

PYSTYRUUVIAPEVAUNUJEN VERTAILU LIHA- KARJAN KASVATUKSESSA

Jaakko Soini

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Luonnonvara ja -ympäristöala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Soini, Jaakko	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 18.4.2012
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
OPINNÄYTETYÖN NIMI PYSTYRUUVIAPEVAUNUJEN VERTAILU LIHAKARJAN KASVATUKSESSA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) TURUNEN, Mika		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Aperuokinnan työmenekkiin ja aperehun tasalaatuisuuteen vaikuttavista tekijöistä ei ole aikaisemmin tehty tutkimuksia Suomessa.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda puolueettomasti esille erilaisien lihanautakasvattamoiden seosrehuruokinnan toimivuutta ja käytäntöä aperehun tasalaatuisuuden ja työmenekin näkökulmasta. Tavoitteena oli myös löytää hyviä ratkaisuja suunnitteilla olevaa lihanautakasvattamoa varten.</p> <p>Tutkimustiloiksi valittiin seitsemän lihakarjatilaa, joissa tilavierailujen aikana kuvattiin ja kellotettiin aperuokinnan työmenekkiä. Jokaiselta tilalta otettiin myös aperehunäytteet kivennäisanalyysiä ja silpunpituuden määrittämistä varten. Jokaisella tilalla oli kahden pystyruuvien apevaunu, joiden tilavuudet 15-22 m³. Tiloilla eläinmäärät olivat 160 - 500.</p> <p>Apeen epätasalaatuisuuteen vaikuttivat suurimmaksi osaksi käytettävät rehukomponentit, eri rehukomponenttien täyttöjärjestys, aperehun sekoittamiseen käytettävä aika ja pystyruuvien pyörimisnopeus. Aperehun epätasalaatuisuus vaihteli kivennäispitoisuuden osalta 1,8 - 6,3 prosenttia tiloilta otettujen molempien tutkimusnäytteiden välillä.</p> <p>Apevaunun täyttöön käytettävä työmenekki vaihteli säilörehulla 0,05 – 0,14 sekuntia/kg. Viljan ja kivennäisen täytössä vastaavat luvut olivat 0,1 - 0,5 sekuntia/kg. Säilörehun täytössä käytettävä työaika vaihteli vuositasolla omassa esimerkkiyksikössä 24,9 - 63,2 h. Viljan ja kivennäisen täytössä työaika oli vuodessa 31 - 86,2 h. Apevaunun täytössä ääripäiden mukaiset työmenekit olivat omassa esimerkkiyksikössä 1,15 - 4 minuuttia/apetonna, jolloin apevaunun täyttöön käytettävä työaika oli vuorokaudessa 7,1 - 24,8 minuuttia. Aperuokinnan kokonaisaika esimerkkiyksikössä oli 29 - 58 minuuttia vuorokaudessa. Vuositasolla työajat olisivat 176 - 355 tuntia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Aperuokinta, apevaunu, lihanauta, työmenekki, tasalaatuisuus		
Muut tiedot		



Author(s) SOINI, Jaakko	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 18.4.2012
	Pages 40	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title COMPARISON OF VERTICAL MIXED FEEDER WAGONS IN BEEF CATTLE BREEDING		
Degree Programme Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) TURUNEN, Mika		
Assigned by		
Abstract <p>There has not been any research conducted in Finland on the factors affecting the homogeneity and labour input of mixed feeding. The aim of this thesis is to bring an objective perspective to the functionality and practice of mixed feeding from the point of view of the homogeneity of mixed feed and labour input. There is also the purpose to find out good solutions for a planned beef cattle farm.</p> <p>As research farms were chosen seven beef cattle farms. The labour input of mixed feeding was filmed and timed during the visits to the farms. Mixed feed samples were also taken from each farm for determination of mineral analyses and chop length. Each farm had a vertical mixer feeder wagon with two augers. Volumes of the mixed feeder wagons were 15-22m³. The amount of beef cattle on the farms varied between 160 and 500.</p> <p>Used feed components, different filling order of the feed components, mixing time and the rotation speed of the vertical augers affected most the homogeneity of the mixed feed. Mineral concentration in the samples varied between 1.8-6.3 percent in both samples which were taken from the research farms.</p> <p>The used work efficiency of the filling of the mixed feed wagon varied in silage between 0,05 - 0,14 seconds/kilogram. When filling by grain and mineral the corresponding factor was 0,1 - 0,5 seconds/kilogram. The work input in silage filling would vary between 24,9-63,2 hours a year on the planned beef cattle farm. When filling with grain and mineral the work input per year would be 31 - 86,2 hours. Work efficiency in the slowest and the fastest way of filling the mixed feed wagon on the planned beef cattle farm would be 1,15- 4 minutes/mixed feed ton. Then the working time spent on the filling of the mixed feed wagon per day would be 7,1 -24,8 minutes. The total time of mixed feeding on the planned beef cattle farm would be 29-58 minutes per day. In a year the working time would be 176 – 355 hours.</p>		
Keywords Mixed feeding, mixer feeder wagon, beef cattle, work efficiency, homogeneity		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	4
2	APERUOKINTA LIHAKARJAN KASVATUKSESSA.....	5
3	ELÄINTEN RYHMITTELY LIHAKARJAN KASVATUKSESSA	6
	3.1 TMR - ruokinta	6
	3.2 PMR - ruokinta.....	6
4	APERUOKINNAN VAIKUTUKSET TYÖMENEKKIIN JA TASALAATUISUUTEEN	6
	4.1 Tasalaatuinen aperehu	6
	4.2 Eri rehuosien käyttö	7
	4.2.1 Karkearehujen käyttäminen	7
	4.2.2 Laakasiilosäilörehu.....	7
	4.2.3 Pyöröpaalisäilörehu	8
	4.3 Väkiarehujen käyttäminen	8
5	ERI REHUOSIEN TÄYTTÖ	10
	5.1 Rehuvarastot	10
	5.2 Täyttöaste	10
	5.3 Vaakalaitteen käyttö.....	11
	5.4 Viljan lastaaminen	11
	5.4.1 Yleistä.....	11
	5.4.2 Spiraalikuljettimet	11
	5.4.3 Ruuvikuljettimet	12
	5.4.4 Välisiilon käyttö	12
	5.5 Monitoimikauhan käyttö	13
6	PYSTYRUUVIEN VAIKUTUKSET	14
	6.1 Yleistä.....	14
	6.2 Sekoittuminen	14
	6.3 Pystyruuvien muoto	15
	6.4 Pystyruuvien puhdistaminen.....	15
	6.5 Silppuaminen	16
	6.5.1 Yleistä.....	16

6.5.2	Silppuamisnopeus.....	16
6.5.3	Leikkuuterät.....	16
6.6	Säiliön muoto.....	17
7	APEREHUN JAKAMINEN	17
7.1	Purkuluukut	17
7.2	Purkukuljettimet.....	17
8	TYÖN TOTEUTUS	18
8.1	Tutkimustilat.....	18
8.2	Tutkimusmenetelmät	19
9	TUTKIMUKSEN TULOKSET	21
9.1	Rehujen varastointi.....	21
9.2	Rehukomponenttien täyttömenetelmät.....	21
9.2.1	Väkirehujen täyttömenetelmät.....	21
9.2.2	Rankin täyttömenetelmät	22
9.2.3	Säilörehun täyttömenetelmät	22
9.3	Työmenekin koostumukset	24
9.4	Tulokset aperehun tasalaatuisuudesta	25
9.5	Tulokset silpun pituudesta	26
10	POHDINTA	28
10.1	Työmenekkiin vaikuttavat tekijät	28
10.2	Apevaunujen parannusehdotukset	30
10.3	Tasalaatuisuuteen vaikuttavat tekijät	31
10.4	Silpun pituuteen vaikuttavat tekijät	31
11	YHTEENVETO	32
11.1	Esimerkkitalan esittely.....	32
11.2	Aperuokinnan suunnittelu.....	33
11.3	Rehuvästöjen sijoittaminen	34
	Lisätutkimusaiheet	36
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	40
	LIITE 1. Tutkimustulokset	40

KUVIOT

KUVIO 1. Pulpettikattoinen rehuvarasto.....	10
KUVIO 2. Aperuokinnassa käytettävä välisiilo.....	13
KUVIO 3. Monitoimikauha.....	13
KUVIO 4. Pystyruuvi.....	14
KUVIO 5. Pystyruuvi.....	15
KUVIO 6. Apevaunun purkukuljetin	18
KUVIO 7. Apevaunun lastaamista.....	22
KUVIO 8. Oman esimerkkitalan asemapiirustus	36

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Vertailtavat tutkimustilat	19
TAULUKKO 2. Käytettävät rehukomponentit ja lastausmenetelmät.....	23
TAULUKKO 3. Aperuokinnassa käytettävät työmenekit	25
TAULUKKO 4. Kivennäisanalyysi.....	26
TAULUKKO 5. Näytteiden 1 ja 2 välinen erotus	26
TAULUKKO 6. Mitattujen silppujen painot.....	27
TAULUKKO 7. Työmenekki säilörehun täytössä esimerkkitalalle.....	28
TAULUKKO 8. Työmenekki viljan täytössä esimerkkitalalle	29
TAULUKKO 9. Apevaunujen parannusehdotukset	31
TAULUKKO 10. Aperuokintajärjestelmän suunnittelu esimerkkitalalle.....	33

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Lihanautatilojen laajentumisien myötä on nykyään yli puolet lihakarjan kasvatustiloista siirtynyt erillisruokinnasta aperehuruokintaan. Aperehuruokinnalla pyritään vähentämään työmenekkiä suurilla lihanautatiloilla, koska lihanautatilojen koon kasvun myötä ovat käsiteltävät rehumäärät suurentuneet. Eri tekniikoilla toimivat apevaunut sekä kasvattamoiden erityispiirteet ruokinnan näkökulmasta vaikuttavat merkittävästi työmenekkiin ja apeseoksen laatuun lihanautatiloilla. Lihakarjatiloiilla käytettävät rehumassat ovat isoja. Oikeanlaiset toisiaan lähellä olevat rehuvarastot vähentävät aperehun valmistuksen työmenekkiä ja työskentely sujuu helpommin. Aperehun seoksen tasaisuudella on merkitystä, koska aperuokinnassa pyritään siihen, että jokainen eri-ikäinen eläinryhmä saisi oikean määrän tasaisesti sekoitettua seosrehua, joka on tehty ruokintasuunnitelman mukaisesti. Tasalaatuisella aperehulla on merkitystä myös siihen, että lihanautojen kyky lajitella rehuja vähenee. Rehujen maittavuus ja lihakarjan kyky käyttää rehut lihaksi on tärkeä osa lihanautatilan taloutta.

Lihanautatilojen kannattavuuden parantamiseksi ovat monet karjankasvattajat joutuneet kasvattamaan eläinmäärää. Karjakokojen kasvun johdosta on eläinten ruokintaan käytettävä työmenekki lisääntynyt. Niinpä monissa laajennetuissa lihanautakasvattamoissa on jouduttu siirtymään seosrehuruokintaan, jotta eläinten ruokinnassa käytettävä työmenekki vähentyisi.

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään aperuokinnan toimintaa käytännössä esimerkkituloilla omaa suunnitteilla olevaa 300 – 500 eläimen lihanautakasvattamoa varten. Monissa tämän kokoisissa lihanautakasvattamoissa on käytössä kahden pystyruuvin apevaunu, joka on kokoluokaltaan $15\text{m}^3 - 22\text{m}^3$. Tutkimuksessa pyrittiin vertailemaan aperuokinnan työmenekkiä ja seosrehun tasalaatuisuutta seitsemän erilaisen lihanautakasvattamon välillä. Vertailu rajattiin maito-, risteytys- ja pihvirotuisten sonnien väli- ja loppukasvatustiloille. Vertailtavilla tiloilla oli 300 – 500 lihanautaa, laakasiilosäilörehu ja samaa kokoluokkaa olevia kahden pystyruuvin apevaunuja $15\text{m}^3 - 22\text{m}^3$.

Tämän opinnäytetyön tavoite oli tuoda puolueettomasti esille seitsemän eri lihanautakasvattamon aperuokinnan toimivuutta ja käytäntöä seosrehun tasalaatuisuuden ja työmenekin näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös löytää hyviä ratkaisuja yhä suurentuvien eläinmäärien ruokkimiseen seosrehuruokintaan päätyneillä tai sitä harkitsevilla lihanautatiloilla.

2 APERUOKINTA LIHAKARJAN KASVATUKSESSA

Aperuokinta on yleistynyt ruokintamenetelmä lihakarjan ruokinnassa, koska apevaunulla pystytään tekemään sekä seosrehun valmistus että rehujen jakaminen lihanoiloille. Aperuokinnassa kaikki eläimille annettavat rehukomponentit, kuten viljat, karkearehut, vitamiinit ja kivennäiset sekoitetaan keskenään apeseokseksi.

Yleisin aperehuvaunu on malliltaan traktorilla hinattava, mutta markkinoilta löytyy myös ajettavia apevaunuja. Hinattavista apevaunuista yleisimmin käytettävät mallit ovat vaaka- tai pystyruuvimalleja. Pystyruuviapevaunu tekee kuohkean ja maittavan apeseoksen, joka sopii erityisesti pitkäkortiselle materiaalille ja pyöröpaalisäilörehulle. Markkinoilta löytyy myös lapasekoittimella toimivia hinattavia apevaunuja. Lapasekoitin sopii parhaiten valmiiksi silputulle säilörehulle. (Knuuttila 2004a, 9.)

Lihanautatilalle valittaessa apevaunua täytyy ottaa huomioon erilaisia asioita ruokintajärjestelmän toimivuuden kannalta. Apevaunun koon valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat esim. säilörehun varastointimenetelmät, eläinmäärät, eri ryhmäkoot ja aperehujen valmistuskerrat. Nautakasvattamon erityispiirteet, kuten ruokintapöydän pituus ja leveys, nautakasvattamon korkeus sekä ovien korkeudet ja leveydet vaikuttavat myös eri tekniikoilla toimivien apevaunun valintaan. (Knuuttila 2004b, 6.)

3 ELÄINTEN RYHMITTELY LIHAKARJAN KASVATUKSESSA

3.1 TMR - ruokinta

Koska kasvavien eri-ikäisten lihanautojen ravinnon tarpeet ovat erilaiset, on eläimet jaoteltu eri karsinaryhmiin iän perusteella. Tästä syystä olisi kannattavaa tehdä kaiken ikäisille eläinryhmille ravinnontarpeita vastaava seos. Tämä ratkaisu on kumminakin harvinainen työn ja ajan käytön kannalta.

TMR - aperuokinnassa (total mixed ration) sekoitetaan kaikki ruokinnassa käytettävät rehuosakomponentit keskenään. Lihanautatiloilla joissa on käytössä TMR -menetelmä, kannattaa eläimet jakaa vähintään kahteen eläinryhmään iän perusteella ja tehdä molemmille ryhmille oma seos. Pienemmille kasvaville lihanautoille kannattaa tehdä väkevämpi seos ja isompi kokoisille täyttävämpi miedompi seos rasvoittumisen ehkäisemiseksi. TMR -ruokinta soveltuu hyvin isoimmille lihanautatiloille, joissa eläimet kasvatetaan välikasvatuksesta loppuun asti. (TMR ruokinta lihanautatiloilla ja eläinten ryhmittely 2011.)

3.2 PMR - ruokinta

Täydennetyssä aperehuokinnassa (partial mixed ration) tehdään ainoastaan yksi apeseos, josta jaetaan rehua kaikille eläinryhmille. Pienemmille eläimille annetaan apeseoksen lisäksi täydennysrehuja. PMR -ruokinta soveltuu hyvin lihanautojen loppukasvatustiloille. (PMR ruokinta lihanautatiloilla 2011.)

4 APERUOKINNAN VAIKUTUKSET TYÖMENEKKIIN JA TASALAATUISUUTEEN

4.1 Tasalaatuinen aperehu

Aperuokinnassa pyritään tekemään tasalaatuista aperehua. Tasalaatuisessa aperehussa ovat kaikki käytettävät rehuosakomponentit sekoittuneet hyvin keskenään eivätkä eläimet pysty erottelemaan siitä väkirehua. Seoksen tasalaatuisuutta pystytään arvi-

oimaan seuraamalla vastasekoitetun ja pitkään ruokintapöydällä olleen aperehun koostumusta ja myös lihanautojen syöntikäyttäytymistä (Puumala, Palva & Karttunen 2007, 9, 10.)

Jaettavasta rehumäärästä tulisi jokaisen eläinryhmän saada ravintoarvoltaan samantyyppistä ruokintasuunnitelman mukaan tehtyä tasalaatuista aperehua. Jos aperehu ei ole tasaisesti sekoitettua voi aperehun jakamisessa mennä väkevämmät rehuosien osat suuremmille sonneille ja miedommat rehuosien osat pienemmille mullleille. Pahimmissa tapauksissa suuremmat lihanaudat rasvoittuvat liikaa ja pienemmillä eläimillä päiväkasvu laskee. Tasalaatuinen aperehu pitää myös pötsin pH:n tasaisena ja pienentää mahdollisuutta sairastua hapanpötsiin, juoksumahan kiertymään tai sorkkasairauksiin. (Tehokkaaseen ruokintastrategiaan 2011.)

4.2 Eri rehuosien käyttö

4.2.1 Karkearehujen käyttäminen

Aperuokinnassa pystytään käyttämään kaikenlaisia karkearehujä. Karkearehujen hygienian sekä ravinnekoostumuksen tulee olla hyväläatuisia. Heikkoläatuinen säilörehu vaikuttaa lihanaudan kuntoon ja päiväkasvuun. Tämän vuoksi säilörehun läadun tarkkailu on tärkeä toimenpide. Erilaiset säilytys- ja varastointimenetelmät vaikuttavat säilörehun läatuun ja pilaantumisriskiin.

4.2.2 Laakasiilosäilörehu

Esikuivattu laakasiilosäilörehu on yleistynyt tapa varastoida säilörehut lihanautatilalla. Syitä laakasiilosäilörehun yleistymiselle on ollut pyrkimys rehun tasaläatuisuuteen ja työmenekin vähentämiseen isoilla lihanautatiloilla. Myös polttoaineen kulutus aperehun valmistuksessa on pienempi kuin pyöröpaalisäilörehulla.

Laakasiilon seinien rakennusmateriaalina voidaan käyttää joko puuta tai betonia. Laakasiilon pohjan tulee olla joko betonia tai asfalttia. Laakasiilon pohjassa on uria, joita pitkin puristeneste ohjataan kaivoihin talteen. Laakasiilosäilörehu tulee tiivistää kunnolla säilymisen takia. Yleisesti lihanautatilalla käytetään laakasiilosäilörehun korjuukalustona noukinvaunua tai tarkkuussillppuria. Yleensä säilörehun niittämiseen käytetään niittomurskainta.

4.2.3 Pyöröpaalisäilörehu

Pyöröpaalisäilörehu on myös yleinen tapa varastoida säilörehu lihanautatiloilla. Nurmen niittämiseen käytetään yleisesti niittomurskainta. Pyöröpaalien säilymisen vuoksi paalattavan nurmen tulee olla esikuivattua. Muovia tulee laittaa vähintään kolme kerrosta minkä lisäksi pyöröpaalien tulee olla ilmatiiviitä. Pyöröpaalisäilörehun varastointiin voidaan käyttää myös säilöntäainetta. Syitä pyöröpaalisäilörehun käyttöön ovat mm. pienempien lohkojen etäisyys ja ostopaalien käyttö.

Pyöröpaalisäilörehu soveltuu myös aperuokintaan. Apevaunun hydraulikalla toimivat vastaterät nopeuttavat jäisten, pitempikortisten ja tavallista suurempien pyöröpaalien silppuamisessa. Polttoaineen menekki on suurempi apevaunun edessä olevalla traktorilla käytettäessä pyöröpaalisäilörehua verrattuna laakasiilosäilörehun käyttöön. Myös työmenekki on pyöröpaalisäilörehulla useimmiten pitempi. Työmenekkiin vaikuttavia tekijöitä ovat pitempi sekoitusaika sekä muovien ja verkkojen poisto. Joissakin tapauksissa voidaan joutua myös halkaisemaan pyöröpaali paalinhalkaisijalla.

4.3 Väkirehujen käyttäminen

Aperehun väkirehuosuuden määrä vaihtelee apeseoksen kuiva-aineen mukaan. Väkirehun osuus on yleensä n. 40–65 %. Yleisimmin Suomessa käytettyjä rehukomponentteja ovat viljat. Yleisimmin käytettyjä viljoja ovat ohra, kaura ja vehnä. Viljoja käytetään energiarehuina ja niissä oleva valkuaispitoisuus on alhainen. Valkuaisen laatu on väkirehuissa kuitenkin parempi kuin nurmessa. (Rehutaulukot 2011.)

Monet seosruokintaa käyttävistä tiloista laittavat apeseokseen myös elintarviketeollisuuden sivutuotteita parantamaan seoksen ominaisuuksia esimerkiksi raakavalkuaisen, kuitujen tai energian suhteen. Sokeriteollisuuden sivutuotteita on Suomessa saatavana vain alueittain.

Apeseoksessa pystytään hyödyntämään myös valkuais- ja öljykasvien rehuja. Valkuaiskasvit soveltuvat hyvin kasvaville lihanaudoille, vaikka tutkimuksen mukaan yli kuuden kuukauden ikäiset lihanaudat eivät tarvitse lisävalkuaisista, jos säilörehu on hyvälaatuista. Jos väkirehumäärä kumminkin alittaa 40 % kuiva-aineesta, lisävalkuais-

ta tarvitaan. Suomessa viljeltävistä valkuais- ja öljykasveista käytetään yleisesti rypsi- ja rapsirouheita sekä hernettä. (Huuskonen 2005.)

Kuivaviljan käyttö

Kuivatun viljan säilöntä on perinteisin tapa varastoida viljaa karjatilloilla. Syitä kuivaviljan varastoimiselle on esim. ostoviljan käyttäminen. Kuivatun viljan kosteusprosentin on oltava vähintään 14 %. Kuivatun viljan säilöntä perustuu siihen, että viljan kuivaamisella poistetaan viljasta kosteutta, eivätkä pieneliöt pääse kasvamaan. (Kirkkari, Lötjönen, Mikkola, Palva & Suomi 2003a, 25.)

Kuivattu viljan täytyy ensin jauhaa tai litistää, ennen kuin se syötetään märehitijöille. Kuivaviljalle sopivia varastoja ovat esim. peltisiilot, jonne on linnuilta ja jyrsijöiltä pääsy estetty. Kuivaviljan täyttö apevaunuun peltisiilosta voi tapahtua esim. spiraalilla, purkuruuvilla tai tiputtamalla suoraan välisäiliön kautta. Samalla periaatteella voidaan varastoida ja täyttää myös muita kuivia ostorehuja.

Murskeviljan käyttö

Yleensä murskesäilönnässä viljat säilötään litistettyinä pelti- tai laakasiiloissa. Murskeviljan säilöntäaineena voidaan käyttää esim. melassia tai happoa. Murskeviljan säilyminen perustuu maitohapposäilymiseen. Tällöin viljan kosteusprosentin tulisi olla n. 30 – 40 %. Säilöntäaineet tulisi laittaa nopeasti sadonkorjuun jälkeen, ennen kuin vilja alkaa lämmetä. Kun murskeviljan kosteusprosentti on 15 – 25 %, säilöntäaineksi suositellaan probionihappoa. (Murskeviljan viljely 2012.)

Murskesäilötyn viljan pinta on nahkeampaa kuin kuivasäilötyn viljan. Tästä syystä murskesäilötyn viljan juoksevuus on heikompaa peltisiilosta apevaunuun, kuin esimerkiksi kuivatulla viljalla. Koska murskeviljan kosteusprosentti on korkea, vilja tarttuu paremmin karkearehuun kiinni ja variseminen on pienempää kuin kuivaviljalla. Varastointimenetelmänä murskesäilötyllä viljalla käytetään yleisesti laakasiiloa, josta vilja lastataan apevaunuun traktorin etukuormaajalla, pyöräkuormaajalla tai kurottajalla. (Kirkkari ym. 2003b, 10.)

5 ERI REHUKOMPONENTTIEN TÄYTTÖ

5.1 Rehuvarastot

Seosrehun sekoitusaikaa on mietittävä suhteessa eri rehuosien hakuun rehuvarastoista. Yhtenäinen rehuvarasto, jossa säilytetään eri rehuosien samassa paikassa, nopeuttaa ja helpottaa apeakäytön lastaamisessa. Katollinen rehuvarasto on kalliimpi ratkaisu verrattuna avonaisiin laakasiiloihin. Väki- ja kuitu- rehuosien varastointi on kumminkin yleensä tehtävä katetuissa tiloissa. (Ks. kuvio 1.) Eri rehuvarastojen sijainnit tulisi olla lähellä apeakäytön täyttöpaikkaa, jotta apeakäytön täyttö sujuisi nopeasti, rehuosien lastaaminen olisi sujuvaa eikä apeakäytön pystyruuvien tarvitsisi jauhaa eri rehuosien liikaa. Hyvin sujuva lastaaminen säästää pitkällä tähtäimellä myös polttoaineen kulutuksessa. (Kaihilampi, Kangasniemi, Khalili, Mäntysääri, Raussi, Sariola, & Suokannas 2006, 35.)



KUVIO 1. Pulpettikattoinen rehuvarasto

5.2 Täyttöaste

Apeakäytön täyttöaste tulee olla mahdollisimman suuri. Kun täyttöaste on korkea, apeakäytön säiliöön ei jää liikaa tyhjää tilaa ja apeakäytön jakamisen voi tehdä pienemmällä ja ketterämmällä vaunulla. Apeakäytön täyttöasteeseen vaikuttavat rehu-

komponenttien määrä ja pystyruuvien korkeudet. Liian pieni täyttöaste käyttää ainoastaan osan pystyruuveista hyödyksi ja lopuksi lastattavista väkirehukomponenteista osa tarttuu pystyruuveihin, eikä sekoitu muihin rehukomponentteihin.

5.3 Vaakalaitteen käyttö

Apevaunuihin sisältyy yleensä vaaka. Vaakalaitteita on saatavana erilaisia vaihtoehtoja, joiden mukaan eri rehukomponentit lastataan apevaunuun. Esimerkiksi käytettäessä ohjelmoitavaa vaakalaitetta ja haluttaessa tietty seossuhde vaunuun, minne on laitettu aluksi karkearehua. Tämän jälkeen vaakalaitte punnitsee karkearehun määrän ja pyytää muita eri rehukomponentteja kilogrammamääräisinä. Vaakalaitetta pystytään käyttämään myös purkunopeuden seurannassa karsinakokojen mukaan (Digi-Star vaakalaitteet 2011.)

5.4 Viljan lastaaminen

5.4.1 Yleistä

Väkirehun käyttöä helpottaa kunnollinen toimintaketju rehuvarastoista apevaunuun. Viljan lastaaminen aperuokinnassa voidaan tehdä suoraan laakasiilosta päin traktorin etukuormaajalla. Lastaaminen voidaan suorittaa myös pystysiilosta ruuvi - tai spiraalikuljettimen alastuloputkesta tai työmenekkiä pienentämällä välisiilon kautta suoraan apevaunuun. Aperuokintaan pystytään rakentamaan myös automaattiset väkirehun täyttölaitteet. (Palva & Puumala 2004a, 4.)

5.4.2 Spiraalikuljettimet

Spiraalikuljetin on muoviputken sisään litteästä jousiteräksestä valmistettu spiraali väkirehujen siirtämistä varten. Useimmiten väkirehuannostelijoihin ja myllyihin on valmiiksi rakennettu liitännä spiraalia varten. Spiraalilla pystytään valmistamaan helposti väkirehun siirtoketju suoraan apevaunuun, koska siirtolinjoissa pystytään käyttämään myös käyriä osia mutkien kohdalla. Mutkien kulma voi spiraalissa olla enintään 45 astetta. Spiraalin mutkat ovat kumminkin linjan kuluvampia osia, joita kannattaa käyttää harkitusti. Mutkat vähentävät myös laitteen tehoa. Kuljettimia on erikokoisia ja putken halkaisija on yleensä 75–110 mm. Siirtomatka spiraalikuljettimella

voi olla n. 60 metriä, jos kuljettimen molemmissa päissä käytetään sähkömoottoria. (Palva & Puumala 2004b, 3.)

5.4.3 Ruuvikuljettimet

Ruuvikuljetin on väkirehujen siirtoon yksinkertainen kone, joka muuttaa kiertyvän liikkeen eteneväksi liikkeeksi kiilaamalla siihen osuvaa materiaalia eteenpäin. Ruuvi pyörii normaalisti sähkömoottorilla, johon on liitetty alennusvaihte. Suljetussa ruuvikuljettimessa metallinen ruuvi on putken sisällä. Ruuvikuljettimen teho, kuten spiraalinkin, laskee nostokulman myötä, sillä väkirehu pyrkii valumaan takaisin. Heikkeyden voimakkuus riippuu ruuvikulmista ja käytettävistä rehuista. Rehua ei yleensä suositella nostettavan 45 astetta jyrkemmässä kulmassa, vaikka markkinoilta löytyy jopa pystysuoraan nostavia ruuveja.

Ruuvikuljettimen voi valmistaa isommaksi kuin spiraalikuljettimen ja sitä kautta siirtokapasiteetiltaan suuremmaksi. Pienempien ruuvikuljettimien tehot (kg/h) ovat samankokoisia kuin spiraalikuljettimienkin, kun kuljetetaan helppoja materiaaleja. Jotkut hankalat väkirehut kulkevat helpommin ruuvilla kuin spiraalilla.

5.4.4 Välisiilon käyttö

Väkirehun siirto apevaunuun voidaan järjestää myös välisiilon kautta, mistä väkirehu lasketaan suoraan apevaunuun. (ks. kuvio 2). Välisiilon käyttäminen aperuokinnassa vähentää työmenekkiä verrattuna spiraalikuljettimeen, sillä spiraalikuljettimeen asennetun normaalikokoisen valssimyllyn teho on ainoastaan 5-17 kg minuutissa. (Murska 350 2011.) Välisiilon käyttö säästää myös myllyn käynnistämismuottoria, sillä se vähentää myllyn käynnistämiskertoja. (Palva & Puumala 2004c, 4.)



KUVIO 2. Aperuokinnassa käytettävä välisiilo

5.5 Monitoimikauhan käyttö

Jos kaikki eri rehuosakomponentit varastoidaan lähellä olevissa laakasiiloissa, voidaan kaikki eri rehuosakomponentit lastata nopeasti apevaunuun samalla monitoimikauhalla (ks. kuvio 3). Monitoimikauhaa pystytään käyttämään sekä karkea- ja väkirehujen lastaamiseen. Monitoimikauha sopii myös pyöröpaalien lastaamiseen. Monitoimikauha vähentää työmenekkiä eri rehuosakomponenttien lastaamisessa apevaunuun, koska eri rehuosakomponenttien välillä ei tarvitse vaihtaa työkalua. (Monitoimikauha 2011.)



KUVIO 3. Monitoimikauha

6 PYSTYRUUVIEN VAIKUTUKSET

6.1 Yleistä

Aperuokinnassa olevien eri rehuosien sekoittuminen ja silppuaminen tapahtuu apevaunussa olevien kartiomaisten pystyruuvien leikkuuterien ja vastaterien avulla. Apevaunun molemmat pystyruuvit sekoittavat pyöriessään kaikki vaunuun laitettavat rehuosien yhteen aperehuksi (ks. kuvio 4). Voimansiirto traktorista pystyruuveille tapahtuu nivelakselin kautta kulma- ja planeettavaihteistolle, joista voimansiirto jatkuu pystyruuveille. Kartiomaiset pystyruuvit ovat hellävaraisia karkearehulle, sillä pystyruuvit nostavat pyöriessään rehuosien ylöspäin. (Knuutila 2004c, 9.)



KUVIO 4. Pystyruuviapevaunu

6.2 Sekoittuminen

Pystyruuvien tärkein tehtävä on sekoittaa pyöriessään eri rehuosien yhteen. Pystyruuvien liian nopea pyörimisnopeus nopeuttaa työmenekkiä, mutta tekee aperehuun epätasaisuuksia. Pystyruuvien liian pieni pyörimisnopeus voi taas lisätä apesekoitukseen käytettävää työmenekkiä ja aperehun epätasalaatuisuutta.

6.3 Pystyruuvien muoto

Pystyruuvien kierteiden muotoilulla varmistetaan karkeiden rehukomponenttien nopea sekoitus ja hienonnus. Kartiomaisesti alhaalta ylöspäin muotoiltu pystyruuvi nopeuttaa rehujen pystysuunnassa tapahtuvaa liikettä ja rehujen sekoittumista apevaunussa. Nopea pystyruuvien pyöriminen kuljettaa kaikkia rehukomponentteja samanaikaisesti ja sekoittuminen on tehokasta. (Ikävalko 2011.) Pystyruuvien muodon tulee mahdollistaa eri rehukomponenttien tasainen liike rehumassassa. Pystyruuveissa tulee olla tasainen pohja, joka nopeuttaa rehumassan liikkumista pitkittäis-suunnassa. (Turtiainen 2011a, 76.) Pystyruuvien pohjassa olevat pyyhkäisyterät mahdollistavat väkirehujen lastaamisen apeseokseen jo seoksen alkuvaiheessa (ks. kuvio 5.). Terävä etureuna nostaa väkirehua ylöspäin säiliön pohjalta (Ainutlaatuinen turbo-sekoitusruuvi 2011.)



KUVIO 5. Pystyruuvi

6.4 Pystyruuvien puhdistaminen

Apevaunun pystyruuvit tulisi puhdistaa säännöllisin väliajoin, sillä pystyruuvit pyrkivät keräämään aperehua eri kohtiin, joissa aperehu alkaa pilaantua. Ajan myötä pilaantunut rehu irtoaa apevaunusta ruokintapöydälle ja pahimmassa tapauksessa se voi aiheuttaa eläimien sairastumisia. On mahdollista, että pilaantunut aperehu pilaa koko seoksen. (Knuuttila 2004d, 8.)

6.5 Silppuaminen

6.5.1 Yleistä

Karkearehujen ja muiden tiiviiden rehukomponenttien silppuaminen on välttämätöntä lihanautojen aperehuruokinnassa. Käytetyn karkearehun silpun tulee olla riittävän lyhyttä, jotta rehunjako olisi tarkempaa. (Bendixen 2002, 2.) Jotta karkearehu säilyttäisi hyvän kuituvaikutuksen, karkearehun silpun pituus ei saa alittaa kolmea millimetriä. Silputulla säilörehulla varmistetaan myös parempi karkearehujen hyväksikäyttö eläimillä. (Huhtanen 2003.)

6.5.2 Silppuamisnopeus

Silppuamisnopeuteen vaikuttavat karkearehun korjuu- ja varastointimenetelmien lisäksi leikkuuterien määrä, muoto ja asento. Aperehun valmistuksessa leikkuuterien suuri lukumäärä nopeuttaa silppuamista, mutta saattaa samalla tehdä pieniä rehupalloja aperehun joukkoon. (Hattum, Keuper, Knuivers & Lenge 2005, 82-91.) Pystyruuvien liian nopea pyörimisnopeus sekä liian pitkä pyörimisaika vaikuttavat karkearehujen silpun pituuteen, mikä huonontaa aperehuseoksen rakennetta ja maittavuutta. (Knuutila 2004e, 9.)

6.5.3 Leikkuuterät

Karkearehun silppuaminen aperehun valmistuksessa tapahtuu pystyruuveissa olevien sahalaitaisten leikkuuterien ja apesäiliössä olevien vastaterien avulla. Pystyruuveissa olevat leikkuuterät on valmistettu kulutusteräksestä, jotta niiden käyttöaika olisi pitempi. Pystyruuveissa olevien leikkuuterien teroituskulma tulee olla vähintään 22 astetta, sillä pienempi leikkuukulma aiheuttaa leikkuuterien lohkeilua. Jos leikkuuterien leikkuukulma on yli 22 astetta, terien leikkaava vaikutus pienenee. (Leikkuuterien teroitus 2001, 20.) Leikkuuteriä on saatavana erimittaisina ja erimuotoisina (Turtainen 2011b, 76). Leikkuuterien koko, muotoilu, määrä ja asento vaikuttavat aperehuseoksen kuohkeuteen aperehun valmistuksessa. (Knuutila 2004f, 15.)

6.6 Säiliön muoto

Normaalisti apesäiliön pyöreämpi muotoilu toimii paremmin kuin kulmikas säiliön rakenne. Apesäiliöön saadaan edullisesti tilavuutta lisälaidoilla korkeutta lisäämällä. Samalla kuitenkin pystyruuvit jäävät mataliksi sekä apevaunun sekoitusteho ja aperahun laatu heikkenevät.

7 APEREHUN JAKAMINEN

7.1 Purkuluukut

Aperahun purku apevaunusta tapahtuu hydraulisynterillä avattavista purkuluukuista eläinten ruokintapöydälle. Purkuluukkuja voi olla yksi tai useampia. Purkuluukut voivat olla apevaunun edessä, takana tai sivuilla. Lähellä toisiaan olevat purkuluukut tuovat epätasaisemmin aperehua ruokintapöydälle, kuin kaukana toisistaan olevat luukut. Purkuluukkuihin on saatavana myös pudotuspellit, jolloin rehun jakaminen voi tapahtua kauempana eläimistä.

7.2 Purkukuljettimet

Apevaunuihin on saatavana myös lisävarusteena erilaisia hydraulimoottorilla toimivia matto- ja kolakuljettimia aperahun purkamiseen purkuluukuilta lähemmäs ruokintapöytää, jolloin aperahun tuleminen purkuluukuista olisi nopeampaa ja tasaisempaa. Purkukuljettimet voivat olla kiinteitä tai hydraulilla nostettavia. (Ks. kuvio 6.)

Monissa lihanautakasvattamoissa apevaunua joudutaan kuljettamaan pienistä oviaukoista, vaikka navetan ruokintapöydällä olisikin leveyttä. Tästä syystä joudutaan käyttämään monesti käyttämään hydraulilla toimivaa purkukuljetinta. Näin saadaan apevaunun kuljetusleveyttä kapeammaksi, mutta aperehu pystytään levittämään pitemmälle lihanautojen eteen.



KUVIO 6. Apevaunun purkukuljetin

8 TYÖN TOTEUTUS

8.1 Tutkimustilat

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla seosrehun tasalaatuisuuteen ja aperuokinnan työmenekkiin vaikuttavia tekijöitä olemassa olevilla lihanautojen (4–20 kk) loppukasvatustiloilla, jotka ovat päätyneet seosrehuruokintaan. Työn tarkoituksen oli löytää hyviä ratkaisuja aperuokintaan päätyneillä tai sitä harkitsevilla lihanautatiloilla. Tilavierailut tehtiin lokakuussa 2011 seitsemällä lihanautatilalla Länsi-Suomen alueella. Vertailtavien lihanautatilojen eläinmäärä oli 160 - 500 kappaletta. (Ks. taulukko 1.)

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään kaksiruuvisten pystyruuviapevaunujen toimivuutta lihanautakasvattamoissa ja vertailemaan erilaisten apevaunujen väliltä, kuinka työmenekkiä pystyttäisiin vähentämään lihakarjan ruokinnassa. Tutkimustiloilla pyrittiin selvittämään myös, kuinka eri tekniikoilla toimivat apevaunut vaikuttavat seosrehun tasalaatuisuuteen ja aperuokinnassa käytetyn säilörehun silpun pituuteen. Tiloilla käytettävien säilörehujen varastointi tapahtuu laakasiiloissa ja pyöröpaaleissa. Tutkimuksessa lisäksi edellytettiin, että säilörehu on hyvälaatuista.

Vertailu tehtiin omaa suunnitteilla olevaa 300 – 500 eläimen lihanautakasvattamoaa varten, jossa käytettäisiin aperuokintaa. Yleisesti tämän kokoisilla lihanautatiloilla on 15 m³-22 m³ apevaunu, joissa on kaksi pystyruuvia.

TAULUKKO 1. Vertailtavat tutkimustilat

	tila1	tila2	tila4	tila5	tila6	tila7	tila3	
Eläimäärä	160	500	300	240	320	280	300	
Apevaunun merkki	Junkkari	Faresin	Faresin	Seko	Kuhn	Seko	Kuhn	
Apevaunun vuosimalli	2003	2008	2009	2007	2006	2006	2005	
Lisävarusteet	Vaaka ja mattokuljetin	Vaaka, mattokuljetin, telipyörästö ja sähköinen ohjaus	Vaaka, mattokuljetin ja telipyörästö	Vaaka, sähköinen ohjaus ja mattokuljetin	Vaaka ja mattokuljetin	Vaaka, sähköinen ohjaus ja mattokuljetin	Vaaka ja neljä purkuluukkua	
Apevaunun säiliön koko	15 m ³	22 m ³	22 m ³	16 m ³	22 m ³	16 m ³	16 m ³	
Pystyruuvien määrä	2	2	2	2	2	2	2	
Terien määrä yhteensä	18	14	12	10	14	16	8	
Purkuluukkujen määrä	1	1	2	2	1	2	4	
Purkuluukkujen sijainti	Edessä	Oikeassa etukulmassa	Edessä ja takana	Edessä ja takana	Edessä	Edessä ja takana	Jokaisessa kulmassa	
Sekoitusnopeus R/minuutissa	10	30	18	18	18	33	31	
Aperehunvalmistus- ja jakokerrat/vrk	1	2	2	1	1	1	1	
Viljan säilöntämenetelmä	kuiva	kuiva	happo	happo	happo	happo	happo	Keskiarvo
Viljan hehtolitraino	58 kg	63kg	59kg	61kg	65kg	62kg	64kg	62
Aperehun väkirehu%	45 %	50 %	45 %	40 %	50 %	45 %	45 %	46
Säilörehun määrä/kg	3900	5500	4700	2000	4000	4500	5000	4229
Säilörehun D-arvo	628			684		640	630	646
Käytettävät nurmikasvit	apila, nurminata ja ruokonata	timotei, apila ja nurminata	timotei, nurminata ja apila	timotei ja ruokonata	timotei, sinimailainen ja apila	timotei, ruokonata ja apila	timotei, nurminata ja apila	

8.2 Tutkimusmenetelmät

Aperuokinnassa käytetyn työmenekin määrittäminen tehtiin tiloille eläinten ruokintakerralla, jolloin apeseokseen lisättiin kivennäisrehua. Tutkimuksessa videoitiin apevaunun täyttömenetelmät eri rehukomponenteille ja aperehun jakaminen eläimille

digitaalikameralla, josta oli helppo selvittää jälkeenpäin aperuokinnan työmenekkeihin vaikuttavat tekijät. Aperuokinnan työmenekkeihin vaikuttavat tekijät tarkistettiin jälkeenpäin sekuntikelloa apuna käyttäen. Siirtymämatkat rehuvarastoilta nautakasvattamoon, sekä eri paikoissa sijaitsevien rehuvarastojen väliltä, tarkistettiin tilojen asemapiirustuksista.

Aperahun tasalaatuisuuden määrittäminen tapahtui kivennäisanalyysin perusteella. Jokaiselta tilalta otettiin kaksi rehunäytettä ruokintapöydältä. Näytteet otettiin rehun jaon alusta ja lopusta, jonka jälkeen näytteet laitettiin ilmatiiviisiin muovipusseihin jonka jälkeen näytteet pakattiin kylmälaukkuun. Rehunäytteet lähetettiin viljavuuspalveluun analysoitavaksi. Rehunäytteiden tulosten valmistuttua vertailtiin aperahun kivennäispitoisuutta molempien rehunäytteiden väliltä. Kivennäisanalyysien avulla pystytään päättämään, kuinka eri tekniikoilla toimivien pystyruuviapevaunujen ominaisuudet vaikuttivat aperahun tasalaatuisuuteen.

Aperahun silpun pituuden määrittäminen tapahtui ruokintapöydän puolesta välistä otettujen aperhunäytteiden avulla. Näytteet pakattiin ensin ilmatiiviisiin muovipusseihin, joista myöhemmin mitattiin silppujen pituuksia mittanauhaa apuna käyttäen. Jokaisen tutkimustilan rehunäytteestä otettiin kolme 50 gramman osanäytettä ja jokainen osanäyte jaettiin kahteen osaan. Toisessa jaetussa osanäytteessä silpun pituus oli yli 50 mm ja toisessa yli 50 mm. Jokaisen tutkimustilan kolme puolitettua osanäytettä punnittiin Preusa XB 60020 yläkuppivaa'alla, jonka tarkkuus on 0,1 grammaa. Punnitsemisen jälkeen tehtiin yhteenveto keskihajonnalla ja keskiarvolla Excel -taulukkoon.

Erimittaisista silppujen pituuksista voitiin päätellä kuinka eri tekniikoilla toimivien pystyruuviapevaunujen ominaisuudet vaikuttivat säilörehun silpun pituuteen seosrehuruokinnassa.

Tilavierailulla kyseltiin myös eläinten ruokintaan liittyvistä rehuista, ruokintakäytännöistä ja tehtiin havaintoja apevaunujen ruokintatekniikoista. Kysymyksien vastaukset ja havainnot listattiin ensin ylös paperille, jonka jälkeen tehtiin yhteenveto Excel -taulukkoon. (Ks. taulukko 2.)

9 TUTKIMUKSEN TULOKSET

9.1 Rehujen varastointi

Työmenekki mitattiin seitsemällä erilaisella lihanautatilalla. Ainoastaan ohra, säilörehu ja kivennäinen olivat sellaisia rehuosakomponentteja, joita käytettiin jokaisella tutkimustilalla. Säilörehun varastointi tapahtui jokaisella tutkimustilalla laakasiilossa. Tila 3 käytti laakasiilosäilörehun lisäksi pyöröpaalisäilörehua. Myös perunarehun ja kauran käyttö eläintenruokinnassa oli yleistä. Perunarehun varastointi tapahtui kolmella tilalla avonaisissa laakasiiloissa. Tila 3 käytti perunarehun varastoinnissa säiliöperäkärä. Ohran ja kauran varastointi tapahtui katetuissa laakasiiloissa viidellä eri tutkimustilalla. Tila 6 käytti viljan varastoinnissa avonaista laakasiiloa, jossa käytettiin perunarehua viljan päällä suojana. Tila 1 ja tila 5 käyttivät viljan varastoinnissa pystysiiloa.

9.2 Rehuosakomponenttien täyttömenetelmät

9.2.1 Väkirehujen täyttömenetelmät

Viljan täyttäminen apevaunuihin pystysiiloista, tapahtui tutkimustilalla 1 ja 5 välisuppilon ja purkuruuvien kautta. Litistetyt jyvät tiputettiin pystysiilosta ensin välisuppiloon, josta ruuvikuljetin kuljetti viljan apevaunuun. Kyseisillä tiloilla lastattiin myös ruokakalkki, suola ja kivennäinen samaan välisuppiloon, josta ruuvikuljetin kuljetti kyseiset väkirehut apevaunuun. Tilalla 5 käytettiin muiden laakasiiloissa olevien rehuosakomponenttien, kuten mäskin, perunarehun ja ohra - iturehun lastaamiseen kahden metrin levyistä traktorin kauhaa.

Pystysiiloa käytettiin varastona myös tilalla 3, jossa rapsi, kivennäinen ja suola lastattiin kottikärryjen ja traktorin etukuormaajan kautta apevaunuun. Muilla viidellä eri tutkimustilalla viljat lastattiin laakasiiloista. Työkoneina käytettiin pyöräkuormaajaa, kurottajaa tai traktoria. Kolmella tilalla käytettiin viljojen lastaamiseen kahden metrin leveistä monitoimikauhaa ja kahdella tilalla tavallista kauhaa. Tutkimustilalla 7 oli pyöräkuormaajassa käytetyn kauhan koko $2,5\text{m}^3$ ja tilalla 3 oli käytössä olevan kauhan leveys kaksi metriä. Tiloilla 2, 3 ja 7 käytettiin perunarehun lastaamiseen samoja lastausmenetelmiä, kuin viljojen lastaamiseen.

9.2.2 Rankin täyttömenetelmät

Rankkia käytettiin eläinten ruokinnassa ainoastaan tiloilla 1 ja 7. Rankin lastaaminen tapahtui molemmilla tiloilla sen jälkeen, kun muut rehuosakomponentit oli lastattu.

Rankin lastauksessa käytettiin sähkökäyttöistä pumppua.

9.2.3 Säilörehun täyttömenetelmät

Työmenekkeihin vaikuttavat tekijät johtuivat enimmäkseen säilörehun täyttömene-
telmistä. (Ks. kuvio 7.) Säilörehu lastauksessa neljällä eri tutkimustilalla käytettiin
monitoimikauhaa. Tila 5 käytti lastaamiseen kurottajaa, kun taas tilat 2,3 ja 6 käytti-
vät lastaamiseen traktoria. Tilalla 7 oli käytössä tarkkuussilputtu säilörehu, joten ape-
vaunun lastaaminen säilörehulla laakasiilosta sujui nopeasti pyöräkuormaajalla ja
tavallisella 2,5 m³ kauhalla. Tilalla 1 lastaaminen tapahtui 1,5 metrin levyisellä rehu-
leikkurilla ja tila 4 käytti lastaamiseen 1,5 metrin levyistä rehupihtiä. (Ks. taulukko 2.)



KUVIO 7. Apevaunun lastaamista

TAULUKKO 2. Käytettävät rehukomponentit ja lastausmenetelmät

Käytettävät rehu- komponentit/kg	Tila1	Tila2	Tila3	Tila4	Tila5	Tila6	Tila7	Keskiarvo
Ohra	500	1000	300	300	1500	1200	700	786
Kaura			300		600	500	300	425
Perunarehu		2000	750	1200			1200	1288
Mäski				1400				1400
Rankki	500						600	550
Kivennäinen	10	35	20	30	60	30	30	31
Suola	8		3	1,5				4,2
Ruokakalkki	60			1,5				31
Rypsi					100	50		75
Pösitehoste						5		5
Ohra - iturehu				900				900
Rapsi			15					15

Rehukomponenttien täyttömenetelmät							
	Tila1	Tila2	Tila3	Tila4	Tila5	Tila6	Tila7
Ohra	Pystysiilosta ruuvikuljettimella	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin kauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Pystysiilosta ruuvikuljettimella	Kurottajan monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Pyöräkuormaajan 2,5m3 kauhalla laakasiilosta
Kaura			traktorin kauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä		Kurottajan monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Pyöräkuormaajan 2,5 m3 kauhalla laakasiilosta
Perunarehu		traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Traktorin kauhalla säiliövaunusta. Kauhan leveys 2 metriä	traktorin kauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä			Pyöräkuormaajan 2,5 m3 kauhalla laakasiilosta
Rankki	Pumpulla						Pumpulla
Kivennäinen	Pystysiilosta ruuvikuljettimella	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Säkistä traktorin kauhan kautta	Pystysiilosta ruuvikuljettimella	Kurottajan monitoimikauhalla säkistä. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla säkistä. leveys 2 metriä	Pyöräkuormaajan 2,5 m3 kauhalla säkistä
Suola	Pystysiilosta ruuvikuljettimella		Säkistä traktorin kauhan kautta	Pystysiilosta ruuvikuljettimella			Pyöräkuormaajan 2,5 m3 kauhalla säkistä
Ruokakalkki	Pystysiilosta ruuvikuljettimella			Pystysiilosta ruuvikuljettimella			
Säilörehu	Traktorin rehuleikkurilla laakasiilosta. Työleveys 1,5 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta ja pyöröpaaleina. leveys 2 metriä	Traktorin talikolla laakasiilosta. Työleveys 1,5 metriä	Kurottajan monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	Pyöräkuormaajan 2,5 m3 kauhalla laakasiilosta
Muut			Rapsi pystysiilosta kottikärryillä traktorin kauhan kautta	Ohra-iturehu traktorin kauhalla laakasiilosta	Rypsi kurottajan monitoimikauhalla	Rypsi pystysiilosta puhaltamalla	
				Mäski traktorin kauhalla laakasiilosta		Pösitehoste traktorin monitoimikauhalla	

9.3 Työmenekin koostumukset

Taulukkoon 3 on koottu työmenekkeihin vaikuttavia tutkimustuloksia. Työmenekkeihin vaikuttavia tekijöitä aperuokinnassa mitattiin apevaunun lastaamiseen käytettävällä ajalla, apevaunun sekoitusajalla ja aperehun jakamiseen käytettävällä ajalla. Aperehun sekokoittamiseen käytettävää aikaa mitattiin ensimmäisen rehukomponentin laittamisesta rehun jaon alkamiseen, kun pystyruuvien pyöriminen loppui. Aperehun jakaminen tapahtui suoraan ruokintapöydälle kuudella eri tutkimustilalla. (Ks. taulukko 3.)

Tutkimustilalla 2 aperehu jaettiin ensin täyttöpöydälle, josta mattokuljetin kuljetti aperehun ruokintapöydälle manuaalista ohjausta apuna käyttäen. Tilalla 2 työmenekkiin käytettävää aikaa oli mahdoton määrittää, koska täyttöpöytä oli vielä puollillaan aikaisemmin jaettua aperehua. Tästä syystä aperehua jouduttiin jakamaan apevaunun etukulmassa olevalla mattokuljettimella täyttöpöydälle pienissä erissä jaksoittain.

Tutkimustiloilla 1, 3, 4, 5 ja 6 oli aperehun jakamisessa samanlaiset jakomenetelmät. Aperehu jaettiin ruokintapöydälle apevaunun edessä olevasta purkuluukusta poikittaiskuljettimelle, josta kuljetin kuljetti rehun eläinten eteen ruokintapöydälle. Nautakasvattamot olivat läpiajettavia ja kyseisillä tiloilla käytiin kääntymässä kasvattamon toisessa päädyssä, jolloin poikittaiskuljetinta tarvitsi pyörittää ainoastaan toiseen suuntaan.

Tutkimustilalla 7 käytettiin matoruokkijan sijasta purkuluukua, joka jakoi aperehun suoraan ruokintapöydälle. Vaikka nautakasvattamo oli läpiajettava, kasvattamon toiseen päähän ajettiin ensin takaperin, ennen oikeassa etukulmassa olevan purkuluukun avaamista. Kun toinen sivu oli ruokittu, suoritettiin kääntyminen toisessa päädyssä ja aloitettiin toisen puolen ruokinta samasta purkuluukusta. Tämän jälkeen siirryttiin pienempään nautakasvattamoon, jossa suoritettiin pienempien eläinten ruokinta vasemmalla etukulmassa olevasta purkuluukusta. Tämän jälkeen pienempien eläinten aperehu siirrettiin pyöräkuormaajan etulevyllä lähemmäksi nautojen ruokintapöytää.

TAULUKKO 3. Aperuokinnassa käytettävät työmenekit

Lastausaika s/kg	tila1	tila2	tila3	tila4	tila5	tila6	tila7	Keski arvo
ohra, kivennäinen, ruokakalkki ja suola	0,42			0,41				0,4
suola, kivennäinen ja rapsi			6,32					6,32
ohra		0,18						0,18
kaura ja ohra			0,2		0,09	0,071	0,12	0,12
säilörehu	0,14	0,05	0,08	0,14	0,14	0,11	0,06	0,10
perunarehu		0,18	0,08	0,20			0,13	0,15
mäski				0,13				0,13
rankki	0,06						0,05	0,06
kivennäinen					2,5		2	2,25
rypsi					0,90	1,2		1,05
pösitehoste ja kivennäinen						1,7		1,71
ohra-iturehu				0,17				0,17
								Keski arvo
Sekoitus aika ennen jakamista	13 minuuttia	15 minuuttia	15 minuuttia	28 minuuttia	16 minuuttia	13 minuuttia	14 minuuttia	16,29
Aperahun jako aika/minuuttia	10		6,5	7,5	8	4,5	11	7,92
Siirtymämatka säilörehulaakasiiloista nautakasvattamoon	95 metriä	300 metriä	80 metriä	50 metriä	75 metriä	50 metriä	80 metriä	104,29

9.4 Tulokset aperahun tasalaatuisuudesta

Viljavuuspalvelun tekemän kivennäisanalyysin perusteella kaikki apevaunut sekoittivat hyvin tasalaatuista aperehua. Taulukossa 4 on ilmoitettu jokaisen tutkimustilan molemmat kivennäisanalyysit. Samaan taulukkoon on laskettu myös analyysissä mitattujen alkuaineiden summa.

Taulukossa 5 on laskettu rehunäytteistä otettujen alkuainepitoisuuksien välinen ero-
tus ja prosenttiosuus tutkimustiloilta otettujen molempien rehunäytteiden väliltä.

TAULUKKO 4. Kivennäisanalyysi

Tila	näyttenumero	Kalsium (Ca)	Fosfori (P)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Natrium (Na)	K/(Ca+Mg) ekv.suhde	Kivennäisten summa yhteenlaskettuna
		g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka		g/kg ka
1	1	14	5	7,1	21	5	0,4	52,1
1	2	13	4,9	6,1	21	4,8	0,5	49,8
2	1	9,5	2,9	2,6	20	1,5	0,7	36,5
2	2	8,2	3	2,4	19	1,3	0,8	33,9
3	1	12	3,3	2,3	21	1,5	0,7	40,1
3	2	10	3,4	2,4	21	1,2	0,7	38
4	1	6,1	4	2,4	14	1,9	0,7	28,4
4	2	4,7	3,9	2,3	14	1,7	0,8	26,6
5	1	6,5	3,6	3,3	18	2,3	0,8	33,7
5	2	7,3	3,5	2,9	16	1,9	0,7	31,6
6	1	8,8	3,5	3,2	24	2,5	0,9	42
6	2	7,3	3,5	2,8	20	2,1	0,9	35,7
7	1	6,9	3,4	2,2	19	0,67	0,9	32,17
7	2	6	4,6	2,5	21	0,61	1,1	34,71

TAULUKKO 5. Näytteiden 1 ja 2 välinen erotus

	g/kg ka	Prosentteina
Tila1	2,3	4,51 %
Tila2	2,6	7,39 %
Tila3	2,1	5,38 %
Tila4	1,8	6,55 %
Tila5	2,1	6,43 %
Tila6	6,3	16,22 %
Tila7	-2,54	-7,60 %

9.5 Tulokset silpun pituudesta

Taulukkoon 6 on koottu tutkimuksessa mitattujen säilörehujen osanäytteiden silppujen painot seitsemän eri tutkimustilan väliltä. Taulukkoon on myös laskettu keskiarvo ja keskihajonta kaikkien osanäytteiden väliltä. Tulokset puuttuvat tutkimustilalta 5.

Kyseisen tilan rehunäytteitä oli mahdotonta punnita, sillä säilörehun silppu sisälsi mäskiä ja mäskin erottaminen silpusta oli vaikeaa.

TAULUKKO 6. Mitattujen silppujen painot

Silpun pituus yli 50 mm paino/g					
Tutkimustila	näyte 1	näyte 2	näyte 3	keskiarvo	keskihajonta
tila 1	17,2	12,3	13	14,2	2,65
tila 2	9,9	8,2	6,2	8,1	1,85
tila 3	10,6	9	6,9	8,8	1,86
tila 4					
tila 5	21,1	12,9	11,6	15,2	5,15
tila 6	2	1,5	2,1	1,9	0,32
tila 7	2,1	1,1	2,2	1,8	0,61
Silpun pituus alle 50 mm paino/g					
Tutkimustila	näyte 1	näyte 2	näyte 3	keskiarvo	keskihajonta
tila 1	21,4	23,8	27,2	24,1	2,91
tila 2	32,6	31,1	33	32,2	1,00
tila 3	26,2	31,8	34,2	30,7	4,11
tila 4					
tila 5	13,9	17,6	17,7	16,4	2,17
tila 6	33,3	38,3	35,1	35,6	2,53
tila 7	43,1	43,1	40,3	42,2	1,62

10 POHDINTA

10.1 Työmenekkiin vaikuttavat tekijät

Taulukkoon 7 on koottu jokaisen tutkimustilan työmenekkiin vaikuttavat tekijät säilörehun lastaamisessa. Taulukkoon on myös laskettu eri tekniikoilla toimivien täyttömenetelmien vaikutukset omalle esimerkkitalalle.

TAULUKKO 7. Työmenekki säilörehun täytössä esimerkkitalalle

	Tila 1	Tila 2	Tila 3	Tila 4	Tila 5	Tila 6	Tila 7
Säilörehun täyttömenetelmä	Rehuleikkurilla traktorilla 1,5m	Traktorin monitoimi kauha 2m	Traktorin monitoimi kauha 2m	Rehutalikolla traktorilla 1,5m	kurottajan monitoimi kauha 2m	Traktorin monitoimi kauha 2m	Pyöräkuormajan kauha 2,5 m3
Säilörehun korjuumenetelmä	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Tarkkuus silppuri	Tarkkuus silppuri
Säilörehun varastointi	Laakasiilo	Laakasiilo	Laakasiilo	Laakasiilo	Laakasiilo	Laakasiilo	Laakasiilo
Lastaavan koneen massa, kg	4100	4650	5250	4800	6270	5470	10000
Matka apevaunulta säilörehulaakasiiloon, metriä	12	20	10	10	25	10	15
Säilörehun irroitukseen laakasiilolla käytettävä aika (sekuntia)	8	14	20	9	13	14	25
Säilörehun tyhjennysaika, sekuntia (kauhallinen)	10	7	10	12	9	26	17
lastausaika sekunteina, kauhallinen	60	60	60	54	77	85	60
Säilörehun määrä kg, kauhallinen	433	1100	940	400	571	750	1000
Säilörehun määrä	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Aika säilörehulle, minuuttia	10,4	4,1	5,7	10,1	10,1	8,5	4,5
Säilörehun täyttö h, vuosi	63,2	24,9	34,9	61,6	61,6	51,7	27,4

Tutkimustilalla 2 säilörehun lastaaminen oli nopeinta. Säilörehun lastaamisessa oli panostettu apevaunun säiliön kokoon, jolloin säilörehun tiputtaminen apevaunuun sujui nopeasti. Tämä mahdollistaa myös sen, että apevaunuun voidaan nopeasti tiputtaa suurempi määrä säilörehua kerralla lastauksen loppuvaiheessa, jolloin tyhjennysaika säilörehun tiputtamisessa on nopeampi. Apevaunun täytössä on myös panostettava lastaavan koneen massaan ja säilörehun täyttökauhaan, jolloin pystytään sujuvasti irrottamaan suurempia säilörehumääriä laakasiilosta kerralla kuin kevyemmällä työkoneella ja pienemmällä täyttökauhalla. Suurien säilörehumassojen painon vaikuttaa myös säilörehun alhainen kuiva-ainepitoisuus. Kyseisen tutkimustilan

säilörehu näytti silmämääräisesti paljon kosteammalta, kuin esimerkiksi tutkimustilalla 6, jossa tarkkuussilputun säilörehun kuiva-ainepitoisuus oli 37 %.

Toiseksi nopeinta säilörehun lastaaminen oli tilalla 7. Säilörehun lastaaminen kävi joutuisasti pyöräkuormaajalla, koska lastaamiseen käytettävä 2,5 m³ kauhalla pystyttiin helposti ottamaan laakasiilossa olevaa tarkkuussilputtua säilörehua. Säilörehun lastaaminen oli kolmanneksi nopeinta tilalla 3. Työmenekkiin vaikutti kolmen pyöröpaalin lastaaminen, joiden paino oli n. 800 kg/paali. Kyseisistä pyöröpaaleista oli jo valmiiksi poistettu verkot ja muovit.

Taulukkoon 8 on laskettu jokaisen tutkimustilan työmenekit viljan ja kivennäisen täytöstä apevaunuun omalle esimerkkitalalle. Viljan lastaaminen pystysiilosta purkuruuvilla oli huomattavasti hitaampaa kuin laakasiilosta monitoimikauhalla. Toisaalta aika tasoittui hieman, koska pystysiilosta pystyttiin samalla laskemaan myös muita rehu-komponentteja. Myös pyöräkuormaajan kauhalla tapahtuva väkirehujen lastaaminen oli nopeaa tilalla 7. Kyseisellä tilalla otettiin kumminkin kellotuksessa huomioon ylimääräisen viljan vieminen takaisin laakasiiloon.

TAULUKKO 8. Työmenekki viljan täytössä esimerkkitalalle

	Tila 1	Tila 2	Tila 3	Tila 4	Tila 5	Tila 6	Tila 7
	Pystysiilo	Katettu laakasiilo	Katettu laakasiilo	Pystysiilo	Avonainen laakasiilo	Katettu laakasiilo	Katettu laakasiilo
Täyttömenetelmä	Ruuvikuljetin 15 cm	Monitoimi kauha 2m. Etuperin siiloon	Traktorin kauha. etuperin siiloon	Ruuvikuljetin 15 cm	kurottajan monitoimi kauha 2m. Etuperin siiloon	Monitoimi kauha 2m. Takaperin siiloon	Pyöräkuormaajan kauha 2,5 m ³ . Etuperin siiloon
Viljan määrä	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Aika viljalle ja kivennäiselle minuuttia (apekuorma)	11,9	5,1	14,17	12,8	11,7	3	5,1
Viljan täyttö h, vuosi	72,4	31,0	86,2	77,6	71,4	18,3	31,0

Viljan ja kivennäisen täytössä on huomioitava erityisesti rehuvarastojen sijoittelu.

Yhtenäinen rehuvarasto, missä säilytetään eri väkirehukomponentit samassa paikassa nopeuttaa ja helpottaa apevaunun lastaamisessa.

Perunarehun lastaaminen oli nopeinta tilalla 3, mutta kyseisellä tilalla rehu oli laskettu jo valmiiksi kauhaan säiliöperävaunusta. Tilalla 7 perunarehun lastaaminen oli toi-

seksi nopeinta. Nopea täyttömenetelmä johtui pyöräkuormaajan kauhasta, jonka tilavuus oli 2,5m³.

Lyhyimmät sekoitusajat aperehun valmistuksessa oli tiloilla 1 ja 6. Tilalla 1 tähän vaikutti apevaunun oikean kokoinen täyttöaste ja leikkuuterien suuri määrä. Tilalla 6 nopeaan sekoitukseen vaikutti tarkkuussilputtu säilörehu ja pystyruuvien nopea pyörimisnopeus. Tilalla 1 aperehua aloitettiin sekoittamaan vasta viimeisen rehukomponentin (rankin) jälkeen, kun tilalla 6 apevaunu sekoitti jo ennen säilörehun lastaamista. Tilalla 4 sekoitukseen käytettävä aika johtui enimmäkseen ruokintapöydän tarkistuksesta ja juomakuppien putsamisesta, sillä aikaa kun ruokintavaunu sekoitti.

Aperehun jakaminen oli nopeinta tilalla 6. Tämä johtui tarkkuussilputusta säilörehusta ja poikittaiskuljettimesta, jonka leveys oli 90 cm. Aperehun jakaminen oli hitainta tilalla 2. Tämä johtui siitä, että täyttöpöydän päällä oli vielä aperehua jäljellä. Tästä syystä rehun jako tehtiin jaksoittain. Tilalla 1 tähän vaikutti kapea poikittaiskuljetin, jonka leveys oli 60 cm. Tilalla 7 työmenekkiin vaikutti se, että eläimiä pidettiin kahdessa eri paikassa.

10.2 Apevaunujen parannusehdotukset

Tilavierailulla tehdyn tutkimuskyselyn mukaan parannusehdotuksia apevaunuihin löytyi muutamia. (Ks. taulukko 9.) Tilalla 1 parannusehdotuksena oli leveämpi poikittaiskuljetin apevaunun eteen. Leveämpi poikittaiskuljetin vähentäisi työmenekkiä aperehun jakamisessa eläinten ruokintapöydälle.

Tilalla 2 oikeassa etukulmassa olevasta mattokuljettimesta kumiset kolat kuuluivat yllättävän nopeasti. Syy tähän saattoi löytyä mattokuljettimen nopeasta pyörimisnopeudesta, kun aperehun jakaminen täyttöpöydälle tapahtui korkeilla kierroksilla. Kyseisellä tilalla maton kulumiseen vaikutti myös se, että aperehun jakaminen täyttöpöydälle tapahtui kaksi kertaa vuorokaudessa.

Tutkimustiloilla 3, 4, 5, 6 ja 7 apevaunuihin kaivattiin keinutelipyörästä. Keinuvalla telipyörästä varustetun apevaunun siirtely on helpompaa kevyempää epätasaisessa maastossa. Telipyörästä varustetun apevaunun siirtämiseen pystytään käyttämään pienempää ja kevyempää traktoria.

TAULUKKO 9. Apevaunujen parannusehdotukset

	Tila 1	Tila 2	Tila 3	Tila 4	Tila 5	Tila 6	Tila 7
Apevaunujen parannusehdotukset	Avarampi mattokuljetin	Mattokuljettimesta kolat kuluvat,	Keinuteli puuttuu	Keinuteli ja lehtijouset puuttuvat	Telipyörästä puuttuu	Keinuteli ja lehtijouset puuttuvat	Telipyörästä puuttuu

10.3 Tasalaatuisuuteen vaikuttavat tekijät

Pienimmät erot olivat tutkimustilalla 1. Vaikka sekoitukseen käytettävä aika oli ainoastaan 13 minuuttia, kyseisellä tilalla pystyruuvit sekoittivat vasta silloin, kun viimeistä rehukomponenttia lastattiin. Sekoitustulokseen vaikutti myös leikkuuterien määrä, joka oli 18 kappaletta.

Samankaltaiset tulokset prosentteina olivat tutkimustiloilla 2, 3, 4 ja 5. Tiloilla 2, 3 ja 5 sekoittamiseen käytettävä aika oli 15–16 minuuttia. Tilalla 5 käytettiin eniten erilaisia rehukomponentteja, jolloin sekoittamiseen käytettävä aika oli noin 28 minuuttia.

Tutkimustilalla 6 aperehun epätasalaatuisuus johtui lyhyestä sekoitusajasta. Sekoittamiseen käytettävä aika oli vain 13 minuuttia ennen aperehun jakamista, koska kyseisellä tilalla käytettiin tarkkuussilputtua säilörehua. Tilalla 1 aperehun sekoitukseen käytettävä sekoitusaika oli myös 13 minuuttia. Mutta kyseisellä tilalla pystyruuvit sekoittivat vasta silloin, kun viimeistä rehukomponenttia lastattiin. Tilalla 6 aperehun jakamiseen käytettävä sekoitusaika oli lyhyin myös aperehun jakamisen yhteydessä. Sillä aperehun jakamisessa käytettävä sekoitusaika oli ainoastaan 4,5 minuuttia.

Poikkeuksellinen tulos oli tilalla 7, jossa jälkimmäinen aperehunäyte oli kivennäispi-toisempi. Tähän vaikuttavia tekijöitä olivat rankin lastaaminen sekoituksen loppuvaiheessa. Jonka jälkeen pystyruuvit sekoittivat ainoastaan kolme minuuttia, ennen aperehun jakamista.

10.4 Silpun pituuteen vaikuttavat tekijät

Apevaunujen vaikutukset silpun pituuteen johtuivat pystyruuvien terien määrästä, pystyruuvien pyörimisnopeudesta ja säilörehun sekoittamiseen käytettävästä ajasta.

Suurimmat erot kumminkin johtuivat säilörehun korjuukalustosta. Tarkkuussilputtu säilörehu oli tutkimustiloilla 6 ja 7 oli jo valmiiksi lyhyempää, kuin tiloilla, joissa säilö-

rehu korjattiin noukinvaunulla tai pyöröpaalaimella. Silpun pituuteen vaikutti myös käytettävät nurmikasvit ja säilörehun korjuuajankohta.

11 YHTEENVETO

11.1 Esimerkkitalan esittely

Tulevassa lihanautakasvattamossa olisi n. 300 loppukasvatuspaikkaa. Tilan vasikat olisivat maito- ja risteytysrotuisia, jotka tuotaisiin tilalle yli neljän kuukauden ikäisinä. Uuden nautakasvattamon ruokintajärjestelmien suunnittelussa säilörehun sadonkorjuu tapahtuu ensisijaisesti noukinvaunulla laakasiiloihin. Noukinvaunun valintaan vaikuttavat peltojen lyhyet etäisyydet nautakasvattamosta ja laakasiiloista. Myös vaunun ostohinta on pienempi verrattuna ajosilppuriketjuun. Säilörehun tiivistämiseen hyvä ratkaisu on vähintään 10000 kg painava pyöräkuormaaja. Samaa pyöräkuormaajaa pystytään hyödyntämään myös apevaunun täytössä. Toissijaisesti pienemmiltä peltolohkoilta säilörehun korjuu tapahtuu pyöröpaaleihin. Pyöröpaalit kuljetetaan traktorin paalikärryillä avonaisten laakasiilojen viereen, josta niitä lastataan apevaunuun.

Ensisijaisesti tilalla joudutaan käyttämään kuivattua viljaa. Kuivatun litisteviljan varastointi tapahtuu katetuissa pulpettikattoisissa laakasiiloissa. Kuivatun viljan valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat ostoviljan käyttö, tilalla jo olemassa oleva viljankuivuri ja kuivaviljan parempi säilyvyys kesäisin. Laakasiilojen täyttö tapahtuu viljan kuivurissa olevista siiloista valuttamalla vilja ensin litistemyllyn kautta traktorin peräkärryyn, jonka jälkeen vilja kuljetetaan katettuihin laakasiiloihin. Katettujen väkirehuvarastojen siiloleveydessä on otettu huomioon myös mahdollinen murskeviljan varastointi, jos tilan peltopinta-ala kasvaa. Taulukkoon 10 on koottu tutkimustulosten perusteella sopivin aperuokinta järjestelmä omalle esimerkkitalalle.

TAULUKKO 10. Aperuokintajärjestelmän suunnittelu esimerkkitalalle

Eläinmäärä	300
Lisävarusteet	Vaaka, mattokuljetin, keinutelipyörästö, sähköinen ohjaus
Apevaunun säiliön koko	22 m ³
Pystyruuvien määrä	2
Terien määrä yhteensä, kpl	14
Purkuluukkujen määrä	1
Purkuluukun koko, m ²	1,2*0,65
Mattokuljettimen koko, m	2,4*0,90
Purkuluukun sijainti	Edessä
Sekoittamiseen käytettävä aika (min.)	15
Sekoitusnopeus, r/minuutissa	30
Aperehun valmistus ja jakokerrat/vrk	1
Viljan säilöntämenetelmä	Kuiva
Aperehun väkirehu %	45 %
Käytettävät nurmikasvit	Timotei, nurminata ja apila
Säilörehun täyttömenetelmä	Pyöräkuormaajan monitoimikauhalla. Kauhahan leveys 2,2 m
Viljan ja kivennäisen täyttömenetelmä	pyöräkuormaajan monitoimikauhalla. Kauhahan leveys 2,2 m

11.2 Aperuokinnan suunnittelu

Aperuokinnan suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota apevaunun täyttöön liittyvissä ratkaisuissa. Tutkimustulosten perusteella säilörehun täyttöihin käytettävä aika vaihteli vuositason 63,2–24,9 h välillä, kun kohteena käytettiin omaa esimerkkitalan ruokintasuunnitelmaa. Viljan lastaamisessa käytettävä aika vaihteli vuositason 18,3–86,2 tuntia eri tutkimustilojen välillä.

Vähimmäisvaatimukset lisävarusteista omalle esimerkkitalalle ovat vaakalaite, mattokuljetin, keinutelipyörästö ja sähköinen ohjauslaite.

Vaaka on välttämätön laite, josta seurataan eri rehuosien painoa apuvaunun lastaamisessa. Vaakalaitetta pystytään hyödyntämään myös aperehun jakamisnopeuden seurannassa karsinakokojen mukaan. Keinuteliopyörästä parantaa apuvaunun kantavuutta epätasaisessa maastossa ja peruuttaminen talvella sujuu helpommin. Sähköisellä ohjauksella pystytään samalla kapulalla ohjaamaan helposti traktorilta apuvaunuun menevää hydraulikkaa.

Apevaunun purkuluukun ja mattokuljettimen tulee olla riittävän suuria, jotta aperehun jakaminen sujuisi nopeasti. Tutkimusten perusteella aperuokinnassa käytettävä tarkkuussilputtu säilörehu kulkee paremmin purkuluukuista läpi, kuin säilörehu, jossa sadonkorjuumenetelmänä on käytetty noukinvaunua.

Tutkimustulosten perusteella apuvaunun täyttöön liittyvissä ratkaisuisa säiliön tilavuuden tulee olla riittävän suuri, jolloin eri rehuosien tiputtaminen sujuisi nopeasti. Pystyruuvien leikkuuterien määrä tulee mitoittaa säilörehun korjuukaluston ja nurmikasvien mukaan, jolloin on myös huomioitava pystyruuvien kierrosnopeudet ja aperehun sekoitukseen käytettävä aika. Tutkimustulosten perusteella apuvaunun täyttö noukinvaunusäilörehulla on nopeinta tehdä monitoimikauhalla. Vaikka rehuleikkuri tekee siistimpää jälkeä ja säilörehu pysyy tiiviimpänä, monitoimikauhalla pystytään kumminkin tekemään myös kivennäisen ja viljan lastaaminen. Apevaunun täyttöä varten tilalle kannattaisi hankkia vähintään 10000 kg painava pyöräkuormaaja, koska pyöräkuormaajan massan avulla pystytään laakasiilosta ottamaan suurempi määrä säilörehua kerralla, kuin kevyellä traktorilla. Kuormaajaa pystyttäisiin hyödyntämään suuren massan vuoksi myös säilörehun tiivistämisessä.

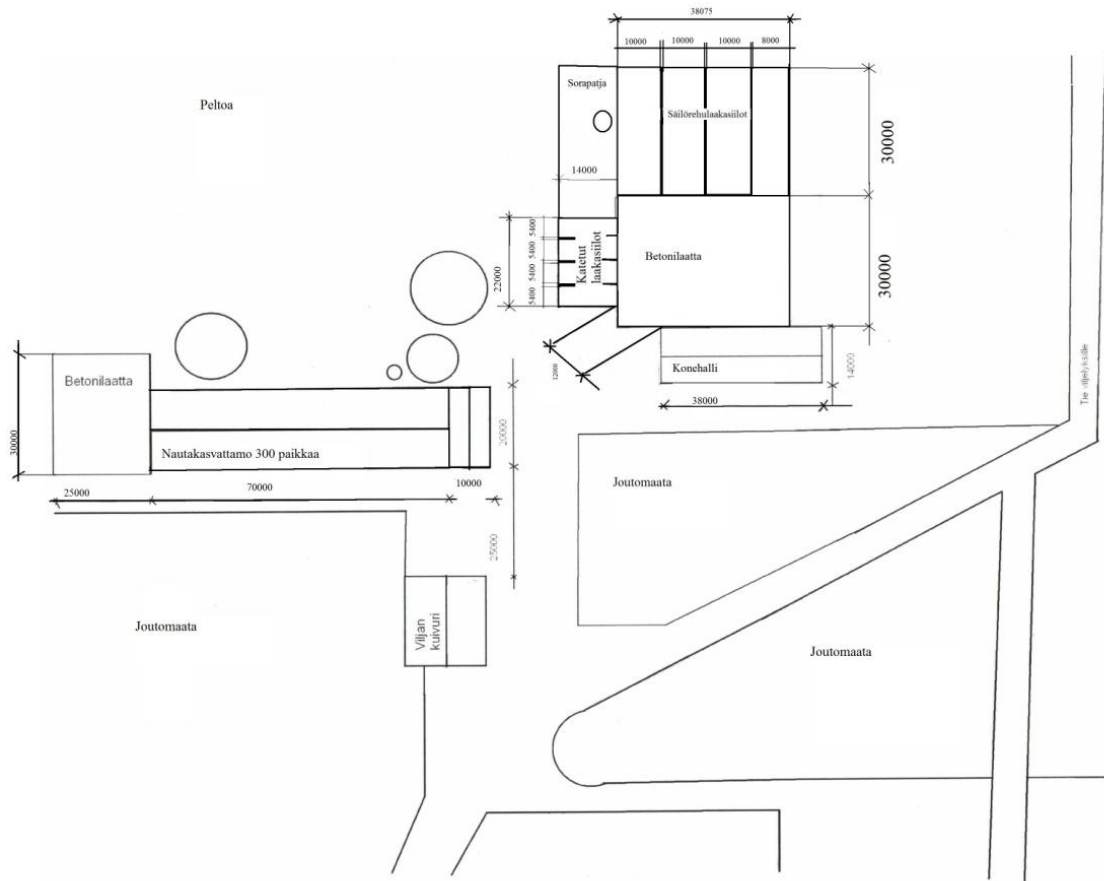
11.3 Rehuvarastojen sijoittaminen

Kuvio 8 on oman esimerkkitalan asemapiirustus, jossa on suunniteltu aperuokinnassa käytettävät rehuvarastot lihanautojen kasvattamista varten. Rehuvarastojen sijoittaminen aperuokinnassa tulee tehdä mahdollisimman lähelle nautakasvattamoita työmenekin vähentämiseksi. Siilojen sijoittamisessa on otettava huomioon mahdollinen rekkaliikenne, jotta mahdolliset ostorehut voitaisiin lastata sujuvasti katettuun laakasiiloon. Mahdollisia ostorehujäät ovat kivennäisrehujen lisäksi mahdolliset valkuaisrehut, joita käytetään sellaisina vuosina, kun säilörehu on huonolaatuista. Myös

ohralle ja kauralle on varattava omat siilonsa. Betonilaatan ansiosta siilojen edusta ei likaannu helposti ja eri rehukomponentit pysyvät puhtaina sekä apevaunun lastaaminen sujuu nopeammin.

Säilörehulaakasiilojen mitoituksessa on käytetty apuna MTT:n Virako -ohjelmaa. Säilörehusiilojen mitoituksessa on huomioitava säilörehun pilaantuminen kesällä, jonka vuoksi kesäisin kannattaa käyttää kapeampaa siiloa, josta säilörehu kuluu nopeammin. Siilojen eteen kannattaa jättää riittävästi tilaa, jotta siilojen täyttö pitkällä noukinvaunuilla sujuisi nopeasti. Säilörehulaakasiilojen suunnittelussa on otettava huomioon myös mahdollinen laajennusmahdollisuus, jos eläinmäärää halutaan lisätä.

Rehugarastojen väliin kannattaa jättää aukko mahdolliseen pyöröpaalivarastoon menemistä varten. On suositeltavaa, että pyöröpaalivarasto pohjustetaan esimerkiksi sorapatjalla, ettei traktorin pyöristä tule liejua betonilaatalle.



KUVIO 8. Oman esimerkkitalan asemapiirustus

Lisätutkimusaiheet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda puolueettomasti esille seitsemän eri lihanautakasvattamon aperuokinnan toimivuutta ja käytäntöä seosrehun tasalaatuisuuden ja työmenekin näkökulmasta. Työssä ei otettu kumminkaan huomioon apesekoituksessa käytettävän säilörehun silpun pituuden vaikutuksia lihanautojen syöntiin. Lisätutkimuksia voisi tehdä myös väkirehusiilojen hygieniasta.

LÄHTEET

Ainutlaatuinen turbo-sekoitusruuvi. 2011. Viitattu 2.10.2011.

http://www.agritek.fi/kverneland_malli?=&malli=Apevaunut

Bendixen, B. 2002. Tarkkuussilputtua rehua miksi? Viitattu 4.10.2011.

<http://www.k->

[maatalo-](http://www.k-maatalo-)

[us.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/rehunkorjuujakasittely/silppurivaunutjasilppurit/Documents/ES_ProTec_\(pbsf-433x\).pdf](http://www.k-us.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/rehunkorjuujakasittely/silppurivaunutjasilppurit/Documents/ES_ProTec_(pbsf-433x).pdf)

Digi-Star vaakalaitteet. 2011. Viitattu 23.9.2011.

<http://www.konefarmi.fi/tuotteet/tuote/24/digi-star-vaakalaitteet>

Hattum, B, Keuper, J, Knuivers M & Lenge, R. Sechs Mischer im Test. Top Agrar. 5/2005.

Huhtanen, P. 2003. Heinää ei tarvita. Maito ja me-lehti. Viitattu 5.10.2011.

<http://ammattilaiset.valio.fi/maitojame/sisaruok03/phkuidun.htm>

Huuskonen, A. 2005. Tarvitseeko sonni lisävalkuaista?: Koetoiminta ja käytäntö. Viitattu 20.9.2011.

<http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n02s11.pdf>, MTT-liite.

Ikävalko, H. 2011. Tehokas sekoitus takaa hyvän rehun. Kotieläin 2/2011. Viitattu 1.10.2011.

<http://www.digipaper.fi/agrimarket/74670/index.php?pgnumb=24>

Rehutaulukot. 2011. Viitattu 21.9.2011

https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/!rehu_mtt.rehu_mtt_marehtija_pack.report

Kaihilahti, J., Kangasniemi, R, Khalili, H, Mäntysaari, P., Raussi, S., Sariola, J. & Suokannas, A. 2006. Rehukeskus säästää aikaa ja vaivaa. Nauta 3/2006.

Knuuttila, J. 2004a. Lapasekoitin on apevaunujen yleiskone. Maatilan Pirkka. 6/2004. Viitattu 6.10.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Knuuttila, J. 2004b. Hyvää apetta mutta millä tekniikalla. Maatilan Pirkka 6/2004. Viitattu 16.9.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Knuuttila, J. 2004c. Pystyruuvi on hellävarainen ja nopea. Maatilan Pirkka 6/2004. Viitattu 27.9.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Knuuttila, J. 2004d. Apevaunukin vaatii huoltoa. Maatilan Pirkka 6/2004. Viitattu 3.10.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Knuuttila, J. 2004e. Pystyruuvi on hellävarainen ja nopea. Maatilan Pirkka 6/2004. Viitattu 15.9.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Knuuttila, J. 2004f. Yli 4000 pyöröpaalia appeeksi ilman ongelmia. Maatilan Pirkka 6/2004. Viitattu 7.10.2011.

http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf

Kirkkari, A., Lötjönen., T, Mikkola, H., Palva, R. & Suomi, P. 2003. Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. Viitattu 21.9.2011.

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met31.pdf>, MTT-verkkojulkaisu.

Kirkkari, A., Lötjönen., T, Mikkola, H., Palva, R. & Suomi, P. 2003. Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. Viitattu 21.9.2011.

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met31.pdf>, MTT-verkkojulkaisu.

Leikkuuterien teroitus. 2001. Viitattu 7.10.2011r.

<http://www.junkkaripalvelut.com/pdf/i/01APk.pdf>

Monitoimikauha. 2011. Viitattu 26.9.2011.

<http://www.tomaskjellman.fi/pdf/ts-bucket.pdf>

Murska 350. 2011. Viitattu 25.10.2011.

<http://www.murskabiopacker.fi/fin/murska/murskeviljan-kaesittely/murska-350>

Murskeviljan viljely. 2012. Viitattu 20.2.2012.

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvuohjelma/erikoiskasvit/murskevilja>

Palva, R & Puumala, L. 2004a. Tilasekoituksen koneketjut. Työtehoseuran maataloustiedote (571) 8/2004.

Palva, R & Puumala, L. 2004b. Spiraalikuljettimet. Työtehoseuran maataloustiedote (571) 8/2004.

Palva, R & Puumala, L. 2004c. Tilasekoituksen koneketjut. Työtehoseuran maataloustiedote (571) 8/2004.

PMR - ruokinta lihanautatiloilla. 2011. Viitattu 17.9.2011.

<http://www.farmit.net/kotielaein/lypsylehmae/ruokinta/seosrehuruokinta/lihanautojen-seosruokinta>

Puumala, L, Palva, R & Karttunen, J. 2007. Seoksen kuiva-ainepitoisuus ja tasalaatuisuus. Seosrehu rehunjakotapana – useimmin esitettyjä kysymyksiä. TTS tutkimuksen tiedote Luonnonvara-ala: maatalous. (602) 8/2007

Tehokkaaseen ruokintastrategiaan. 2011. Viitattu 21.9 2011

http://www.delaval.fi/ImageVaultFiles/id_4515/cf_5/Seosrehuvaunut.pdf,

TMR ruokinta lihanautatilalla ja eläinten ryhmittely. 2011. Viitattu 17.9.2011.

<http://www.farmit.net/kotielaein/lypsylehmae/ruokinta/seosrehuruokinta/lihanautojen-seosruokinta>

Turtiainen, M. 2011. Punainen mylly Hollannista. Koneviesti 7, 76.

Turtiainen, M. 2011. Teriä kolmea sorttia. Koneviesti 7, 76.

LIITTEET

LIITE 1. Tutkimustulokset

	tila1	tila2	tila3	tila4	tila5	tila6	tila7	
lastaamiseen käytettävä aika/minuuttia								Keski arvo
ohra, kivennäinen, ruokakalkki ja suola	3,5			2,25				2,88
suola, kivennäinen ja rapsi			4					4
ohra ja kivennäinen kaura		3						3
vilja			2		3	2	2	2,25
säilörehu	9	5	6	4,5	9	8,5	5	6,71
perunarehu		3,5	1	4			2,5	2,75
mäski				3				3
rankki	0,5						0,5	0,5
kivennäinen suola					2,5		1	1,75
ruokakalkki								
rypsi					1,5	0,5		1
pötsitehoste ja kivennäinen						1		1
ohra-iturehu				2,5				2,5
rapsi								
yhteensä	13	11,5	13	16,25	16	12	11	13,3
Komponenttien lukumäärä	4,3	3,8	3,3	3,3	4	3	2,2	3,4
eri rehu komponenttien hakukerrat								Keski arvo
ohra, kivennäinen, ruokakalkki ja suola	1			1				1
suola, kivennäinen ja rapsi			1					1
ohra		3						3
kaura								
vilja			2		3	3	1	2,25
säilörehu	9	5	6	5	7	6	5	6,14
perunarehu		4	1	4			2	2,75
mäski				2				2
rankki	0,5						0,5	0,5
kivennäinen suola					1		1	1
ruokakalkki								
rypsi					1	1		1
pötsitehoste ja kivennäinen						1		1
ohra-iturehu				2				2
rapsi								
säilörehun määrä/kg	3900	5500	4700	2000	4000	4500	5000	
Säilörehun korjuukalustus	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Pyöröpaalain ja	Noukinvaunu	Noukinvaunu	Ajosilppuri	Ajosilppuri	
	traktorin rehuleikkurilla laakasiilosta. Työleveys 1,5m	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiiloista ja pyöröpaaleina	traktorin talikolla laakasiilosta. Työleveys 1,5m.	kurottajan monitoimikauhalla laakasiilosta. Kauhan leveys 2 metriä	traktorin monitoimikauhalla laakasiilosta. Kauhan leveys 2 metriä	pyöräkuorman ajan 2,5m3 kauhalla laakasiilosta	
säilörehun lastaaminen								
Lastausaika säilörehulle/s	0,14	0,05	0,08	0,14	0,14	0,11	0,06	