

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Miia Klemm

Lantakuivikkeen käyttö naudakarjan kuivikkeena
– Esimerkkitapauksena Koivikon Kartano

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2016
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 Joensuu
p. +358 13 260 6900

Tekijä
Miia Klemm

Nimeke
Lantakuivikkeen käyttö nautakarjan kuivikkeena – Esimerkitapauksena Koivikon Kartano

Toimeksiantaja
Koivikon Kartanon Oy, Pekka Partanen

Tiivistelmä

Lantakuivikkeen käyttö on ulkomailla jo hyvin yleinen karjan kuivitusmenetelmä. Ostokuivikkeiden kustannuksien noustessa suuret karjatilat ovat siirtyneet omavaraisen kuivikkeen valmistukseen. Lantakuivikkeen valmistus on rantautunut myös Suomeen viime vuosien aikana.

Opinnäytetyönä laadittiin kattava kirjallisuuskatsaus separointi- ja kompostointimenetelmistä sekä perinteisten kuivikkeiden ja lantakuivikkeen käytöstä. Lisäksi opinnäytetyössä suunniteltiin kiteeläiselle maitotilalle lantakuivikkeen valmistukseen käytettävät tuotantotilat. Lisäksi opinnäytetyössä arvioitiin kuivikkeen valmistuksessa syntyvät rakennus-, kone-, työ- ja energiakustannukset sekä sijoitettiin tuotantotilat maitotilan työympäristöön.

Lantakuivikkeen valmistamiseen tilallinen tarvitsee kompostorin sekä separaattorin riittävän tiheällä seulalla. Kompostoria suositellaan Suomen olosuhteisiin, sillä separoitu kuivajae on liian kosteaa, ja näin ollen sen käsittelyssä tulee ongelmia kylminä vuodenaikoina. Kompostoinnin aikana separoitu kuivajae kuivuu sekä hygienisoituu. Siten lantakuivike on turvallinen vaihtoehto muiden ostokuivikkeiden rinnalla. Tila hyötyy myös separoinnin tuomista eduista lannankäsittelyssä.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin tarkemmin auma- ja rumpukompostoinnin soveltuvuutta maitotilalle. Lopputuloksena tilalle pyydettiin tarjous kuivikekompostorista Rekitec-yritykseltä, joka sekä valmistaa että maahantuo kompostoreja. Tilalle hankittaisiin EYS BC5 -mallinen, tilavuudeltaan 5 m³:n kuivikerumpukompostori. Tilalla oli jo entuudestaan hankittuna FAN-merkkinen kuivikeruuviseparaattori, malliltaan PSS 3.3 - 782. Lantakuivikkeen tuotanto olisi 1,7 m³ päivässä, joka ei tällä hetkellä riitä kattamaan 2,1 m³:n kuivitusmenekkiä.

Kieli
suomi

Sivuja 57
Liitteet 6
Liitesivumäärä 6

Asiasanat
Separaattorit, kompostointi, kompostori, kuivikkeet, lanta



THESIS
June 2016
Degree Programme in Rural Industries
Karjalankatu 3
80200 Joensuu
+358 13 260 6900

Author
Miia Klemm

Title
Using Manure Bedding in Bedding of Lifestock – Case Koivikko’s Manor

Commissioned by
Koivikon Kartano, Pekka Partanen

Abstract

Use of manure bedding is a very common bedding method abroad. Since the prices of bedding materials have risen, large cattle farms have decided to become self-sufficient in bedding. In recently years the making of manure bedding has also reached Finland.

This thesis includes an extensive literature survey on different separation and composting methods and also the use of more traditional bedding materials and manure bedding. Additionally, this thesis contains plans for a production area of manure bedding for a dairy farm in Kitee. Costs of construction, machinery, labor and energy were also assessed and the production area was planned to function on the grounds of the dairy farm.

In order to make manure bedding, a farmer needs a composter and a separator with a dense enough screen size. It has been recommended to use a composter in Finland since the separated dry matter is too moist and thus it will cause problems during the cold season. During the composting the separated dry matter will dry and become sanitary. Thus manure bedding is a safe option alongside other bedding materials. The farm also benefits from the advantages that separating brings to the handling of manure.

In this thesis a closer look was taken into how suitable stack and drum composters are for a dairy farm. As a result, an offer was asked from a company called Rekitec which both manufactures and imports composters. A five cubic meter EYS BC5 model bedding composter would be bought onto the farm. The farm already had a FAN screw separator, model PSS 3.3-782. The production of manure bedding would be 1.7 cubic meters per day which at the moment is not enough to cover the 2.1 cubic meter bedding need

Language
Finnish

Pages 57
Appendices 6
Pages of Appendices 6

Keywords
Separation, Composting, Composter, Bedding, Manure bedding

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Tietoperusta	8
2.1	Separointi	8
2.1.1	Separointitekniikoiden esittely	8
2.1.2	FAN ruuvipuristinseparaattori	10
2.1.3	Separoinnin edut ja hyödyt	11
2.1.4	Käytännön kokemuksia	12
2.2	Kompostointi	13
2.2.1	Auma- ja kasakompostointi	15
2.2.2	Reaktorikompostointi	17
2.3	Kuivikkeet	20
2.3.1	Kuivikkeiden ominaisuudet	20
2.3.2	Kuivikkeiden vaikutus eläimiin	22
2.4	Parsien vaikutus eläimiin	23
2.5	Lantakuivike	24
2.5.1	Tutkimustuloksia lantakuivikkeesta	24
2.5.2	Lantakuivituksen vaikutus utareterveyteen	28
3	Lantakuivituksen sijoitus Koivikon Kartanon tuotantoon	31
3.1	Koivikon Kartano	31
3.1.1	Parsirakenteet	33
3.1.2	Kuivitus	34
3.1.3	Kone- ja työkustannukset	36
3.2	Kiinteistöjen sijoitus ympäristöön	36
4	Biologis-tuotannollinen riskianalyysi	38
4.1	Lantakuivikkeen tautiriskit lypsykarjassa	38
4.2	Meijerin suhtautuminen lantakuivikkeeseen	39
4.3	Vaikutus imagoon	39
5	Lantakuivikkeen valmistusmenetelmät	40
5.1	Lantakuivike	40
5.2	Kompostori	42
5.2.1	Kompostorin sijoitus työympäristöön	44
5.2.2	Kompostorivalmisteisen lantakuivikkeen työsuunnitelma ja työkustannus arvio	46
5.3	Aumakompostointi	46
5.3.1	Aumakompostoinnin sijoitus työympäristöön	47
5.3.2	Aumakompostoinnin työsuunnitelma ja työnkustannusarvio	48
6.	Taloudellinen vertailu	49
6.1	Kuivituksen ostokustannukset	49
6.2	Kompostorin kannattavuuslaskelma	49
6.3	Aumakompostoinnin kannattavuuslaskelma	52
7.	Auma- ja rumpukompostorin vertailu	54
8.	Pohdinta	55
	Lähteet	57

Liitteet

- Liite 1. Tarjouspyyntö kompostorista
- Liite 2. Kompostorin lämpötilan kehitys
- Liite 3. Kuivikerumpukompostori BC5:n mitat
- Liite 4. Ruuvipuristinseparaattori FAN PSS 3.3 -782:n mitat
- Liite 5. Kompostori huoneen pohjapiirustus
- Liite 6. Separaattori huoneen pohjapiirustus

Kuviot

- Kuvio 1. Hahmotelma kompostorin sijoituksesta
- Kuvio 2. Aumakompostoinnin prosessikuvaus

Taulukot

- Taulukko 1. Rumpukompostorin kustannusarvio
- Taulukko 2. Aumakompostoinnin kustannusarvio
- Taulukko 3. Auma- ja rumpukompostorin kustannusvertailu

1 Johdanto

Lantakuivikkeen valmistus ja käyttö karjan kuivikkeena on yleistynyt paljon maailmalla. Yhdysvalloissa separoidun lietelannan kuivajaetta on tutkittu kuivikekäyttöön jo 1970-luvulta alkaen. Euroopassa lantakuivikkeen käyttö on yleistynyt viime vuosikymmenen aikana (Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena 2014, 15.), ja nyt se on rantautumassa myös Suomeen.

Lantakuivike on lietelannasta separoitua kuivajaetta, jota käytetään muiden kuivikkeiden tavoin karjan kuivikkeena. Separoitu kuivajae on kosteudeltaan noin 30 - 35 %, joten kuivajaetta suositellaan kompostoitavaksi Suomen olosuhteissa. Kompostoinnin aikana kuivajakeesta tulee kuivempaa sekä hygieenisempää, jolloin myös karjan tautiriski on matalampi. Lantakuivikkeen valmistuksessa tilan ei tarvitse enää ostaa ostokuivikkeita, vaan kuivikkeen valmistus on omavaraista, ja tila hyötyy myös lietteen separoinnin tuomista eduista.



Kuva 1. Koivikon Kartanon ilmakekuva (Kuva: Koivikon ratsutalli).

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Koivikon Kartano, joka on tällä hetkellä suunnittelemassa lantakuivikkeen valmistamista. Idea lantakuivikkeen valmistamiseen on lähtenyt suuresta kuivikemenekistä, sekä sen tuomista suurista kustannuksista. Tila on myös kiinnostunut lantakuivikkeen tuomista hyödyistä eläinten terveyden kannalta. Kuiviketuoanto olisi omavaraista, ja kuiviketta voidaan käyttää näin ollen reilummin, jolloin karja saisi maata aina pehmeällä alustalla.

Kiteen Puhoksessa (kuva 2) sijaitsevan Koivikon Kartanon tilat olivat ennen Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän omistuksessa. Tilaa pyöritettiin yhdessä luonnonvara-alan opiskelijoiden kanssa eli maaseutuyrittäjien sekä eläintenhoitajien avustuksella. Kiteen Koivikolla toimiva opetusmaatila on kouluttanut opiskelijoita ja harjoittelijoita jo yli 130 vuotta (virtuaalikylä). Nyt tilan omistus on siirtynyt yksityisten omistajien haltuun.

Yrittäjät ovat luoneet tilalle yritysryppään, sillä tilalla toimii lypsykarjanavetan lisäksi myös ratsutalli ja ravintola. Koivikon kartanon työvoima harjoittaa myös yhdessä koneurakointia paikallisille maatalousyrittäjille. Näiden lisäksi yrittäjien käsissä pyörivät emolehmä- ja lihakarja kasvattamo, joiden sijainti on muutaman kilometrin säteellä Koivikon tilakeskuksesta.



Kuva 2. Koivikon Kartanon sijainti

2 Tietoperusta

2.1 Separointi

Lietelannan separointi tapahtuu maataloilla pääsääntöisesti mekaanisesti. Kemiaalliset separointimenetelmät eivät ole yleistyneet maataloilla niiden korkeiden kustannuksien takia. Kemiaalliset separointimenetelmät ovat yleisempiä vedenpuhdistamoilla. Separoinnissa lietelannan kiinteä ja nestemäinen osa erotellaan toisistaan ja saadaan lopputuotteeksi neste- ja kuivajaetta. Parhaan lopputuloksen saamiseksi tulisi eroteltujen jakeiden päätyä omiin säiliöihin. Lietelannan separoinnilla voidaan vaikuttaa lietteen hyödyntämiseen, sillä neste- ja kuivajae ovat ravinnearvoltaan hieman erilaisia (Saksanen 2015, 9).

Lietelannan aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämiseksi tutkijat ovat viime aikoina tarjonneet ratkaisuksi mädätystä ja separointia (Koneviesti 03 2011, 99). Mädätys tuskin tulee yleiseksi lannankäsittelymuodoksi maataloilla, mutta sitä on käytetty paljon suuremmissa jätteenkäsittelylaitoksissa. Sen sijaan separointi on alkanut taas yleistyä Suomessa. Vuonna 2014 ilmestyneessä Koneviestissä (06 2014, 52) mainitaan, kuinka Kauhavalaisyritys Eko-Erots Oy on tuonut markkinoille uudenlaisen separaattorin, joka voidaan asentaa suoraan lietteen kokoojakuilun jatkeeksi. Näin ollen separaattorin syöttöpumppujen tai letkujen käsittely loppuu. Separattori erottelee kokoojakuilusta nestejakeen lietesäiliöön ja kuivajae kuljetetaan ruuvikuljettimella omaan varastoonsa. (Koneviesti 06 2014, 52.) Mikäli separoinnissa syntyvä nesteosa palautetaan takaisin samaan säiliöön, laskee myös kuiva-aineen saanto lietteen ohentumisen myötä (Käytännön Maamies 7 2013, 30).

2.1.1 Separointitekniikoiden esittely

Ruuvipuristin. Ruuvipuristimen toiminta perustuu pyörivän ruuvin muodostamaan nesteeseen paineeseen (Sulkala 2015, 10). Laitteen sisällä oleva ruuvi kuljettaa lietettä kohti seula, jonka läpi paine työntää nestejakeen (Arkima 2015, 22).

Keskipakovoiman ja syntyvän mekaanisen paineen ansiosta kiinteäainees jää seulaan ja nesteosa valuu viettona pois menoputkeen ja sitä kautta säiliöön (Korppinen 2012, 13). Lopputuotteeksi saatavan kuivajakeen kuiva-ainepitoisuuden voi vaikuttaa säätämällä ruuvipuristimen virtauspainetta. Korkean virtauspaineen takia virtaus hidastuu, joka pidentää lietteen käsittelyaikaa, ja lopputuloksena saadaan kuivempaa kuivajakea. (Arkima 2015, 22).

TSS työteho-seuran tekemän kirjallisuuskatsauksen (Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena 2014) mukaan maataloilla käytetään yleisemmin lietelannan separointiin ruuvipuristinta, vaikka fosforin erottuminen kuivajakeeseen on selvästi heikompaa. Ruuvipuristimien yleisyys perustellaan niiden halvemmalla hinnalla. Katsauksen mukaan tehokkain fosforin erottuminen kiintojakeeseen on saatu linkoseparaattoreilla.

Seulat ja linko. Seulaerottimia on useita erilaisia, kuten kaari- ja rumpuseula. Seulaerotin erottelee typpeä ja fosforia tehokkaammin kuin ruuvipuristin, mutta lingolla ja ruuvipuristimella erotellulla kuivajakeella on korkeampi kuiva-aineprosentti. Seulaerottimella eroteltu kuivajake on lähinnä lietelannasta konsentroitua kiintoainesta, joka ei esimerkiksi pysy kasassa. Lingolla päästään myös korkeimpaan kuiva-aineen ja ravinteiden erottelutehokkuuteen, varsinkin fosforin osalta. (MTT raportti 21 2011, 44.)

Kaariseulan toimintaperiaate perustuu vierekkäin asennettuihin kiilajohtopaneelisiin, joiden väliin jää separoitavasta materiaalista riippuen 0,1 - 10 mm rako. Seulan takana on säiliö, johon raakaliete pumpataan. Lietteen noustessa patoa korkeammaksi, valuu liete tasaisena virtana kaaren seula pitkin alas. Lietteen nestejake valuu seulan raoista, josta se ohjataan omaan säiliöön. Kuivajake voidaan varastoida esimerkiksi seulan alapuolella sijaitsevaan laakasiiloon. Seulaerottimessa ei ole liikkuvia osia, joten toimintamalliltaan se on hyvin yksinkertainen. (Sulkala 2015, 13 -15.)

Rumpuseula on teräksestä valmistettu seula-putki (Sulkala 2015, 16), jonka pyörivä lieriömainen siivilärumpu toimii seulana (Huusko & Jäppinen 2015, 24). Rumpua pyöritetään vaakasuunnassa, ja raakaliete syötetään pumppaamalla seulan

alkupäähän. Seulaputken sisäpinnassa on spiraali, joka siirtää lietemassaa seularummun sisällä (Sulkala 2015, 16). Kuivajae kulkeutuu rummun lävitse pudoten ulos rummun päädystä, kun nestejake puolestaan virtaa seulan rei'istä, kulkeutuen omaan säiliöönsä. (Sulkala 2015, 16).

Suomessa lietelannan separointi lingolla on harvoin käytetty menetelmä, kun puolestaan lingon käyttö on yleisempää jätevesilietteen puhdistuksessa. Lingon kallis investointihinta on yksi tekijä sen harvinaisuuteen. Linko asennetaan kiinteäksi osaksi lantäsäiliöön, eikä sitä näin ollen voi käyttää yhteiskäytössä. (Arkima 2015, 24.) Lingon toimintaperiaate perustuu keskipakoisvoiman hyödyntämiseen, niin että lietelanta pakotetaan keskipakoisvoiman avulla rummun seinämälle ja nestejakeen poisto tapahtuu keskipakoisvoiman vaikutuksesta valumalla. Kuivajae kerätään lingosta ruuvilla. Erinomaisen tarkkuuden omaama linko on tarkin tapa erotella lietteestä kuivajae ja fosfori. Energiankulutus on korkea linkoseparaattoreissa, eikä Suomessa ole vielä saatavilla maatalouskäyttöön tarkoitettuja linkoja. (Huusko & Jäppinen 2015, 24).

2.1.2 FAN ruuvipuristinseparaattori

Koivikon Kartano on hankkinut tilalleen FAN- merkkisen ruuvipuristinseparaattorin. FAN-separaattori on malliltaan PSS 3.3 - 782 ja se on vuosimallia 2014. Tämä kyseinen ruuvipuristin on kehitelty tuottamaan juuri kuivikekäyttöön tarkoitettua kuivajaetta. Separattorin valmistukseen on käytetty valurautaa ja ruostumatonta terästä. (Fan Separator 2016.) FANin esitteen mukaan separoidun lietelannan kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus on 36 %. FAN PSS 3.3 - 782:n työteho on 7,5 kW ja paino on 680 kiloa. Seulakoko separaattorissa on 1 mm. Separattorissa on oma sähkömoottori, joka pyörittää separaattorin sisällä olevaa kairaa. Sulkalan (2015, 13) mukaan ruuviseparaattorit tarvitsevat vähän huoltoa.



Kuva 3. Koivikon ruuvipuristinseparaattori (Kuva: Miia Klemm).

Virheettömän toiminnan takaamiseksi FAN-separaattori tulisi sijoittaa tilaan, jonka lämpötila ei laske pakkasasteille. Jos separaattori joudutaan asentamaan ulos tai eristämättömään tilaa, tulee kylmänä vuodenaikana huolehtia, ettei separaattoriin tai sen letkuihin jää lietettä. Separaattori tulisi tyhjentää ja puhdistaa, kun laitetta ei käytetä. (Sulkala 2015, 25.)

2.1.3 Separoinnin edut ja hyödyt

Nestemäinen jae on ominaisuudeltaan raakalietettä notkeampaa sekä ravinnerikkaampaa. Vuonna 2014 ilmestyneessä Koneviestissä (06 2014, 52) haastattelun Matti Yli-Mannilan mukaan separoidun lietteen levitys nopeutuu, kun lietteen juoksevuus paranee. Separoinnin yhteydessä ravinnearvot jakautuvat niin, että nestejae on typpipitoisuudeltaan rikkaampaa kuin kuivajae. Separoinnin kuivajae on puolestaan taas fosforipitoisuudeltaan rikkaampaa kuin nestejae. Raakalietteen fosfori rajoittaa hehtaarikohtaista levitysmäärää, ja monella karjatilalla tarvitaan lannanlevitysalaa jo rehualaa enemmän (Käytännön Maamies 07 2013, 28).

Ravinteiden jakautumisen ansiosta voidaan peltojen lannoitus kohdentaa tarkemmin, ja fosforipitoisempaa kuivajaetta voi levittää pelloille, joilla on pulaa fosforista. (Separointi.) Nurmen lannoitteeksi käytetty nestejae imeytyy nopeammin

kasvustoon, eikä sotke niin paljon kuin raakaliete. (Käytännön Maamies 07 2013, 28.) Nopean imeytymisen puolesta myös rehuhygieniä parantuu.

Separoinnin etuina ja hyötyinä on muutakin kuin pellon lannoitus. Hiehojen ja vasikoiden kasvatusta omissa pihatoissa on yleistä, varsinkin suuremmilla karjatililla. Nuorkarjan lanta on lehmälantaa kuivempaa, jonka takia nuorkarjan liete-lanta ei ole niin juoksevaa. Lietteen juoksevuuden takaamiseksi joudutaan usein ajamaan vettä kuilujen huuhteluun. Koneviestissä (06 2014, 55) kerrotaan kuinka maatilallinen säästää 300 - 400 vesikuutiota, kun huuhtelee lietekuilut separoidulla nestejakeella. Säästöä syntyy myös lietteen levityksessä, sillä huuhteluun käytettyä vettä ei tarvitse ajaa enää peltoon.

Maanviljelijän omistamat pellot voivat sijaita esimerkiksi pohjaveden muodostumisalueella, jonne liete-lannan levittäminen on kielletty, mutta kuivalanta on puolestaan sallittua. Isoissa karjanavetoissa liete-lanta on yleisin lannanpoistojärjestelmä, ja näin ollen lietteen separoidulla kuivajakeella saadaan lannoitetuksi myös nekin pellot, joita ei muuten saisi karjanlannalla lannoittaa. (Koneviesti 06 2014, 54.) Laajentavat karjatilat tai uutta navettaa suunnittelevat saavat separoinnista myös lisää tilaa lietesäiliöön. Käytännön Maamies-lehden (07 2013, 28) mukaan, separoimalla saadaan lisää tilaa karjatilanteen lietesäiliöön keskimäärin noin 30 prosenttia. Tämä tulisi ottaa huomioon uusia tuotantorakennuksia ja lietevarastoja suunnitellessa. Jos separaattoria ei suunnitella sijoitettavan kiinteäksi osaksi lannanpoistojärjestelmään, voisi sillä harrastaa urakointia, ja käyttää separaattoria mobiiliseparaattorina eli liikkuvana mallina.

2.1.4 Käytännön kokemuksia

Käytännön Maamies lehteen haastateltiin Matti Hällikkää, joka on karjatilallinen Kouvolassa. Hällikkä hankki ensimmäisen separaattorin vuonna 2005, ja kokemukset ovat olleet myönteisiä. Vuonna 2005 separointi oli vielä uusi lannankäsittely menetelmä, eikä kotimaisia käyttökokemuksia juuri ollut. Ensimmäinen separaattori on kulunut loppuun, ja uusi hankittiin entisen tilalle vuonna 2012. Hällikän tilanteen liete-lantanavetassa on 50 paikkaa lypsylehmälle, ja nuorkarjapaikkoja on 40.

Peltoa on noin 100 ha, joista puolet oli vuokramaita. (Käytännön Maamies 07 2013, 32-33.)

Navetan lannanpoisto tapahtuu niin, että kolmesta 3 metrin levyisestä lantakourusta raappakuljetin vetää lannan kokoojakuihuun. Kolakuljetin siirtää lietteen 22 m³:n vetoiseen välisäilöön. Välisäiliöstä pumppu nostaa lietteen separaattoriin kolmena päivänä viikossa. Separattori on asennettu kojun sisälle, noin kahden metrin korkeuteen. Kojussa on myös laitteen sähköinen ohjauskeskus. Laite kytetään päälle käsin, mutta lietepinnan laskettua säädettyyn tasoon sammuu laite automaattisesti. Separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus jää noin 35 prosenttiin. Nestejake levitetään kiekkomultaimella pelloille, ja kuivajake levitetään lannanlevittimellä avomaahan kyntöjen yhteydessä. (Käytännön Maamies 07 2013, 32 - 33.)

2.2 Kompostointi

Kompostointi on yleinen tapa käsitellä karjanlantaa varsinkin luonnonmukaista tuotantoa harjoittavilla tiloilla. Kompostoinnilla tarkoitetaan pieneliöstön suorittamaa eloperäisten aineiden (esim. lanta ja kuivikkeet) aerobista hajotus- ja rakennustoimintaa, johon liittyy lämpötilan nousu (Luonnonmukaisen viljelynliitto 1993). Tuotteena kompostoinnissa muodostuu hiilidioksidia, vettä, kompostia ja jonkin verran lämpöä (Havukainen 2009, 43). Havukaisen (2009, 41) mukaan kompostoitavan massan määrä pienenee noin kolmanneksella kiinteässä kompostoinnissa. Lietelantaa kompostoituessa 51 asteen lämpötilassa, viipymääjan ollessa 20 vuorokautta, lannan kuiva-aineesta hävisi kompostoinnin aikana 42 prosenttia. (Kemppainen & Koivisto 1987, 19.)

Kompostoinnin vaiheet voidaan luokitella lämpötilan mukaan eri vaiheisiin. Aloituksessa kompostin tilaa nimitetään psykrofiiliseksi tilaksi, jossa kompostoinnin lämpötila mukailee ympäristön lämpötilaa eli 0 - 5 astetta. Mikäli komposti on rakennettu oikein, nopea lämmön nousu tapahtuu jo muutamassa päivässä kompostoinnin aloittamisesta. Varsinaista ensimmäistä vaihetta kutsutaan mesofii-

liseksi tilaksi, jossa lämpötila nousee 40 asteeseen noin 1-2 vuorokauden kuluessa. Mikrobit käyttävät orgaanista ainesta ravintonaan ja muodostavat uutta biomassaa, jonka vaikutuksesta lämpötila kohoaa huomattavasti (Wassholm 2008, 3).

Mesofiilisessa tilassa mesofiiliset mikrobit hajottavat helposti hajoavat yhdisteet kuten sokerin, jolloin myös hapenkulutus on voimakasta. Kompostin lämpötilan nousu johtuu pieneliöiden nopean lisääntymisen seurauksena. (Eläkön komposti! 1998, 28; Taavo 2013, 3; Saksanen 2015, 10.)

Seuraavassa vaiheessa, termofiilisessä tilassa kompostin lämpötila kohoaa yli 45 asteeseen, jossa viihtyvät termofiiliset mikrobit. Mikrobit alkavat lisääntyä ja käyttä mesofiilivaiheessa muodostuneita orgaanisia happoja aineenvaihdunnassaan (Taavo 2013, 4). Tässä vaiheessa termofiiliset mikrobit hajottavat mm. proteiineja, jonka seurauksena muodostuu ammoniakkia, joka taas kohottaa kompostin pH:ta. Havukaisen (2009, 43) mukaan termofiilisessä vaiheessa hajoavat vaikeammin hajoavat selluloosayhdisteet ja kasvipatogeenit sekä siemenet. Termofiilisessä vaiheessa homesienet, erilaiset lahottajabakteerit, ja termofiilit sädesienet lisääntyvät nopeasti, kunnes niille sopiva ravinto alkaa loppua ja mesofiilisen vaiheen eliöt valtaavat tilaa (Eläkön komposti 1998, 63).

Kompostin kolmas vaihe, jäähtyminen, alkaa kun mikrobitoiminnan taantuessa lämmöntuotanto vähenee. Mikrobitoiminta taantuu kun kompostista on hyödynnetty helpoiten hajoava orgaaninen aines. Lämpötilan lasku on hyvässä kompostissa loivaa (Havukainen 2008, 43). Taantuvan mikrobitoiminnan seurauksena vapautuu myös ammoniakkia ja kompostin pH laskee lähelle neutraalia. (Wassholm 2008, 4.) Stabiloitumisvaiheeksi kutsutaan kompostin tilaa, jossa lämpötila alkaa saavuttaa jälleen ympäristön lämpötilan.

Viimeinen vaihe kompostoinnissa on jälkikypsytyys. Jälkikypsytyksessä mikrobitoiminta on vähäistä, ja kompostissa on jäljellä enää hitaasti hajoavaa ainesta. Kypsymisvaiheeseen kuuluu oleellisena osana mikrobien nitrifikaatio eli mikrobit muuttavat ammoniumtyyppisen nitraattityyppiseksi, joka on kasveille käyttökelpoinen tyypin lähde (Taavo 2013, 4) Jälkikypsytyksen aikana häviävät kompostiin jääneet

fytotoksiset aineet, jotka haittaisivat mullassa kasvavien kasvu (Eläköön komposti 1998, 63). Humusainetta muodostuu, kun kemiallinen reaktio tapahtuu jäljelle jääneiden pitkäketjuisten hiilihydraattien, ligniinin sekä kuolleen mikrobimassasta peräisin olevien proteiinien välillä.

Wassholmin opinnäytetyössä kerrotaan, että komposti hygienisoituu tehokkaasti, kun sen lämpötila on kolmen päivän ajan yli 55 astetta. Lämpötila voi kohota jopa 70 asteeseen, jolloin kompostista haihtuu liian paljon vettä ja se kuivuu. Samalla myös ammoniakki haihtuu kompostista, mikä tuottaa myöhemmin ongelmia mikrobitoiminnalle. Lämpötilan noustessa liian korkeaksi hidastuu hajotustoiminta sekä kompostoituminen. Liian korkean lämpötilan omaavan kompostin mikrobit kuolevat.

2.2.1 Auma- ja kasakompostointi

Kompostointitekniikat voidaan jakaa kahteen eri menetelmään: auma- tai kasakompostointi- ja reaktorikompostointitekniikkaan (Taavo 2013, 8). Nimensä mukaisesti auma- tai kasakompostoinnissa kompostointi tapahtuu aumoittain tai kasoissa. Lannan kompostoitumista aumoissa kutsutaan tuttavallisemmin myös lantapatteriksi, joka on Suomessa perinteisin tapa kompostoida lantaa. Lannan kompostointia käytetään vakiintuneesti luonnonmukaisessa tuotannossa, mutta tavanomaisessa tuotannossa kompostin eli lantapatterin käyttö on lähinnä lannan väliaikaista varastointia. Kuivikelannan varastointi patteroimalla tulee sijoittaa niin, ettei siitä aiheudu vesistöjen pilaantumisvaaraa. Nitraattiasetuksen mukaan lantapatteria ei saa sijoittaa tulvanalaisille alueille eikä pohjavesialueille (Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000). Aumakompostointi kestää yleensä 3-4 vk, minkä jälkeen kompostin annetaan vielä kypsyä lisää 3-4vk ilman kääntelyä (Havukainen 2009, 50).

Aumakomposti olisi hyvä sijoittaa kiinteälle alustalle, josta valuma vedet voidaan kerätä esimerkiksi erilliseen viemäriin. Saksasen mukaan auman hyvä korkeus

olisi 1,5 - 2,5 m ja leveys 1,5 m. Liian leveässä aumassa ilma ei pääse luonnollisesti kiertämään auman sisäosissa. Näin ollen kompostointiprosessi hidastuu, kompostin lämpötila laskee ja massa alkaa mädäntyä. (Saksanen 2015, 11). Tilan oma koneresurssi auman kääntämiseen vaikuttaa hyvin pitkälti auman todelliseen kokoon.

Auma- tai kasakompostien ilmastus tapahtuu kääntelemällä kompostoitavaa massaa tai asentamalla aumanpohjalle ilmastusputkisto (Taavo 2013, 8). Havukaisen (2009, 49) mukaan kääntelemällä tapahtuva ilmastus voidaan toteuttaa esimerkiksi kaksi kertaa viikossa. Ilmastetussa kompostissa, kompostoitava materiaali laitetaan ilmastusputkiverkoston päälle. Ilmastetussa kompostissa kompostin korkeus voi olla 2 - 2,5 m. Jos aumoja on useampi kuin yksi, tulisi jokaiselle aumalle olla oma puhaltimensa. Puhaltimia voidaan ohjata ajastimella tai tietokoneella. (Havukainen 2009, 50.)

Aumakompostoinnissa lämpötilaa voidaan kontrolloida kääntelemällä aumaa lämpötilamittausten perusteella (Havukainen 2019, 43). Havukaisen mukaan, ilmastetussa aumassa ja reaktorikompostoinnissa lämpötilaa voi kontrolloida lämpötilaa mittaamalla ja ilmanvirtaa säätelemällä. Kompostointi voi olla näinkin yksinkertaista, mutta kompostoitavan massan täydelliseen hajontaan voi mennä useampi kuukausi.

Kompostointi aiheuttaa lannan ravinteiden, kuten typen, fosforin ja kaliumin häviötä. Typpihävikki on keskimäärin 34 - 36 % ja se tapahtuu pääasiassa ammoniakkin haihtumisena. Kaliumia poistuu ainoastaan valumavesien mukana ja kompostoinnin aikana liukoisen kaliumin häviö on noin puolet kokonaismäärästä. Kompostin kattamisella voidaan estää sadevesien pääsy kompostiin. Fosforipäästöt ovat pieniä riippumatta katteesta. (Mikkola, Puumala, Kallioniemi ym. 2002, 87.)

2.2.2 Reaktorikompostointi

Reaktorikompostointitekniikoita ovat tunneli-, rumpu-, torni-, kaukalo- ja siilokompostointi. Kompostointitekniikat voidaan jaotella vielä kahteen pääluokkaan, joita ovat tulppa- ja dynaaminenvirtaus systeemit. Dynaamisessa virtauksessa kompostoitavaa materiaalia sekoitetaan koko prosessoinnin ajan, kun puolestaan tulppavirtauksen periaatteessa partikkelien väliset suhteet pysyvät samana koko prosessin. Reaktorikompostoiden hyvinä puolina pidetään prosessi- ja hajukontrollointia, nopeampaa läpivirtausta, alhaisia työkustannuksia sekä vähäisempää pinta-alantarvetta. Kompostointiaika vaihtelee reaktoreissa yhdestä kahteen viikkoon, mutta käytännössä kaikilla systeemeillä on 4 - 12 viikkoa kestävä jälkikypsyysaika. (Havukainen 2009, 49 - 50.) On kuitenkin huomioitava, että liian pienessä kompostorissa jälkikypsyysaika pidentyy, kun taas liian suuressa kompostorissa prosessin hallinta on vaikeaa. (Lannan käsittely ja käyttö 2009, 67.)

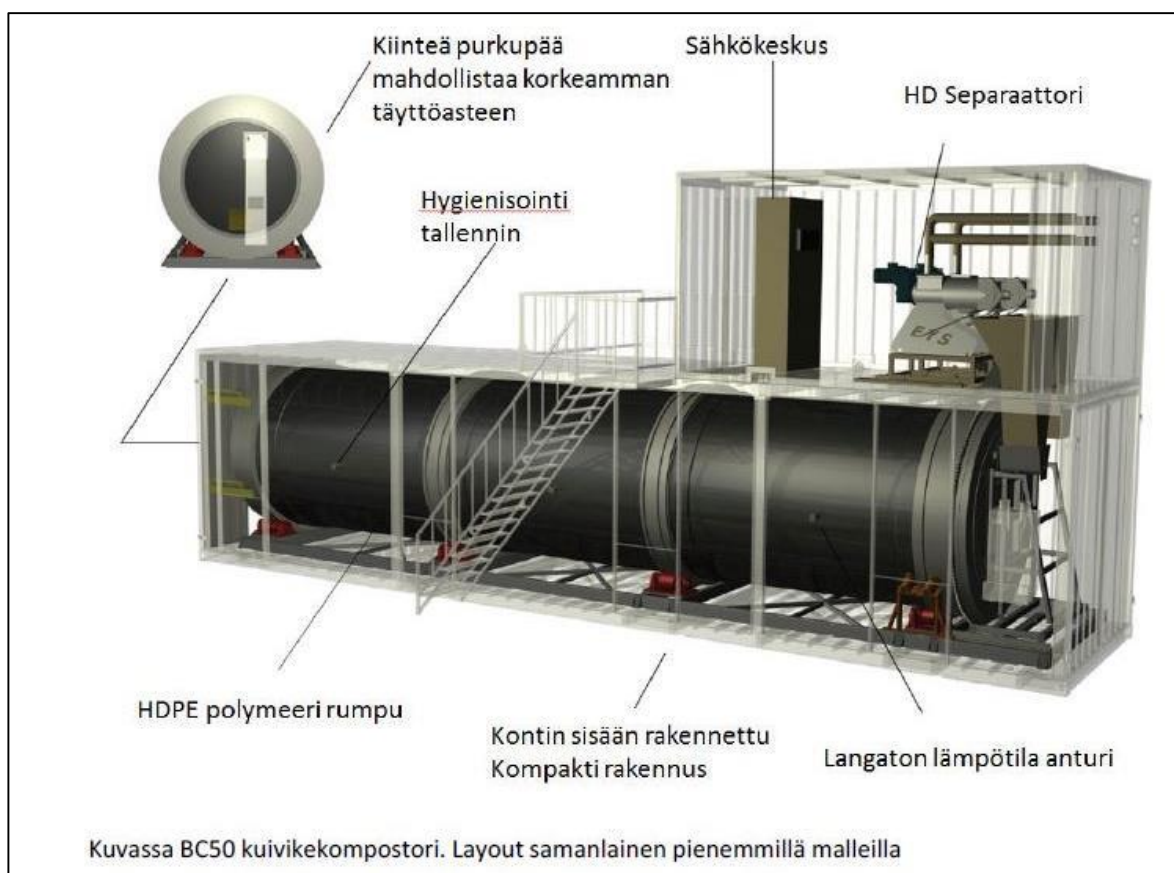


Kuva 4. Rekitecin valmistama rumpukompostori (Kuva: Rekitec Oy).

Rumpukompostointi. Rumpukompostointi (kuva 4) perustuu jatkuvatoimiseen kompostointiin, joka tapahtuu suljetussa tilassa valvotuissa olosuhteissa. Kompostoriin syötetään päivittäin lantaa ja raakaa lantakompostia puretaan vastavasti toisesta päästä, täyttö asteen ollessa noin 50 – 60 prosenttia. (Saksanen 2015, 11; Turunen 2013, 43). Rumpukompostoinnissa rumpu kiertää hitaasti oman akselinsa ympäri, ja sekoittaa samalla sisällä olevaa massaa. Pyöriminen voi tapahtua joko käsi- tai konevoimin. Rummun pyörimisen tarkoitus on sekoittaa

massaa, ilmastaa sitä sekä samalla siirtää jo kompostoitunutta massaa eteenpäin. Rumpuun voidaan puhaltaa ilmaa rummun manttelissa sijaitsevista suuttimista. Asentamalla rummun alkuun, keskelle sekä loppuun valvontasensorit, voidaan koneellisella ilmastamisella myös säädellä rummun eriosien lahotuslämpötilaa. (Havukainen 2009, 51.) Kompostoinnin aikana massan tilavuus pienenee noin 30 - 50 prosenttia (Turunen 2013, 43).

Toimiakseen kunnolla rumpukompostori vaatii oman erillisen rakennuksen, joka on eristetty jäätyksen ehkäisemiseksi. Tunneli- ja rumpukompostoinnin etuna on helpompi olosuhteiden säätely, joka mahdollistaa tasaisemman kompostoinnin kuin esimerkiksi aumakompostoinnissa. (Saksanen 2015 11.) Kompostoinnin kolme ensimmäistä vaihetta voi reaktorikompostoinnissa olla ohitse jo muutamassa päivässä, kun puolestaan aumakompostoinnissa ne voivat kestää useamman viikon. Valmis komposti rumpukompostorista voidaan purkaa joko suoraan peräkärriin tai vaihtoehtoisesti betonilaatalle, jossa tapahtuu kolmen kuukauden jälkikypsytytys. Rumpukompostoria käytettäessä, tulisi kompostoitavan massan olla tasalaatuista, eikä siinä saisi olla pitkäkortista heinää tai olkea, joka aiheuttaa toimintahäiriöitä kietoutuen kompostorin sisällä olevan ruuvin ympärille.



Kuva 5. Rekitecin maahantuoma kuivikekompostori (Kuva: Rekitec).

Markkinoilla on kehitetty myös erillinen EYS-merkkinen kuivikekompostori maahantuo Haapajärveläinen Rekitec yritys. Kuivikekompostoiden koko vaihtelee neljästä kuutiometristä jopa 40 m³. Separattori asennetaan suoraan kuivikekompostorin päälle, josta separoitu kuivajae tippuu suoraan kompostoriin (kuva 5). Kompostorin viipymäaika on 24 - 72 tuntiin. EYS:n valmistamat kuivikekompostorit ovat varusteltuna tietokoneohjatulla järjestelmällä, joka ohjaa kompostorin laitteita. Tietokone myös tallentaa jatkuvasti kompostorin lämpötilan. Kompostorin ohjattavia laitteita ovat pumppu, separattori, kuljettimet, ilmavaihto ja rumpun pyöritys (EYS Kuivikekompostori). Halutessaan kuivikekompostorin käyttöä voi ohjalla älypuhelimesta. Jälkikompostoituminen kestää noin 15 - 40 vuorokautta. (EYS Kuivikekompostori.)

Tunnelikompostointi. Tunnelikompostoinnin toimintaperiaate on lähes samanlainen kuin rumpukompostorinkin. Tunnelikompostori asennetaan, betonialustalle ja sen maksimikoko on Havukaisen (2009, 51) mukaan 500 m³. Tunnelikompostorit ovat usein betonisia altaita. Ennen kompostoitavan massan syöttämistä

tunneliin levitetään usein karkea hakekerros, jonka tarkoituksena on jakaa ilmaa alla olevista ilmastuskanavista. (Turunen 2013, 45.) Kompostoitava massa syötetään kuljetushihnalla syöttökammioon, josta seos voidaan jakaa kolakuljettimella useaan rinnakkaiseen tunnelikompostoriin. Syöttökammioista massa siirtyy hydraulisella puskulevyllä reaktoriin. Rumpukompostorista poiketen tunnelikompostori on muodoltaan neliskulmainen. Ilmastus tapahtuu puhaltamalla ilmaa tunnelin pohjalla olevista teräskansista sekä kompostorin alkupäästä. Ilmaa imetään reaktorin loppupäästä. (Havukainen 2009, 51.) Liiallisen kuivuuden ehkäisemiseksi voi massaa kostuttaa sadetusjärjestelmän avulla. Turusen mukaan hyvällä sekoittamisella ja ilmastuksen säädön onnistumisella saatiin tunnelikompostorista tasalaatuisempi kompostiseos kuin rumpukompostoinnin avulla. (Turunen 2013, 45).

2.3 Kuivikkeet

Kuivikkeilla on tärkeä vaikutus eläimen ja karjanhoitajan hyvinvointiin. Kuivikkeiden tärkein tehtävä on pitää makuuparsi sekä itse eläin puhtana. Kuivikkeet vähentävät eläimen lämmönhukkaa, pehmentävät alustaa ja suojaavat eläintä hierymiltä ja muilta vammoilta (Alasuutari, Manni & Rautala 2007, 17). Kuivikkeet myös vaikuttavat eläintilojen ilman laatuun sitomalla ammoniakkia itseensä, jolloin myös karjanhoitajan on miellyttävämpi työskennellä eläintiloissa. Niin isoissa kuin pienissäkin karjayksiköissä, kuivikkeiden kustannukset ovat iso kuluerä tuottajalle, jonka vuoksi kuivittamisen toteuttaminen olisi hyvä suunnitella tarkoin navettaa rakentaessa tai laajentaessa. Suunnittelutyöhön kuuluvat sopivan lannanpoistojärjestelmän, parsirakenteen ja kuivikkeiden valinta.

2.3.1 Kuivikkeiden ominaisuudet

Yleisempiä käytettyjä orgaanisia kuivikkeita karjatiloilta ovat turve, kutteri ja sahanpuru sekä olki. Muita kuivikkeita ovat mm. hamppu-, pellava sekä paperisilppu. Turpeella on ylivertainen ammoniakki- ja nesteensitomiskyky muihin kui-

vikkeisiin verrattuna (Vesiahho 2015, 5), jonka vuoksi se yksi yleisemmistä kuivikkeista karjataloudessa. Turve on ominaisuuksiltaan tummaa ja huokosmaista, jonka takia se pölyää paljon. Saatava turve-erä voi olla kosteaa, joka koituu talvella ongelmaksi sen jäätyksen takia. Turve on pH-arvoltaan hapanta. Alhainen pH estää bakteerikasvua, jolloin puhdas turve kuivikkeena jopa vähentää ympäristön bakteerimäärää (Maatilan Pellervo 2016).

Puutavaran sahauksesta sivutuotteena saatu sahanpuru sekä puutavaran höyryläyksestä saatu kutteri ovat myös yksi yleisemmistä kuivikkeista. Sahanpurun ja kutterin nesteensitomiskyky ei vedä vertoja turpeelle, jonka vuoksi sahanpurua ja kutteria on käytettävä runsaammin mitä turvetta. Tämä vaikuttaa taas tuottajan kuivikekustannuksiin. Vaalean värinsä vuoksi sahanpuru sekä kutteri tuovat navettaan valoisuutta. Kuten turpeilla, myös sahanpurulla voi olla talvella jäätymisongelmia.

Olkea käytetään nykyisin vähän lietelantanavetoissa sen huonon soveltuvuutensa takia. Olki sopii paremmin kuivikkeeksi kestokuivikepohjille sekä kuivalantanavetoihin. Olkea saadaan viljantuotannon sivutuotteena, jolloin viljapellon puinnin jälkeen oljet voidaan kerätä pellolta kuivikkeeksi. Olki sitoo itseensä nestettä noin kaksi kertaa oman painonsa verran. Oljen käytön riskeihin kuuluvat sen pölyväisyys, joka aiheuttaa karjanhoitajalle suuren ammattitautiriskin. Märkä tai kostea olki homehtuu, jolloin homeitiöt leviävät sitä käsitellessä hengitysilmaan.

Nykyisin pihatoissa on tapana varastoida kuiviketta parren etuosasta, josta siitä on helppo levittää puhdasta kuiviketta parsien puhdistuksen yhteydessä. Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta- tutkimushankkeessa on tutkittu mm. kuivikkeiden mikrobikasvua navettavarastoinnissa. Tutkimuksessa käy ilmi, että kaikissa kuivikemateriaaleissa kokonaispesäkemäärä kasvoi viikon kuluessa yli 10^6 pmy/g. Voimakasta bakteerien lisääntymistä havaittiin tutkimuksessa kahden viikon varastoinnin jälkeen olkisilpussa, kutterissa ja turvekutterissa. (Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta 2014, 23.) Jos kuivikkeita varastoidaan kuivitusyön helpottamiseksi parsien etuosassa, sinne kannattaa varata korkeintaan viikon tarve (Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta 2014, 52).

Hankkeen tulosten mukaan makuuparressa käytetty kuivike pysyy yhden päivän ajan melko turvallisella tasolla hygieniatason kannalta, mutta se jälkeen bakteerimäärät lähtevät nopeasti kasvuun kaikilla kuivikkeilla (Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta 2014, 25). Kolmantena päivänä kokonaispesäkemäärät olivat parsinäytteissä yli 1×10^6 ja osalla yli 1×10^7 pmy/g.

2.3.2 Kuivikkeiden vaikutus eläimiin

Kuivikkeen tehtävänä on muutakin, kuin pitää eläin puhtaana. Kuivikkeilla on suuri merkitys eläimen terveyteen ja hyvinvointiin. Huonosti soveltuva kuivike voi aiheuttaa päinvastaisia vaikutuksia, mitä pitäisi. Karkea sahanpuru saattaa aiheuttaa syviä ja hitaasti paranevia haavoja ja hiertymiä jalkoihin ja utareen alle (Alasuutari ym. 2007, 17). Kuivikkeiden tärkein vaikutus on kuitenkin eläimen hyvinvointiin. Jos pohditaan naudon luonnonmukaista käyttäytymistä ja olosuhteita, ovat ne pääsääntöisesti laiduntamassa pehmeällä laidunalueella. Tästä syystä lehmää ei pitäisi pitää kovalla ja liukkaalla alustalla, sillä se ei ole sille luontaista. Kova ja joustamaton pohja lisää sorkkakuumeen riskiä. Lisäksi jalkoihin tulee kuivittamattomassa navetassa helposti hiertymiä ja haavaumia (Maatilan Pellervo 2016). Hiertymät ja haavaumat aiheuttavat eläimelle kipua ja stressiä, minkä seurauksena eläin tuottaa heikommin sekä eläimen vastustuskyky heikentyy. Cederin tutkielman mukaan kinnerhaavaumat ja sorkkasairaudet voivat olla altistavia tekijöitä myös utaretulehduksille. (Ceder 2009, 3.)

Karjanhoitaja voi vaikuttaa merkittävästi makuuparsien viihtyvyyteen, puhdistamalla ja kuivittamalla parret riittävän usein. Märät ja likaiset kuivikkeet parsissa ovat täydellinen kasvupaikka haitallisille bakteereille, sillä ne heikentävät lehmän vastustuskykyä sekä samalla utareterveyttä. Eri kuivikkeilla ei ole sorkan terveyden kannalta eroja, kunhan niissä ei ole lantaa eikä multaa (Yli-Hynnillä 2006, 69).

2.4 Parsien vaikutus eläimiin

Lehmä makaa viihtyisässä parressa valtaosan päivästä. Mukavassa parressa lehmät nousevat ja laskeutuvat jopa kaksi kertaa useammin kuin epämukavassa parressa. Lehmien on todettu makaavan noin puolitoista tuntia enemmän vuorokaudessa, kun niillä on mukava parsi. (Yli-Hyynilä 2006, 71). Navetassa lehmät makaavat mieluiten 14 tuntia vuorokaudessa. Makaaminen on lehmälle tärkeää, sillä silloin ne lepäävät ja märehähtävät. Samalla lehmien jalat kuivuvat ja saavat lepoa sekä lehmän maatessa jopa 30 % enemmän verta kiittää sen utareessa (Huslen 2007, 49), joka näkyy lehmän tuotoksessa. Parsien mukavuutta voi havainnoida omasta karjasta, niin että seuraa karjan ihovaurioita ja kolhuja.

Jos yli 10 % lepäävistä lehmistä seisoo, parsien mukavuutta on parannettava (Huslen 2007, 49). Pro Agrarian julkaisussa terveillä sorkilla tuloksiin (2006, 65) on todettu, miten parsi vaikuttaa lehmän käyttäytymiseen. Mukavassa parressa lehmä viihtyy keskimäärin noin 15 tuntia päivästä makuulla, kun epämukavassa parressa noin 10 tuntia. Lehmä myös seisoo mieluummin, kun makaisi epämukavassa parressa. Mukavassa parressa lehmän seisaalla olo on keskimäärin alle kuusi tuntia päivässä.

Täyttöparsien paksu kuivikekerros on pehmeämpi ja mukavampi makuualusta, kuin parsimatto tai -peti. Täyttöparsien käytössä on kuitenkin huomioitava kuivikkeissa esiintyvä bakteerien kasvu. Mikäli likaisia kuivikkeita ei vaihdeta päivittäin, kuivikemateriaaleissa bakteerimäärät kasvavat nopeasti yli riskirajojen (Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena 2014,5). Täyttöparsissa bakteerimäärien kasvu on suurempi riski, kuin parsimatoilla tai -pedeillä, jossa kevyt kuivikekerros on helppo vaihtaa päivittäin puhtaaseen.

2.5 Lantakuivike

Lantakuivike on separoidun lietelannan kuivajaeetta, jota käytetään kuivikkeena tavanomaisten kuivikkeiden tavoin. Lantakuiviketta ei ole välttämätöntä kompostoida, mutta se olisi Suomen olosuhteissa suotavaa. Kompostoinnin aikana separoitu kuivajae kuivuu entisestään, sekä myös hygienisoituu. Lantakuivikkeen käyttö on yleistynyt mm. Yhdysvalloissa, Hollannissa ja Tanskassa ja se on todettu varteenotettavaksi kuivikemuodoksi. Suomessa lantakuivike ei ole vielä yleistynyt, sillä Suomessa on hyvä omavarainen tarjonta muista orgaanisista kuivikkeista.

2.5.1 Tutkimustuloksia lantakuivikkeesta

Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta – tutkimushankkeessa on käsitelty lannan separointijakeen – eli lantakuivikkeen käyttöä kuivikkeena. Hankkeessa vierailtiin Hollannissa kymmenellä eri tilalla, joista kahdella käytettiin lantakuiviketta. Ensimmäisellä lantakuivike-tilalla oli lypsystä 210 lehmää ja tilalla oli neljä lypsyrobotia. (Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta 2014, 32.) Navetassa olevat täyttöparret kuivitettiin ruuviseparaattorin Sepcomin tuottamalla lietelannan kuivajakeella. Hankkeen mukaan separoidun kuivajakeen kuiva-aine pitoisuus oli talvella n. 34 %, kesällä 32 %. Separaattori tuotti kuivajaeetta, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 36 %. Hollantilaisella tilalla lietettä separoitiin kerran viikossa, niin että tarvittava kuivikemäärä saatiin tuotettua. Kuivajaeetta ei käsitellä muulla tavoin, vaan se viedään sellaisenaan parsiin. Parret puhdistettiin kaksi kertaa päivässä, ja parret tasataan kerran viikossa. Tuottajan mukaan 210 lypsylehmän soluluku on 103 000. Soluluku ei ole korkea, vaikka tilalla käytetään lantakuiviketta. Terveessä utareessa soluluku on alle 100 000 kpl/ml (Hulsen & Lam 2011, 3).

Toisella Hollantilaisella tilalla, jolla käytettiin lantakuiviketta, karjan koko oli 150 lehmää, ja lypsy tapahtui 2 x 14 -paikkaisella lypsyasemalla. Kuten myös edellisellä tilalla, myös tässäkin navetassa oli täyttöparret. Parret täytetään lantakuivik-

keella kerran viikossa, ja parsien puhdistus tapahtuu kolme kertaa päivässä. Lehmien keskituotos on noin 10 000 l/lehmä, ja soluluku on lähelle optimia eli 100 000 kpl/ml. Tilan 150 lehmästä vain 12 yksilöllä oli ollut viimeisen vuoden aikana utaretulehduksia. Tulehdukset ovat johtuneet isännän mukaan siitä, että lehmät alkavat valuttaa maitoa parteen, jolloin utaretulehdus on iskenyt lemmiin 40 päivän kuluttua. Molemmilla tiloilla oli navetoissaan lietelantajärjestelmä, ja molempien tilojen syy siirtyä lantakuivikkeeseen käyttöön oli kalliit kuivikekustannukset.

Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta – tutkimushankkeen mukaan (2014, 39) myös Suomessa on kokemusta lannan käytöstä kuivikkeena, mutta hieman eri muodossa kuin Hollannissa. Hankkeessa vierailtiin tilalla noin 100 lehmän pihatossa, jossa täyttöparret kuivitettiin kuivikelannalla kaksi kertaa vuodessa. Kuivikelanta tiivistetään täyttöparsiin, minkä jälkeen täyttöpohjan päällä kuivikkeena käytetään olkisilpun ja turpeen seosta. Hankkeessa haastatellun isännän mukaan kestokuivikeparret eivät ole koskaan märät, ja lehmät ovat puhtaampia ja hiertymiä on vähän. Lannanpoistojärjestelmä pihatossa on lietelantajärjestelmä.



Kuva 6. Lantakuiviketta parsissa (Kuva: Rekitec Oy.)

Myös Tanskassa on tutkittu lantakuivikkeen käyttöä kuivikkeena. Tanskalaiseen FarmTestiin osallistuneiden yrittäjien mielestä lietelannasta separoitu kuivajae on toimiva kuivike lehmille (KMVET 03 2015). FarmTestin tavoitteena oli saada käytännöntietoja ja kokemuksia lantakuivikkeen käytöstä. Tutkimukseen vastanneiden mukaan, makuualusta on pehmeä ja edistää eläinten hyvinvointia.

Farmtestiin osallistui 11 maitotilaa, joista neljä tilaa käytti puhdasta lantakuivikettä, ja loput seitsemän käytti lantakuivikettä, johon lisättiin yhtä tai useampaa ainetta. Esimerkiksi sammutettua kalkkia lisätään kuivikkeeseen, jotta maidon soluluku pysyy kurissa. Myös liitua lisätään ehkäisemään Klebsiella-bakteerien aiheuttamia utaretulehdusongelmia. (KMVET 03 2015). Tuottajat toivoivat kuivikkeen kuiva-ainepitoisuuden olevan mahdollisemman korkea. Kuivikkeen kuiva-aineprosentin tulisi FarmTestin suositusten mukaan olla yli 30. Testitiloilla kuiva-aineprosentti oli keskimäärin 34 (KMVET 03 2015).

Tanskalaiset tilat olivat siirtyneet lantakuivikkeen käyttöön, koska halusivat tarjota karjalleen pehmeämmän makuualustan. Muita käyttöönoton syitä ovat olleet kuivikekustannusten alentaminen, halu kierrättää sekä hakea toimiva vaihtoehto hiekalle. Testiin osallistuneista tuottajista 73 % piti lantakuivikettä erinomaisena kuivikkeena, kun loput 27 % pitivät lantakuivikettä hyvänä kuivikkeena. (KMVET 03 2015.)

Lantakuivituksen käyttö voi aiheuttaa ulkopuolisille, varsinkin kuluttajille erilaisia mielikuvia ja ennakkoluuloja. Tanskalaisen FarmTestin tuottajat eivät pidä lantakuivikettä ongelmallisena imagon kannalta. Päinvastoin, tilalla vierailleet ihmiset ovat pitäneet separoitua lietettä hyvänä asiana (KMVET 03 2015).

Ontarion (Ministry of agriculture, food and rural affairs) tekemässä julkaisussa on käsitelty lantakuivikkeen valmistuksesta. Yhdysvalloissa hiekka on yksi yleisemmin käytetty kuivike. Hiekka on mukava makuualusta, sillä se on pehmeä, mutta monet tuottajat ovat kyllästyneitä käsittelemään hiekalla kuormitettua lantaa. Hiekka on raskas ja kuluttaa lannankäsittelylaitteistoa. Hiekan sijaan tuottajat ovat harkinneet siirtymistä lantakuivikkeen käyttöön, sillä se on helposti saatavilla ja se on uusiutuvaa. (House 2015.)

Housen mukaan kuiviketta voi tehdä kolmella eri menetelmällä: erotella lietteen kiintoaineet mädättämällä, kompostoimalla separoitu kuivajae tai separoimalla (ilman jatkotoimenpiteitä). Mädätys on prosessi, jossa lanta ja muu orgaaninen materiaali on käsitelty bakteerien avulla hapettomassa ympäristössä. Bakteerit saavat aikaan toiminnallaan biokaasua, jota voidaan hyödyntää sähkön tuotannossa. Mädätyksen avulla lannan patogeeniset aineet tuhoutuvat, lannan haju vähenee, ja prosessi säilyttää myös lannan arvon lannoitteena. Mädättäminen kestää noin 20 päivää ja se tapahtuu 35 asteen lämpötilassa. (House 2015.)

Tutkimuksessa kuiviketta tehtiin myös kompostoimalla separoidun liotelannan kuivajae rumpukompostorissa. Kuivajae oli kompostorissa noin kahdesta kolmeen päivää, ja lämpötila nousi parhaimmillaan 70 asteeseen. Korkea lämpötila tappaa useimmat taudinaiheuttajat. Viimeisenä menetelmänä käytettiin lannan separoimista. Separoidun lannan kuivajaetta ei jatkokäsitelty mädättämällä tai kompostoimalla ("raakakuivike"), joten kuivajae oli herkempi kuivike verrattuna edellisiin menetelmiin. (House 2015.)

Riippumatta siitä, mitä kolmea menetelmää käytetään kuivikkeen valmistuksessa, ei se vielä ole valmista kuiviketta. Ennen varsinaista kuivikekäyttöä tulisi menetelmien lopputuotteet varastoida aumaan pitkäksi aikaa. Tuottajat jotka käyttivät näillä kolmella menetelmällä valmistettua lantakuiviketta, käyttivät sitä joko syväparsissa, parsimattojen tai -petien päällä. Tuottajat joilla oli syväparsi, olivat lisänneet "kynnyksen" parren taakse, ettei kuiviketta kulkeudu parresta. Lantakuivikkeen tyypillinen kosteuspiitoisuus oli 65 - 68 %, ja useimmiten separaattorina oli ruuviseparaattori. (House 2015.)

Minnesotan yliopisto tutki 34 karjatilaa, jotka käyttivät lantakuiviketta kuivikkeena. Karjan koot vaihtelivat 130 - 3 700 kappaletta lypsylehmiä. Tutkimukseen osallistuneista tiloista 45 % käytti lantakuiviketta yhdessä parsimattojen tai petien kanssa, ja 55 % tiloista käytti lantakuiviketta syväparsissa. (House 2015.)

Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena (2014, 15) mukaan tutkimuksissa on havaittu että "puhtaillakin" kuivikemateriaaleilla kuivite-

tuissa parsissa bakteerimäärät voivat nousta normaaleilla parsien hoitokäytännöillä samalle tasolle kuin kuivajaetta (lantakuivike) käytettäessä. Lantakuiviketta ei kuitenkaan tulisi varastoida parsien etuosassa, sillä lantakuivikkeen bakteerimäärät lähtevät tavanomaisiin kuivikkeisiin verrattuna nopeammin nousuun. (Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena 2014,15.)

2.5.2 Lantakuivituksen vaikutus utareterveyteen

Hyvä utareterveys riippuu kuitenkin myös lehmien kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin vaikuttavista tekijöistä, kuten ruokinnasta, levosta ja yleiskunnosta. (Hulsen & Lam 2011, 10.) Utareterveyteen vaikuttavat myös ympäristötekijät, kuten makuuparsien puhtaus ja lypsytyö. Makuuparsien säännöllinen puhdistaminen ja kuivittaminen ovat merkittävä tekijä lehmien utareterveyteen. Märät ja likaiset kuivikkeet ovat hyvä kasvualusta taudinaiheuttajabakteereille.

Lannassa on paljon erilaisia mikrobeja, jotka ovat vaaraksi utareterveydelle. Lannan jatkokäyttöä ajatellen haitallisia bakteereja ovat muun muassa voi happobakteerit, Bacillus-bakteerit ja enterobakteerit. Enterobakteerit kuuluvat Enterobacteriaceae-heimoon, johon kuuluu mm. Escherichia, Salmonella, Enterobacter ja Yersinia –sukuja (Taavo 2013, 2). Escherichia coli, tunnetuimmin E.Coli bakteeri on ihmisen ja eläimen suolistossa peräisin oleva bakteeri. Suolistobakteerina, E.Colia on mm. sonnassa, ja sitä myötä myös lehmien makuuparsissa.

Lannan haitalliset mikrobit ja bakteerit voidaan tuhota oikeanlaisella lannankäsittelyllä. Käsittelymenetelmiä voivat olla esimerkiksi kompostoiminen, mädättäminen ja ilmastaminen. (Taavo 2013, 2.) Lantaa jatkojalostaessa kuivikkeeksi, olisi kompostoiminen asiallinen tapa hävittää lannan haitalliset mikrobit. Kompostoinnin yhteydessä haihtuu myös kosteutta, joka näin ollen kuivattaa lantakuiviketta.

Tanskalaisessa FamsTestissä pohdittiin myös lantakuivikkeen vaikutusta lehmien utareterveyteen. Käytettäessä lantakuiviketta, piilee siinä aina omat riskinsä, sillä lanta sisältää niin paljon taudinaiheuttajabakteereja. Tutkimuksessa

kuitenkin todettiin, että testiin osallistuneiden tilojen eläinten terveys on lantakuivituksen käyttöönoton jälkeen pysynyt samana tai parantunut. Kuusi testiin osallistuneista eli noin puolet piti lehmien utareterveyttä muuttumattomana tai parempana lantakuivikkeeseen siirtymisen jälkeen. (KMVET 03 2015.) Testin tuloksien mukaan huomion arvoista on, että niillä kuudella tilalla seitsemästä, joilla lisätään lantakuivikkeen sekaan jotain muuta ainetta (kuten sammutettua kalkkia tai liitua), soluluku on kohonnut. Testissä ei kuitenkaan tutkittu, oliko lisätyillä aineilla ollut jokin vaikutus utareterveyteen. (KMVET 03 2015.)

Monet ympäristötekijät vaikuttavat siis lehmien utareterveyteen, ja kuivittaminen ja makuuparsi ovat vain osa niistä. Stressi alentaa eläimen vastustuskykyä, ja altistaa erilaisille tulehduksille. Oikeanlaisella ruokinnalla, lypsytekniikalla ja ympäristötekijöillä, kuten lämpötilalla voidaan vaikuttaa eläimen vastustuskykyyn merkittävästi. Vastustuskykyyn vaikuttavat myös levon ja liikunnan määrä (Huslen ym. 2011, 11). Olisi hyvä myös huolehtia karjaan kohdistuvasta tautipaineesta huolehtimalla esimerkiksi vierailijoiden suojavaatteista.

Tanskalaisen FamTestin mukaan lantakuivikkeen käyttö kuivikkeena voi joissakin tapauksissa lisätä tautipainetta. Tuloksien mukaan lantakuivikkeen käytön aloitusta ei myöskään suositella sellaisena ajankohtana, kun eläinten vastustuskyky on jostakin syystä muuten koetuksella. Tanskalaisessa tutkimuksessa lantakuiviketta ei kompostoitu tai muuten jatkokäsitelty, vaan sen kuivikekäyttö aloitettiin heti. (KMVET 03 2015).

Lantakuiviketta on tutkittu myös Minnesotassa. Housen (2015) mukaan Minnesotassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että tankin solujen lukumäärän keskiarvo on 275 000, joka vaihteli 121 000-688 000 välillä. Tutkimuksessa 18 prosentilla tiloista oli vuosittain solujen määrä alle 200 000, ja yhdeksällä prosentilla tiloista oli solujen määrä yli 400 000. Mädättämällä käsiteltyä kuiviketta käytti 21 tilaa eli 68 %. Rumpukompostorilla käsiteltyä kuiviketta käytti 4 tilaa, 11 % ja separoinnilla käsiteltyä niin sanottua ”raakakuiviketta” käytettiin 7 tilalla, 21 %. Tutkimukseen osallistuneet tilat tekivät ensikäsitteletyt lypsytyön yhteydessä. (House 2015.)

Riippumatta siitä mitä lantakuivikkeen käsittelymenetelmää käytti (mädätys, kompostointi tai separointi) ei niillä ollut Minnesotan tutkimuksen mukaan yhteyttä maidon soluihin. Tutkimuksen mukaan tuoreessa kompostoidussa kuivikkeessa ei ollut yhtään koliformisten bakteerien pesäkkeen muodostavaa yksikköä millilitrassa (0 pmy/ml) kun puolestaan mädätystekniikalla saadussa kuivikkeessa oli 1 100 pmy/ml. Separoidussa kuivajakeessa, eli ”raa’assa” lantakuivikkeessa bakteerien määrä oli 16 000 pmy/ml. Kun näitä kuivikkeita käytettiin kuivikkeina, koliformisten bakteerien määrä nousi kaikissa kolmessa kuivikemuodossa noin 145 000 pmy/ml. Samankaltaisia tuloksia löydettiin myös Cornelin yliopiston tekemässä tutkimuksessa. (House 2015.)

Tilasäiliön maidon koliformi ja streptokokki pitoisuudet ovat lypsyn käytännön, lypsylaitteiston sekä puhtaanapidon laadun indikaattoreita. Koliformien määrää käytetään usein lypsyn esivalmisteluiden huolellisuuden arvioimiseksi, sillä kolibakteerin ensisijainen lähde ovat likaiset vetimet. (House 2015.)

Tutkimukseen osallistuneiden tilojen kuivikkeiden kosteuspitoisuudet vaihtelivat 45,5 - 59,5 % välillä. Kuivikkeen kosteuspitoisuus on yksi keskeisemmistä tekijöistä hallita bakteerien kasvua kuivikkeissa. Siksi on tärkeää pitää kuivikkeet mahdollisemman kuivana, jotta saataisiin ympäristön aiheuttamat utaretulehdukset minimoitua. Kuivikkeen käyttö ohuina kerroksina mahdollistaa kuivikkeen kuivumisen parressa. Tutkimuksen päätelmänä oli huolellinen lypsytyön esikäsitteleminen, lypsylaitteiden puhtaanapito, lehmä hygienia sekä riittävän kuiva parsi sekä sen kuivikkeet näyttivät olevan kriittisiä tekijöitä säilyttämään matalan maidon soluluvun. Tutkimuksen mukaan nämä käytännöt ovat tärkeitä, vaikka käytettäisiin kuivikkeina mitä tahansa kuiviketta. Myös Cornellin tekemässä tutkimuksessa päästiin samoihin johtopäätöksiin, jossa todettiin, että kuivikkeiden käsittely ja riittävä parsien puhdistaminen ovat paljon tärkeämpää kuin se, mitä kuivikemateriaalia käytettiin. (House 2015.)

3 Lantakuivituksen sijoitus Koivikon Kartanon tuotantoon

3.1 Koivikon Kartano

Uusi lypsykarja navetta valmistui 2014 - 2015 vuoden vaihteessa, ja ovet aukaisiin karjalle tammikuussa 2015. Kuvassa 7 näkyy kokonaisuudessaan Koivikon maatila. Navetta on suunniteltu 160 lypsettävälle lehmälle. Navetan sisustusta pohdittiin paljon, ja alkuperäinen suunnitelma oli sijoittaa lehmien makuuparret niin, että makuuparsirivistö olisi ollut navetan seinää vasten, jolloin lantakäytävä olisi jäänyt parsien ja ruokintapöydän väliin.



Kuva 7. Ilmakuva Koivikon kartanon tiluksista (Kuva: Koivikon Kartano).

Tilan omistajat vierailivat monilla ulkomaisilla tilavierailuilla hakemassa uusia näkökulmia omaan tulevaan navettaansa. Tilavierailujen yhteydestä tarttui idea nykyiseen sisustukseen. Tällä hetkellä tilan kasvattaessa eläinmäärää on uudessa navetassa lypsylehmille varattu 80 makuupaikkaa, joista noin 60 on käytössä. Navetta toimii tällä hetkellä yhdellä robotilla, mutta tulevaisuudessa olisi tarkoitus hankkia toinen. Kokonaisuudessaan navetan eläinlukumäärä on mitoitettu 160 lypsettävälle lehmälle. Tilan vanha navetta jää kuitenkin vielä käyttöön, jolloin eläinmääräksi kokonaisuudessaan muodostuu 200 lypsylehmää.

Uuden navetan syvämaakuuparret ovat sijoitettu lantakäytävän keskelle, niin että parret ovat vastakkain kahdessa parsirivistössä. Ruokintapöytä kulkee navetan keskellä, ja ruokinta tapahtuu tällä hetkellä pienkuormaajan voimin. Tulossa on kuitenkin matoruokkija. Navetassa lukkoparret ovat sijoitettu kauttaaltaan ruokintapöydän yhteyteen, jossa eläinlääkinnälliset hoitotyöt ovat helppo tehdä. Tällä hetkellä robotilta päin katsottuna, navetan vasemman reunan edessä on lypsettäville lehmille makuuparsipaikkoja 40 kappaletta ja vasemman reunan keskeltä löytyy poikimakarsina. Poikimakarsina on rakennettu kestokuivikepohjalle, jossa on käytetty kuivikkeina olkea sekä turvetta. Poikimakarsinan takana on siemennettävien hiehojen ryhmä. (kuva 8)



Kuva 8. Navetan vasen puoli. Kuvassa näkyy myös keskelle sijoittuva ruokintapöytä, sekä lukkoparret (Kuva: Miia Klemm).

Robotilta päin katsottuna, navetan oikealla puolella on taas lypsettäville lehmille makuuparsipaikkoja 40 kappaletta, jonka jälkeen on kantavien hiehojen ryhmä. Kantavat hiehot siirretään totuttelemaan lypsettävien lehmien puolelle noin kuukausi ennen odotettua poikima-aikaa. Poikimisen jälkeen hieho lypsetään vanhan navetan lypsyasemalla, jonka jälkeen se siirretään takaisin uudelle puolelle. Tarkoituksena on, ettei robotilla lypsettäisi utaretulehduksia sairastavia yksilöitä tai muita erikseen lypsettäviä lehmiä, sillä robotin pesuun kuluu paljon vettä ja aikaa.

3.1.1 Parsirakenteet

Makuuparret ovat uudella navetalla syväkuivikeparret, kun puolestaan vanhalla puolella käytetään parsipetejä. Uuden navetan parsirakenteet ovat mallillaan ”Kondor” ja ne ovat tilattu pohjoiskarjalaiselta Tokki Oy:ltä. Yrittäjät arvostivat parren riittävää pituutta, joka esti lehmien kävelyn makuuparren takaosassa ja joka näin ollen vähensi lehmien parteen sontimisen. Parsirakenne soveltuu hyvin syväkuivikeparteen, jolloin lehmä sijoittuu hieman alemmaksi kuin mitä parrenerottajan alapuomi, eikä näin ollen hierrä lehmää selän tai lonkan alueelta. Makuuparren pituus on 260 cm ja leveys 120 cm. Niskapuomista makuuparren takakorokkeelle on noin 147 cm. Syväparren edessä oleva koroke ohjaa lehmän maakaamaan oikeaan kohtaan makuuparressa. (kuva 9) Koroke ei kuitenkaan ole liian korkea, ja lehmä voi halutessaan oikaista etujalkansa suoraksi.



Kuva 9. Parsirakenteet. Kuvassa on huomioitu etu- ja takakorokkeet (Kuva: Miia Klemm).

Makuuparren pohja on betonialusta, ja se on samalla tasolla lantakäytävän kanssa. Parren takaosassa on noin 18 cm:n koruinen pyöristetty koroke, joka estää kuivikkeiden siirtymisen lantakäytävälle. (kuva 9) Karjassa on laaja rotu-

kirjo, joka vaikuttaa myös parsirakenteisiin. Niskapuomi on asennettu korkeimman rodun, holsteinin korkeudelle, joka on pienimmille lehmille liian korkealla. Näin ollen niskapuomi sallii pienempien yksilöiden läpikulun parsissa, mutta se ei tuntunut häiritsevän merkittävästi tuottajia. Pienten yksilöiden läpikulkua voitaisiin estää asentamalla esimerkiksi kangasliina parren etuosaan, mutta se estäisi myös naudän luontaisen liikkuvuuden makuulle käydessä ja ylös noustessa.



Kuva 10. Ruokintapöydän puoleinen lantakäytävä ja lukkoparret (Kuva: Miia Klemm).

3.1.2 Kuivitus

Kuivikkeena käytetään tällä hetkellä pääsääntöisesti turvetta, mutta satunnaisesti käytetään myös kutteripurua. Kuivikekokeiluja on tehty mm. hienoksi jauhetun ruokohelpisilpun ja turpeen sekoituksesta. Lisäksi Koivikolla on kokeiltu myös kipsi-vesi-ruokohelpisilpun sekoitusta huonolla menestyksellä. Tällä hetkellä navetassa ongelmia teettää mm. kuivikkeen soveltuvuus sekä lannanpoistojärjestelmä. Kuivikkeena käytetty turve on niin hienojakoista sekä kevyttä, ettei se pysy kunnolla parsissa. Lehmien liikkuaessa, käydessä makuulle, ylös noustessa tai

kuopiessa makuupartta, turvetta siirtyy lantakäytävälle sen kevyen olomuodon takia. Navetassa on lietelanta järjestelmä. Ruokintapöydän puoleisilla lantakäytävillä on muuten kiinteä käytävä, mutta rakopalkki lattia on lantaraapan keskellä (kuva 10). Seinien vierustalla olevilla lantakäytävillä on kauttaaltaan rakopalkki lattia (kuva 8). Lantakäytävä on pyritty pitämään mahdollisemman pitävänä, ettei turhia eläimen tai hoitajan liukastumisia ja tapaturmia ilmenisi. Ongelmana on kuitenkin liian suuri kuivikemenekki, joka aiheuttaa ongelmia lietteen kanssa. Suuren kuivikemenekin takia lietteestä tulee liian kuivaa. Näin ollen lietteeseen joudutaan välillä lisäämään vettä sen juoksevuuden varmistamiseksi. Lisäksi kuivikemenekki on suuri kustannuserä tuottajalle.

Kuivitus tehdään tarpeen mukaan 2-3 kertaa viikossa. Jos syväkuivikeparret pääsevät tyhjenemään kovinkin paljon, laskee lehmien aktiivisuus seuraavan kuivituksen yhteydessä. Lehmät viihtyvät pehmeällä makuualustalla, ja se myös näkyy robottilypsyn aktiivisuusmittarissa. Kuivittaminen tapahtuu kurottajaan liitetävän kuivikekauhan avulla, jolla kuivike ”puhalletaan” parteen. (kuva 11) Tarkoituksena on, että lehmiä häiritään mahdollisemman vähän ja että kuivittaminen pyritään kohdistamaan lehmien aktiivisempaan aikaan. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, sillä PKKY:n opiskelijat osallistuvat myös tilan töihin ja myös kuivitukseen.

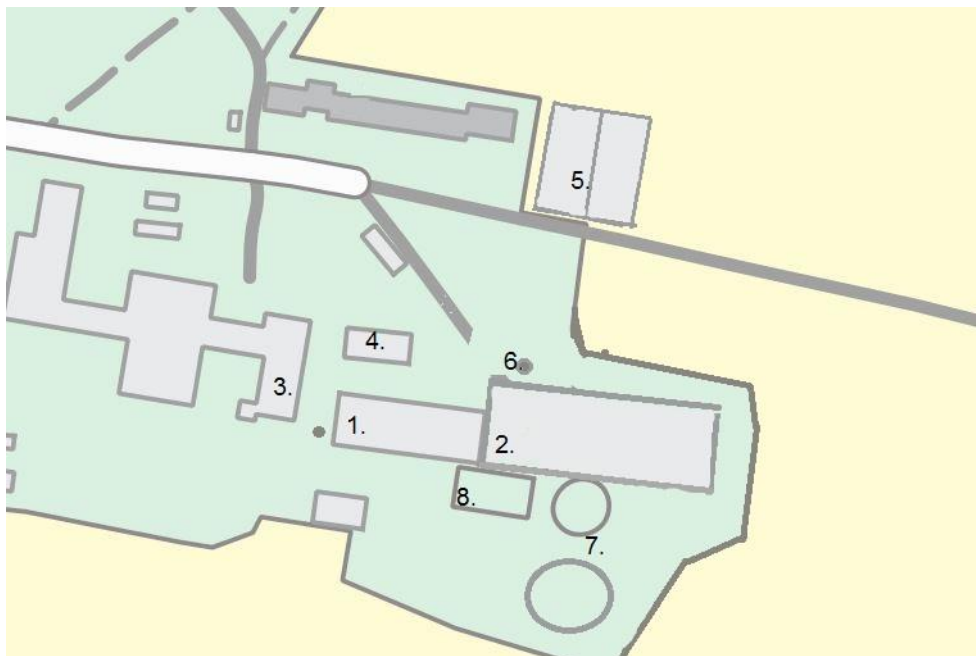


Kuva 11. PKKY:n opiskelija kuivittamassa (Kuva: Miia Klemm).

3.1.3 Kone- ja työkustannukset

Navetan kuivittaminen tapahtuu koneellisesti kurottajalla, jossa on kuivikekauha. Kuivikkeet varastoidaan vanhan navetan rinnalla olevassa katetussa siilossa. Uudelta navetalta kertyy siiloon matkaa noin 100 metriä. Lypsylehmien parsien kuivittamiseen kuuluu kokonaisuudessaan aikaa noin 15 - 20 min, josta siirtymäaika kuivikevarastolle ja takaisin vie suurimman osan ajasta. Koko navetan kuivittamiseen kuuluu aikaa noin 45 - 60 min. Navetta jakautuu eri osastoihin, jotka ovat eriteltynä väliaidoilla. Yksin kuivittaessa aikaa kuluu myös väliaitojen availemiseen, mutta opiskelijatyönä kuivitus toteutuu kädenkäänteessä useamman henkilön ollessa paikalla avustamassa. Navetan ollessa täydessä kapasiteetissään, ei eläimiä tarvitse jakaa enää ryhmiin, joten väliaidat poistuvat käytöstä. Tällä hetkellä navetta kuivitetaan noin kahdesta kolmeen kertaa viikossa, jolloin viikoittainen työaika kuivituksen osalta on 2,5 tuntia.

3.2 Kiinteistöjen sijoitus ympäristöön



Kuva12. Koivikon ilmakuva ja kiinteistöjen sijoitus (Kuva: Miia Klemm).

Kuvassa 12 on hahmotelma tämänhetkisestä Koivikon ilmakuvasta. Kuvan rakennukset eivät ole piirretty mittakaavassa. Koivikon tilan kiinteistöt sijoittuvat tällä hetkellä niin, että vanhan navetan (1.) päädyssä sijaitsee rehutorni. Navetan

päädyn vastapäähän sijoittuu vasikkala (3.). Tämän hetkinen kuivikevarasto (4.) sijaitsee vanhan navetan oikealla rinnalla. Uusinavetta (2.) alkaa heti vanhan navetan päädystä. Uuden navetan oikealla rinnalla on rehutorni (6.), josta kuljetin tuo väkirehut robotille. Lietesäiliöt (7.) on sijoitettu uuden navetan taakse. Lietesäiliöiden rinnalla on toistaiseksi vielä vanha kuivalantavarasto (8.). Rehusiilot sijoittuvat Koivikontien toiselle puolelle (5.).

4 Biologis-tuotannollinen riskianalyysi

4.1 Lantakuivikkeen tautiriskit lypsykarjassa

Käytettävä lantakuiviketta lypsykarjan kuivikemateriaalina voi siinä piileä väärinkäytettynä tautiriski. Minnesotan yliopiston tekemässä tutkimuksessa on tutkittu separoidun kuiva-aineen, kompostoidun separoidun kuiva-aineen, sahanpurun, hiekkapedin ja kuivatun lannan eroja lehmien hyvinvoinnille sekä lehmien utareterveydelle. (Separointi.) Riippumatta siitä, mitä kuivikkeita navetassa käytetään, on kaikilla sama tavoite eli vähentää utaretulehduksen riskiä. Tutkimuksessa huomautetaan, että riippumatta siitä, mitä kuivikemateriaalia käytetään, tulisi parren takaosa olla kuivitettu huolellisesti, siellä missä lehmän utareet ja vetimet sijoittuvat lehmän maatessa. Kaikilla orgaanisilla kuivikkeilla on yksi yhteinen tekijä, joka on bakteereiden kasvu. Orgaanisten kuivikkeiden bakteerikannat ovat yleensä ympäristön streptokokit ja koliformit. Hyvällä parsihygienialla ennalta ehkäistään utaretulehduksia. (Noyes.) Utaretulehdusriskiä lantakuivike ei lisää. Tulehdusbakteeri pääsee utareeseen vedinkanavaa pitkin, joten vetimen suojaaminen on hyvin oleellista riippumatta kuivikkeesta (Separointi).

Lantakuivikkeen valmistuksessa voi sattua tilanne, joka saattaa aiheuttaa tautiriskiä kuivikekäytössä. Kompostoinnin aikana lantakuivikkeesta tuhoutuvat taudinaiheuttajabakteerit lämpötilan ollessa 70 astetta. Jos kompostoituminen ei toteudu suunnitellusti, esimerkiksi laitevian takia, voi lantakuivikkeeseen jäädä taudinaiheuttajabakteereja ja näin ollen se sairastuttaa karjaa. Riski on vielä suurempi, jos lantakuiviketta käytetään kahden eri navetan välillä, sillä jokaisessa navetassa on oma bakteerikantansa, johon eläimet ovat kehittäneet oman vastustuskyvyn.

Oikein valmistettuna ja käytettynä lantakuivike ei aiheuta tautiriskiä sen enempää kuin muutkaan orgaaniset kuivikemateriaalit. Kuten myös muiden kuivikkeiden käytön aikana, tulisi karjan kokonaisyhyvinvoinnista pitää hyvää huolta, niin ettei karjan vastustuskyky pääse alentumaan esimerkiksi erilaisten stressitekijöiden takia.

4.2 Meijerin suhtautuminen lantakuivikkeeseen

Opinnäytetyön kirjoittamisen yhteydessä Suomen suurimpiin meijereihin otettiin yhteyttä sähköpostitse. Sähköpostissa kysyttiin meijerin suhtautumista lantakuivikkeen käyttöön. Suoria vastauksia ei tullut, sillä aihe ei ole ollut vielä tois-
taiseksi kovin ajankohtainen.

4.3 Vaikutus imagoon

Lantakuivikkeen käyttö karjan kuivikkeena voi aiheuttaa kuluttajissa mielikuvia, että karja makaisi parressaan huonovointisena omassa sonnassa. Tosiasiassa näin ei kuitenkaan ole, sillä lantakuiviketta on yleensä mahdollisuus käyttää enemmän kuin tavanomaisia kuivikkeita, joka mahdollistaa karjalle pehmeämmän makuualustan. Nykypäivänä kierrätys on ollut yksi avainsanoista, ja lannan kierrättäminen kuivikkeena toisi päinvastoin tilalle positiivista imagoa.

5 Lantakuivikkeen valmistusmenetelmät

5.1 Lantakuivike

Koivikon Kartanon uusi navetta on suunniteltu 160 lehmälle, ja sen rinnalla myös vanhanavetta on toiminnassa. Kokonaiseläinmäärän on arvioitu olevan noin 200 lypsettäviä lehmää. Yhtä lypsylehmää kohden tulisi lietelantasäiliöön varata noin 24 m³ ja hiehoille noin 15 m³ tilaa. Korkeatuottoisilla karjoilla lannan tuotanto on hieman suurempi. (Lannan käsittely ja käyttö 2009, 51.) Koivikon kartano ei kasvata tilallaan hiehoja, joten lantamäärät ovat laskettuna pelkästään lypsylehmille. Navetan lantamäärät ovat laskettu korkeatuottoisen lehmän lannantuotoksella eli n. 28 m³:llä vuodessa. Navetan ollessa täydessä kapasiteetissä lypsylehmät tuottavat lietelantaa vuosittain noin 5 600 m³ ja vuorokaudessa noin 16 m³. Tilalla on entuudestaan kaksi lietelantasäiliötä, joiden tilavuudet ovat on 2 500 m³ ja 1 200 m³, ja kolmas lietesäiliö on suunnitteilla. Kolmannen lietesäiliön tilavuudeksi on arvioitu noin 2 000 m³. Kolmannen lietesäiliön kokoon on huomioitava myös separoinnin tuoma etu lietesäiliön tilavuuteen.

Separoitavan lietelannan määrät laskettiin kuivikkeena käytetyn turpeen menekin kuiva-aineen perusteella, josta saatiin myös tarvittavan lannan kuiva-ainemäärä kuivikekäyttöön. Vuosittainen kuivikemenekki on tilalla n. 770 m³ vuodessa, ja turpeen kuiva-ainepitoisuuden ollessa n. 50 % ja kuutiopainon ollessa 150 kg/m³, saadaan laskettua tarvittavan lietteen kuiva-aine määrä.

Jotta saadaan turpeen painoyksikkö tiedettyä, kerrotaan turpeen vuosittainen menekki turpeen ominaispainolla. Tämän jälkeen ominaispaino kerrotaan turpeen kuiva-ainepitoisuudella, jolloin tulokseksi saadaan kuiva-aineen määrä.

$$770 \text{ m}^3 * 150 \text{ m}^3/\text{kg} = 115\,500 \text{ kg}/v$$

$$115\,500 \frac{\text{kg}}{v} * 0,5 \text{ kgka} / \text{ka} = 57\,750 \text{ kg}/v \text{ kuiva} - \text{ainetta}$$

Tämä vuosittainen 57 750 kilon kuiva-aine määrä on vuorokaudessa 158 kiloa, ja se saadaan lietteessä olevasta kuiva-aineesta. Kompostoinnin jälkeen kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus on noin 43 %, jolloin kompostoitunutta kuivajaetta tarvitaan kuivikkeeksi (lantakuivike) 135 tn. Määrä saadaan jakamalla vuosittainen kuiva-ainemäärä kuivajakeen kuiva-ainepitoisuudella. Vuorokaudessa lantakuiviketta syntyy noin 372 kiloa.

$$\frac{57\,750\text{ kg ka/v}}{0,43\text{ kg ka/kg}} = 135\,882\text{ kg/v}$$

Kompostoinnin aikana kompostoitavasta massasta häviää noin 42 %, (Kemppainen & Koivisto 1987, 19) jolloin kompostoimatonta kuivajaetta tarvitaan 234 280 kg.

$$\frac{135\,882\text{ kg/v}}{0,58} = 234\,280\text{ kg/v}$$

Separoidun kuivajakeen tiheyden ollessa 425 kg/m³, saadaan kompostoimaton kuivajae muutettua kuutiopainoon.

$$\frac{234\,280\text{ kg/v}}{425\text{ kg/m}^3} = 551\text{ m}^3/\text{v}$$

Vuosittaisen lantakuivikkeen määrän ollessa 551 m³ riittää siitä n. 1,5 m³ kuiviketta vuorokaudeksi. Separoidun nestejakeen kuiva-ainepitoisuus on 4 %, ja lannan kuiva-aine pitoisuutena on n. 7 %. Näin ollen separoinnin yhteydessä kuivaainetta poistuu 7 % - 4 % = 3 % koko lietteen määrästä. Jotta kompostoimatonta kuivajaetta saadaan vuodessa separoitua 84 341 kg, niin lietettä on silloin separoitava noin 2 811 tn/v. Vuorokaudessa lietettä on separoitava noin 7,7 tn.

$$\frac{84\,341\text{ kg/v}}{0,03} = 2\,811\,360\text{ kg/v}$$

$$\frac{2\,811\,360\text{ kg/v}}{1000} = 2\,811\text{ tn/v}$$

Yksi kuutio lietettä painaa keskimäärin noin 1 tn:n. Separoitavan lietteen määrä laskettiin turpeen kulutuksen avulla, ja separoitavaksi lietemääräksi saatiin 7,7 m³/v, ja siitä saadaan lantakuiviketta 1,5 m³ vuorokaudessa. Käytännössä lietettä kuitenkin syntyy vuorokaudessa noin 16 m³, joka on melkein kaksinkertainen määrä tarvittavasta separointimäärästä. Koko lietemäärä on tarkoitus separoida, mikä mahdollistaa sen, että lantakuiviketta on enemmän käytettävissä. On myös kannattavampaa separoida ja kompostoida koko lietemäärä, sillä loppu kompostoidusta kuivajakeesta voidaan tarvittaessa ajaa peltoon lannoitteeksi. On syytä muistaa, että peltoon ajettavasta kompostista saatavia hyötyjä ovat mm. logistiset hyödyt, kuivajakeen hygieenisuus sekä rikkakasvittomuus.

5.2 Kompostori

Kompostorin valinnassa tulee ottaa huomioon, ettei tavanomaista kompostoria saa yli täyttää. Kompostoreiden täyttöasteena on pidetty yleisesti noin 60 %, mutta joidenkin valmistajien täyttöasteina on 70 - 80 %. (Savela.) Edellisessä laskelmassa saatiin kompostoitamattoman kuivajakeen määräksi 234 280 kg/v, joka on vuorokaudessa 642 kg. Kompostoriin tulee siis mahtua 642 kg kuivajakeita vuorokaudessa. Kun tämä muutetaan kuutiomääräksi, jakamalla kuivajakeen määrä separoidun kuivajakeen ominaispainolla 425 kg/m³ saadaan tarvittava kuutiotilavuus, joka on 1,5 m³/vrk.

$$\frac{642 \text{ kg/vrk}}{425 \text{ kg/m}^3} = 1,5 \text{ m}^3/\text{vrk}$$

Kun tarvittava kuutiotilavuus kerrotaan kompostorin viipymääjällä, saadaan määritettyä itse kompostorin tilavuus. Yleisesti ottaen kompostorien viipymääjäksi on ilmoitettu 3 - 6 vuorokautta, mutta Rekitecin maahantuoma EYS- kuivikekompostorin viipymääjäksi on kerrottu 24 - 72 tuntia. Jos oletuksena on, että viipymäaika on 48 tuntia, eli kaksi vuorokautta, olisi kompostorin tilavuus silloin kolme kuutiometriä.

$$1,5 \text{ m}^3/\text{vrk} * 2 \text{ vrk} = 3 \text{ m}^3$$

Kompostorin täyttöaste olisi silloin 100 %, joka on yli määrättyjen suositusten. Liian täynnä oleva kompostori hankaloittaa kompostoitumisprosessia, sekä sillä on myös työllistävä vaikutus. Täyttöasteen ollessa 60 %, tulisi kompostorin tilavuutena olla silloin 5 m³.

$$\left(\frac{1,50 \text{ m}^3/\text{vrk}}{0,60} \right) * 2 \text{ vkr} = 5 \text{ m}^3$$

Perinteinen rumpukompostori on enemmän ”käsikäyttöinen”, sillä kompostoitumista tarkkaillaan silmämääräisesti, jonka perusteella muutetaan parametreja. (Savela.) Kompostorin tilavuuden ollessa 5 m³, pyydettiin Rekiteciltä tarjouksen kuivikekompostorista (liite 1). Kuivikekompostoriin päädyttiin siksi, että se on helppokäyttöisempi automatiikan avulla kuin perinteinen rumpukompostori. EYSin valmistamaan kompostori voidaan käyttää melkein 100 % täyttöasteella, sillä laite on niin automatisoitu, että se valvoo tarkasti kompostoinnin tilaa. Kompostoinnin viipymäaika voidaan myös lyhentää kahdesta vuorokaudesta 36 tuntiin, jolloin kuivikkeeksi tarkoitettu lantakuivike kerkeää hygienisoitua (liite 2). Liitteestä 2 voi havaita, kuinka lämpötila nousee nopeasti kompostorissa 70 C asteeseen. Näin ollen tilavuudeltaan 5 m³ kompostoriin mahtuu päivittäinen separoitu lietemäärä.

Päivittäisestä 7,7 m³:n lietemäärästä tulee kompostoitamaton kuivajaetta 642 kiloa vuorokaudessa. Kompostoidessa päivittäinen koko lietemäärä eli 16 m³, syntyy kuivajaetta noin 1 296 kiloa. Kuutiotilavuutena tämä on 3,0 m³. Kompostorin täyttöasteen ollessa 100 %, koko separoitava määrä mahtuu kompostoriin, kompostointiajan ollessa 36 tuntia.

$$3,0 \text{ m}^3 * 1,50 \text{ vkr} = 4,5 \text{ m}^3/\text{vrk}$$

Näin ollen kompostorin tilavuus olisi 4,5 m³, jolloin EYS BC 5 -mallinen, tilavuudeltaan 5 m³:n kompostori on sopiva Koivikon Kartanolle. Kompostorin täyttöasteen ollessa 100 %, voi pienikin häiriö olla haitaksi kompostointiprosessille. Tar-

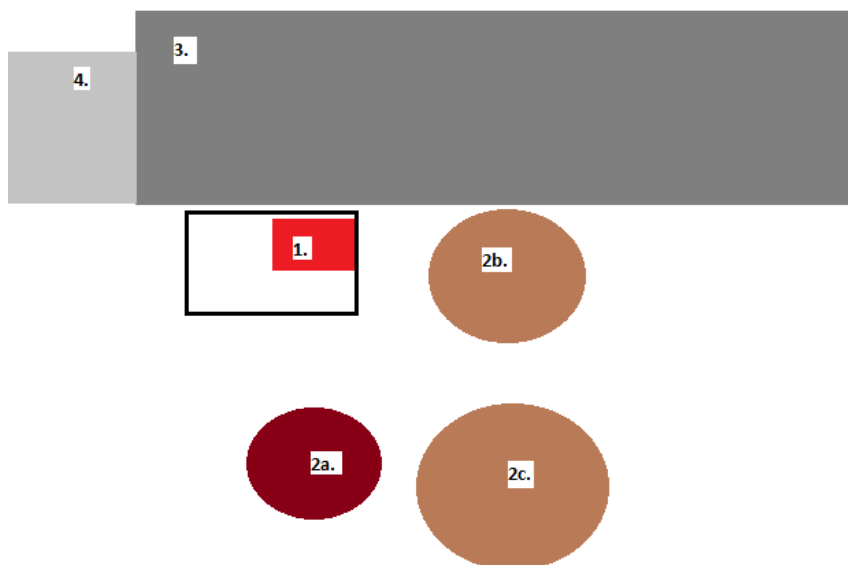
vittaessa kompostoriin voidaan asentaa poikkikuljetin, joka ohjaa osan kompostoitavasta kuivajakeesta suoraan lantalaan, jolloin lantakuivikkeen kompostoinnille saadaan pidempi kompostointiaika. EYSin kuivikerumpukompostori on tehty muovipolymeeristä, joten kompostorille on luvattu pitkä käyttöikä. (Savela.) Kompostoinnin aikana kompostimassasta haihtuu noin 42 %, joten kompostoinnin jälkeen kolmesta kuutiosta kuiva-ainetta on käytettävissä n. 1,7 m³ lantakuiviketta. Kokonaismäärältään lantakuivikkeen määrä ei aivan riitä kattamaan 2,1 m³:n turpeen kuivikemenekkiä, mutta lantakuivikkeen kuiva-aine määrän perusteella lantakuivike riittää kattamaan kuivitustarpeen.

Kompostoitua lantakuiviketta ei tarvitse enää jälkikypsyttää, vaan pelkkä jäähdyttäminen riittää ennen kuivikekäyttöä. Lantakuivike pitäisi myös käyttää mahdollisemman pian, ettei bakteerikasvu ala uudelleen varastoinnin aikana. Näin ollen kuivikkeen säilytystilaa ei tarvita pitkäksi ajaksi. Jotta kuiviketta pystyy käsittelemään traktorin tai kurottajan etukuormaimella, tulisi tilaa varata varastoon vähintään kahden etukuormaajan kauhan leveyden verran, jotta rakennuksen sisällä olisi tilaa työskennellä. Rakennuksen leveys olisi 5 metriä ja pituus 7 metriä, ja varasto rakennettaisiin kompostorin rakennuksen viereen. Liitteissä 5. ja 6 ovat karkeat käsin piirretyt pohjapiirustukset rakennuksista.

5.2.1 Kompostorin sijoitus työympäristöön

Lantakuivikkeeseen tarvittavat rakennukset ovat suunnitteilla lietesäiliöiden yhteyteen. Tavoitteena on suunnitella rakennuksien paikat, niin että lietevaunuyhdistelmällä pystyy ajamaan kiinteistöjen kautta ilman turhia käännöksiä. Suomalaisella maahantuojalla Rekitecillä on EYS-merkkinen kuivikekompostori, joka on toteutettu konttiratkaisuna. Kontin päällä on kuivikeseparaattori, jonka läpi separoitu kuivajae tippuu suoraan kuivikekompostoriin. Kontti ei kuitenkaan ole Suomen olosuhteissa käytännöllisin vaihtoehto, sillä kompostori tarvitsee lämpimät tilat toimiakseen moitteettomasti. Kompostorin koko on myös itsessään niin pieni, etteivät sen tehot riitä tuottamaan tarpeeksi lämpöä pitääkseen konttia lämpimänä.

Kompostori- ja separaattori-yhdistelmälle on rakennettava oma eristetty rakennus. Rakennuksen suunnittelussa on käytetty samaa periaatetta, kuin Rekitecin konttiratkaisussa, mutta separaattori sijoitetaan kompostorille varatun huoneen niin sanottuun yläkertaan. Separatuurin huoneen lattiaan tehdään reikä, josta separoitu kuiva-jae pääsee tippumaan suoraan kompostoriin. Separatuurin tulisi sijoittaa korkealle, niin että separoinnin lopettamisen jälkeen raakalietteen tulo-putki, ja nestejakeen poistoputket tyhjenevät painovoiman avulla, eivätkä jäädy talvella. Kompostorista tuleva lantakuivike puretaan viereiseen varastohuoneeseen, betoni laatan päälle, jossa se myös varastoidaan. Varaston tulee olla ka-
tettu, ja mielellään eristetty, niin ettei lantakuivike pääse talviolosuhteissa jääty-
mään. Jäätynyt lantakuivike aiheuttaa talvella ongelmia, jolloin sitä on vaikeampi käsitellä.



Kuvio 1. Hahmotelma kompostorin sijoituksesta

Kuviossa 1. on hahmotelma kompostorin ja uuden lietesäiliön sijoittamisesta. Eristetty rakennus (1.) sijoitettaisiin entisen kuivalantalan yhteyteen, jonka neliö-ala on noin 250 m². Kuivalantala sijaitsee uuden navetan (3.) ja vanhan navetan (4.) takana. Uppopumppu ja sekoittaja sijoitetaan navetan lietejärjestelmän kokoojakuihuun, samalla tehden sulkuesteen kokoojakuihuun ja lietesäiliöiden välille. Näin uppopumppu kierrättää raakalietteen separatuurin kautta, eikä raakalietettä pääse valumaan lietesäiliöön. Lietesäiliöissä (2abc) varastoidaan separoinnissa syntyvä nestejake. Tarpeen tullen sulkueste on irrotettavissa, jolloin raakaliete pääsee valumaan lietesäiliöön (2bc). Tämä tilanne on mahdollista laitteiden

huolto- tai korjaustöiden takia. Uusi rakennettava lietesäiliö (2a.) sijoitettaisiin toisen säiliön viereen. Kompostorin ja lantakuivikkeen varaston rakennuksen pohjapinta-alaksi tulee 30 m² ja kompostori huoneen yläkertaan rakennettavan separaattorihuoneen neliöalaksi on suunniteltu 22,5 m². Kompostorihuoneen katto korkeus on kolme metriä ja separaattorin huoneen kattokorkeus on 2,5 m.

5.2.2 Kompostorivalmisteisen lantakuivikkeen työsuunnitelma ja työkustannus arvio

Separoinnin käyttö voidaan ajastaa automaattisesti niin, että separointi alkaa kelloitetusti tiettyyn kellon aikaan, ja separoiminen loppuu, kun lietteen pinta on koojakuilussa riittävän matala. Kuivikekompostorin käyttö on täysin automatisoitua, ja sitä voidaan ohjata myös puhelimella tai muulla älylaitteella. Separattori ja kompostori tarvitsevat riittävästi huoltoa toimiakseen moitteettomasti. Huolto- toimia ovat mm. kompostorin rasvaus sekä separaattorin kuluvien osien vaihto. Viikoittaisiksi huoltotoimenpiteiksi on arvioitu noin puoli tuntia. Lisäksi työtunteja tulisi lantakuivikkeen levittämisestä makuuparsiin, eli noin 2,5 tuntia viikossa, joka on arvioitu samaksi kuin mitä turvekuivituksella. Yhteensä lantakuivikkeen valmistaminen rumpukompostorilla työllistäisi viikossa 3,5 tuntia, vuodessa 182 tuntia ja vuodessa se maksaisi 4 550 euroa. Työkustannus on 25 €/tunti.

5.3 Aumakompostointi

Koivikon kartanon tilalla olisi mahdollisuudet toteuttaa lantakuivikkeen valmistus käyttämällä rumpukompostorin sijaan aumakompostointi menetelmää. Aumakompostointi tarvitsee toimiakseen lantakuivikkeen valmistuksessa ympärivuotisesti eristetyn hallitilan, jottei lämpötilan alentuessa kompostin toiminta pysähdy. Aumakompostoinnissa kompostoituminen tapahtuu kompostoria hitaammin. Auman tilantarve määräytyy niin, että päivittäinen kompostoitava määrä kerrotaan kompostoinnin aktiivi- ja jälkikypsytyksen kestoajalla. Aumakompostoinnissa pitää ottaa huomioon reaktorikompostoriin verrattuna, että kompostin il-

mastus on toteutettava joko kääntämällä koneellisesti, tai asentamalla ilmastusputket ennen aumakompostin perustamista. Putket tulee myös muistaa poistaa kompostointia purkaessa.

5.3.1 Aumakompostoinnin sijoitus työympäristöön

Aumakompostoinnin sijoitus voisi myös rumpukompostorin mukaan sijoittaa entisen kuivalantalan betonilaatalle, edellyttäen, että siihen rakennettaisiin eritetyt tilat ympärille. Separattori rakennettaisiin niin sanottuun korkeaan torniin, josta kuivajae pääsee putoamaan betonilaatalle. Kuivalantala jaettaisiin kolmeen eri osaan, separointi-, kompostointiosasto A ja B sekä jälkikypsytysosastoon. (Kuvio 2.) Kuivajae putoaisi separattorista betonilaatalle, josta se siirrettäisiin tietyn välijoin, varsinaiseen kompostointiosastoon. Kompostointi osastolla kuivajae viipyisi 3 - 4 viikkoa ja jälkikypsytysosastolla saman ajan.

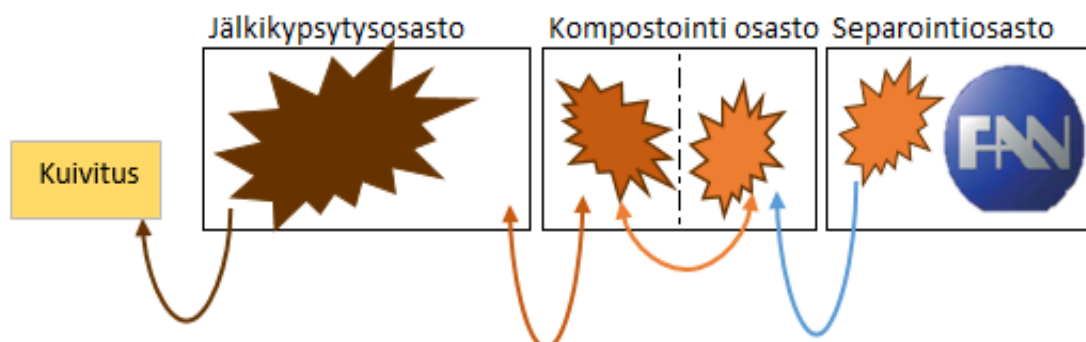
Yhden päivän aikana kompostoitavaa kuivajaeetta tuli siis 3 m³, kun koko liete määrä separoidaan. Kompostoinnin aktiivivaiheen ollessa 3 - 4 viikkoa eli noin 24 vuorokautta, tulisi kompostoitavalle massalle varata tilaa 72 m³ verran. Tilantarve määräytyy aumakompostoinnin koon suositusten mukaan. On suositeltu, että auman tulisi olla noin 1,5 - 2,5 m leveä, ja noin 1,5 m korkea. Suunnitellun kuivalantalan pinta-ala on 250 m² ja tämän jakaessa kolmeen osaan, tulisi yhden osaston pinta-alaaksi 83 m². Kompostintilavuus jaetaan kompostoitavan massan tilavuudella, saadaan auman keskikorkeus, joka olisi noin 1,1 m.

$$\frac{83 \text{ m}^2}{72 \text{ m}^3} = 1,1 \text{ m}$$

Kompostointi- ja jälkikypsytysosaston pinta-alaan ollessa 83 m², mahtuu siellä työskentelemään traktorilla etukuormaajan kanssa. Kunkin osaston leveys olisi noin 8,3 m ja pituus 10 m.

5.3.2 Aumakompostoinnin työsuunnitelma ja työnkustannusarvio

Kompostin ilmastus tapahtuisi esimerkiksi traktorin etukuormaimella lantatalikon avulla, samalla kun lisää kuivajaetta tuotaisiin kompostiin. Kompostoinnin ilmastus tapahtuisi noin kaksi kertaa viikossa, samalla siirtäen kompostoituneen massan kompostointitilan vasempaan reunaan, ja tuoretta kuivajaetta tuotaisiin separointiosastola kompostointiosaston oikeaan reunaan (kuvio 2). Näin voitaisiin olla varmoja, että kompostoituminen olisi tapahtunut riittävän pitkään, minkä jälkeen se siirrettäisiin viereiseen jälkikypsytysosestoon, jossa kompostointimassan annettaisiin olla rauhassa. Jälkikypsytysosestosta lantakuivike ajettaisiin suoraan lehmien makuuparsiin kahdesta kolmeen kertaan viikossa. Arvioituna kompostin kääntämiseen ja kompostointimassan siirtoon kuluisi noin 30 min kerrallaan. Viikossa kompostoinnin hoitamiseen kuluisi noin tunnin verran käytännön työaika. Kompostin sisään tulee asentaa lämpömittarit sekä tehdä muistiinpanoja lämpötiloista, jolloin kompostointiprosessia olisi helpompi seurata.



Kuvio 2. Aumakompostoinnin prosessikaavio

Makuuparsien kuivitukseen kuluva aika on laskettu samalla arvolla, kuin mitä aikaa kului kuivitukseen turpeella. Yhteensä viikoittainen työaika olisi arvioituna noin 3,5 tuntia ja vuodessa 182 tuntia. Aumakompostointiin tarvitaan työmiehen lisäksi myös viikoittain työmiehen lisäksi traktoria. Konekustannus on tilalla noin 55 €/h sisältäen työmiehen palkan. Näin ollen aumakompostoinnin työvoimakustannus olisi vuodessa noin reilu 10 000 euroa.

6. Taloudellinen vertailu

6.1 Kuivituksen ostokustannukset

Koivikon tila käyttää pääsääntöisesti turvetta kuivikkeenaan uudessa ja vanhassa navetassa ja lisäksi myös vasikkalan ja poikimakarsinan kuivikkeena. Uuden navetan kuivituksen menekkiä seurattiin yksinkertaisella listalla maaliskuun ajan. Listan avulla seurattiin lehmien, hiehojen ja ummessa olevien lehmien kuivikemenekkiä, niin että kuivituksen yhteydessä merkittiin, kuinka monta kauhallista eri osastoon kului. Maaliskuussa kuivittamiseen osallistui navetan vakiotyöntekijöiden lisäksi myös Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän (PKKY) luonnonvara-alan opiskelijoita. Kuivituslista on enemmän suuntaa antava, sillä kuivitukseen ja listan täyttämiseen osallistui niin moni työntekijä ja opiskelija, ettei se ole täysin luotettava.

Kuivikekauhan tilavuus on noin yksi kuutio. Maaliskuun kuivikkeen kulutuksen seurannan tuloksena oli, että uuden navetan kuivitukseen kuluu kuukaudessa noin 65 m^3 turvetta vuorokaudessa $2,1 \text{ m}^3$. Vuositasolla tämä tekisi noin 770 m^3 kuiviketta. Tällä hetkellä turvetta tulee noin kahdeksan tilausta vuodessa, ja yhden kuorman tilavuus on noin 130 m^3 turvetta. Tämä olisi noin $1\,040 \text{ m}^3$ turvetta vuodessa. Yhden turvekuution hinta on 14 €/m^3 , joten uuden navetan ostokuivituskustannus on tällä hetkellä $10\,780 \text{ €/v}$. Kuivituksen työaika on vuosittain noin 130 tuntia, ja työntekijän palkan ollessa 25 €/h , pelkkä vuosittainen kuivituksen työkuustannus olisi tällä hetkellä arvioituna noin $3\,250 \text{ €}$. Kokonaisuudessaan kuivittaminen tulee maksamaan tilalle noin $14\,030 \text{ €/v}$. Uuden navetan ollessa toiminnassaan täydessä kapasiteetissa on tavoitteena, että lantakuivike kattaisi uudennavetan kuivituskustannukset. Turvetta käytettäisiin edelleen vanhannavetan sekä vasikkalan kuivituksissa.

6.2 Kompostorin kannattavuuslaskelma

Kuivikekompostori on malliltaan BC5, joka on pituudeltaan 4,3 m, leveydeltään 2,0 m ja korkeudeltaan 2,0 m (liite 3.) Asennusteho kuivikekompostorissa on 9

kW, ja sähkönkulutus on 3 kW. Kuivikekompostorin hinta on 63 000 €. Kompostori kuitenkin vaatii toimiakseen lietteen sekoittimen, uppopumpun sekä erilaisia letkuja nesteiden kuljetukseen. Kaikilla lisävarusteilla varustettu kuivikekompostori tulee kokonaisuudessaan maksamaan 94 718 € + ALV 24 % (liite 1). Lisävarusteisiin oli laskettu myös 3 000 € arvoinen lämpöhuone separaattorille sekä kompostorin lämpövarustus jonka arvo oli 3 500 €. Näitä ei kuitenkaan tarvita, sillä kompostorille ja separaattorille rakennetaan oma eristetty rakennus. Loppuhinnaksi tarjoukselle jäi 88 218 € + ALV 24 %.



Kuva 13. Kuivikerumpukompostori BC5 konttiratkaisussa (Kuva: Rekitec).

Kustannuslaskelma on laskettu likimääräisellä annuiteettimenetelmällä seuraavin lähtöarvoin (taulukko 1). Kompostorin ja lisävarusteiden jälleen hankintahinta (JHA) on 88 218 € ja tähän kun lisää päälle jo valmiiksi ostetun separaattorin joka maksoi 30 000 euroa, tulee hankintoja yhteensä 118 218 euron edestä, ja jäännösarvon ollessa (JA) 0 €. Poistoaikana laskelmissa on käytetty 20 vuotta.

Maatila joutuu maksamaan käyttämästään sähköstä sähköveroa. Alempaa veroa (II-veroluokka) maksetaan teollisuudessa, konesaleissa tai ammattimaisessa kasvihuoneviljelyssä käytettävästä sähköstä, muu sähkö kuuluu korkeampaan I-

veroluokkaan (Tulli). Maatila kuuluu korkeampaan veroluokkaan, ja joutuu maksamaan 2,253 snt/kWh, sisältäen energiaveron sekä huoltovarmuusmaksun. (Tulli.) Kompostorin sähkönkulutuksen arvioimisessa on sähkönhintana käytetty 3,98 snt/kWh ja sähkön siirtohintana on 4,13 snt/kWh, joten yhdestä kWh:sta maksetaan yhteensä 10,363 snt/kWh.

Kuivikekompostorin sähkönkulutus on 3 kWh. Kompostorin ollessa päivittäin käytössä on sen työmenekki 8 760 tuntia vuodessa. EYS valmistaman kompostorin kahden vuorokauden kompostointiviiveellä, tarvitsee separaattoria, sekoittajaa ja uppopumppua käyttää vuorokaudessa vain 1 - 2 tuntia. Kompostori pyörii vuorokaudessa 24 tuntia. Yrittäjän maksama työntekijän palkka on 25 €/h ja vuodessa on arvioitu työmenekiksi 104 tuntia.

Kuivikekompostori tarvitsee ympärivuotisessa käytössä eristetyn hallirakennuksen, ja kun kompostorin pituus on 4,3 metriä ja leveys 2,0 metriä, sen pinta-ala on 8,6 m². Hallirakennuksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon mahdolliset huoltotoimenpiteet, jolloin koneen ympäri olisi pystyttävä tarpeen tullessa liikkumaan, jolloin liikkumatilaa tulisi varata koneen ympärille noin metrin verran, huonekorkeuden ollessa 3 m. Rakennuksen sisämitat olisivat silloin 5 m x 7 m, jolloin neliöala on 35 m³. Separaattorin mitat ovat leveys 0,64 m ja pituus 2,2 m (liite 4), jolloin separaattori mahtuu hyvin kompostorin yläpuolelle. Separaattorin viemä pinta-ala on 1,4 m², jolloin 22,5 m² neliöala olisi riittävä, kun otetaan huomioon kaikki tarvittavat imu- ja poistoletkujen kiinnitykset. Separaattorinhuoneen yhteyteen on myös mahdollista liittää kaikki kompostoriin liittyvät ohjauskeskukset.

Hallirakennuksen rakennuskustannukset ovat arvioitu Maa- ja metsätalousministeriön rakennusten ja rakennustilojen yksikkökustannuksilla. Yksikköhinta eristetyille varastolle, puuverhoilulla on 350 €/hum². (Maa- ja metsätalousministeriön asetus rakentamisinvestointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 695/2015.) Kompostorin hallitilan ollessa 35 m² ja separaattorin 22,5 m² tulisi rakennuskustannuksen arvoksi silloin 20 125 €. Jälkikypsytytysvarastotilan mitat olisivat 5 m x 7m, joten kokonaisuudessaan rakennettavia neliöitä kertyy 92,5 neliötä, ja nämä talousrakennukset tulisivat maksamaan yhteensä 32 375 €. Jälki-

kypsytysvaraston ei tarvitse olla suuri, sillä 5 metrin leveydestä, liukuovella varustetulla varastosta on helppo ottaa kuiviketta traktorin tai kurottajan etukuormaimella (liite 4). Kompostorin vuosikustannukset ovat 19 591 €, kuivikkeen vuosikustannuksen ollessa 10 780 € tulee kompostorin käytöstä vuosittain 8 811 € tappiota.

Taulukko 1. Kompostorin vuosikustannukset

Poistot yhteensä	7 530 €
Korko yhteensä	3 765 €
Sähkökustannukset yhteensä	4 218 €
Työkustannus	4 550 €
Separoinnin tuoma logistiikkaetu	- 257 €
YHTEENSÄ	19 591 €
Osto kuivikkeen hinta	10 780 €
Kuivituksen työkustannus	3 250 €
SÄÄSTÖ	- 8 881 €

Lantakuiviketta kompostoidessa täytyy muistaa, että kuiviketta on aina saatavilla, ja kuivikkeen valmistuksen yhteydessä tila saa myös separoinnin hyödyt, joita ovat mm. ravinteiden jakautuminen, lietteen logistiikka ja levitysongelmat helpottuvat ja rehuhygienia parantuu. Negatiiviseksi menoksi on laskettu separoinnin tuoma logistiikkaetu, joka on kompostoriin menevän kuiva-aine määrän verran 86 1tn, ja yksikkö hinnaksi on arvioitu 3€/tn.

6.3 Aumakompostoinnin kannattavuuslaskelma

Hallitilan kustannus on arvioitu Maa- ja metsätalousministeriön rakennusten ja rakennustilojen yksikkökustannuksilla, jonka mukaan maataloustuotteiden jalostukseen liittyvän muun lämpimän tilan rakennustilan hyötyalan maksimikustannus

olisi 350 €/m². (Maa- ja metsätalousministeriön asetus rakentamisinvestointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 695/2015.) Hallitilan neliöalan ollessa 250 m², tulisi hallitila kustantamaan noin 87 500 €.

Vuosikustannukset ovat laskettuna aumakompostoinnille likimääräisellä annuiteettimenetelmällä seuraavin lähtöarvoin (taulukko 2). Aumakompostoinnin tarvittavan rakennuksen hankinta (JHA) on 87 500, ja sen jälleenmyyntiarvo (JA) on 20 vuoden poistoajan kuluessa 0 €. Laskelmassa on käytetty 5:n % korkoa. Työmenekki on sama rumpukompostorin kanssa, mutta työvoiman lisäksi tulee traktorista konekustannuksia. Viikon työmääräksi on arvioitu 3,5 tuntia, ja työkustannuksiin on laskettuna kuljettajan lisäksi myös traktorin konekustannus, joka on yhteensä 55 €/h. Työtunteja kertyy vuodessa arviolta 182 tuntia, jolloin työkustannus on 10 010 €/v. Kuivikkeen hinnan ollessa 10 780 € vuodessa tulee vuodessa tappiota -5 535 €/vuodessa. Laskelmissa on otettu huomioon separoinnin tuoma logistiikkaetu, joka on n. 3 €/tn.

Taulukko 2. Aumakompostoinnin vuosikustannukset

Poisto	4 375 €
Korko	2 188 €
Työkustannus	10 010 €
Separoinnin tuoma logistiikkaetu	- 257 €
YHTEENSÄ	16 315 €
Osto kuivikkeen hinta	10 780 €
SÄÄSTÖ	- 5 535 €

7. Auma- ja rumpukompostorin vertailu

Teknisesti auma- ja rumpukompostori eroavat toisistaan todella paljon. Aumakompostointi on ympäristön olosuhteiden vaikutusten alaisena, ja kompostin tilan havainnointi on pääosin aistinvaraista, ellei käytä erilaisia mittareita apunaan, kuten esimerkiksi lämpömittaria. Kompostorin käyttö on hallitumpaa, sillä kompostorin olosuhteet ovat säädetty optimiksi kompostoinnille. Näin ympäristöolosuhteiden muutokset, kuten ilmankosteus tai kylmyys eivät ole rajoittavia tekijöitä kompostoinnille.

Aumakompostoinnin investointikustannukset ovat kompostoriin nähden edulliset, mutta auman hoitamisella on työllistävä vaikutus. Lisäksi olosuhteet voivat muuttua aumakompostoinnin aikana radikaalisesti, jolloin kompostierä ei ole välttämättä riittävästi hygienisoitunut kuivikekäyttöön. Lisäksi aumakompostoinnin heikkouksia on sen hidas kompostointiaika. Kompostorin hankintaan joutuu investoimaan yli 150 tuhatta euroa, mutta etuna on nopea, ja varmatoiminen kompostointi. Auman korkeaan työkustannukseen vaikuttavat mm. auman hoitamiseen kuluvat työ- ja traktorikustannukset jotka ovat vuodessa yhteensä yli 10 000 euroa, kun puolestaan kompostorin työkustannukset ovat vuodessa 4 550 euroa. (Taulukko 3)

Taulukko 3. Kompostointimenetelmien vertailu

	Auma	Kompostori
JHA	87 500 €	150 593 €
Poisto	4 375 €	7 530 €
Korko	2 188 €	3 765 €
Sähkökustannus	- €	4 004 €
Työkustannus	10 010 €	4 550 €
Logistiikka etu	- 257 €	- 257 €
Säästö	- 5 535 €	- 8 811€

8. Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä Koivikon Kartanon yrittäjille kattava tietopaketti lantakuivikkeen valmistusmenetelmistä, kuten separoinnista sekä kompostoinnista, ja tutustua tarkemmin lantakuivikkeen käyttöön. Lisäksi tarkoituksena oli suunnitella lantakuivikkeen tuotantoprosessi, sekä sijoittaa se maatilalle. Tuotantoprosessin suunnittelussa piti laskea kone-, työ-, energia- ja rakennuskustannukset sekä suunnitella alustava rakennuksen sijoitus ympäristöön.

Opinnäytetyössä pohdittiin tarkemmin aumakompostoinnin ja rumpukompostorin soveltuvuutta tilalle, ja lopputuloksena päädyttiin rumpukompostorin hankintaan. Opinnäytetyössä lantakuivikkeen tarvetta oli vaikea arvioida, sillä tämänhetkinen turpeen menekki oli epärealistinen. Turpeen kulutus oli tilalla suuri sen kevyen olomuodon takia. Turpeen hävikki oli suuri tilalla, sillä eläinten liikkeessä makuuparsissa turve kulkeutui eläinten jaloissa lantakäytävälle. Lantakuivike on olomuodoltaan hieman kosteampaa kuin turve, joten voisi olettaa, että lantakuivike pysyisi paremmin parsissa kuin turve, joka myös vähentää kuivikemenekkiä tulevaisuudessa. Kompostorilla tuotetun lantakuivikkeen määrä on vuorokaudessa n. 1,7 m³, joka on vähemmän 2,1 m³:n turpeen menekkiin verrattuna, joten on epävarmaa, joudutaanko turvetta käyttämään kuivituksessa lantakuivikkeen lisänä. Lannan kuiva-aineen perusteella lantakuivikkeen tuotanto olisi riittävä.

Koivikon Kartanolle rumpukompostori on hyvä ja turvallinen vaihtoehto lantakuivikkeen valmistukseen aumakompostointiin verrattuna. Aumakompostointi sopii niille tiloille vaihtoehtoiksi, jotka eivät valmista lantakuivikettä, vaan kompostoivat kuivalannan tai lietelannasta separoidun kuivajakeen lannoitteeksi pellolle. Näin ollen myös rakennuskustannukset halpenevat, eikä kompostoinnin tilan seuraaminen ole yhtä tarkkaa kuin lantakuivikkeen valmistuksessa.

Lantakuivikkeen käyttö eläinten kuivikkeena on innovatiivinen ratkaisu karjatilojen suurille kuivikekustannuksille, joka tukee myös kestävästä kehitystä kierrättämällä. Näin lannasta saadaan jatkossa kaikki saatava hyöty irti niin lannoituksen

tehostamisessa kuin kuivikkeenakin. Jatkotutkimuksia lantakuivikkeelle voisi olla maidonlaatuun sekä utareterveyteen liittyvät tarkemmat tutkimukset.

Lähteet

- Alasuutari, S., Manni, K & Rautala, H. 2007 Lypsylehmän ruokinta ja hoito.
- Alasuutari, S., Palva, R., Elstob, T., Hellstedt, M., Kivinen, T., Louhelainen, K. & Mäittälä, J. 2014. Kuivitusosaksi kannattavaa lypsykarjataloutta. Tutkimushankkeen loppuraportti.
- Alasuutari, S. & Palva, R. 2014. Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena. TTS Työtehoseura. Kirjallisuuskatsaus.
- Alasuutari, S., Palva, R. & Harmoinen, T. 2009. Lannan käsittely ja käyttö. Pro Agria.
- Arkima, S. 2015 Naudanlanta biokaasulaitosraaka-aineena, käsittely ja logistiikka. Lappeenrannan tekninen yliopisto. Tekninen tiedekunta. § Diplomityö.
- Ceder, L. 2009. Utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit pihatto- ja parsinavetoissa Helsingin yliopiston tuotantoeläinsairaalan praktiikka-alueella. Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Eläinlääketieteen lisensisaatin tutkielma.
- EYS Kuivikekompostori. 2016. Rekitec -esite.
- Fan Separator. 2016. Press screw separator PSS 3.3-780 GB. <http://www.fan-separator.de/en/products/separators-pss/separator-green-bedding-33-780>. 3.3.2016.
- Havukainen, J. 2009. Bioenergiaa ja ravinteita kasvi- ja eläinperäisistä sivuainevirroista Parikkalassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Diplomityö.
- Hietala P. 2013. Käytännön Maamies. Vaihtoehto omalle separaattorille - Mobiili-separaattori. 7/2013.
- Huslen, J. 2007. Lehmähavaintoja lehmälähtöisen karjanhoidon opas. Pro Agria
- Huslen, J. & Lam, T. 2011. Lehmähavaintoja, utareterveys & hedelmällisyys. Pro Agria.
- Huusko, J. & Jäppinen, T. 2015. Lietelannan separoinnin kannattavuus lypsykarjatilalla. Savonia-ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö
- Kempainen, E. & Koivisto, K. 1987. Kompostoinnin vaikutus lietalannan laatuun ja käsiteltävyyteen. Vakolan tutkimusraportti 45.
- Korpinen, K. 2012. Separoinnin vaikutus ravinteiden jakautumiseen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Bio- ja elintarviketekniikka. Opinnäytetyö.
- Luostarinen, S., Paavola, T., Rintala, J. & Sipilä, I. 2011. Lannan kestävä hyödyntäminen. Lannan ja muiden eloperäisten materiaalien prosessointi. MTT Raportti 21.
- Luonnonmukaisen viljelynliitto ry, 1993. Ohjeet kuivikelannan kompostointiin peltoaumoissa valvotuilla luonnonmukaisen viljelyn tiloilla.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus rakentamisinvestointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 695/2015, Liite.
- Maatilan Pellervo. 2016. Kuivikkeilla puhtautta ja terveyttä. http://www.pellervo.fi/maatila/mp6_03/kuivike.htm. 24.2.2016.
- Mikkola, H., Puumala, M., Kallioniemi, M., Grönroos, J., Nikander, A. & Holma, M. 2002. Paras käytettävissä oleva tekniikka kotieläintaloudessa. Suomen ympäristökeskus.

- Noyes, T. Using separated manure solids for bedding. <http://separointi.fi/wp-content/uploads/2013/04/kuiva-aine-tutkimus-lehman-utareterveys.pdf>. 20.4.2016.
- House, H. 2015. Using Separated Manure Solids for Compost Bedding. <http://www.omafr.gov.on.ca/english/engineer/facts/15-019.htm#2>. 5.4.2016.
- Pohjola, P. 2011. Koneviesti. Lannankäsittelyn ympäristövaikutukset ja niiden torjuminen. 03/2011.
- Rehnström K. 2015. KMVET. Lietteestä separoitu kuitu on erinomainen kuivike lypsyylehmille. 3/2015.
- Saksanen, S.-M. 2015. Kuivikkeen valmistaminen separoidusta lehmänlannasta lypsykarjatilalla. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Savela, T. 2016. Rekitec Oy. Haastattelu 6.5.2016.
- Separointi. 2016. Separoinnin hyödyt. <http://separointi.fi/tietoa-separoinnista/separoinnin-hyodyt/>. 10.3.2016
- Sulkala, M. 2015. Lannankäsittelytekniikan kehittäminen Ilmajoen koulutilalla. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Taavo, T. 2013. Lehmänlannan hygienisoituminen kompostoinnissa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ympäristöbiotekniikka. Opinnäytetyö.
- Tulli. 2016. Sähkövero. <http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/verotus/valmisteverotettavat/energia/index.jsp>. 31.5.2016. Turtiainen, M. 2014. Koneveisti. Lannan separointia reaaliajassa. 06/2014.
- Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931/2000.
- Turunen, H. 2013. Hevosienlanta lämmönlähteenä vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä. Karelia-ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Vesiahho, A. 2015. Hevosten yksilökarsinoiden ja pihattojen kuivikkeet. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Virtuaalikulma. 2016. Kiteen koulutila. http://www.virtuaali.info/opetusmaatilat/index.php?tila_id=32. 8.3.2016.
- Yli-Hännilä, M. 2006. Terveillä sorkilla tuloksiin. Pro Agria
- Wassholm, N. 2008. Kompostin jälkikypsytyksen tehostaminen ja hallinta. Lahden ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikka. Opinnäytetyö.

Tarjouspyyntö kompostorista BC5



TARJOUS

Rekitech OY
 Kalakankaantie 512
 85800 HAAPAJÄRVI
 Puh. 044-2841160
 Sähköposti: tero.savela@rekitec.fi
www.rekitec.fi

6.5.2016

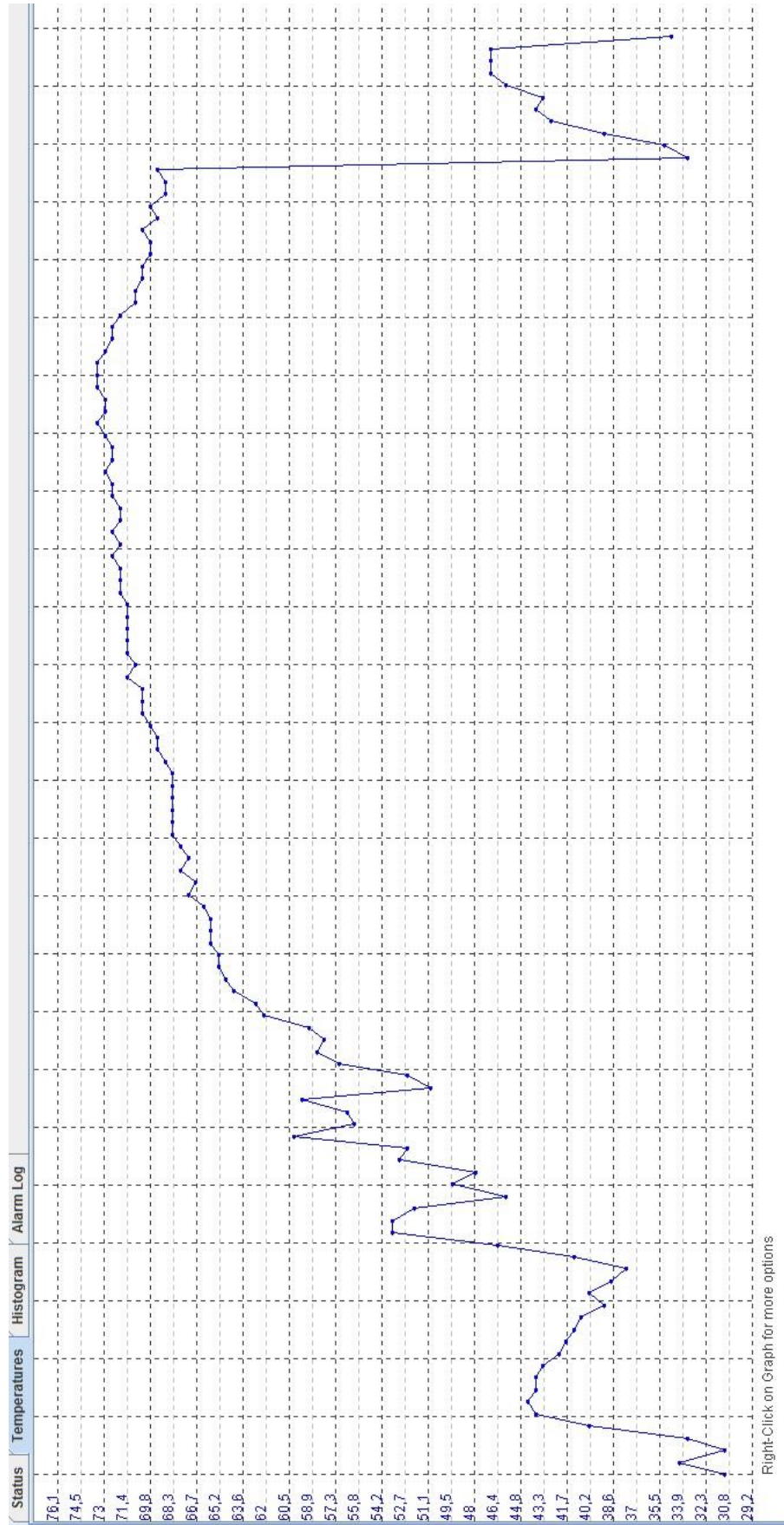
TOIMITUSOSOITE:

MIA KLEMM

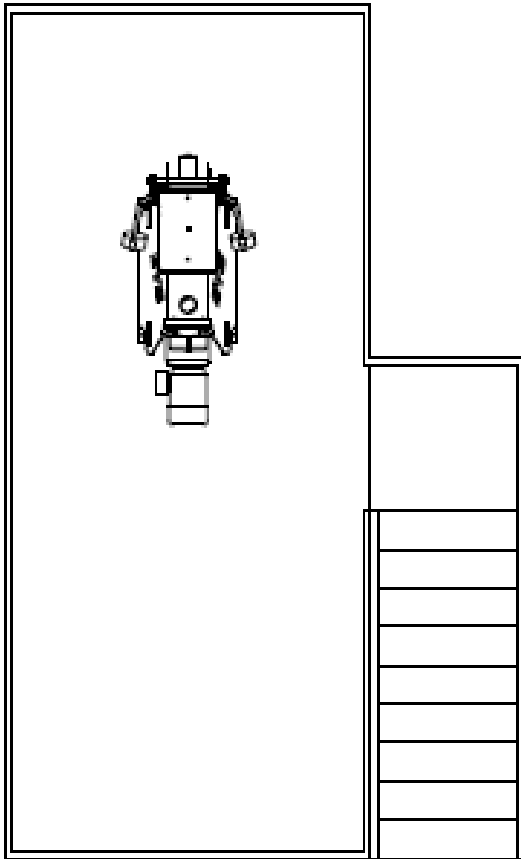
5 m3 kulvikekompostori
 aslakkaan separaattori
 1 kuljetin

Maksuehto:	30%kaupanteon jälkeen 70% toimit	Toimituspvm:	sopimuksen mukaan	
Toimitustapa:	Rekitech toimittaa	Toimitusehto:	Asiakkaalla	
Laskun nro:		Tilauspvm:		
Tilauksen nro:		Tarjous voimassa:	6.6.2016	
Art.no	Määrä	Tuote	Yks.hinta	YHTEENSÄ
	1	kulvikekompostori BC5 aslakkaan separaattorilla	63 000,00	63 000,00
	1	tyhjennyskuljetin peräpäähän 5,5 m	4 800,00	4 800,00
	1	EYS POTKURISEKOITIN 11 KW	4 500,00	4 500,00
	1	POTKURISEKOITINTELIN NOSTIMELLA	1 600,00	1 600,00
	1	REPIVÄ UPPOPUMPPU FLYGT 5,9 KW	4 600,00	4 600,00
	24	KUMILETKU 4" PUMPPAUKSEEN	32,00	768,00
	30	nesteosaletku 3"	15,00	450,00
	1	talvivarustus kompostoriin (ilman esilämmitys, poistopään kotelointi)	3 500,00	3 500,00
	1	asennus ja matkat	0,00	0,00
	1	eristetty lämpöhuone separaattorille	3 000,00	3 000,00
	1	tallentava lämpötilamittaus	3 000,00	3 000,00
		kulvikekompostori toimitetaan merkintä	0,00	0,00
		separaattori ulkona ==> eristetty lämpöhuone	0,00	0,00
		tietokone-ohjaus, joka ohjaa pumppua, separaattoria,	0,00	0,00
		kompostoria, ilmansyöttöä lämpötilan perusteella.	0,00	0,00
		Lisäksi ohjauskeskus ohjaa kuljettimia	0,00	0,00
		Ohjauskeskus kuuluu hintaan	0,00	0,00
			0,00	0,00
			0,00	0,00
		rahti arviolta 5000-8000 eur	0,00	0,00
			0,00	0,00
		tarjous ei sisällä sähkötyötä, maarakennusta eikä betonitöitä	0,00	0,00
			0,00	0,00
Kaupassa noudatetaan REKITEC Oy:n yleisiä myyntiehtoja			Välisumma	94718,00
			Rahti	
Terveisin Rekitech OY				
			ALV 24 %	22732,32
Myyjä: Tero Savela			Veroton hinta	94718,00
044-2841160			Maksettava määrä (sis.alv 24%)	117450,32

EYS Kompostorin lämpötilankehitys



Kompostorin BC 5 mitat



Liite 3

