakar därför övergödning och det är viktigt att man skulle minska på övergödning och näringsavrinningar av gödsel i hästhagar.

3.2 Kompostering av halmrik stallgödsel vid fritt respektive begränsat lufttillträde

Paul Riesinger (2017) har forskat på kompostering av stallgödsel under aeroba respektive anaeroba förhållanden. Försöken gjordes på Västankvarn gård i Ingå och det är samma försök som också analyseras i detta arbete. Halmrik hästgödsel lades upp i två stukor. Den ena stukan täcktes enbart på sidorna med presenning, för att hindra utlakningen av näringsämnen; luftutbytet var fritt. Luftutbytet i den andra stukan begränsades i och med att hela stukan plastades in. I botten lades dock fyra stycken dräneringsrör som tillät ett begränsat luftutbyte. Enligt Paul Riesingers forskning medför komposteringen av halmrik hästgödsel omfattande förluster av kol och kväve både vid fri och begränsad lufttillförsel. Stallgödsel borde inte komposteras utan istället tillföras marken direkt. På detta sätt utnyttjas organiskt material bäst då den tillförs till marken i färsk form. När stallgödseln sprids på åkern som färsk vara stimulerar det mikroorganismerna med positiva följd effekter på markstrukturen.

I Paul Riesingers försök har den anaeroba komposteringen lett till högre kol- och kväveförluster än den aeroba komposteringen. Dessa förluster skulle möjligtvis ha kunnat

minskas genom att packa stukorna och/eller genom att styra luftväxlingen enligt temperaturutvecklingen i stukan.

Kompostering leder uppenbarligen till höga förluster av kol och kväve. Kol utgör omkring hälften av mullens torrsubstansvikt och kvävet är för växterna i praktiken det mest betydelsefulla näringsämnet. Därför borde organiskt material återföras direkt till marken. Kompostering skulle lämpa sig mest för organiskt avfall som behöver homogeniseras eller hygieniseras dvs. för behandlingen av livsmedelsrester, trädgårdsavfall, pälsdjursgödsel och reningsverksslam (Riesinger 2017).

4 Material och metoder

4.1 Komposteringsförsök med halmrikt stallgödsel

Försök med kompostering av hästgödsel utfördes på Västankvarn gård år 2016. Gödseln hämtades från gården Smeds i Ingå. Det var halmrikt stallgödsel (Bild 4). Som strömedel används det halm och torv i detta stall. Det var två halmrika gödselhögar på ungefär 20 m³ (Bild 5). Den ena högen täcktes på långsidorna med presenning, den andra plastades in med plastfolie. Till den anaeroba högen lades fyra stycken dräneringsrör i botten så att det förekom en viss ventilering. Meningen var att undvika en ensilering av gödseln. Båda högarna förseddes med dataloggar som mätte temperatur på 0,2, 0,4 och 0,6 meters djup. Från båda högar togs det gödselprov i anläggningskedet och 132 dygn senare. Samlingsproven bestod av tio delprov. Proven analyserades av Novalab Oy.



Bild 4. Utgångsmaterial var halmrikt stallgödsel (Riesinger P. 20.05.2016).

Gödseln hämtades med en 20 m³ JF gödselspridare och fördes till Västankvarn. I Västankvarn blandades gödseln först på gödselstaden (två gånger) och till sist genom att avlasta gödseln via gödselspridarens valsar till stukur (Bild 6).



Bild 5. Gödseln finfördelas och lagras i stukor (Riesinger P. 25.05.2016).



Bild 6. Komposterna täckta. Riesinger P.31.05.2016 (den aeroba på vänstra sidan och den anaeroba på högra sidan).

4.2 Intervjuer från stallar

10 stallägare intervjuades för att kartlägga hur de förvarar gödseln, hurdan strömaterial de använder och vad gör de med gödseln. Stallarna låg i Ingå, Borgå, Kiuruvesi, Esbo, Veikkola, Karis och Orimattila.

5 Resultat

5.1 Hantering av stallgödsel på hästgårdar

1. Pertti Puikkonen i Esbo använder sågspån som underlag åt hästarna. Gödsellagret är stort och det rymmer ca. 12 månaders gödsel. Puikkonen har kontrakt med Fortum. De hämtar gödseln till förbränning. Tjänsten heter Fortum HorsePower.

2. Tapio Katainen i Karis använder torv som underlag åt hästarna. Katainen har ett gödsellager som rymmer ca. 14 månaders gödsel på hans gård. Gödsellagern töms en gång om året och det görs av en spannmålsbonde i närheten som kör gödseln på sina egna åkrar.

3. Seppo Karttunen i Ingå använder torv och halm som underlag åt hästarna. Hans gödsellager rymmer 12 månaders gödsel. Lagret töms en till två gånger om året av granngårdar med växtodling. Gödsellagrets tömningstidpunkt är på våren och på hösten då växtodlingsgårdarna sprider gödsel på åkrarna.

4. Grönfors Training Oy i Ingå använder torv och halm som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer hela årets gödsel. Gödsellagret töms på våren och gödseln sprids till åkrarna som markförbättringsmedel.

5. Taikatalli i Ingå använder torv som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer bara sex månaders gödsel och skall tömmas två gånger under året. Gödseln säckas och säljs till

<p>privatpersonernas trädgårdar under våren. Resten som blir kvar hämtas av grannar som har växtodling.</p>
<p>6. PR-Talli Borgå använder hampa som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer hela årets gödsel och töms varje vår på gårdens egna växtodlingsåkrar. Hampa används för att det var lätt att putsa boxarna.</p>
<p>7. Jari Hyvärinen i Kiuruvesi använder torv som underlag åt hästarna. Torv används för att det är billigt och det finns torvmosa i närheten. Gödsellagret rymmer hela årens gödsel och töms varje vår av en lokal mjölkgård till deras egna åkrar.</p>
<p>8. Eriksgård Veikkola använder torv som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer hela vinterns gödsel och det töms både på hösten och på våren. Gödseln förs till Karl Åbergs jordgubbsodlingar.</p>
<p>9. Snettans i Ingå använder torv som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer hela vinterns gödsel och den töms på åkrarna varje vår av en lokal spannmålsbonde.</p>
<p>10. Tapio Moilanen i Orimattila använder sågspån som underlag åt hästarna. Gödsellagret rymmer sex månaders gödsel och töms av Fortum HorsePower tjänsten som för gödseln till kraftverket för att brännas.</p>

De flesta gårdsägare som intervjuades inom ramen för den här studien tänker inte så mycket på stallgödsels lagring enligt den synvinkeln att man skulle spara på växtnäring (sju av 10 gårdar). Det finns också hästgårdar som själva odlar hö åt sina hästar. Dessa gårdar har ofta också problem med stallgödselplaceringen, för att de flesta enligt denna undersökning inte har planerat växtföljden på ett lämpligt sätt med avseende på placeringen av stallgödsel. De flesta gårdar som har eget hö odling på gården förnyar sina vallar med ungefär fem års

mellanrum (fyra av 10 gårdar) och då förnyas allt på en gång, detta beror på de små arealerna de har hemma på gården. Några hästgårdar har bara enstaka hektar de odlar hö på, resten av fodret köps in på gården (tre av 10 gårdar). Dessa gårdar sprider gödseln då de förnyar deras vallar, så de behöver bli av med gödseln också under de fem åren de har vallarna i produktion.

Det finns också hästgårdar som har en bra växtföljd på så sätt att vallåren bryts av år med ettåriga grödor, men dessa gårdar har ofta problem med spridningsarealen. De har små gårdar och det är bara enstaka hektar de förnyar under året så spridningsarealen vill inte alltid räcka till att sprida hela gödsellagret på åkern (en av 10 gårdar).

Stallägare som också har växtodling på gården funderar mera på den korrekta behandlingsmetoden. Gårdsägarna med åkrar vill ofta spara växtnäring som finns i stallgödsel så att de skulle kunna använda gödselns växtnäring så effektivt som möjligt, samt möjligen spara på konstgödselutgifterna. Vissa gårdsägare funderar på om de skall lagra gödseln aerobt eller anaerobt, de flesta vet inte egentligen vad som är mera nyttigt för deras åkrar. En stor del komposterar sin stallgödsel aerobt för att de får gödseln att brinna ihop mera och för att förstöra ogräsfrönas grobarhet. Ofta tänker gårdsägarna att det bara är jobbigt då man har gödselhögen täckt för att spara växtnäring. Det blir svårare att lägga nytt gödsel på högen, för att man måste öppna täcket då man vill föra mera gödsel på samma gödselhög. Därför är det så många stallägare som inte täcker gödselhögen alls. Vissa gårdsägare vill sälja gödseln som markförbättringsmedel, och då är det oftast kunden som vill ha gödseln väl komposterad.

Sju av 10 gårdar tyckte att stallgödseln lär mera vara ett problem som man vill bli av med så lätt som möjligt. De tänker också på hur det är lättast för stallarbetarna med utgödslingen.

De flesta gödsellager (sju av 10) är planerade så att man lätt kommer åt lagern från stallen. Det skall också vara lätt att föra gödseln dit med skottkärra. Det skall också rymmas helst hela vinterns gödsel till lagern.

Stallar som har många hästar (tre av 10) blir det mycket stallgödsel, de har stora lagringsutrymmen, men de fylls också väldigt snabbt. Då måste man få mera utrymme i gödsellagret t.ex. genom att vända på högen så att gödseln brinner mera ihop (en av 10 gjorde

såhär). Andra alternativet är att få någon att hämta gödseln t.ex. en lantbrukare som behöver gödsel eller kan lagra gödseln.

Fem av 10 gårdar hade gödsellager med tak, resten lagrade gödseln på gödselplatta utan tak.

De flesta hästgårdar (sju av 10) har inte alls växtodling på gården, foder köps från andra ställen. Därför funderar inte hästägarna så mycket på växtnäringen som finns i gödseln.

Det finns gårdar som säljer sin hästgödsel (en av 10). Behandlingen går ut på att man vänder gödselhögen så att den brinner och komposteras till nästan mylla. Då våren kommer så säckar de stallgödseln för hand. Efter att gödseln är i säckar lastar de säckarna i bilen och säljer gödseln från dörr till dörr. Enligt Maija-Riitta Vähäkylä som är ägare av Taikatalli är försäljning av stallgödsel inte så dålig ide alls. De får nämligen allt sålt och de har en stor kundkrets som väntar på dem då våren kommer. Många egnahemshushåll köper stallgödseln åt sina trädgårdsodlingar, blommor och bärbuskar. Taikatalli får ungefär fyra tusen euro av fem hästars gödsel varje vår. Kunderna vill ha just stallgödsel som är väl komposterad, för att de är rädda att för färsk gödsel skulle skada deras odlingsväxter. Kunderna tycker också att den komposterade gödseln inte luktar lika illa och att den är bekvämare att använda.

Gårdar som har både hästar och växtodling (tre av 10) sprider gödseln på sina åkrar. Gödseln mellanlagras ofta i gödsellager eller i en hög på åkerkanten. Gödseln sprids ut ofta både på våren och hösten. Hästgödsel är ett bra markförbättringsmedel och den sprids ofta på lerknallar och används mycket vid anläggning av specialgrödor som jordgubbar. Till spridningen används oftast två traktorer, ena traktorn lastar och den andra sprider gödseln på åkern. I de flesta fall används det spridarvagn med valsar som sprider gödseln fint och jämt på åkern. Det går också att använda en vanlig traktorsläpvagn, men då måste man efteråt jämna gödselhögarna med harv eller något annat spridande redskap. Denna metod är inte heller bra för att man inte får gödseln jämt ut på åkern. Det blir flera tjocka lager av gödsel på vissa delar av åkern. Att kippa gödsel med traktorsläpvagn är bra för lerknallar, på de sättet får du en stor gödselmängd på leran och du kan efter spridningen blanda det med t.ex. tallriksharv.

Gårdar som inte har egna redskap brukar använda entreprenörer för gödselspridning, entreprenörerna har oftast gödselvagn med valsar. Karl Åberg tar emot gödsel från andra stall också, flera stallar brukar ringa till Karl och fråga om han tar emot stallgödsel. Varje vår tar han gärna emot stallgödsel och kör gödseln färdigt i högar vid åkerkanten där de

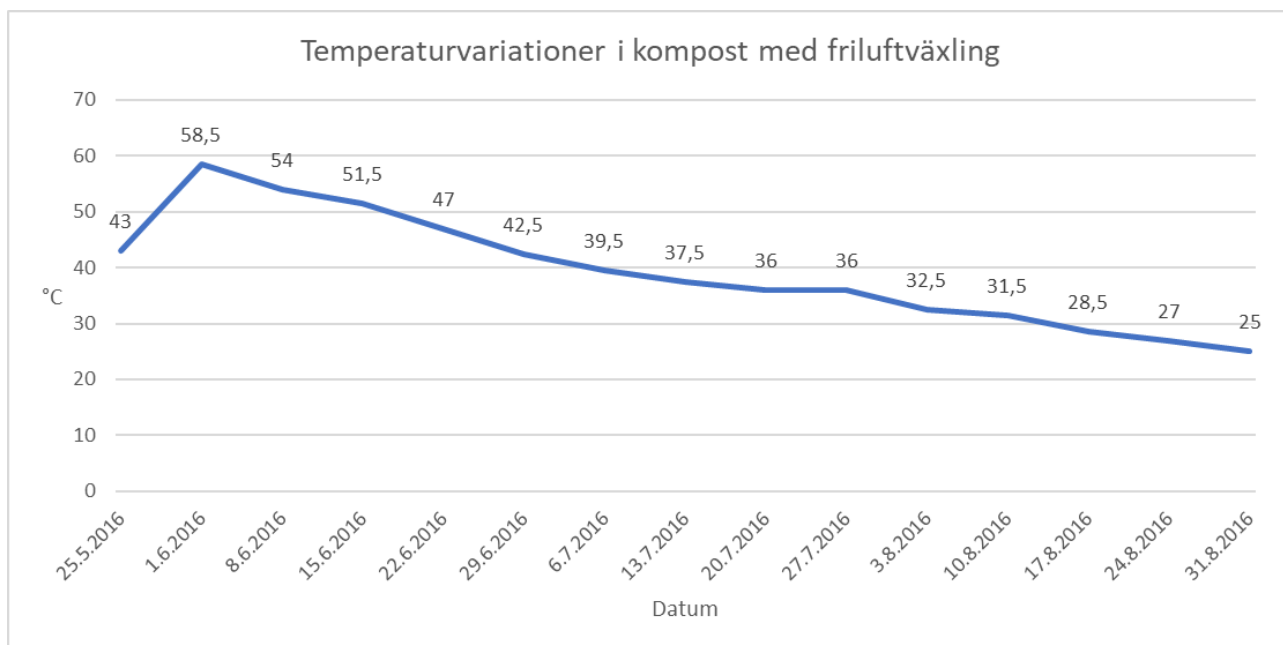
väntar på spridning. Förut tog Karl emot stallgödsel hela året. Då hade han en maskin som lagrade gödseln i plasttuber. Han sålde maskinen år 2017 så han kan inte mera ta emot gödsel under hela året, för att lagringsutrymmen inte skulle räcka till. Därför är det lättare att ta emot gödseln då det är spridningssäsong för stallgödseln då kan man köra gödseln direkt ut på åkrarna.

Det finns stallar som befinner sig i stora städer som Esbo (en av 10), speciellt travstallar som befinner sig vid travbanan. Dessa stallar kan inte sprida gödseln på åkern, för det finns inte åkrar vid travbanan. Enda alternativet är att föra bort stallgödseln. Travbanor har ofta gjort kontrakt med olika energiproducenter som t.ex. Fortum. När man har gjort kontrakten så sköter detta företag om bortförsl av stallgödseln. I Fortums fall bränns gödseln i ett kraftverk.

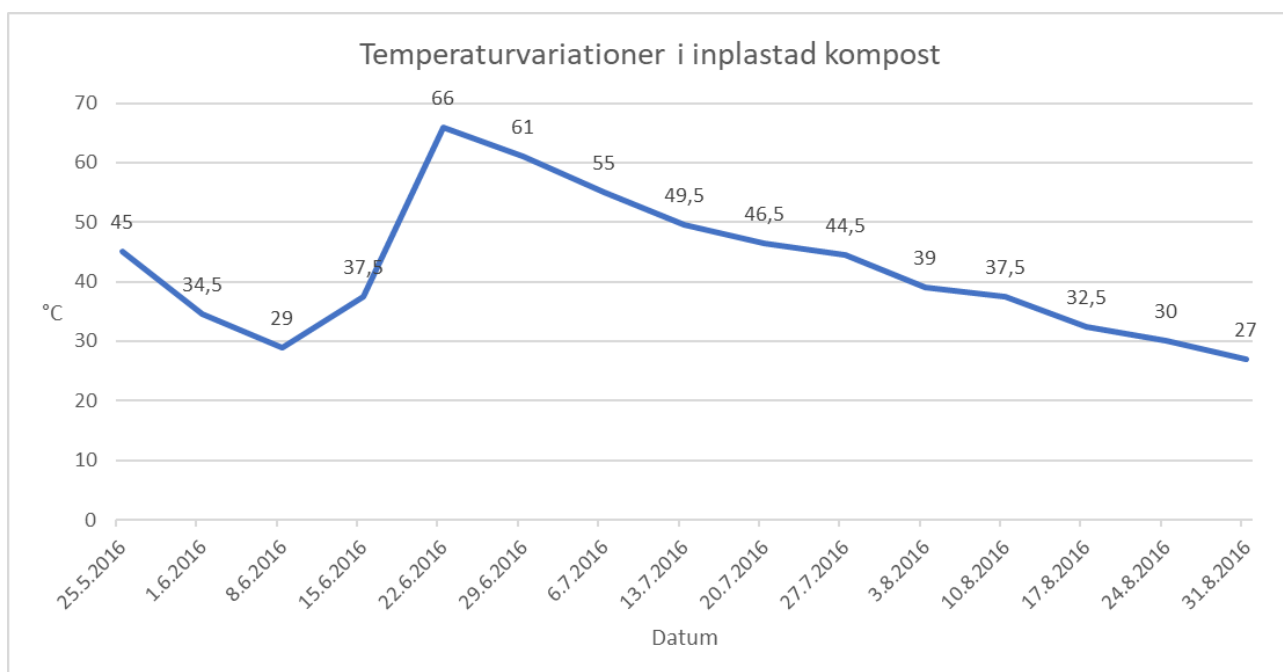
Flera travstallar på travbanan delar gödsellager. Det finns ett stort lager för gödsel som töms med jämna mellanrum. På Vermo travbana töms gödsellagren med ungefär två månaders mellanrum. Alla stallar vid Vermo travbana använder sågspån som underlag, för att de beställer underlagen tillsammans till alla stallar. Leverantören varierar ofta, detta beror på olika leverantörernas prisnivå.

Fortum har en tjänst som heter Fortum HorsePower. Fortum hämtar stallgödseln från gården och för den till kraftverk för att brännas. Fortum har som krav att det används sådana underlag till hästarna som är gjorda av trä, så att det brinner bättre i kraftverket. Sådana strömmaterial är t.ex. sågspån och träpellets. I Fortums kontrakt ingår leverans av strömmaterial och tömning av gödsellager. Det är ett ganska enkel system för stallägare, man behöver inte fundera på varifrån man köper strömmaterial och hur blir man av med gödseln. Allt kommer från ett och samma företag. Fortums HorsePower tjänst fungerar i södra Finland.

Temperaturutveckling vid aerob respektive anaerob behandling Här jämförs temperaturvariationer vid anaerob respektive aerob lagring. Temperaturdata är tagit från 25.05.2016 – 31.08.2016 med sju dagars mellanrum.



Figur 1. Temperaturvariationer i den aeroba stukan.



Figur 2. Temperaturvariationer i den anaeroba stukan.

132 dagar efter anläggningsdagen var det en lägre torrsubstanshalt och en högre volymvikt vid kompostering med den anaeroba metoden jämfört med den aeroba metoden.

Under den period som temperaturerna mättes (25.5.-31.8.2016) hade den anaeroba komposten en minimitemperatur på 27 °C och en maximitemperatur på 66 °C, medelvärdet var 42,3 °C.

Den aeroba komposten hade en minimitemperatur på 25 °C och en maximitemperatur på 58,5 °C, medelvärdet var 39,3 °C.

Den aeroba metoden gav ett lägre maximi-, minimi- och medelvärde på temperaturen. Det förekom inte lika stark värmebildning i den aeroba komposten. Också värmekurvans aggressivitet var inte så stark i den aeroba komposten, förbränningsprocessen skedde i lugnare takt. Kanske just för att den ventilerades effektivare.

Den anaeroba kompostens högre maximi-, minimi- och medelvärde samt värmekurvas aggressivitet berättar att komposteringsprocessen var kraftigare under den anaeroba lagringen. Den höga temperaturen berättar att mikroorganismerna gynnades kraftigare, möjligtvis av den högre vattenhalten, och det började ske en starkare förbränning än i den aeroba processen. Den anaeroba kompostens komposteringsprocess kommer aggressivare igång och värmekurvan stiger väldigt kraftigt upp till 66 °C.

Den anaeroba kompostens temperatur steg efter fyra veckor kraftigt till 66 °C. Den aeroba komposten steg under en vecka till 58,5 °C också ganska kraftigt. I den aeroba komposten var inte temperaturkurvan så brant som i den anaeroba komposten samt temperatursänkningen var ganska jämn i den aeroba komposten. Den anaeroba komposten hade längre tid en högre temperatur och temperaturkurvan åkte också kraftigare neråt jämfört med den aeroba komposten.

Vid den aeroba metoden kom komposteringen snabbare igång, under en vecka nådde komposten sin maximitemperatur medan den anaeroba komposten nådde sin maximitemperatur först efter fyra veckor.

Sju dagar efter anläggningen av komposterna hade båda komposterna minskat med ungefär en tredjedel av höjden.

5.2 Näringsinnehåll vid aerob respektive anaerob behandling

Från båda stukorna togs det analys både vid anläggningsskede och efter 132 dagar.

Tabell 1. Analysresultat av komposten med fri luftväxling vid uppläggning.

Torrsubstans (%)	28,2	27,8	28,1	30,7
Volymvikt (kg/m ³)	510	578	643	582
Totalkväve (kg/ton)	5	5,3	4,3	5,9
Lösligt kväve (kg/ton)	0,21	0,21	0,18	0,16
Fosfor (kg/ton)	0,8	1,1	1,1	1,1
Kalium (kg/ton)	11	7,2	6,8	7,9

Tabell 2. Analysresultat av komposten men fri luftväxling efter 132 dygn.

Torrsubstans (%)	23,8	29,1	44,7	26,4
Volymvikt (kg/m ³)	749	570	427	699
Totalkväve (kg/ton)	5,1	6,5	9,9	5,7
Lösligt kväve (kg/ton)	0,1	0,1	0,12	0,1
Fosfor (kg/ton)	1,3	1,6	2,3	1,5
Kalium (kg/ton)	8,5	12	15	7,5

Tabell 3. Analysresultat av komposten med begränsat luftutbyte vid uppläggning.

Torrsubstans (%)	31,8	27,7	30,8	30,2
Volymvikt (kg/m ³)	616	625	560	576
Totalkväve (kg/ton)	5,2	4,3	5,7	5,2
Lösligt kväve (kg/ton)	0,029	0,14	0,1	0,1
Fosfor (kg/ton)	1,2	0,9	1,2	1,1
Kalium (kg/ton)	7,7	5,9	11	7,3

Tabell 4. Analysresultat av komposten med begränsat luftutbyte efter 132 dygn.

Torrsubstans (%)	24,2	23,1	25,7	23,4
Volymvikt (kg/ m ³)	765	996	997	795
Totalkväve (kg/ton)	5,2	5,4	6,6	5,1
Lösligt kväve (kg/ton)	0,1	0,11	0,1	0,1
Fosfor (kg/ton)	1,5	1,6	1,7	1,3
Kalium (kg/ton)	8,8	9,4	9,8	8,3

Medeltal och median av komposternas analysresultat

Torrsubstanserna är räknade till 100 % i tabeller 5 och 6 efter 132 dygn.

Tabell 5. Medeltal och median för den aeroba kompostens analysvärden.

	Medeltal	Median
Torrsubstans (%)	100	100
Volymvikt (kg/m ³)	361,68	368,35
Totalkväve (kg/ton)	4,02	3,54
Lösligt kväve (kg/ton)	0,06	0,058
Fosfor (kg/ton)	0,99	0,899
Kalium (kg/ton)	6,36	5,95

Tabell 6. Medeltal och median för den anaeroba kompostens analysvärden.

	Medeltal	Median
Torrsubstans (%)	100	100
Volymvikt (kg/m ³)	504,97	508,23
Totalkväve (kg/ton)	3,16	3,00
Lösligt kväve (kg/ton)	0,056	0,056
Fosfor (kg/ton)	0,86	0,879
Kalium (kg/ton)	5,15	6,16

I analyserna ser vi skillnaden på näringsämnen samt volymen vid aerob och anaerob kompostering. Tabell 5 visar volymvikten 361,68 kg/m³ och totalkvävet 4,02 kg/ton Tabell 6 uttrycker volymvikten 504,97 kg/m³ och totalkväve 3,16 kg/ton

Näringshalterna i kg/ton låg nära varandra i båda stukorna efter 132 dagars kompostering. Den anaeroba behandlingen resulterade i lite lägre värden för totalkväve och kalium, men medeltalen och medianerna ligger nära varandra för båda komposternas analysresultat. Volymvikten blev högre under den anaeroba komposteringen fast den anaeroba komposten hade kraftigare förbränningsprocess. Enligt dessa analyser skulle båda metoderna vara lika dåliga med tanke på kväveförluster.



Bild 7. Komposterna efter 28 dagars behandling (aerob behandling till vänster, Riesinger P. 22.06.2016).

Bild 7 visar volymminskningen av båda komposterna, i det här skedet har komposteringen redan skett. Den aeroba komposten har farit mera ihop än den anaeroba behandlingen ().



Bild 8. 138 dagar efter anläggningen. Den aeroba komposten till vänster. Riesinger P.



Bild 9. Den aeroba stukan som har redan komposterats 138 dagar efter anläggningen. Riesinger P.

I bild 8 och 9 ser vi att båda stukorna har redan komposterats helt och hållet. Volymerna har minskat ytterligare från bild 7. I det här skedet är materialet redan fint ”mylla”. Komposterings processen har redan skett och det sker inte mera värmestigningar och kompostering i stukorna efter en såhär lång tid som 138 dagar.

6 Diskussion

Det finns flera olika alternativ på stallgödselbehandling, de flesta hästägare väljer de alternativ som de själv tycker att passar dem bäst. En stor betydelse för val av alternativ har storleken på anläggningen, gödselörråden och möjliga spridningsarealer. Andra betydande faktorer är ifall det odlas något på gården eller har de bara hästar på gården. Då hästgården har ingen växtodling blir stallgödseln ett problemavfall för dem. Ända vad de tänker på är att hur de slipper av med stallgödseln så de får mera utrymme i gödsellagern.

För stallägarna visade sig stallgödseln vara mera ett problem än ett bra markförbättringsmedel. Det var sju av 10 gårdar som ansåg att gödseln var något man vill bara slippa av med så lätt som möjligt. Det var åtta av 10 stallar som hade gödsellagring utomhus. I Anna Eriksons undersökning (2017) var det i Sverige 97,4 % av häststallen som hade gödsellagring utomhus. Detta betyder att största delen av hästgårdar förvarar gödseln så att luften kommer åt gödselhögen från sidorna.

I den enkät som utfördes inom ramen för detta arbete visade sig att finnas tre olika sätt att använda stallgödseln, försäljning, spridning på åkern och bränning i kraftverk. Sju av 10 gårdars gödsel tillförs ändå till åkrarna. Detta är positivt för markens bördighet, vilket också betonas i Riesingers (2017) och Eriksons (2017) arbeten.

Vid aerob nedbrytning oxideras gödselns kolinnehåll till koldioxid som avgår till lufthavet. Vid anaerob behandling ger nedbrytningen av kolhydrater upphov till organiska syror. Under den anaeroba komposteringen av stallgödsel förekommer det inte temperaturhöjningar, temperaturhöjningarna är beroende av omgivningstemperaturen (Riesinger 2006).

I det på Västankvarn gård utförda försöket uppvisade både den aeroba och anaeroba komposteringen temperaturhöjningar. De båda komposterna hade också höga kol- och kväveförluster samt en kraftig volymminskning (Riesinger 2017). Båda stukorna var lika stora och formades på samma sätt. Gödseln finfördelades med hjälp av en JF gödselspridare med stående valsar och sedan jämnades stukorna för hand. Fast gödseln finfördelades så var stukan väldigt porös på grund av det höga halminnehållet. Detta betyder att båda stukorna fick intensivt lufttillträde. Det höga lufttillträdet resulterade i kraftiga temperaturhöjningar vid både aerob och anaerob behandling.

I försöken resulterade den anaeroba komposteringen i kraftigare temperaturhöjningar och volymminskning än den aeroba komposteringen. Den anaeroba kompostens temperatur steg efter fyra veckor kraftigt till 66 °C. Detta fastän den anaeroba komposteringen borde inte uppvisa temperaturhöjningar som överstiger omgivningstemperaturen. Under den anaeroba komposteringen borde det inte ske alls temperaturhöjningar. Temperaturhöjningarna i den anaeroba stukan berodde på tillgång till luft på grund av den porösa stallgödseln och dräneringen i stukans botten.

Den aeroba komposteringen resulterade i en värmestigning under en vecka till 58,5 °C. Värmestigningarna är normala vid den aeroba komposteringen.

Vid en aerob kompostering övergår en stor del av stallgödselns kväveinnehåll till ammoniak medan vid en anaerob behandling kvarstår kvävet i ammoniumform. Det blir en betydande skillnad då man jämför kväveförlusterna mellan dessa två behandlingsalternativen. Då kvävet är i ammoniakform försvinner det lätt med vinden, för att kvävet blir i gasform och det försvinner i atmosfären. Vid den anaeroba lagringen har vi kvävet i ammoniumform på grund av det låga pH-värdet vilket gör att ammoniak övergår till ammonium. Det bildas bara lite ammoniak i den anaeroba komposteringen just på grund av det låga pH-värdet. Då kvävet är i ammoniumform blir det betydligt mindre kväveförluster för att kvävet är då i vattenlöslig form i stället för gasform (Riesinger 2006).

Vid den aeroba nedbrytningen bildas det humusämnen, vatten, ammoniak och koldioxid. På grund av ammoniakens basiska verkan ökar pH-värdet upp till pH 8-9. Vid den aeroba nedbrytningen blir det oftast stora kväveförluster i form av ammoniak (Riesinger 2006). Kväveförlusternas storlek är beroende av luftutbytet mellan gödselhögen och omgivningen. Kväveförlusterna kan bli upp till 50 % av det totala kväveinnehållet under den aeroba komposteringen. I vissa fall då det tillförs mera luft så kan kväveförlusterna bli ännu högre (Riesinger 2006). När temperaturen i gödselstukan stiger till 60-70 °C försvinner 50 % av gödselns kol och kväveinnehåll i gasform (Riesinger 2017)

I försöket resulterade den anaeroba komposteringen i kraftigare temperaturvariationer, detta beror troligtvis på stallgödselns porositet samt en högre vattenhalt. Lufttillträdet skulle ha kunnat minskas genom att tippa av gödseln direkt från ett flak i stället för att avlasta gödseln genom spridarvagnens valsar. Man kunde också begränsa luftutbytet kraftigare genom att

täppa till dräneringsrören då nedbrytningsprocesserna i den inplastade stukan har kommit igång, eller genom att helt och hållet undvika allt luftutbyte mellan stukan och omgivningen.

Kraftiga temperaturhöjningar i den anaeroba stukan talar för att gödseln har kommit i kontakt med syre och det har orsakat en förbränningsprocess. Detta, tillsammans med en högre vattenhalt är orsaken till högre kväveförluster under den anaeroba lagringen. De höga kväveförlusterna vid den anaeroba komposteringen berodde på förbränningsprocessen och att gasen (ammoniak) hade sluppit ut via skarvar och rören som placerades i bottnet av stukan.

Enligt detta försök skulle den anaeroba komposteringen nå högre temperatur samt hålla en högre medeltemperatur och ha kraftigare temperaturvariationer. Detta betyder att den anaeroba komposteringen förstör också bättre grobarheten av ogräsfrön samt har en bättre hygieniseringseffekt än den aeroba komposteringen. Kraftiga värmestigningar berättar också att mikroorganismerna gynnas kraftigare vid den anaeroba metoden. Men vi förlorar också i stort sett lika mycket kol och kväve som vid helt öppen aerob kompostering.

Det finns flera faktorer som talar för den anaeroba lagringen av stallgödsel speciellt då man vill spara kväve och svavel samt använda stallgödsel som gödselmedel på åkern. Resultaten av detta försöket stödde ändå inte antagandet om att den anaeroba komposten skulle minska förlusterna av kol och kväve. Markens bördighet gagnas alltså bäst genom tillförsel av icke-nedbrutet organiskt material.

7 Slutsatser

Både den aeroba och anaeroba behandlingen resulterade i höga temperaturstigningar. Den anaeroba komposteringsprocessen borde inte föranleda temperaturhöjningar som överskrider omgivningens temperatur. Den anaeroba kompostens temperaturvariationer och kol- samt kväveförluster berodde på stukans porositet kombinerat med att komposten fick syre via skarvar och dräneringsrören vid botten av komposten. Den anaeroba stukan kom upp till högre temperatur än den aeroba stukan, troligtvis som följd av den högre vattenhalten. Dessutom var temperaturkurvan aggressivare i den anaeroba komposten. Den anaeroba komposten borde spara kol och kväve, men båda komposterna resulterade i ganska liknande förlustnivåer. Resultaten i detta försök motsäger tidigare forskning om att anaerob lagring borde resultera i relativt låga temperaturhöjningar och spara mera på kol och kväve än den aeroba metoden.

Man kunde ha valt andra behandlingsalternativ. Den aeroba stukan kunde ha lämnats otäckt under tak. Båda högarna kunde ha tippats av från vagnen utan att finfördela gödseln. Detta skulle ha minskat gödselns porositet som orsakar att det finns luft i gödselhögen. För att minska lufttillträde i den anaeroba stukan skulle man ha kunnat packa stukan med frontlastare och sedan dragit på plastfolie.

Resultaten stödde inte antagandet om att den anaeroba metoden skulle minska på kväveförluster och att kraftiga temperaturstigningar inte skulle förekomma under den anaeroba lagringen.

8 Källförteckning

Erikson A. 2017 *Hantering av gödsel på svenska hästanläggningar*

Finlex lagstiftning 27.5.2011 (online)

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

(hämtat 05.03.2019)

Finlex lagstiftning 30.11.2006 (online)

<https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2006/20061040?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vattenlag>

(hämtat 05.03.2019)

Grönfors J. 2019 *Muntliga meddelanden*

Hevostietokeskus *Neuvonnan ja koulutuksen kehittämissyksikkö. Tallit mobiiliaikaan hanke*
11.12.2015 (online)

<https://hevostietokeskus.fi/index.php?id=636&kieli=3>

(hämtat 08.03.2019)

Johansson U. 1993 Jordbruksverket *Jordbruksinformation* (online)

<http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN93-01/JIN93-01.HTM>

(hämtat 10.03.2019)

Karttunen S. 2019 *Muntliga meddelanden*

Katainen T. 2019 *Muntliga meddelanden*

Kirchmann, H. 1988 Nitrogen management in crop production CRC Press Taylor & Francis group

Kirchmann, H. 1985 Fast stallgödsels kväveförluster vid lagring, Fakta - markväxter nr 28, SLU/Info

Melleri P. 2019 *Muntliga meddelanden*

Murtonen M. 2019 *Muntliga meddelanden*

Puikkonen P. 2019 *Muntliga meddelanden*

Riesinger, P. 2006 *Grunder för ekologisk växtodling* (Del II, Växtnäring). Vasa FRAM.

Riesinger P. 2017 *Kompostering av halmrik stallgödsel vid fritt respektive begränsat lufttillträde*

Vihonen E. *luomua laadulla blogi* 13.05.2014 (online)

<https://etela-pohjanmaa.proagria.fi/blogit/luomua-laadulla/2014/05/13/lannan-kompostointi>

(hämtat 10.03.2019)

Vähäkylä M.R. 2019 *Muntliga meddelanden*

Åberg K. 2019 *Muntliga meddelanden*

