



## Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä

Antti Suokannas, Heidi Salovuori, Pilvi Ronkainen,  
Antti Heino, Mari Hovinen, Iiris Kasanen, Satu Raussi,  
Jutta Kaihilahti, Anna-Maija Aisla, Seija Saastamoinen,  
Sakari Alasuutari ja Esa Manninen



Maa- ja elintarviketalous 62  
97 s.

# **Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä**

Antti Suokannas, Heidi Salovuori, Pilvi Ronkainen,  
Antti Heino, Mari Hovinen, Iris Kasanen, Satu Raussi,  
Jutta Kaihilahti, Anna-Maija Aisla, Seija Saastamoinen,  
Sakari Alasuutari ja Esa Manninen

ISBN 951-729-921-4 (Painettu)  
ISBN 951-729-922-2 (Verkkojulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkojulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met62.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met62.pdf)

Copyright

MTT

Antti Suokannas, Heidi Salovuori, Pilvi Ronkainen, Antti Heino, Mari Hovinen,  
Iiris Kasanen, Satu Raussi, Jutta Kaihilahti, Anna-Maija Aisla,  
Seija Saastamoinen, Sakari Alasuutari ja Esa Manninen

Julkaisija ja kustantaja

MTT

Jakelu ja myynti

MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), 03400 Vihti

Puhelin (09) 224 251, telekopio (09) 224 6210

[sähköposti: julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2004

Kannen kuvat

Satu Raussi ja Sakari Alasuutari

Painopaikka

Data Com Finland Oy

# Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä

Antti Suokannas<sup>1)</sup>, Heidi Salovuori<sup>2)</sup>, Pilvi Ronkainen<sup>2)</sup>, Antti Heino<sup>2)</sup>, Mari Hovinen<sup>3)</sup>, Iiris Kasanen<sup>3)</sup>, Satu Raussi<sup>1)</sup>, Jutta Kaihilahti<sup>1)</sup>, Anna-Maija Aisla<sup>1)</sup>, Seija Saastamoinen<sup>4)</sup>, Sakari Alasuutari<sup>5)</sup>, Esa Manninen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vakolantie 55, 03400 Vihti, [antti.suokannas@mtt.fi](mailto:antti.suokannas@mtt.fi), [satu.raussi@mtt.fi](mailto:satu.raussi@mtt.fi), [jutta.kaihilahti@mtt.fi](mailto:jutta.kaihilahti@mtt.fi), [esa.manninen@mtt.fi](mailto:esa.manninen@mtt.fi)

<sup>2)</sup>Helsingin yliopisto, Elintarviketeknologian laitos, maitoteknologia, PL 66, 00014 Helsingin yliopisto

<sup>3)</sup>Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, PL 57, 00014 Helsingin yliopisto, [mari.hovinen@helsinki.fi](mailto:mari.hovinen@helsinki.fi)

<sup>4)</sup>Helsingin yliopisto, Kotieläintieteen laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto

<sup>5)</sup>Helsingin yliopisto, Suitian opetus- ja tutkimustila, 02570 Siuntio, [sakari.alasuutari@helsinki.fi](mailto:sakari.alasuutari@helsinki.fi)

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko uudella automaattisella lypsijärjestelmällä tuottaa korkealaatuista maitoa ja miten uusi menetelmä vaikuttaa eläinten utareterveyteen. Lisäksi tutkittiin, miten menetelmä vaikuttaa eläinten käyttäytymiseen ja hyvinvointiin.

Tutkimuksessa oli mukana kolme DeLavalin VMS-laitteistoa (Voluntary Milking System). Laitteistot sijaitsevat Helsingin yliopiston Suitian opetus- ja tutkimustilalla sekä kahdella yksityisellä tilalla. Robotit otettiin käyttöön marraskuussa 2000 ja toukokuussa 2001. Suitian koetilalla automaattisessa lypsyssä oli keskimäärin 26 lehmää, jolloin noin puolet robotin kapasiteetista oli käytössä. Kahdella yksityisellä tilalla lehmiä oli vähimmillään 33 ja enimmillään 55 lypsyrobotia kohti.

Merkittävin muutos maidon laadussa automaattiseen lypsyyn siirtymisen jälkeen oli somaattisten solujen ja kokonaisbakteerien määrän lisääntyminen. E-luokan eli korkeimman maidon laatuluokan solu- ja bakteeriraja-arvoja ei kuitenkaan ylitetty. Automaattisen lypsijärjestelmän käyttöönoton yhteydessä ja alun opetteluvaiheessa maidon solu- ja bakteerimäärissä sekä jäätymisspisteessä oli enemmän vaihtelua. Maidon jäätymisspiste palautui lähtötasolle jo puolessa vuodessa. Maidon bakteerimäärän vähentämiseksi tulee yleisen hygienian lisäksi kiinnittää huomiota laitteiston pesuihin ja maidon jäähdytykseen. Tutkimuksessa vapaiden rasvahappojen määrä oli korkeampi AMS-maidossa (0,8 mmol/100g) kuin vertailuryhmässä (0,5 mmol/100g).

Utareterveys huononi ensimmäisen seurantavuoden aikana. Suitian tilalla utareterveys parani kuitenkin ennalleen toisena seurantavuonna. Seurantatutkimuksen kolmen tilan aineisto on riittämätön osoittamaan, johtuivatko havaitut muutokset automaattiseen lypsyy siirtymisestä vai muista tekijöistä.

Suitian navettaosastojen välisessä käyttäytymisvertailussa havaittiin, että automaattilypsyosaston lehmät käyttivät vähemmän aikaa makaamiseen ja enemmän seisomiseen verrattuna lypsyasemaosaston lehmiin. Ammattitaitoisen karjanhoitajan ja hyvän ihmis-eläinsuhteen merkitys korostuu automaattisessa lypsyjärjestelmässä. Vaikka robotti lypsää lehmät, on hoitajan vastuulla edelleen eläinten ruokinta, terveys, kiimantarkkailu, lypsyjärjestelmän toimivuus sekä eläinten, navetan ja lypsypaikan puhtaus.

Laiduntamisen ja automaattilypsyn yhdistäminen onnistuu, mikäli laitumet sijaitsevat navetan läheisyydessä. Ongelmia on tutkimusten mukaan aiheuttanut lehmien yhtäaikainen käyttäytyminen. Kun lehmät tulevat laitumelta takaisin navettaan, ne tekevät sen yleensä yhdessä. Tällöin lypsyrobotin taakse muodostuu ruuhkaa, ja lehmät joutuvat odottelemaan lypsylle pääsyä.

---

*Asiasanat: automaattilypsy, maidon laatu, soluluku, utareterveys, eläinten käyttäytyminen, eläinten hyvinvointi*

---

# Effects of automatic milking on the milk quality, udder health, behaviour, and welfare of cows

Antti Suokannas<sup>1)</sup>, Heidi Salovuoto<sup>2)</sup>, Pilvi Ronkainen<sup>2)</sup>, Antti Heino<sup>2)</sup>, Mari Hovinen<sup>3)</sup>, Iris Kasanen<sup>3)</sup>, Satu Raussi<sup>1)</sup>, Jutta Kaihilahti<sup>1)</sup>, Anna-Maija Aisla<sup>1)</sup>, Seija Saastamoinen<sup>4)</sup>, Sakari Alasuutari<sup>5)</sup>, and Esa Manninen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> MTT (Agrifood Research Finland), Agricultural Engineering Research (Vakola), Vakolantie 55, FI-03400 Vihti, Finland, [antti.suokannas@mtt.fi](mailto:antti.suokannas@mtt.fi), [satu.raussi@mtt.fi](mailto:satu.raussi@mtt.fi), [jutta.kaihilahti@mtt.fi](mailto:jutta.kaihilahti@mtt.fi), [esa.manninen@mtt.fi](mailto:esa.manninen@mtt.fi)

<sup>2)</sup> University of Helsinki, Department of Food Technology, Dairy Technology, PL 66, FI-00014 University of Helsinki, Finland

<sup>3)</sup> University of Helsinki, Faculty of Veterinary Medicine, PL 57, FI-00014 University of Helsinki, Finland, [mari.hovinen@helsinki.fi](mailto:mari.hovinen@helsinki.fi)

<sup>4)</sup> University of Helsinki, Department of Animal Science, PL 27, FI-00014 University of Helsinki, Finland

<sup>5)</sup> University of Helsinki, Suitia Research Farm, FI-02570 Siuntio, Finland, [sakari.alasuutari@helsinki.fi](mailto:sakari.alasuutari@helsinki.fi)

## Abstract

The objective of the research project was to determine if high-quality milk can be produced with an automatic milking system and how this new milking method affects udder health. The system's effects on cow behaviour and welfare were also studied.

The project comprised three DeLaval VMS (voluntary milking system) milking robots. The robots are located at the Suitia Research Farm of the University of Helsinki and at two private farms. The robots were put into use in November 2000 and in May 2001. At Suitia, 26 cows on the average were milked with the robot, which meant that about half of the robot's capacity was utilised. On the two private farms, the number of cows per milking robot was between 33 and 55.

The most important change in the milk quality after the transition to automatic milking was a rise in the somatic cell count and the total bacterial count. However, the cell and bacteria limits for class E milk, i.e. the highest grade, were not exceeded. While starting and learning to use the automatic milking system, there was more variation in the cell and bacterial counts and in the freezing point of the milk than before the transition to automatic milking. The freezing point returned to the initial level after half a year already. To reduce the bacterial count, attention should be paid to general hygiene and to proper equipment cleaning and milk refrigeration. In the study, the amount of free fatty acids in the VMS milk was higher (0.8 mmol/100 g) than in the reference group's milk (0.5 mmol/100 g).

The udder health of the cows milked by VMS deteriorated during the first year of the study. At the Suitia Research Farm, the udder health returned to normal during the second year. The data from the three farms in the study is insufficient to prove whether the changes were caused by the transition to automatic milking or by other factors.

Comparison of cow behaviour in the VMS group and the reference group in the barn at the Suitia Research Farm showed that the VMS cows spent less time lying and more time standing than the cows in the reference group. The existence of a skilled stockman's good human-animal relationship gains in importance in robotic milking systems. Although the robot milks the cows, the stockman is still responsible for feeding and maintaining the health of the cows and for heat detection, the milking system's working order, and the cleanliness of the animals, the barn, and the milking stall.

Grazing and automatic milking can be successfully combined if the pastures are close to the barn. However, studies show that the synchronized behaviour of cows causes problems. When cows return from the pasture, they generally all come back together. As a result, a line forms in front of the milking robot, and the cows have to wait for their turn.

---

*Index words: automatic milking, milk quality, somatic cell count, udder health, animal behaviour, animal welfare*

---

# Alkusanat

Tämä tutkimus on toteutettu vuosina 2000–2003 maa- ja metsätalousministeriön, Walter Ehrströmin säätiön, Maatalouskoneiden tutkimussäätiön ja Valio Oy:n rahoituksella. Tutkimus ”Automaattisen lypsyn vaikutus maidon laatuun, eläinten utareterveyteen, käyttäytymiseen ja hyvinvointiin” toteutettiin MTT maatalousteknologian tutkimuksen (Vakola) sekä Helsingin yliopiston (HY) Elintarviketeknologian laitoksen, Eläinlääketieteellisen tiedekunnan Saaren yksikön ja Suitian opetus- ja tutkimustilan yhteistyönä.

Ensimmäiset automaattiset lypsyjärjestelmät (AMS) otettiin Suomessa käyttöön vuoden 2000 loppupuolella. Ajatus automaattisesta lypsystä tuli meillä julkisuuteen ensimmäisen kerran vuonna 1998, kun järjestelmä esiteltiin Ruotsissa. Tästä hiukan myöhemmin maidontuotantoon liittyvissä sidosryhmissä kiinnostuttiin automaattisesta lypsystä myös Suomessa. Samalla alettiin pohtia menetelmään liittyviä asioita kuten maidon laatu, utareterveys, eläinten käyttäytyminen ja karjanhoitajien työnkäyttö.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko uudella automaattisella lypsyjärjestelmällä tuottaa korkealaatuista maitoa, miten uusi menetelmä vaikuttaa eläinten utareterveyteen ja miten se vaikuttaa sekä eläinten käyttäytymiseen että hyvinvointiin. Tutkimuksessa selvitettiin myös, kuinka automaattinen lypsyjärjestelmä vaikuttaa lypsykarjan hoitotyön sisältöön, määrään ja ajankohtaan.

Tämän tutkimuksen käynnistäjinä ovat toimineet MMT Markus Pyykkönen, prof. Hannu Saloniemä ja johtaja Seppo Karttunen. Heille suuret kiitokset siitä. Samoin erityiskiitokset kahdelle yksityiselle karjatilalle. Tutkimusryhmä haluaa esittää parhaat kiitokset tutkimuksen rahoittajille ja tutkimuksen ohjausryhmälle, Valio Oy:lle ja DeLaval Oy:lle. Samoin kiitämme Suitian henkilökuntaa, erityisesti Daniel Björkmania ja Pentti Korhosta. Erityiset kiitokset myös Maito-Auran maidontuotannon neuvojalle Anu Potilalle siitä työstä, jonka hän teki organisoidessaan maidon laatu- ja jatkokäsittelyn. Maidon laaturyhmän toiminnasta erityiskiitokset Valio Oy:n Hanna Laitiselle ja Ari Mäkelälle. Lisäksi haluamme kiittää arvokkaasta utareterveysosion ohjauksesta Helsingin yliopiston (HY) Eläinlääketieteellisen tiedekunnan Saaren yksikön professori Satu Pyörälää ja maidon laatu –osion ohjauksesta MTT elintarvikkeiden tutkimuksen tutkimuspäällikkö Eeva-Liisa Ryhästä. Lisäksi kiitämme MTT maatalousteknologian tutkimuksen Tuovi Laaksosta tämän raportin viimeistelystä.

Vihdissä marraskuussa 2004

Antti Suokannas  
Tutkimuksen johtaja



# Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	11
2 Automaattilypsyn yleistyminen ja kehitys .....	12
2.1 Automaattilypsyn rajoitukset.....	13
2.2 Termit .....	13
2.3 Automaattinen lypsykone.....	14
2.4 Automaattinen lypsylaitteisto .....	14
3 Suidan opetus- ja tutkimustilan kokemukset automaattilypsystä.....	15
3.1 Lehmäliikenne .....	15
3.2 Kone lypsää yötä päivää.....	16
3.3 Ensimmäiset tulokset lypsykerroista .....	17
3.3.1 Lypsykerrat suhteessa tuotokseen .....	17
3.4 Ruokinta .....	18
3.4.1 Elämää ruokinta-alueella .....	18
3.4.2 Säilörehun syönti.....	19
3.4.3 Laiduntaminen.....	19
3.5 Ihannelehmä robotille?.....	19
3.6 VMS-järjestelmän lypsykapasiteetista .....	20
3.6.1 Huolto.....	21
3.6.2 Automaattilypsy kiinnostaa .....	21
4 Maidon laatu.....	22
4.1 Tutkimuksen tavoite .....	22
4.2 Maidon laatu ja automaattiset lypsyjärjestelmät .....	22
4.3 Aineisto ja menetelmät .....	26
4.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	28
4.4.1 Kokonaisbakteerit.....	28
4.4.2 Somaattiset solut .....	30
4.4.3 Rasvapitoisuus.....	33
4.4.4 Proteiinipitoisuus.....	34
4.4.5 Laktoosipitoisuus .....	35

4.4.6	Jäätymispiste .....	36
4.4.7	Urean määrä .....	37
4.4.8	Vapaat rasvahapot .....	37
4.4.9	Koliryhmän bakteerit.....	39
4.4.10	Klostridi-itiöt.....	40
4.4.11	Psykrotrofit.....	40
4.4.12	Bacillus cereus .....	42
4.4.13	Muut bakteeriryhmät .....	42
4.4.14	Aistinvarainen arviointi.....	43
4.5	Puhtausnäytteet ja siiviläsukkakoe.....	43
5	Lehmien utareterveys automaattisessa lypsyjärjestelmässä.....	46
5.1	Johdanto .....	46
5.2	Aineisto ja menetelmät seurantakaudella .....	47
5.3	Utareterveyden tunnusluvut .....	49
5.4	Bakteriologisen tilanteen kartoitus.....	52
5.5	Vedinten kunto .....	53
5.5.1	Automaattisen lypsykoneen asetusten vaikutus lehmien vedinten kuntoon ja maidonvirtaukseen .....	55
5.6	Maidon laadun määrittäminen ja utaretulehduksen havaitseminen automaattisilla lypsyjärjestelmillä .....	55
5.6.1	Seurantakausi .....	55
5.6.2	Toimintatutkimus .....	56
5.7	N-asetyyli-β-D-glukosaminidaasi (NAGaasi) -aktiivisuuden käyttökelpoisuus subkliinisten ja kliinisten utaretulehdusten havaitsemisessa .....	57
5.8	Vedinten puhdistuminen ja vedinpesun tekninen onnistuminen automaattisessa lypsissä.....	58
5.9	Lypsinten puhdistuminen utaretulehdusbakteereista lypsyjärjestyksen puuttuessa.....	58
5.10	Termien selitykset .....	59
6	Lehmien käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattisen lypsyjärjestelmän navetassa .....	60
6.1	Johdanto .....	60
6.2	Lehmän hyvinvoinnin toteutuminen automaattisessa lypsyjärjestelmässä .....	60

6.2.1	Mahdollisuus liikkua .....	61
6.2.2	Mahdollisuus syödä .....	61
6.2.3	Mahdollisuus levätä .....	62
6.2.4	Mahdollisuus käydä lypsyllä .....	63
6.2.5	Mahdollisuus laiduntaa .....	63
6.3	Lehmän oppiminen ja opettaminen .....	64
6.3.1	Miten lehmä tulisi totuttaa automaattilypsyyn .....	64
6.3.2	Millainen on automaattilypsyyn hyvin sopeutuva lehmä .....	65
6.4	Hoitajan vaikutus lehmän hyvinvointiin .....	65
6.5	Käyttätymistarkkailut Suitian AMS-navetta- osastossa keväällä ja kesällä 2001 .....	66
6.5.1	Lehmien aktiivisuus navetassa .....	66
6.5.2	Lehmien lypsykäyttäytyminen .....	67
6.5.3	Ruokinta-alueen laajennuskokeilu .....	68
6.5.4	Sosiaalisen hierarkian tarkastelu .....	70
6.6	Lehmien käyttäytyminen automaattisen ja tavanomaisen lypsyn navettaosastoissa .....	71
6.6.1	Peruskäyttäytyminen .....	71
6.6.1.1	Aineisto ja menetelmät .....	71
6.6.1.2	Tulokset ja niiden tarkastelu .....	75
6.7	Yhtäaikainen käyttäytyminen .....	77
6.7.1	Menetelmät .....	77
6.7.2	Tulokset .....	77
6.8	Laidunnuskoe kesällä 2002 .....	78
6.8.1	Aineisto ja menetelmät .....	78
6.8.1.1	Tulokset ja niiden tarkastelu .....	80
7	Johtopäätöksiä .....	86
7.1	Maidon laatu .....	86
7.2	Lehmien utareterveys automaattisessa lypsyjärjestelmässä .....	87
7.3	Lehmien käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattisessa lypsyssä ..	87
8	Kirjallisuus .....	89

# 1 Johdanto

Kiinnostus automaattista lypsyjärjestelmää ja sen tutkimusta kohtaan lisääntyi vuonna 1999, kun oli alustava tieto siitä, että ensimmäiset järjestelmät Suomessa otetaan käyttöön vuonna 2000. Ensimmäiseksi heräsivät kysymykset, miten automaattinen lypsy vaikuttaa maidon laatuun, miten se vaikuttaa utareterveyteen ja eläinten käyttäytymiseen sekä hyvinvointiin. Lisäksi esille tuli kysymys, miten kuluttajat suhtautuvat automaattisella lypsyjärjestelmällä tuotettuun maitoon. Selvää oli vain se, että fyysisesti rasittava lypsy siirtyy robotilla tehtäväksi. Robotin mukana navettaan tulee elektroniikkaa ja tietotekniikkaa, jossa on mittausta, säätöä ja paljon informaatiota käyttäjälle ja koneen huollosta vastaaville henkilöille. Tutkimusalueen ongelmakentän rajauksessa päädyttiin maidon laadun, utareterveyden ja eläinten käyttäytymisen seurantaan. Ohessa tehtäisiin myös joitakin teknisiä mittauksia.

Ensimmäinen kaupallinen automaattinen lypsyjärjestelmä otettiin käyttöön Alankomaissa vuonna 1992. Vuoden 2003 lopulla maailmassa oli käytössä noin 2200 automaattista lypsyjärjestelmää yli 20 maassa (Koning & Rodenburg 2004). Lypsyrobotin kehittämisen keskeisenä motiivina on ollut ihmisen vapauttaminen yksitoikkoisesta ja raskaasta lypsytyöstä. Automaattisen lypsyjärjestelmän myötä pienentynyt lypsyn työmenekki antaa maatalousyrittäjälle mahdollisuuden tehostaa tuotantoa eläinmäärää lisäämällä ja kohdistaa osa vapautuvasta työpanoksesta lehmien hyvinvoinnin seurantaan.

Muun muassa aiemmin mainituista näkökohdista käynnistettiin MTT maatalousteknologian tutkimuksen ja Helsingin yliopiston yhteistutkimushanke ”*Automaattisen lypsyn vaikutus maidon laatuun, eläinten utareterveyteen, käyttäytymiseen ja hyvinvointiin*”. Hankkeeseen saatiin rahoitusta maa- ja metsätalousministeriöltä, Walter Ehrströmin säätiöltä, Maatalouskoneiden tutkimussäätiöltä ja Valio Oy:ltä. Tässä raportissa esitellään kyseisen tutkimushankkeen maidon laatuun, eläinten utareterveyteen ja eläinten käyttäytymiseen liittyvät osiot ja niiden keskeisimmät tulokset. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko uudella automaattisella lypsyjärjestelmällä tuottaa korkealaatuista maitoa. Utareterveysosion tavoitteena oli vastata kysymykseen, miten käy utareterveyden automaattiseen lypsyyn siirtymisen myötä. Käyttäytymis- ja hyvinvointiosion tavoitteena oli selvittää lehmän oppimista ja tottumista sekä hyvinvoinnin toteutumista automaattisessa lypsyssä. Tutkimuksessa selvitettiin myös, kuinka automaattinen lypsyjärjestelmä vaikuttaa lypsykarjan hoitotyön sisältöön, määrään ja ajankohtaan. Työnkäyttöosion tuloksia ei julkaista tässä raportissa, sillä ne on raportoitu erillisessä opinnäytetyössä.

## 2 Automaattilypsyn yleistyminen ja kehitys

*Esa Manninen*

Ensimmäiset automaattiset lypsylaitteistot otettiin käyttöön Hollannissa vuonna 1992. Laitteiden yleistyminen oli hidasta aina vuoteen 1998 asti. Vuoden 2003 lopussa arvioitiin noin 2200 tilan käyttävän automaattista lypsyä. Järjestelmiä on käytössä ympäri maailmaa, mutta yli 80 % tiloista on Pohjois- ja Länsi-Euroopassa (Koning & Rodenburg 2004).

Pohjoismaissa on merkittävä osa maailman automaattisista lypsyjärjestelmistä. Toukokuun lopussa 2004 Pohjoismaissa oli automaattilypsytiloja 716 ja lypsypaikkoja oli yhteensä 1179. Keskimääräisellä automaattilypsytilalla oli siten 1,6 lypsypaikkaa.

Taulukko 1. Automaattilypsyä käyttävien tilojen määrä ja osuus kaikista tiloista Pohjoismaissa 31.5.2004 (Gyllenswärd 2004).

	Tanska	Suomi	Islanti	Norja	Ruotsi	Yhteensä
Tiloja	346	78	16	30	246	716
Lypsypaikkoja	678	91	16	33	361	1179
AMS tilojen osuus kaikista tiloista	4,7 %	0,4 %	1,8 %	0,2 %	2,5 %	1,4 %
AMS maidon osuus tuotetusta maidosta	6,2 %	1,5 %	3,2 %	0,7 %	5,0 %	
Lypsypaikkoja tilaa kohti	2,0	1,2	1,0	1,1	1,5	

Noin kahdessa vuodessa tilojen määrä oli lisääntynyt 418 tilalla. Taulukossa 2 on tilanne kesäkuussa 2002.

Taulukko 2. Automaattilypsyä käyttävien tilojen määrä Pohjoismaissa kesäkuussa 2002 (Gyllenswärd 2002).

	Tanska	Suomi	Islanti	Norja	Ruotsi	Yhteensä
Tiloja	173	21	7	6	101	298
Lypsypaikkoja	299	23	7	6	142	467

Eri yhteyksissä on pyritty arvioimaan automaattilypsyn osuutta lypsyjärjestelmäinvestoinneista. Niin laitetoimittajien kuin neuvonnankin tuntuma on, että automaattilypsyn osuus on Ruotsissa yli puolet pihattokohteista ja Suomessa osuus on vielä tätäkin suurempi.

## 2.1 Automaattilypsyn rajoitukset

Keväällä 2003 Hollannissa pidetyn automaattilypsyseminaarin yhteenvedoksi sopisi toteamus ”Management makes the difference!” Tärkeintä on automaattilypsyjärjestelmän hallinta ja ohjaus, jolla vaikutetaan niin lehmien hyvinvointiin, tuotostasoon, utareterveyteen, maidon laatuun kuin myös työmenekkiin ja siten koko automaattilypsyn kannattavuuteen. Tuottajan tai järjestelmän käyttäjän ominaisuudet ratkaisevat lopputuloksen. Vaikka jotkut haluavat laittaa painon sanalle ”automaattinen” ja lypsyrobotin ominaisuuksille, ei se poista lainkaan ihmisen tekemän valvonnan ja ohjauksen tarvetta. Myös automaattisia järjestelmiä pitää valvoa. Lisäksi monet niin sanotusti automaattiset järjestelmät toimivat varsin puutteellisesti, ne eivät esimerkiksi kykene havaitsemaan muuttunutta maitoa.

Perinteisessä lypsyssä lypsäjä tekee lypsytyöhön sisältyen jatkuvaa ja säännöllistä valvontaa. Automaattisessa lypsyssä valvonta pitää tehdä omana työvaiheena ja säännöllisesti. Jos valvonta on satunnaista, on myös järjestelmän toiminta epävakampaa. Tässä tilanteessa myös lehmien lypsyllä käynti on epäsäännöllisempää, jonka seurauksena tuotokset jäävät tavoitteista, ja utareterveys heikkenee. Automaattisten lypsyjärjestelmien tuotannon ohjaustyökaluja tuleekin kehittää entistä selkeämmiksi ja helppokäyttöisemmiksi. Tärkeimmät mittarit tulee olla jatkuvasti seurannassa. Myös joidenkin mittareiden luotettavuudessa on vielä paljon parannettavaa. Etenkin eläimen hyvinvointia mittaavien mittareiden kehittämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

## 2.2 Termit

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa nro 8/EEO/2002 automaattilypsyllä tarkoitetaan lypsyä, joka tapahtuu ilman ihmisen välitöntä läsnäoloa. Lisäksi asetuksessa käytetään termiä automaattinen lypsylaitteisto, jolle asetetaan tiettyjä vaatimuksia.

Kansainvälinen ISO-standardi automaattilypsylaitteistosta on työn alla. Työryhmän tehtävänä on laatia määritelmät. Oheen liitetyt määritelmät eivät ole lopullisia. Standardin arvioidaan olevan valmis vuonna 2006.

Seuraavassa joitakin määritelmiä, jotka eivät välttämättä ole lopullisia.

## 2.3 Automaattinen lypsykone

automatic milking machine, AMM

milking machine for unattended milking of identified cows

NOTE – To make unattended milking of identified animals possible the AMM includes:

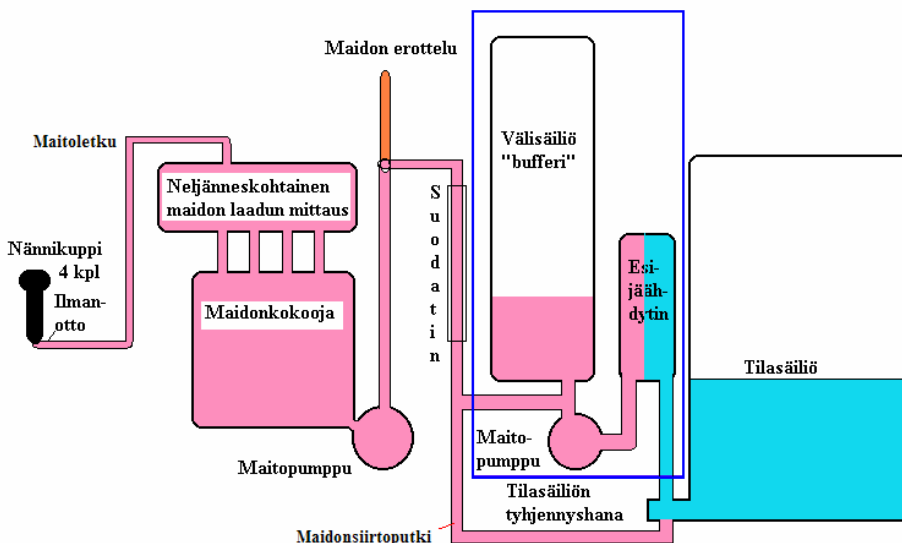
- hardware and software for running and monitoring
- selection system for eligibility for milking
- device for attachment and removal of teat cups
- device for cleaning the teats
- system for cleaning and sanitation of the milking machine and teat cleaning device
- alarm systems concerning the processes of milking, cooling, cleaning and sanitation.

## 2.4 Automaattinen lypsylaitteisto

automatic milking installation, AMI

automatic milking machine including milk cooling and storage system.

Alla olevassa kuvassa (kuva 1) on lisäksi joidenkin komponenttien nimiä.



Kuva 1. Periaatepiirros automaattisen lypsy-yksikön toiminnasta.

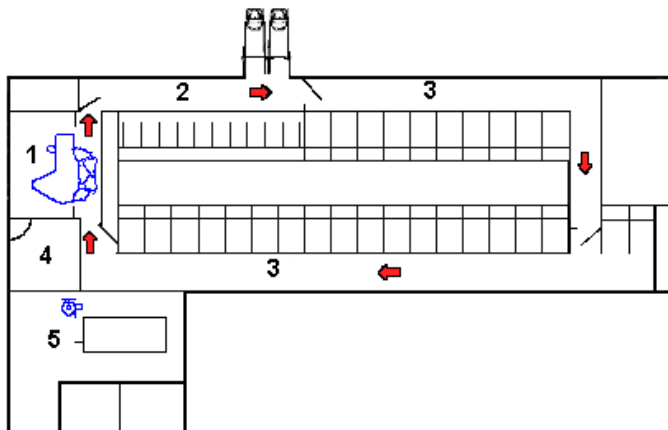
### 3 Suitian opetus- ja tutkimustilan kokemukset automaattilypsystä

*Sakari Alasuutari*

Helsingin yliopiston Suitian opetus- ja tutkimustilalla käynnistyi lehmien automaattilypsy DeLavalin toimittamalla VMS-lypsyjärjestelmällä 28. marraskuuta 2000. Laitteen takana alkoi 26 fr-lehmää Suitian 75 lehmästä elää omaa elämäänsä.

#### 3.1 Lehmäliikenne

Toimiva lehmäliikenne on onnistuneen automaattilypsyn keskeinen asia. Eläinten on oltava aktiivisia. Lehmien on itse makuujaksojen jälkeen lähdettävä liikkeelle. Suitiassa lehmät ohjattiin alun perin makuualueelta (3) ruokinta-alueelle (2) lypsyalueen (1) kautta (kuva 2). Liikenne pidettiin yksisuuntaisena kolmen paluunestoportin avulla, jotka oli sijoitettu lypsyalueen jälkeen, ruokinta-alueen jälkeen sekä entisen ruokintapöydän ylittävään puolenvaihtokäytävään.



Kuva 2. Suitian AMS-navetan pohjapiirros.

Suitian VMS-navetan pohjaratkaisu on pihatoksi aika erikoinen. Kapeana ja pitkänä tilana (10 x 30 m) navetta on lähellä perinteisen parsinavetan mittoja. Tarkoitus olikin samalla saada tietoa siitä, voisiko parsinavetan tiloihin ajatella toteutettavan automaattilypsyä.

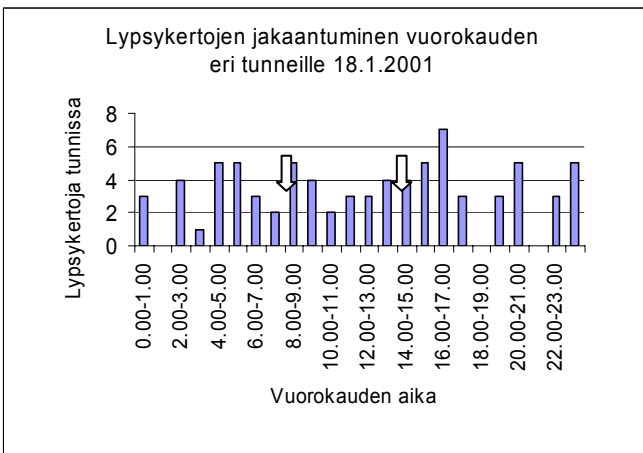
Aluksi kaikki lehmät ohjattiin syömään mennessään kulkemaan lypsyaseman kautta. Asema päästi lehmän kulkemaan läpi, jos edellisestä lypsystä oli kulunut alle 6 tuntia. Jos aikaa oli kulunut enemmän, lehmä pysäytettiin lypsylle. Myöhemmin lypsypaikan viereen rakennettuun ohituskäytävään asennettiin ns. älyportti, joka on hoitanut ohitusliikenteen, ja lypsypaikka on jäänyt vain lypsettäville.



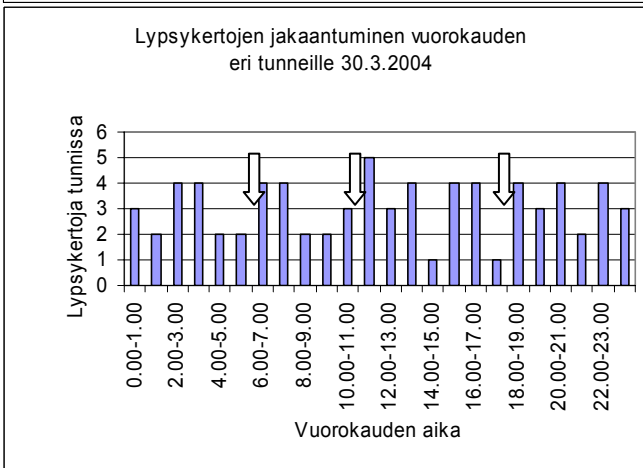
Suitiassa lehmien liikkuminen lähti alusta alkaen käyntiin yllättävän hyvin. Kahden ensimmäisen viikon aikana 2-3 lehmää oli hoitajan käytävä päivittäin ohjaamassa lypsylle, ettei lypsyväli venyisi liian pitkäksi, yli 12 tunniksi. Tärkeä syy Suitian lehmien nopeaan oppimiseen oli todennäköisesti sillä, että eläimet olivat jo valmiiksi pihattoeläimiä.

### 3.2 Kone lypsää yötä päivää

Alusta alkaen on Suitiassa automaattilypsy ollut päällä ympäri vuorokauden laitteiston pesuja lukuun ottamatta. Täydellisiä putkiston pesuja on vuorokaudessa kolme kahdeksan tunnin välein (klo 3.30, 11.30 ja 19.30), ja näihin menee yhteensä aikaa noin 1,5 tuntia. Suitian lehmät alkoivat alusta alkaen käydä lypsyllä ympäri vuorokauden, myös yöllä. Tavanomaisen pihatton puolella aamulypsy oli klo 5-7 ja iltalypsy klo 14.30-16.30. Eniten automaattilypsyä ehkä kuitenkin jaksotti tuoreen säilörehun jako ruokintapöydälle. Rehu jaettiin aluksi aamuisin klo 8-9 ja iltapäivisin klo 13-14. Nykyisin säilörehu jaetaan kolme kertaa vuorokaudessa, mikä näkyy lypsykertojen tasaantumisenä entisestään ympäri vuorokauden (kuva 3).



Kuva 3. Lypsykertojen jakaantuminen vuorokauden eri tunneille. Säilörehun jakoajankohdat on merkitty nuolilla.



### 3.3 Ensimmäiset tulokset lypsykerroista

Lehmät alkoivat kulkea alusta lähtien vilkkaasti lypsyllä. Keskimääräiset lypsykerrat olivat hieman yli 3 kertaa vuorokaudessa. Vanhoilla lehmillä ja ensikoilla ei ollut tässä suhteessa juuri eroa (taulukko 3).

Taulukko 3. Suitian automaattilypsyn alkuvaiheen lypsykertoja; 4, 7, 11 ja 16 viikkoa automaattilypsyn aloituksesta ( 26 lehmää, 15 vanhaa (v) ja 11 ensikkoa (e)).

	4 vk jälkeen (26.-7.12.2000)	7 vk jälkeen (17.-18.1.2001)	11 vk jälkeen (13.-14.2.2001)	16 vk jälkeen (18.-19.3.2001)
Yht. lypsyker- toja/vrk	78 kpl	79 kpl	82 kpl	80 kpl
Lypsy- kertoja/ vrk/lehmä	2 krt: 5 lehmää - 4 (v) - 1 (e)	2 krt: 6 lehmää - 4 (v) - 2 (e)	2 krt: 3 lehmää - 2 (v) - 1 (e)	2 krt: 4 lehmää - 3 (v) - 1 (e)
	3 krt:16 lehmää - 8 (v) - 8 (e)	3 krt:14 lehmää - 7 (v) - 7 (e)	3 krt:16 lehmää - 8 (v) - 8 (e)	3 krt:16 lehmää - 9 (v) - 7 (e)
	4 krt: 5 lehmää - 3 (v) - 2 (e)	4 krt: 6 lehmää - 4 (v) - 2 (e)	4 krt: 7 lehmää - 4 (v) - 3 (e)	4 krt: 6 lehmää - 3 (v) - 3 (e)
Kierroksia navetan ympäri	Vanhat - 3-8 krt	Vanhat - 4-11 krt	Vanhat - 4-10 krt	Vanhat - 5-10 krt
	Ensikot - 2-12 krt	Ensikot - 4-9 krt	Ensikot - 5-8 krt	Ensikot - 6-11 krt

#### 3.3.1 Lypsykerrat suhteessa tuotokseen

Lypsykertojen määrä on alkuvaiheen jälkeen vakiintunut 2,8-3,0 kerran tasolle. Suitian VMS-navetassa on vain 26 parsipaikkaa, joten laitteen kapasiteetti ei ole ollut kovalla koetuksella. Kaikki lehmät ovat ehtineet käydä lypsyllä päivittäin mieleisensä määrän. Lehmien maidontuotantokauden vaihe näyttää vaikuttavan lypsyllä käyntiin. Esimerkiksi 3 kuukautta poikimisesta, kun päivätuotos oli keskimäärin 40,6 kg, kävivät Suitian lehmät 3,1 kertaa lypsyllä päivässä. Vastaavasti 8 kuukautta poikimisesta päivätuotoksen ollessa enää keskimäärin 22,5 kg, oli lypsylläkäyntejä 2,6 kertaa vuorokaudessa. Herumisvaiheen aikana lehmät saavat myös suurenevia väkirehuannoksia, mikä osaltaan houkuttelee lehmät liikkeelle ja ajautumaan näin ollen lypsyllekin useammin kuin alhaisen tuotannon vaiheessa.

## 3.4 Ruokinta

Syöminen on automaattilypsyssä tärkeä voima, joka panee lehmät liikkeelle. Esikuivattua säilörehua lehmät saavat Suiassa vapaasti. Väkirehu jaetaan kahdesta rehukioskista tuotoksen mukaan. Väkirehuna oli kotoinen ohra-kaura –seos aina syksyyn 2003 saakka. Ohra-kaura -seosta lehmät saivat lypsyt yhteydessä 0,5 kg kerralla. Lokakuussa 2003 siirryttiin Suiassa täysrehuruokintaan. Robotilla annos nostettiin 3 kg:aan käyntiä kohden jakonopeuden ollessa 300 g/min.

### 3.4.1 Elämää ruokinta-alueella

Karkean rehun syöntipaikkoja oli ruokintapöydällä aluksi vain 10 kpl. Yhtenä tutkimuskohteena oli selvittää riittääkö pöydän pituus koko lehmäjoukolle. Eläinten käyttäytymistä ruokinta-alueella selvitettiin tammikuusta maaliskuuhun 2001 videokuvausten avulla kotieläinten ravitsemustieteen pro gradu -työhön liittyen. Tavoitteena oli saada selville pääsevätkö kaikki halutessaan syömään, ja saavatko lehmät syödä riittävästi. Lypsypaikan ohittava käytävä älyportteineen ei tällöin ollut vielä käytössä, vaan kaikki lehmät kulkivat lypsypaikan kautta ruokinta-alueelle.

Gradu-työ on vielä kesken. Alustavien tulosten mukaan lehmät olivat ruokinta-alueella kerrallaan n. 70 minuuttia, jona aikana ne söivät säilörehua 45-50 minuuttia. Kierroksia navetan ympäri, eli myös ruokinta-alueella vierailuja lehmät tekivät tuolloin keskimäärin 7 kertaa vuorokaudessa. Lehmät poistuivat ruokinta-alueelta pitkälti samassa järjestyksessä kuin olivat sinne lypsypaikan kautta tulleetkin. Suiin aikaisemmissa tutkimuksissa on mm. todettu, että pihattolehmillä on 10-12 säilörehun syöntijaksoa vuorokauden aikana jakson kestäessä kerrallaan n. 25 minuuttia.

Ruokinta-alue vaikutti ajoittain liian pieneltä. Kapea, vain 155 cm levyinen käytävä syövien lehmien takana kävi ahtaaksi lehmän peruuttaessa ruokintapöydältä. Lisäksi, kun saman käytävän toisella puolella sijaisi vierekkäin kaksi väkirehukioskia, oli ruokinta-alueen käytävätila syöntihuippujen aikana säännöllisesti lehmiä täynnä.

Uuden säilörehun jako pöydälle sai aikaan lehmien hakeutumisen ruokinta-alueelle. Ruuhkaa oppivat muutamat käyttämään myös hyväkseen, ja työntyivät ruokinta-alueen paluunestoportin avautuessa vastavirtaan takaisin syöntialueelle. Mikäli leveämmän käytävän myötä oleskelutilaa olisi ruokinta-alueella ollut enemmän käytettävissä, olisi tilanne ollut varmaankin rauhallisempi.

Ruokinta-alue levitettiin toukokuussa 2001 koko toiselle sivustalle. Eli tällöin varsinaisen ruokinta-alueen ja makuuosaston välinen paluunestoportti

poistettiin. Säilörehua pääsi tämän jälkeen syömään 19 paikasta. Järjestely rauhoitti selvästi eläinten käyttäytymistä, eikä järjestely juurikaan vaikuttanut lehmäliikenteeseen ja lypsyllä käyntiin, vaikka nyt osa lehmistä pääsi suoraan syömään ja makaamaan ilman lypsypaikalla käyntiä. Navetan lehmäliikenne muuttui samalla täysin ohjatusta osittain ohjatuksi.

### **3.4.2 Säilörehun syönti**

Lehmät ovat saaneet esikuivattua säilörehua vapaasti. Säilörehun vapaa saanti on pyritty varmistamaan siten, että tähteeksi on jäänyt n. 10 % annetusta määrästä. Päivittäin lehmille jaettu rehumäärä on punnittu, mutta jätteitä ei ole punnittu. Säilörehun kuiva-ainepitoisuus on määritetty viikoittain. Lehmäkohtainen säilörehun syönti on siis vain keskimääräinen ja suuntaa-antava, mutta näinkin mitaten ruokintatilan laajentamisella oli vaikutusta lehmien säilörehun syöntiin. Ruokintatila laajennettiin 24.5.2001. Viiden ensimmäisen kuukauden aikana (12/2000 – 4/2001) lehmien keskimääräinen säilörehun kuiva-aineen syönti oli 8,9 kg päivässä, kun se elo-syyskuussa 2001 oli 13,2 kg päivässä. Aikaisemmissa Suintian ruokintakokeissa on vastaavanlaisen säilörehun vapaa kuiva-aine-syönti ollut 11-12 kg päivässä. Tuotosvertailuja ei tässä yhteydessä ole tehty.

Vaikka lehmät pyrkivät ahtaalla ruokinta-alueella syöntijaksojen kestoa pidentämällä kompensoimaan harvoja syöntikertoja kokonaissyönnin turvaamiseksi, eivät ne tässä ilmeisesti kuitenkaan täysin onnistuneet.

### **3.4.3 Laiduntaminen**

Suintiassa automaattilypsyssä olevia lehmiä on laidunnettu sekä ohjatusti että vapaasti. Aiheesta on tekeillä myös kotieläinten ravitsemustieteen pro gradu -työ. Alustavien kokemusten mukaan ohjattu laiduntaminen tuntuisi toimivan vapaata paremmin. Ohjatussa laiduntamisessa eläinten rytmi ja lypsyvälit säilyvät tasaisempina. Vapaassa laidunnuksessa lehmät oleskelevat usein päivät sisällä, ja vasta yöksi menevät laitumelle. Laitumelle meno tapahtuu pienissä ryhmissä. Ongelma syntyy, kun lehmät palaavat laitumelta kaikki kerralla. Navettaan palatessa lehmät joutuvat jonottamaan ja odottamaan pitkään lypsylle pääsyä, jolloin lypsyvälit pitenevät ja lypsykerrat harvenevat.

## **3.5 Ihannelehmä robotille?**

Haettaessa mahdollista ihannelehmää automaattilypsyyseen voi asiaa tarkastella yksittäisen esimerkin valossa. Suintiassa on tällä hetkellä esimerkiksi lehmä nro 581, Ovaali, jonka voisi ajatella selvästi hyötyvän automaattilypsystä. Ovaali syntyi 29.7.2000 ja poiki ensimmäisen kerran 17.9.2002, jonka jälkeen heti siirtyi automaattilypsyyseen. Ensimmäisen kauden tuotokseksi kertyi 11 653 kg. Lehmä on käynyt alusta asti keskimäärin 3 kertaa vuorokaudessa

lypsyllä. Toinen poikiminen tapahtui 12.10.2003, poikimavälin ollessa 390 päivää. Toinen lypsykausi on edelleen menossa, mutta kuuden kuukauden tuotos oli 10 450 kg ja päivittäiset maitomäärät vielä yli 60 kg (taulukko 4). Kolmas odotettu poikiminen tapahtunee 2.12.2004, jolloin poikimaväliksi muodostuu 415 pv. Ovaalin kaltaisten runsastuottoisten lehmien on jo oman hyvinvointinsa vuoksi saatava tyhjentää utareensa useammin kuin kaksi kertaa päivässä.

Taulukko 4. Ovaalin, 581, päivätuotoksia 6 kk poikimisen jälkeen.

Pvm	Maitoa kg/pv
11.4.04	64,3
12.4.04	53,1
13.4.04	64,1
14.4.04	58,5
15.4.04	60,2
16.4.04	44,4
17.4.04	68,9

### 3.6 VMS-järjestelmän lypsykapasiteetista

Suitian tutkimustilalla VMS-järjestelmän taakse on mahdollista sijoittaa ainakin näin alkuvaiheessa vain 26 lehmää. Määrä on selvästi pienempi kuin mitä laitevalmistaja ilmoittaa laitteen kapasiteetiksi, 50-60 lehmää. Kapasiteettiin vaikuttaviksi tekijöiksi mainitaan mm. tuotostaso, maidonantiominaisuudet, eläinliikenne, rehunjakotekniikka sekä varsinainen VMS-aseman kapasiteetti (pesu, nännikuppien kiinnitys, lypsy, vedinsuihkeet). Suitian pieni eläinmäärä mahdollistaa toisaalta tutkimukset laitteen selviytymisestä pienen eläinmäärän ja pienen maitomäärän kanssa. Tilanteissa, joihin isommatkin yksiköt aika-ajoin voivat joutua.

VMS:n kapasiteetista Suitiassa on seuraavassa yhteenvetona vuoden 2001 syyskuulta, 4.9. - 4.10.2001. Yhdellä lehmällä 2,8 lypsykertaan vuorokaudessa kului aikaa vähän yli 25 minuuttia. Järjestelmän tehollisesta lypsyajasta lopulta riippuu, montako vastaavaa lehmää laite olisi vuorokaudessa voinut lypsää. Kun laitteen teoreettisesta 24 tunnista vähennetään kaikki pesut ja odotusajat, päästään laitevalmistajankin esittämään 20 teholliseen lypsytuntiin. Tämän mukaan laite olisi selviytynyt tarkasteltavana ajanjaksona 46 lehmästä (taulukko 5).

Taulukko 5. Lypsykapasiteetti Suitian VMS-navetassa syyskuussa 2001.

Lehmiä keskim.	22,53 kpl
Tuotos/vrk keskim.	673,72 l/pv
Lypsykertoja yht./vrk	63,23 kpl
Tuotos/lypsy	10,65 l
Lypsykertoja/lehmä/vrk	2,81 kpl
Tuotos/lehmä/vrk	29,9 l
Aika/lypsykerta	9,12 min
Lypsyaika/lehmä/vrk	25,63 min

### 3.6.1 Huolto

Varsinaiseen VMS:n huoltoon on Sutiassa liittynyt mm. kalibrointeja, asetusten säätöjä; piirikortteja on vaihdettu, samoin kuin venttiilejä, pesuletkuja, -suuttimia ja sähköliittimiä. Käsivartta kameroineen on operoitu kahteen kertaan lehmän antaman kovan tällin jäljiltä. Suurimmat ongelmat liittyivät aluksi piirikortteihin. Pitkittyneen huollon vuoksi jouduttiin alkuaikoina keran robottilehmät viemään ilta- ja aamulypsylle tavallisen lypsyaseman puolelle. Suitian eläintenhoitajien mielestä vei noin puoli vuotta, että pääsi sinuiksi koneen kanssa. Tällä hetkellä huoltokäynnit sujuvat rutiinilla ja hoitajien robottitietämys on kehittynyt vahvaksi. Suitian toisen lypsyrobotin käynnistyessä syyskuussa 2003 hoitajien vankka ammattitaito oli taas tarpeen.

### 3.6.2 Automaattilypsy kiinnostaa

Suitian tutkimustila on toiminut menneen kolmen vuoden ajan keskeisenä automaattilypsyn tutustumiskohteena Suomessa. Vuosittain yli 50 vierasryhmää on halunnut tulla näkemään robotin ”elävänä” ja kuulemaan menossa olevan tutkimuksen tuloksia.

Automaattilypsy tutkimushankkeen merkitys elinkeinolle on ollut hyvin merkittävä. Useimmat automaattilypsyä suunnitelleet tuottajat ovat ensin halunneet nähdä laitteen toiminnassa ja kuulla suitialaisten kokemuksia, ja tutkimushankkeen tuloksia ennen oman päätöksensä tekemistä.

## 4 Maidon laatu

*Heidi Salovuori, Pilvi Ronkainen ja Antti Heino*

### 4.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin automaattiseen lypsyjärjestelmään (AMS) siirtymisen vaikutusta maidon mikrobiologiseen laatuun ja kemialliseen koostumukseen. Pyrkimyksenä oli selvittää maidon laadussa tapahtuvia muutoksia ja niiden syitä.

### 4.2 Maidon laatu ja automaattiset lypsyjärjestelmät

Maidon koostumukseen vaikuttavat eläimen perimä, fysiologia, terveydentila, laktatiokausi, elinympäristö ja ravinto. Lehmän erittämän maidon koostumus ei ole aina sama, mutta maidon jäätymispiste ja suolojen tasapaino ovat lähes vakioina säilyviä ominaisuuksia maidon synteesissä vaikuttavan osmoosin vuoksi. Maidon solupitoisuuden suureneminen on yleensä merkki utaretulehduksesta. Maidon bakteerimäärä riippuu eläimen terveyden lisäksi lypsyhygieniasta ja maidon jäähtymisestä. Koliryhmän bakteerien esiintyminen maidossa kuvaa hygienian tasoa. Maidon prosessoitavuudelle tärkeitä ominaisuuksia ovat myös rasvan, proteiinin ja laktoosin määrät sekä voihapokäymistä aiheuttavien klostridi-itiöiden määrä. Psykrotrofisten mikrobien tuottamat maidon proteiineja ja rasvaa hajottavat lämpöstabiiitit entsyymit vaikuttavat haitallisesti maidon laatuun myös pastöroinnin jälkeisen varastoinnin aikana. Korkealaatuiset meijerituotteet vaativat ensiluokkaisen maidon tuotannon varmistamista myös automaattilypsissä.

Automaattisia lypsylaitteistoja eli lypsyrobotteja on olemassa useita laitemerkkejä (taulukko 6). Eri valmistajien laitteistot eroavat toisistaan teknisten ratkaisujensa puolesta. Suomessa on jo toiminnassa DeLaval VMS, Lely Astronaut ja Insentec Galaxy -automaattilypsyjärjestelmiä.

Taulukko 6. Eri automaattilypsylaitteistoja.

Laite	Valmistusmaa
DeLaval VMS	Ruotsi
Lely Industries Astronaut	Hollanti
Insentec Galaxy	Hollanti
Prolion Sales AMS Freedom/AMS Liberty	Hollanti
Gascoigne Melotte/Zenith	Hollanti
Lemmer Fullwood	Englanti

Maidon laadun suhteen merkittävä ero on laitteistoissa käytetty pesujärjestelmä: kiertopesu (DeLaval) tai suora pesu (Lely). Laitteistorakenne määrää siinä käytettävän pesujärjestelmän. Järjestelmäpesu on kolmeosainen: esihuuhtelu, varsinainen pesu happamalla tai emäksisellä pesuaineella ja loppuhuuhtelu. Kiertopesussa puhdistusnestettä kierrätetään putkistossa, jolloin detergenteille ja desinfektioaineille vaaditaan riittävä vaikutusaika, huuhteluvesiä ei kierrätetä. Suorassa pesussa laitteiston desinfiointi perustuu laitteiston läpi johdettavan veden korkeaan lämpötilaan, lisäksi käytetään happamia ja emäksisiä pesuaineita. Kaikissa automaattisissa lypsyjärjestelmissä on varsinaisen pesuohjelman lisäksi erilaisia huuhtelujärjestelmiä. Kontaminoituneen maidon lypsämisen jälkeen huuhdellaan se osa laitteistoa, jossa erotettava maito on kulkenut. Välihuuhtelu estää maidon kuivumisen pinnoille taukojen aikana ja se suoritetaan myös tietyn lypsy lukumäärän jälkeen. Lypsimet huuhdellaan aina lehmien välillä jotta estetään patogeenien tarttumista lehmästä toiseen (Schuling et al. 2001).

Toinen tärkeä maidon bakteerimäärän hallintaan liittyvä tekijä on jäähdytysjärjestelmä, joita on kolme pääpiirteissään erilaista. Automaattiseen lypsy-yksikköön voidaan liittää haluttu jäähdytysjärjestelmä. Maito voidaan jäähdyttää kahden tankin yhdistelmässä. Tilatankin tyhjennyksen ja pesun aikana lypsetty maito menee puskurisäiliöön, ja kun sen täyttöaste on 10 %, maidon jäähdyttäminen alkaa. Kun puskurisäiliö on lähes täynnä eli maidon määrä on noin 10 % varsinaisen tankin kapasiteetista, voidaan maito pumpata isoon tankkiin ilman sen jäätyksen vaaraa. Tässä ratkaisussa tarvitaan eniten tilaa, lisäksi ylimääräisten putkirakenteiden puhdistuvuuteen on kiinnitettävä huomiota. Käytännössä on todettu, että maito ei aina jäähtynyt +4 °C:een 3 tunnissa, syitä tähän oli mm. liian suuren puskurisäiliön käyttäminen, jäähdytyskapasiteetin riittämättömyys, liian myöhäinen jäähdytyksen aloittaminen, termostaatti väärässä paikassa tai hyvin pieni maitovirta (Wolters et al. 2000b).

Toinen mahdollinen jäähdytysratkaisu on tankki, jossa jäähdytystä voidaan säätää niin, että pientenkin maitomäärien jäähdyttäminen onnistuu ilman jäätyksen riskiä. Voidaan käyttää epäsuoraa jäähdytystä tai intervallijäähdytystä, jossa maitoa jäähdytetään lyhyissä jaksoissa. Jäähdytysjaksojen pituus ja tiheys riippuu mm. jäähdytyskapasiteetista, maitovirrasta, tulevan maidon lämpötilasta ja tankissa jo olevasta maitomäärästä. Tankki, jossa on säädettävä jäähdytys, on yksinkertaisin laitteiston varustelun, pesemisen ja tilantarpeen kannalta. Automaattinen lypsy on kytkettävä pois päältä tankin tyhjennyksen ja pesun ajaksi, tämä voi olla haitta, jos tilalla tarvitaan täyttä lypsykapasiteettia (Wolters et al. 2000b).

Välittömässä jäähdytyksessä maito jäähdytetään +4 °C:een ennen sen johtamista tankkiin, tällöin tankissa tarvitaan vain ylläpitävää jäähdytystä. Maito kulkee lämmönvaihtimen läpi tasaisena virtana, jotta jäähdytetyn maidon lämpötila olisi vakio. Maitovirran säätämiseksi tarvitaan puskurisäiliö en-



nen jäähdytysyksikköä. Jos puskurisäiliötä ei ole, maitovirta on epätasainen ja jäähdytetyn maidon lämpötila vaihtelee. Puskurisäiliön ansiosta lypsämistä voidaan jatkaa tilatankin tyhjennyksen ja pesun aikana. Puskurisäiliö ja lämmönvaihdin pestään erillisellä pesujärjestelmällä samaan aikaan AMS:n peruspesun kanssa. Paras jäähdystulos saavutetaan järjestelmällä, jossa on välitön jäähdytys ja puskurisäiliö (Wolters et al. 2000b). Jokainen vaihe tapahtuu automaattisesti, mikä estää käyttäjän virheitä. Kokeellisesti on todettu maidon lämpötilan pysyvän vakiona ja kokonaisbakteerien alittavan 10 000 pmy/ml (pmy=pienin mittava yksikkö) (Wolters et al. 2000b).

Automaattinen lypsyjärjestelmä (AMS) suorittaa vetimien esivalmistelun ja pesun. Lypsyrobotissa vetimet puhdistetaan joko pyörivien harjarullien tai pesukupin avulla. Pesukuppi puhdistaa vetimet yksi kerrallaan haalean veden ja paineilman avulla sekä lypsää tarkistussuihkeet. Joissakin laitemalleissa vetimet pestään samalla kupilla, jolla lypsetään. Vedinten puhdistus AMS:ssa käytetyillä menetelmillä aiheuttaa oksitosiinin vapautumisen ja indusoi maidontulon eli sopii pre-stimulaatioon (Bruckmaier et al. 2001). Loppulaktaatioissa ja lyhyen lypsyvälin jälkeen maidontulo viivästyy, koska vedinten stimuloimisen ja maidontulon välinen aika on riippuvainen utareen täyttöasteesta (Bruckmaier & Hilger 2001, Bruckmaier et al. 2001). Utareiden valmistelu-aika pitäisikin automaattisessa lypsässä säätää jokaiselle lehmälle yksilölliseksi laktaatiovaiheen oletetun maitotuotoksen ja edellisestä lypsystä kulu- neen ajan perusteella (Bruckmaier & Hilger 2001). Valitettavasti em. ei to- teudu nykyisissä lypsyroboteissa. Lisäksi ajan ja tehon tulee olla riittävä puh- distamaan vetimet tehokkaasti lypsyä varten.

Vetimet paikannetaan lasersäteen avulla ja robottikäsi kiinnittää nännikupit. Automaattisissa lypsyjärjestelmissä lypsy on neljänneskohtaista. Robottikäsi hakee yhden nännikupin kerrallaan telineestä ja kytkee nännikupin vetimeen. Vaihtoehtoisesti nännikupit ovat massiivisemmassa robottivarressa, joka työntyy lehmän mahan alle. Maidon tarkistussuihkeet lypsetään vedinten puhdistuksen yhteydessä tai sitten ne otetaan erilleen ensimmäiseksi varsinais- sessa lypsässä. Alkusuihkeita ei tarkastella visuaalisesti, vaan ne päästetään lattialle tai viemäriin. Mikäli nännikuppi irtoaa kesken lypsyn, kone kiinnit- tää sen uudelleen. Lypsyn aikana maidosta voidaan mitata neljänneskohtai- nen tuotos, sähkönjohtokyky, maidon lämpötila, väri ja/tai optinen indeksi. Mittauksissa on laitteistokohtaisia eroja. Tiettyjen mittauksien perusteella arvioidaan maidon laatua. Vedinkuppien irrotustaso voidaan säätää haluttuun virtausnopeuteen.

Lely Astronaut -lypsyrobotissa maito kerätään mittalypsyastiaan, joka mittaa maidon kokonaismäärän. Maito pumpataan siiviläsukan läpi maitoputkea pitkin tilatankkiin tai se voidaan erottaa neljään eri astiaan. Pesujärjestelmä huuhtelee lypsykupit ja utareiden puhdistusharjat jokaisen lypsyn välillä. Laitteistolle tehdään pikapesu joka kymmenennen lypsyn ja eroteltavan mai- don jälkeen, sekä silloin kun lypsyjen välillä on pitkä tauko. Pääpesu kestää

12 minuuttia ja se käsittää esihuuhtelun kylmällä vedellä, lämpöpesun ja jälkihuuhtelun kylmällä vedellä. Säädetty pesuohjelma suorittaa joko happaman tai emäksisen pesuohjelman. Lely Astronaut lypsylaitteiston suora pesu tapahtuu lämpöpesuna lypsy-yksiköltä maitotankille.

VMS-laitteistossa mitataan maidon määrä sekä neljänneskohtaisesti että sen kokonaisuus. Maito kerääntyy maidonkokoajaan, josta se pumpataan jokaisen lehmän jälkeen maituhuoneessa olevaan välisäiliöön siiviläsukan suodattamana. Maito, joka ei saa mennä tilasäiliöön, poistuu poistoputkea pitkin viemäriin. Puskurisäiliöstä maito pumpataan levylämmönvaihtimen kautta jäähdytettynä tilasäiliöön. Tilasäiliölle, puskurisäiliölle ja sen yhteydessä olevalle lämmönvaihtimelle sekä varsinaiselle VMS-laitteistolle putkistoinen ja venttiileinen ovat omat pesujärjestelmät. Pesujen välillä laitteistolle voidaan tehdä välihuuhteluita estämään maidontähteitä kuivumasta pinnoille ja muodostamasta vaikeasti poistettavaa likaa. Tilasäiliö pestään sen tyhjentämisen yhteydessä ja tällöin lypsetty maito kertyy puskurisäiliöön. VMS-laitteiston ja puskurisäiliön pesu tehdään samanaikaisesti, silloin järjestelmä ei ole käytössä. Pesuohjelman ensimmäinen vaihe on huuhtelu viileällä vedellä, toinen vaihe on varsinainen pesu joko happamalla tai emäksisellä 1 %:lla pesuvedellä ja kolmantena vaiheena on jälkihuuhtelu viileällä vedellä, minkä jälkeen putkistot kuivataan paineilmalla.

VMS:ssä kaikki maidon kanssa kosketuksissa olevat kohteet pestään kiertopesulla, jossa ilmapulssijärjestelmä saa aikaan pesun mekaanisen puhdistusvaikutuksen. Pulssien avulla putkistoon muodostetaan liikkuvia pesutulppia, jolloin likaa irrottava mekaaninen vaikutus syntyy. Muita likaa irrottavia tekijöitä ovat pesuaineet, lämpötila ja pesuaika. Järjestelmän pääpesu kestää 23 minuuttia. Pesuvedet virtaavat järjestelmässä samoin kuin maito, mutta lisäksi ylimääräisten venttiilien ja letkujen kautta pesuvesi suihkuu maidonkokoajan ja lianerottimen sisäseinille. Pesuvettä kierrätetään ja sitä pumpataan sekä maitoputkessa että poistoputkessa, jotta molemmat putket puhdistuisivat ja pesuvesi kiertäisi nopeasti. Jokaisen lypsyn jälkeen nännikupit huuhdellaan sekä sisä- että ulkopuolelta. Järjestelmän käyttämästä vedestä suuri osa kuluu nännikuppien ja lypsytilan puhtaana pitämiseen.

Automaattilypsyssä on huomioitava käytettävän veden laatu ja riittävyys, käytetyn vesimäärän suhde lypsettyyn maitomäärään on korkeampi kuin tavanomaisissa lypsyjärjestelmissä. Lisäksi vettä kuluu tilatankin ja mahdollisen puskurisäiliö-välijäähdytinjärjestelmän pesuun. Vedenkulutus vaihtelee lypsykierrossa olevien lehmien sekä suoritettujen pesujen ja huuhtelujen määrän mukaan. Erimerkkisten laitteistojen vedenkulutus vaihtelee huomattavasti ja tältä osin pesuohjelmia voisi vielä optimoida (Schuiling et al. 2001). Laitteiston puhdistuvuuteen ja vedenkulutukseen vaikuttavat sekä sen rakenne että pesujärjestelmien toiminta. Suora pesu kiehuvalle vedelle vie vähemmän aikaa kuin kiertopesu, jossa kemikaalien vaikutusajan pinnoilla tulee olla riittävä (Schuiling et al. 2001). Tehokas puhdistaminen on tärkeää,

koska pesujen välinen aika on laitteiston jatkuvatoimisuuden takia pitkä ja tämä voi suosia biofilmin muodostumista heikosti puhdistuviin kohteisiin. Tavoitteena on saavuttaa optimaalinen puhdistustulos ympäristöä kuormittamatta ja maidon laadusta tinkimättä.

### 4.3 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa oli mukana kolme DeLavalin VMS-laitteistoa (Voluntary Milking System). Laitteistot sijaitsevat Helsingin yliopiston Suitian opetus- ja tutkimustilalla sekä kahdella yksityisellä tilalla. Robotit otettiin käyttöön marraskuussa 2000 ja toukokuussa 2001. Suitian koetilalla automaattisessa lypsyssä oli keskimäärin 26 lehmää, eli noin puolet robotin kapasiteetista oli käytössä. Kahdella yksityisellä tilalla lehmä oli vähimmillään 33 ja enimmillään 55 automaattisessa lypsyssä.

Vertailuryhmänä on Suitian opetus- ja tutkimustilan lypsyasema. Lisäksi vertailuaineistona on 26 pihattonavettatilan hinnoittelunäytteiden analyysitulokset Maito-Auran maidonkeräysalueelta.

Eri koeryhmien välistä vertailua vaikeuttaa tilojen erilainen ruokinta, tuotos-taso ja karjakoko. Robottilypsyyden siirtyneillä tiloilla lypsyjärjestelmän vaihtaminen on tuonut ylimääräistä vaihtelua tuloksiin.

Tankkimaitonäytteitä otettiin automaattiseen lypsyjärjestelmään siirtymisen jälkeen kuukauden ajan jokaisesta keräilyerästä ja tämän jälkeen kerran viikossa. Näytteistä analysoitiin somaattisten solujen ja kokonaisbakteerimäärä, proteiini-, rasva-, laktoosi ja ureapitoisuus sekä määritettiin maidon jäätympiste samoista näytteistä. Raportissa on esitetty ensimmäisen vuoden aikana tehdyt tutkimukset kaikilta kolmelta tilalta sekä Suitian koetilan tulokset eriteltynä kahdelta ensimmäiseltä vuodelta.

Maitonäyte (30 ml) otettiin tilatankista viiden minuutin sekoittamisen jälkeen. Näytteet säilytettiin jääkapissa, ja maitoauto kuljetti näytteet analysoitavaksi Valion laboratorioon. Tutkimuksen alkuvaiheen perusnäytteet analysoitiin Kouvolassa ja 1.4.2001 lähtien Seinäjoen aluelaboratoriossa. Vapaiden rasvahappojen määrittämiseksi maitotankista otettiin viikoittain yhdeksän kuukauden ajan 500 ml:n näyte analysoitavaksi Valion Pitäjänmäen laboratoriossa. Taulukossa 7 on esitetty näytteiden määrä ja määrittäminen.

Neljän kuukauden ajan näytteitä kerättiin viikoittain. Näytteistä määritettiin klostridi-itiöt, kolimuotoiset bakteeri, *Bacillus cereus*, ja psykrotrofit bakteerit. Maito-Auran vertailutilojen maidoista määritettiin vastaavat bakteeriryhmät. Kahden kuukauden ajan otettiin näytteitä joista määritettiin kokonaispe-säkemäärä, *Staphylococcus aureus*, termoresistentit, psykrotrofit, lipolyttiset ja proteolyttiset bakteerit sekä *Listeria monocytogenes* (taulukko 7).

Lypsylaitteiston hygieniaa tutkittiin noin 2 kk:n välein ottamalla Suitian koetilän VMS-laitteistosta valituista kohteista pintasivelynäytteitä. Lisäksi otettiin nestenäytteitä. Puhtausnäytteistä määritettiin mikrobien ja kolimuotoiset bakteerit (taulukko 7).

Taulukko 7. Maidosta ja laitteistosta otetut näytteet, näytteenottoajankohdat ja määritysmenetelmät.

Määrittäminen	Näytteenoton ajankohta	Näytteiden lukumäärä	Määrittäminen menetelmä
Perusnäytteet <sup>1</sup>	11/2000-10/2002	462 <sup>4</sup>	CombiFoss 6000 (MilcoScan FT 600 ja Fossomatic 5000) BactoScan 8000
Vapaat rasvahapot (FFA)	10/2001-8/2002	128 <sup>5</sup>	Valion kemialliset menetelmät nro 28
Klostridi-itiöt, kolimuotoiset bakteerit	4-10/2001	121	Valion mikrobiologiset menetelmät nro 15 Valion mikrobiologiset menetelmät nro 2
Psykrotrofit ja <i>Bacillus cereus</i>	11/2001-2/2002	39	Valion mikrobiologiset menetelmät nro 6 Valion mikrobiologiset menetelmät nro 14
Eri bakteeriryhmiä <sup>2</sup>	3-4/2002	49	Valion mikrobiologiset menetelmät nro 1, 18, 8, 6, 9, 10 ja 21
Puhtausnäytteet <sup>3</sup>	10/2001-8/2002	24 sively	Valion mikrobiologiset menetelmät nro 1 ja 2
	5 kertaa	46 nestenäytettä 39 hygicult	Hygicult 30 °C, 2 vrk.
Aistinvarainen arviointi	8/2001 ja 8/2002	3 ja 2 kpl	Raakamaidosta laatu-pisteet (1-5), Valio T&K

<sup>1</sup>Perusnäytteeseen sisältyy somaattiset solut, kokonaispesäkemäärä, rasvan, proteiinin, laktoosin, urean ja jäätymispisteen määrittäminen.

<sup>2</sup>Näytteistä määritetty kokonaispesäkemäärä, *Staphylococcus aureus*, termoresistentit, psykrotrofit, lipolyttiset ja proteolyttiset bakteerit sekä *Listeria*.

<sup>3</sup>Näytteistä määritettiin kokonaispesäkemäärä ja kolimuotoiset bakteerit.

<sup>4</sup>Maito-Auran hinnoittelunäytteet eivät ole mukana.

<sup>5</sup>Maito-Aura: FFA-määrittämiä ei tehty.

Tuloksista laskettiin tilakohtaiset keskiarvot ja näistä arvoista keskiarvot. Somaattisten solujen ja kokonaisbakteerimäärien kohdalla käytettiin geometrisia keskiarvoja. Rasva-, proteiini- ja laktoosimäärille sekä jäätymispisteelle

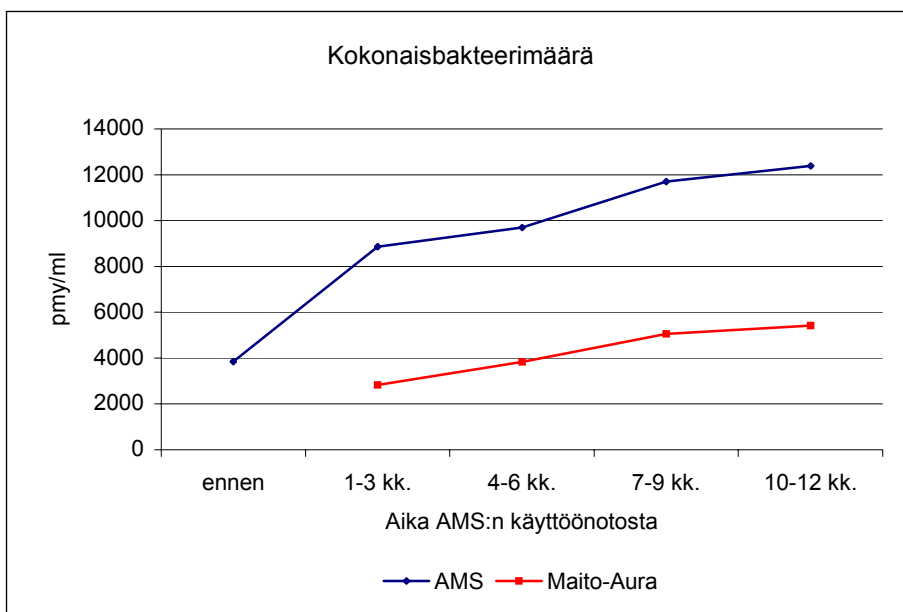
laskettiin aritmeettiset keskiarvot. Maito-Auran vertailuryhmässä laskettiin kuukausittaiset keskiarvot, joista laskettiin keskiarvot eri ajanjaksoille. Vertailtaessa Suitian lypsyaseman ja AMS:n tuloksia laskettiin ensiksi kuukausittaiset keskiarvot ja näistä arvoista keskiarvot kolmen kuukauden jaksoille.

Somaattisten solujen ja kokonaisbakteerien logaritmuunnetut arvot sekä rasva-, proteiini- ja laktoosimäärien sekä jäätymispisteiden erot testattiin varianssianalyysillä ja ryhmien väliset erot Tukeyn testillä. Tilastolliset analyysit tehtiin normaalisti jakautuneille parametreille, joiden varianssi oli homogeeninen.

## 4.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 4.4.1 Kokonaisbakteerit

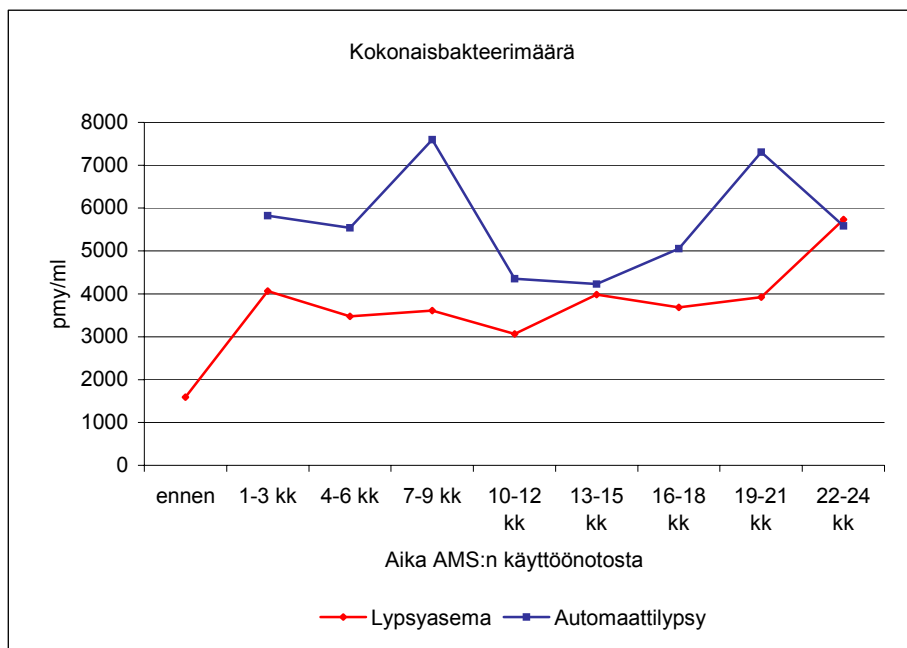
Kuvassa 4 on esitetty maidon kokonaisbakteerimäärät ennen automaattilypsyä ja kolmen kuukauden jaksoissa käyttöönoton jälkeen. Maito-Auran pihattonavettatilojen tulokset on esitetty vertailuna, tulokset on jaettu kolmen kuukauden jaksoihin ensimmäisen robotin käyttöönotosta laskien.



Kuva 4. Kokonaisbakteerimäärät kolmen kuukauden jaksoissa automaattilypsytiloilla ja Maito-Auran vertailuryhmässä (ennen = näytteet otettu AMS-tiloilta ennen automaattilypsyn käyttöönottoa).

Tässä tutkimuksessa bakteerimäärät kohosivat AMS:n käyttöönoton jälkeen, mutta määrä alittaa selkeästi E-luokan maidolle asetetun rajan, 50 000 pmy/ml (2 kuukauden liukuva geometrinen keskiarvo). AMS-tilojen baktee-

rimäärien logaritimuunnatut arvot testattiin varianssianalyysillä. Eri jaksojen bakteerimäärät eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ( $p > 0,05$ ). Suitian tutkimustilalla bakteerit eivät nousseet paria piikkiä lukuun ottamatta suuresti (kuva 5). Piikit osuvat ajallisesti vuoden välein.



Kuva 5. Kokonaisbakteerimäärät Suitian tutkimustilan lypsyasemalla ja automaattilypsyssä kolmen kuukauden jaksoissa kahden ensimmäisen AMS:n käyttövuoden aikana.

Tässä tutkimuksessa kaikilta AMS-tiloilta otetuista näytteistä 14,95 % ylitti E-luokan rajan. Maito-Auran vertailuaineistosta rajan ylitti 0,20 % näytteistä ja valtakunnallisesta tilastosta, jota ylläpitää Maitohygienialiitto, rajan ylitti 3,0 % näytteistä. Vuonna 2002 kokonaisbakteerien geometrinen keskiarvo oli 6 500 pmy/ml (Maitohygienialiitto ry.).

Klungelin et al. (2000) tutkimuksen mukaan Hollannissa vastaavan raja-arvon ylitti ennen AMS:n siirtymistä 5,7 % ja AMS:n aikana 21,9 % tutkituista näytteistä. Bakteerimäärä nousivat 9 000 pmy/ml 19 000 pmy/ml. Automaattilypsyssä on havaittu korkeampia bakteerimääriä verrattuna kaksi tai kolme kertaa vuorokaudessa tapahtuvaan perinteiseen lypsyyn (Klungel et al. 2000). Automaattilypsyssä on havaittu korkeampia bakteerimääriä verrattuna samojen tilojen analyysituloksiin ennen automaattiseen lypsyyn siirtymistä (Jepsen & Rasmussen 2000). Rasmussenin et al. (2002) mukaan tanskassa bakteerimäärät nousivat n. 6 000 pmy/ml. Ruotsissa nousu oli n. 2 000 pmy/ml (Everitt et al. 2002). Klungelin et al. (2000) mukaan havaittu muutos jäi pysyväksi.

Automaattisessa lypsyssä laitteiston yhtäjaksoinen käyttöaika pesujen välillä on 8–13 tuntia. Laitteisto voi vaikuttaa bakteerikasvuun, koska maito viipyy AMS:ssa pidemmän aikaa ja automaattinen vedinten puhdistus ei ehkä ole yhtä hyvä kuin manuaalinen puhdistus (Klungel et al. 2000). Käyttäjälle laitteiston lypsykapasiteetti saattaa olla tärkeämpi kuin pesujen suorittaminen suositelluin välein (Schuiling et al. 2001). Automaattilypsyn hygieniaohteessa ja DeLavalin VMS:n käyttöohjeessa suositellaan pesua kolme kertaa vuorokaudessa. Hollannissa todettiin, että maidon bakteerimäärään AMS:ssa vaikuttaa yhtäjaksoisen käyttöajan pituus, maitolinjan pituudella ei sen sijaan ole juurikaan vaikutusta (Wolters et al. 2000a). Kokonaisbakteerimäärä AMS:ssa nousi alkutasolta 4 500 pmy/ml niin, että bakteerimäärä oli 7,5 tunnin käytön jälkeen alle 10 000 pmy/ml ja 10 tunnin käytön jälkeen 13 500 pmy/ml (Wolters et al. 2000a).

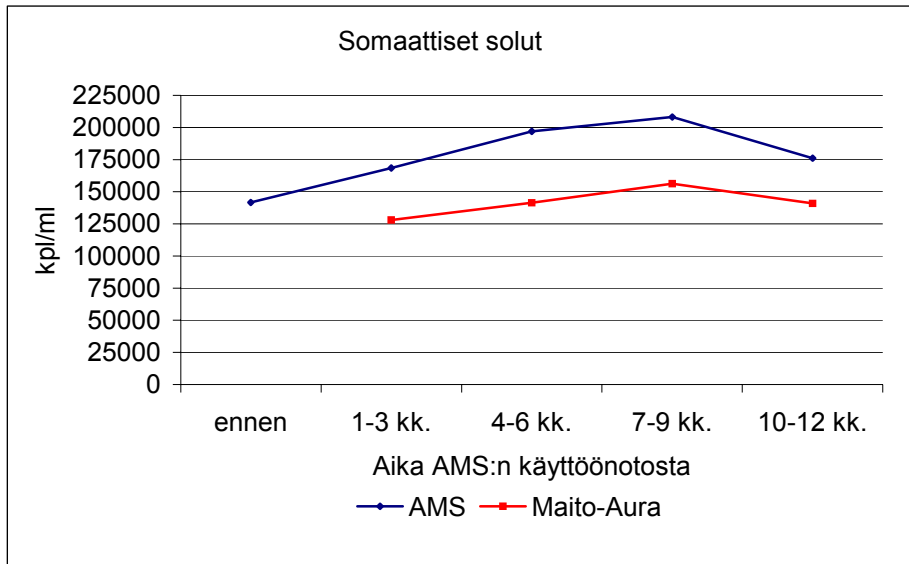
Maidon kokonaisbakteerimäärän hallinnan kannalta laitteiston puhtaana pitäminen on erittäin tärkeää. Bakteerikasvu ei kuitenkaan riipu pelkästään pesutiheydestä, myös laitteiston rakenne ja ominaisuudet vaikuttavat siihen, kuinka hyvin maitojäämät huuhtoutuvat pinnoilta: laitteiston sisäpinta, kaltevuus kohti tankkia, umpinaiset putkenpäät, putkiston pituus ja tilavuus (Schuiling et al. 2001). Automaattista lypsystä simuloivan koejärjestelyn tulosten perusteella on arvioitu, että putkiston maitojäämät eivät vaikuta maidon bakteeripitoisuuteen edes neljän tunnin pituisen lypsyjen välisen tauon aikana (Frost et al. 1999). VMS-laitteisto suorittaa automaattisen välihuuhtelun, kun edellisestä lypsystä on kulunut haluttu aika (esimerkiksi 30 tai 50 minuuttia). Myös maidon jäähditys ja säilytys vaikuttavat maidon bakteerimäärän kehittymiseen.

#### **4.4.2 Somaattiset solut**

Kuvassa 6 on kuvattu kolmen kuukauden jaksoissa soluluvun geometriset keskiarvot. Vertailuna on Maito-Auran pihattonavettatilojen tulokset. Tässä tutkimuksessa somaattisten solujen määrä kasvoi, kun automaattinen lypsy-laitteisto otettiin käyttöön. Viimeisen kolmen kuukauden aikana on merkkejä siitä, että solujen määrä lähtisi laskuun. Tilastollisissa analyyseissä eri jaksosten välillä ei ollut eroa ( $p > 0,05$ ).

E-luokan maidon soluraja Suomessa on 250 000 kpl/ml (3 kuukauden liukuva geometrinen keskiarvo) ja solumäärän geometrinen keskiarvo alitti tämän rajan. Maidon koostumukseen ja prosessoitavuuteen ei ole vaikutusta alle 300 000 kpl/ml solupitoisuudella (O'Brien et al. 2001).

E-luokan rajan ylitti 18,05 % näytteistä. Maito-Auran vastaava arvo oli 8,15 % ja vuoden 2002 valtakunnallisesta tilastosta 15,2 % ylitti E-luokan rajan. Somaattisten solujen valtakunnallinen keskiarvo oli 132 000 solua/ml.



Kuva 6. Somaattisten solujen määrä kolmen kuukauden jaksoissa automaattilypsytiloilla ja Maito-Auran vertailuryhmässä (ennen = näytteet otettu AMS-tiloilta ennen automaattilypsyn käyttöönottoa).

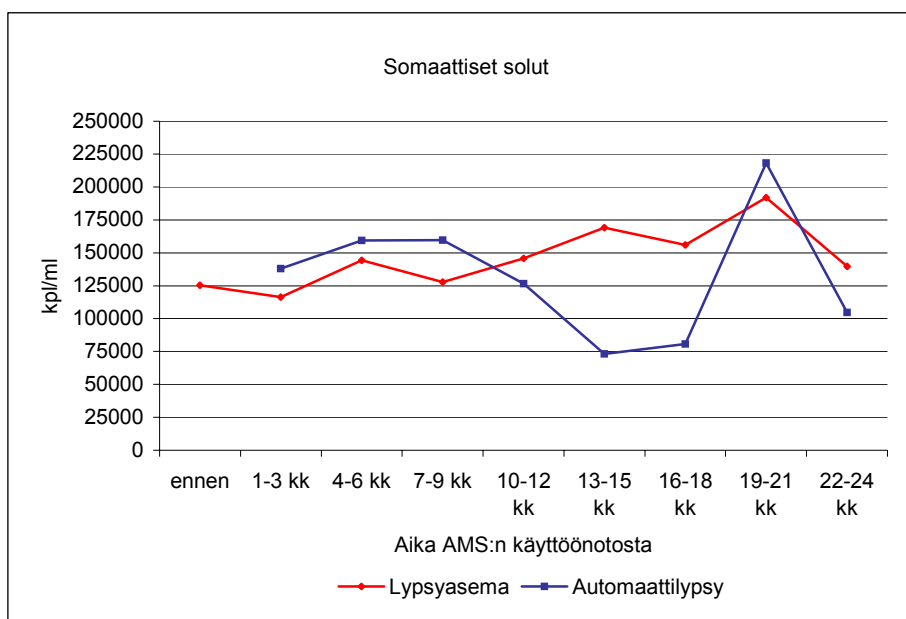
Syy siihen, että AMS-tiloilla suurempi osa ylittää E-luokan rajan on mahdollisesti se, että solupitoista maitoa ei ole havaittu tai sitä ei ole erotettu VMS-järjestelmässä. Laitteen antama informaatio maidon laadun muuttumisesta perustuu maidon neljänneskohtaisen tuotoksen, sähköjohtokyvyn ja optisen indeksin mittaamiseen, ei solujen lukumäärän laskemiseen. CowMon-ohjelma analysoi tietoja numeerisesti laskeakseen jokaiselle lypsykerralle odotetut arvot, joita verrataan todellisiin arvoihin heti lypsyn jälkeen. Jos arvo poikkeaa odotetusta, indeksi nousee; kokonaisindeksi kertoo muutoksesta, joka on tapahtunut samanaikaisesti kaikissa neljänneksissä ja neljännesindeksi kertoo yhdessä neljänneksessä tapahtuneesta muutoksesta, mikä saattaa johtua utaretulehduksesta. Laskuriarvo lisääntyy yhdellä jokaisen sellaisen lypsykerran jälkeen, jolloin uudet arvot poikkeavat odotetuista, vastaavasti laskuriarvo vähenee yhdellä yksiköllä jokaisen sellaisen lypsyn jälkeen, jolloin arvot ovat palautuneet odotetuiksi. Hoitajan vastuulla on seurata kunkin lehmän indeksiarvoissa tapahtuvia muutoksia. Jos käyttäjä ei valitse maitoa erotettavaksi, lypsetty maito ohjautuu tilatankkiin.

Rasmussenin et al. (2001) tutkimuksen mukaan sähköjohtavuuteen perustuva maidon laadun indikaattorisysteemiä ei joko käytetty, tai se toimi epäluotettavasti myös Tanskassa, jossa tutkimuksessa oli mukana 55 Lely Astronaut, 10 Prolion AMS ja 4 Fullwood Merlin -lypsyrobotia. Maidon sähköjohtavuuden mittaaminen ei identifioi tulehtuneita utareneljänneksiä riittävällä tarkkuudella (Hamann & Zeconi 1998), sen spesifisyys mastiitin havaitsemiseksi on parempi kuin sensitiivisyys (Nielen et al. 1992). Sähkö-



johtavuuteen vaikuttavat laktaatiovaihe, rotu ja eläimen fysiologinen tila (Hamann & Zeconi 1998). Maidon solupitoisuus ja sähkönjohtavuus nousivat lyhyellä lypsyvälillä (Hamann & Gyodi 2000). Lypsyrobottia käytettäessä lypsyjen välinen aika yleensä lyhenee, mutta lypsyväli ei ole kiinteä. Vaihtelu lypsyjen välisessä ajassa voi joltakin osalta selittää automaattisessa lypsyssä havaittua solumäärän kasvua (Hogeveen et al. 2001).

Suitian koetilan AMS:n alhainen maidon solupitoisuuden keskiarvo ja pieni muutos solutasossa robottilypsyy siirryttäessä osoittaa, että lypsyrobottia käytettäessäkin on mahdollista saavuttaa erittäin alhainen solutaso (kuva 7). Ruotsissa ei havaittu maidon solutasossa eroa VMS:ssä ja lypsyasemalla, mutta loppumaidon solupitoisuus oli VMS:llä lypsetyissä maidossa alempi (Svennersten-Sjaunja et al. 2000).



Kuva 7. Somaattisten solujen määrä Suitian tutkimustilan lypsyasemalla ja automaattilypsyyssä kolmen kuukauden jaksoissa kahden ensimmäisen AMS:n käyttövuoden aikana.

Tässä tutkimuksessa havaittu muutos maidon solumäärässä vastaa muista maista raportoituja tuloksia. Solupitoisuuksien on havaittu kohoavan otettaessa automaattinen lypsyjärjestelmä käyttöön: Tanskassa keskimääräinen soluluku oli korkeampi AMS:n käyttöaikana 69 tilalla kuin edeltävänä vuonna ennen sitä, mutta AMS:n käyttöönoton yhteydessä noussut soluluku aleni muutaman kuukauden kuluttua (Rasmussen et al. 2001). Soluluku nousi Tanskassa AMS:n siirryttäessä lähtötasosta 250 000 kpl/ml tasolle 300 000 kpl/ml (Jepsen & Rasmussen 2000, Rasmussen et al. 2002). Ruotsissa soluluku oli ennen automaattilypsyyä 196 000 kpl/ml ja käyttöönoton jälkeen 199 000 kpl/ml, seuraavan kuuden kuukauden aikana soluluku nousi 216 000 so-

luun/ml (Everit et al. 2002). Ensimmäisten hollantilaisten AMS-tilojen maidon solumäärä ei juuri muuttunut automaattilypsyyn siirtymisen yhteydessä, mutta lähtötaso oli yli 200 000 kpl/ml ja raja-arvon 250 000 kpl/ml ylitti noin puolet tutkituista näytteistä sekä ennen että jälkeen AMS:iin siirtymisen (Klungel et al. 2000). AMS-tiloilla maidon solumäärä oli korkeampi kuin kolme kertaa vuorokaudessa lypsävillä tiloilla (Klungel et al. 2000). Vuoden 1998 jälkeen AMS:iin siirtyneiden tilojen maidon solumäärä nousi tasolta 181 000 kpl/ml 192 000 kpl/ml:een ( $p < 0,001$ ) (Van der Vorst & Hogeveen 2000).

#### 4.4.3 Rasvapitoisuus

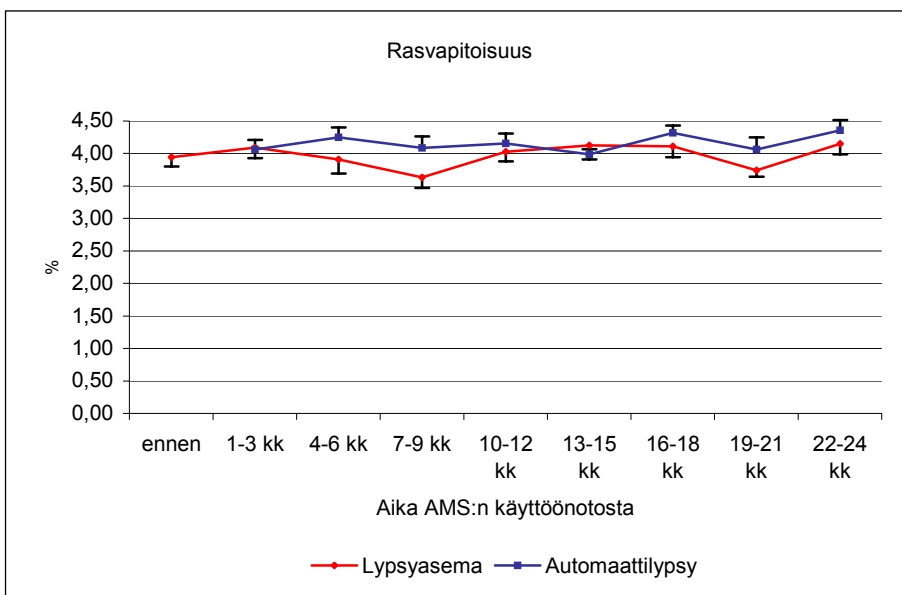
Rasvapitoisuudessa esiintyy vaihtelua sekä AMS-tiloilla että vertailuryhmässä. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä (taulukko 8). Suitian lypsytaseman ja robotin maitojen proteiinipitoisuuksissa esiintyy vaihtelua. Kuvasta 8 voidaan nähdä, että vaihtelu on pienempää automaattilypsyssä verrattuna perinteiseen lypsyyn. Erityisesti lypsytaseman vaihtelu on vuodenaikojen mukaan samanlaista koko seurantajaksolla. Ruokinta vaikuttaa myös maidon rasvapitoisuuteen, se voi selittää osan vaihtelusta.

Taulukko 8. Maidon rasvapitoisuus AMS-tiloilla ja vertailuryhmässä.

	AMS-tilat		Vertailuryhmä	
	keskiarvo, %	keskihajonta	keskiarvo, %	keskihajonta
Ennen	3,85	0,33		
1-3 kuukautta	3,97	0,14	4,17	0,11
4-6 kuukautta	4,20	0,20	4,06	0,21
7-9 kuukautta	4,03	0,08	3,91	0,39
10-12 kuukautta	4,04	0,11	4,16	0,18

Svennersten-Sjaunja et al. (2000) eivät havainneet maidon rasvapitoisuudessa eroa VMS:n ja lypsytaseman välillä. Klungel et al. (2000) mukaan rasvapitoisuus laski 4,43 %:a 4,37 %:n, myös Ruotsissa on huomattu pientä laskua rasvapitoisuudessa (Everitt et al. 2002).

Maidon rasvapitoisuus kasvaa laktaatiokauden loppua kohti ja on korkeampi silloin, kun lypsytaseman väli on lyhyempi (Bruckmaier et al. 2001). Yksittäisen automaattisesti lypsetyn maitonäytteen rasvapitoisuus ei ole edustava arvio lehmän maidon rasvapitoisuudelle (Friggens & Rasmussen 2001).



Kuva 8. Maidon rasvapitoisuus Suitian tutkimustilan lypsyasemalla ja automaattilypsyssä kolmen kuukauden jaksoissa kahden ensimmäisen AMS:n käyttövuoden aikana.

#### 4.4.4 Proteiinipitoisuus

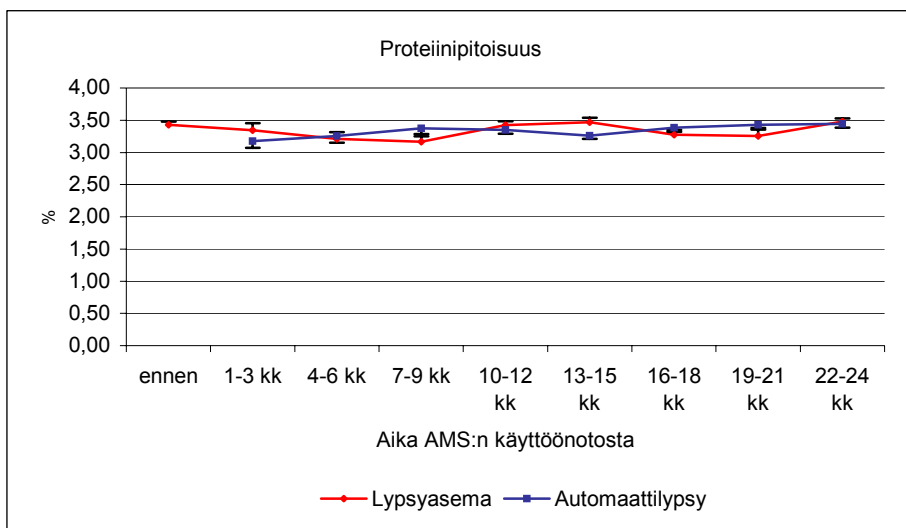
Automaattisesti lypsetyn maidon proteiinipitoisuus laski, kun uusi laitteisto otettiin käyttöön (taulukko 9), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kolmen kuukauden jälkeen proteiinipitoisuus oli samalla tasolla kuin ennen AMS:n käyttöönottoa. Automaattisesti lypsetyn maidon proteiinipitoisuus ei eroa tavanomaisesti lypsetystä maidosta. Kuvassa 9 nähdään, että Suitian lypsyaseman ja automaattisesti lypsetyn maidon proteiinipitoisuudet eroavat. Kuten rasvapitoisuuden kohdalla ruokinta voi selittää vaihtelua jonkin verran.

Taulukko 9. Proteiinipitoisuus AMS-tilojen ja vertailuryhmän tilojen maidossa.

	AMS-tilat		Vertailuryhmä	
	keskiarvo, %	keskihajonta	keskiarvo, %	keskihajonta
Ennen	3,35	0,16		
1-3 kuukautta	3,21	0,10	3,36	0,01
4-6 kuukautta	3,31	0,05	3,29	0,11
7-9 kuukautta	3,32	0,09	3,28	0,16
10-12 kuukautta	3,36	0,02	3,42	0,01

Svennersten-Sjaunja et al. (2000) totesivat, että maidon proteiinipitoisuudessa ei tapahdu muutosta kun automaattilypsy otetaan käyttöön. Hollantilaisten mukaan maidon proteiinipitoisuus oli ennen automaattilypsyä 3,49 % ja sen käyttöönoton jälkeen 3,42 % (Klungel et al. 2000). Everitt et al. (2002) ovat saaneet vastaavanlaisen tuloksen.

Kolme kertaa vuorokaudessa lypetyssä maidossa proteiinin määrä oli korkeampi kuin kaksi kertaa vuorokaudessa lypetyssä maidossa. Saman lehmän sisäisessä vertailussa, tiheässä lypsyssä yleensä havaittu alenema johtuu kuitenkin enemmänkin ruokinnasta kuin maitorauhasen kyvystä syntetisoida proteiinia (Sorensen et al. 2001).



Kuva 9. Maidon proteiinipitoisuus Suitian tutkimustilan lypsyasemalla ja automaattilypsyssä kolmen kuukauden jaksoissa kahden ensimmäisen AMS:n käyttövuoden aikana.

#### 4.4.5 Laktoosipitoisuus

Automaattisesti lypsetyn maidon laktoosipitoisuus ensimmäisen vuoden aikana oli 4,86 % perinteisesti lypsetyn maidon laktoosipitoisuus samalta ajalta oli 4,83 %. Suitian kahden vuoden näytteistä lasketut keskiarvot olivat lypsyasemalla 4,87 % ja AMS:lla 4,82 %. Loppulaktaatioissa laktoosin määrä alenee ja tiheässä lypsyfrekvenssissä eli kolme kertaa vuorokaudessa lypettäessä maidon laktoosin määrä on korkeampi kuin kaksi kertaa vuorokaudessa tapahtuvassa lypsyssä (Sorensen et al. 2001).

#### 4.4.6 Jäätymispiste

Rotu, laktaatiovaihe, utaretulehdus, tuotostaso, ruokinta, vuodenaika, ilmasto, lypsylvälineistö ja käytetyt puhdistusmenetelmät osaltaan vaikuttavat maidon koostumukseen, ja sitä kautta myös jäätymispisteeseen, myös aamu- ja iltamaidon jäätymispisteissä on havaittu eroa (Slaghuis 2001). Laktoosi on maidon pääkomponentti, joka määrittää jäätymispisteen, myös proteiinipitoisuus korreloi maidon jäätymispisteen kanssa (Schukken et al. 1992).

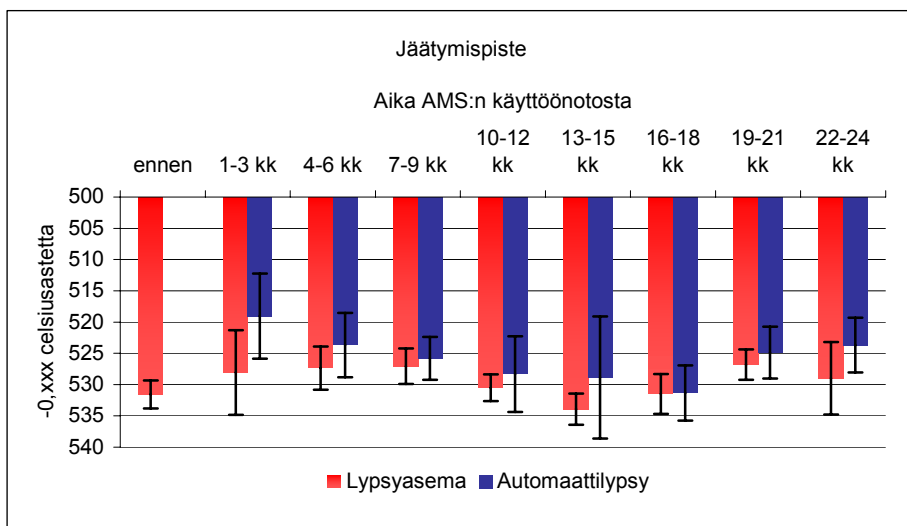
Maidon jäätymispistettä mitataan, jotta saataisiin esille mahdolliset vesilisäykset. Maidon normaali jäätymispiste vaihtelee ja se on riippuvainen rodusta, laktaatiokaudesta, ruokinnasta ja lypsylaitteistosta. Meijerit käyttävät jäätymispisteen raja-arvona  $-0,512\text{ °C}$ , jos se on korkeampi kuin tämä katsotaan, että kyseessä on vesilisäys.

Maidon jäätymispiste on AMS-tiloilla hyvällä tasolla alkuvaiheen arvojen kohoamisesta huolimatta. Taulukossa 10 on esitetty jäätymispisteen keskiarvo ajalta ennen lypsrobotin käyttöönottoa sekä kolmen kuukauden jaksoissa käyttöönoton jälkeen. Ensimmäisten käyttökuukausien aikana maidon jäätymispiste on kohonnut tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,05$ ), mutta se on pian palautunut lähelle lähtötasoa. Kuuden kuukauden käyttöajan kuluttua jäätymispisteissä ei ole eroa lypsiaseman ja lypsrobotin välillä. Jäätymispiste on kohonnut myös Tanskassa ja Ruotsissa. Tanskassa muutos on jäänyt pysyväksi (Everitt et al. 2002, Rasmussen et al. 2002).

Taulukko 10. Maidon jäätymispiste automaattilypsytiloilla ennen automaattilypsyä ja kolmen kuukauden jaksoissa käyttöönoton jälkeen. Samalla kirjaimella merkityt jaksot eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi, eri kirjaimelle merkityt eroavat tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,05$ ).

	Jäätymispiste, °C
Ennen	$-0,531 \pm 0,003^a$
1-3 kuukautta	$-0,518 \pm 0,002^b$
4-6 kuukautta	$-0,524 \pm 0,002^{ab}$
7-9 kuukautta	$-0,528 \pm 0,005^{ab}$
10-12 kuukautta	$-0,530 \pm 0,002^a$

Suitiassa maidon jäätymispisteen keskiarvo lypsiasemalla robotin ensimmäisen käyttövuoden aikana oli  $-0,529 \pm 0,002\text{ °C}$  ja toisen käyttövuoden aikana  $-0,530 \pm 0,003\text{ °C}$ . Automaattisesti lypsetyn maidon vastaavat arvot olivat  $-0,524 \pm 0,004\text{ °C}$  ja  $-0,527 \pm 0,004\text{ °C}$ . Kuvassa 10 nähdään jäätymispiste 3 kuukauden keskiarvoina.



Kuva 10. Maidon jäätymispiste Suitian tutkimustilan lypsyasemalla ja automaattilypsyssä kolmen kuukauden jaksoissa kahden ensimmäisen AMS:n käyttövuoden aikana

Jäätymispisteen nousu automaattilypsyssä johtuu todennäköisesti lypsytihedden kasvamisesta ja siitä, että ilmamäärä joka kuljettaa maitoa automaattisessa lypsylaitteistossa on suurempi verrattuna perinteiseen lypsyyn. Joissakin yksittäisissä tapauksissa alkuvaiheessa nousu on johtunut siitä, että maidon sekaan on kulkeutunut vettä. Suitian tulosten kohdalla jäätymispisteen palautumisella on luultavasti yhteys venttiilien säätämisen kanssa, joka tehtiin n. puolen vuoden käytön jälkeen. Maidon kuljettamiseen käytettyä ilmamäärää säädettiin pienemmäksi.

#### 4.4.7 Urean määrä

Runsaalla säilörehuruokinnalla tankkimaidon ureatavoite on 25-35 mg/100ml. Maidon ureapitoisuuden voimakkaasti vaikuttava tekijä on eläinten ruokinta. Automaattisesti lypsetyn maidon ureapitoisuus oli keskimäärin 31,0 mg/100ml ja Maito-Auran maitotilojen maidon ureapitoisuus oli 27,5 mg/100ml, eli ureapitoisuudet ovat tavoitearvon mukaisia.

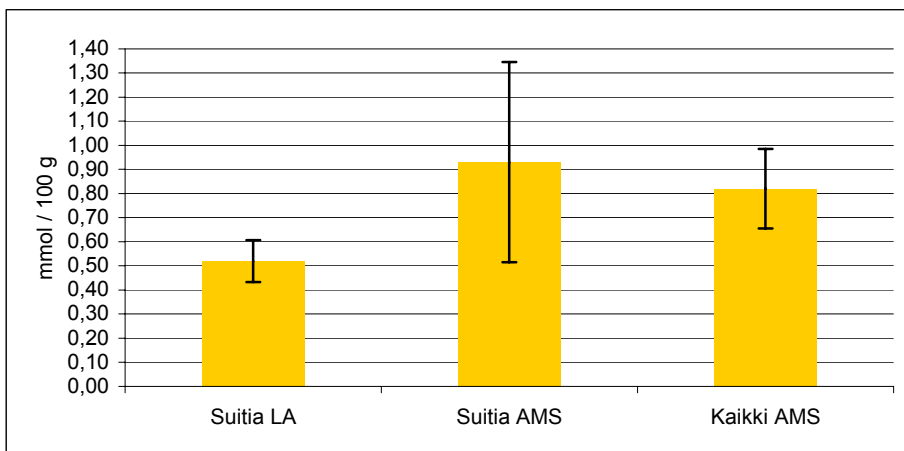
#### 4.4.8 Vapaat rasvahapot

Vapaiden rasvahappojen (Free fatty acids, FFA) määrän lisääntymistä pidetään maidon muokkaantumisesta kertovana tekijänä. Lipolyysin on todettu aiheutuvan lypsylaitteiston ominaisuuksista, eikä bakteerien vaikutuksesta (Escobar & Bradley jr. 1990, Kankare ym. 1991). FFA-pitoisuus kasvaa laktatiokauden edetessä ja suurin osa lipolyysistä maidossa tapahtuu lypsämissä ja maidon siirron yhteydessä tilalla (Needs et al. 1986). Paine putkistossa,

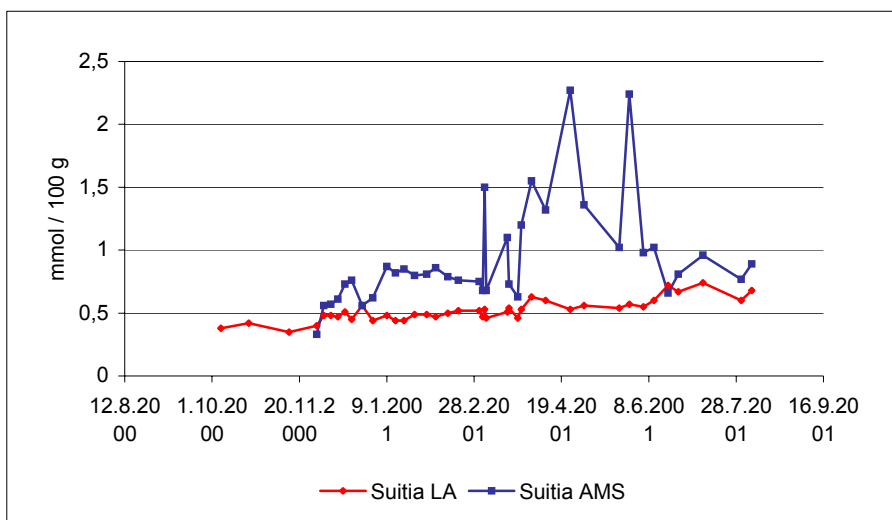
ilmanotto ja maidon pumppaaminen vaikuttavat vapaiden rasvahappojen määrään kohottavasti (Escobar & Bradley jr. 1990, O'Brien et al. 1998) ja mekaanisen käsittelyn vaikutus jatkuu maidon säilytyksen aikana (Needs et al. 1986). Nopea jäähdytys hidastaa vapaiden rasvahappojen muodostumista (Escobar & Bradley jr. 1990).

Tärkein maidon FFA-arvoja kohottava tekijä on lypsylaitteiston rakenteessa se, kuljetetaanko maito ilman kanssa vai erillään siitä (Evers & Palfreyman 2001). Maidon solupitoisuudella ei ole vaikutusta vapaisiin rasvahappoihin infektoitumattomilla lehmillä, mutta utaretulehduksella on (Needs et al. 1986), kun lehmällä on mastiitti, raakamaidon FFA-arvo nousee (Ma et al. 2000). Maitorasvan härskiintymisalttiudessa on myös havaittu suuria eläin-kohtaisia eroja (Escobar & Bradley jr. 1990). Ruokinta vaikuttaa vapaiden rasvahappojen määrään maidossa, laidunkaudella FFA-arvot ovat alhaisimpia (Kankare ym. 1991). Yli 8 tunnin lypsyvälillä maidon FFA-arvo oli pienempi kuin 6 tai 4 tunnin lypsyvälillä (Wiktorsson et al. 2000).

Vapaiden rasvahappojen määrä suomalaisessa raakamaidossa vaihtelee laajalla alueella, 0,7 – 1,4 mmol/100 g (Kankare ym. 1991). Tässä tutkimuksessa AMS-tilojen maidon vapaat rasvahapot olivat keskimäärin 0,8 mmol/100 g ja Suitian lypsyaseman 0,5 mmol/100 g (kuva 11). Suitian automaattilypsyn maidon FFA-pitoisuus on korkeammalla tasolla kuin AMS-tiloilla keskimäärin. Kuvasta 12 nähdään, että FFA-pitoisuuden vaihtelu on suurta Suitian robotilla 8 ensimmäisen käyttökuukauden aikana. Vaihtelun syitä ei voida tämän tutkimuksen perusteella sanoa. Suitian lypsyaseman maidon FFA-pitoisuudessa vaihtelu on huomattavasti pienempää.



Kuva 11. Kaikkien FFA-määritysten keskiarvot Suitian lypsyasemalla ja automaattilypsyssä sekä kaikkien automaattilypsynäytteiden keskiarvo.



Kuva 12. Suitian lypsyaseman ja robotin maitonäytteiden FFA-pitoisuudet ajan funktiona.

Eri tilojen laitteistot ovat varustukseltaan identtiset, mutta putkistojen rakenne vaihtelee eri navetoissa. Tämä on todennäköisesti yksi tekijä, jolla on vaikutusta tilojen erilaisiin rasvahappomääriin. Suitian AMS:n analysoidut vapaiden rasvahappojen määrät vaihtelivat eri mittauskertojen välillä erityisesti kesän aikana, jolloin lypsetty maitomäärä oli pieni. Lypsyvälin lyhentyminen ja lypsyasemaan verrattuna erilainen ilmanotto ovat varmasti osaltaan vaikuttaneet kohottavasti FFA-pitoisuuksiin. Van der Vorstin ja Hogeveenin (2000) mukaan FFA-arvot olivat korkeampia AMS-maidossa kuin tavanomaisesti kolme kertaa vuorokaudessa lypsävillä tiloilla.

#### 4.4.9 Koliryhmän bakteerit

Koliryhmän bakteerien määrä maidossa kuvaa lypsyprosessin ja navetta-ympäristön hygienian tasoa, erityisesti ympäristöperäistä kontaminaatiota. Automaattisten lypsylaitteistojen pesujen tehon tulisi olla sellainen, että maidon koliformien määrä on alle 100 pmy/ml ja kokonaisbakteerimäärä alle 10 000 pmy/ml (Schuiling et al. 2001).

Tässä tutkimuksessa kolimuotoisia bakteereja oli vertailuryhmän maidossa keskimäärin (geometriset keskiarvot) 18 pmy/ml ja AMS-maidossa 57 pmy/ml. AMS-maidossa kolimuotoisia bakteereja oli 0-28000 pmy/ml ja vertailuryhmän näytteissä kolimuotoisia oli 0-9900 pmy/ml.

Taulukossa 11 on esitetty kolimuotoisten bakteerien jakautuminen eri luokkiin. Tässä tutkimuksessa AMS-tilojen maidon koliryhmän bakteerien määrä ylitti 1000 pmy/ml 10,7 %:ssa tutkittuja maitonäytteitä ja vertailuaineistossa



2,8 %:ssa. Ero ei ole suuri, mutta AMS-tilojen maitonäytteissä on todettu suurempia määriä koliformeja.

Hayes et al. (2000) totesivat tankkimaidon gram-negatiivisista bakteereista, esim. *E. coli*, johtuvien bakteripiikkien aiheutuneen pääasiassa ympäristöperäisestä kontaminaatiosta. Tilapäisistä pesuongelmistä johtunut ympäristöperäinen kontaminaatio saattaa olla syynä myös tässä tutkimuksessa havaittuihin AMS-tilojen korkeisiin koliformimääriin.

Taulukko 11. Kolimuotoisten bakteerien jakaantuminen eri luokkiin (AMS n=56 ja LA n= 72).

pmy/ml	AMS		LA	
	n	%	n	%
< 100; hyvä	35	63,5	55	76,4
100 - 1000	15	26,8	15	20,8
> 1000; huono	6	10,7	2	2,8

#### 4.4.10 Klostridi-itiöt

Lantakontaminaation kautta, utareiden ja vedinten pinnoilta joutuu maitoon klostridi-itiöitä. Likaiset lehmät, ilmassa olevat itiöt ja lypsylaitteisto vaikuttavat myös osaltaan maidon voihiappobakteeri-itiöiden määrään (Stadhouders & Jørgensen 1990). Voihiappobakteerien itiöt pilaavat juuston, koska voihiappokäymisen seurauksena juusto repeilee ja siihen muodostuu epämiellyttävää hajua ja makua. *Clostridium tyrobutyricum* on kovissa juustoissa, kuten goudassa ja emmentalissa, havaitun jälkikäymisen aiheuttajaorganismi (Klijn et al. 1995). Tässä tutkimuksessa klostridi-itiöiden määrä on vertailuaineistossa ja automaattisessa lypsyssä samalla tasolla. Taulukossa 12 on esitetty näytteiden voihiappoitiöiden määrien jakaantuminen eri luokkiin vertailuaineistossa ja AMS-maidossa. Suurin osa näytteistä sisälsi alle 1 itiötä/ml.

Taulukko 12. Klostridi-itiöiden määrä luokiteltuna eri luokkiin (AMS n=64 ja LA n=49).

MPN/l	AMS		LA	
	n	%	n	%
< 300	50	83,3	39	79,6
300-1000	8	13,3	6	12,2
> 1000	2	3,3	4	8,2

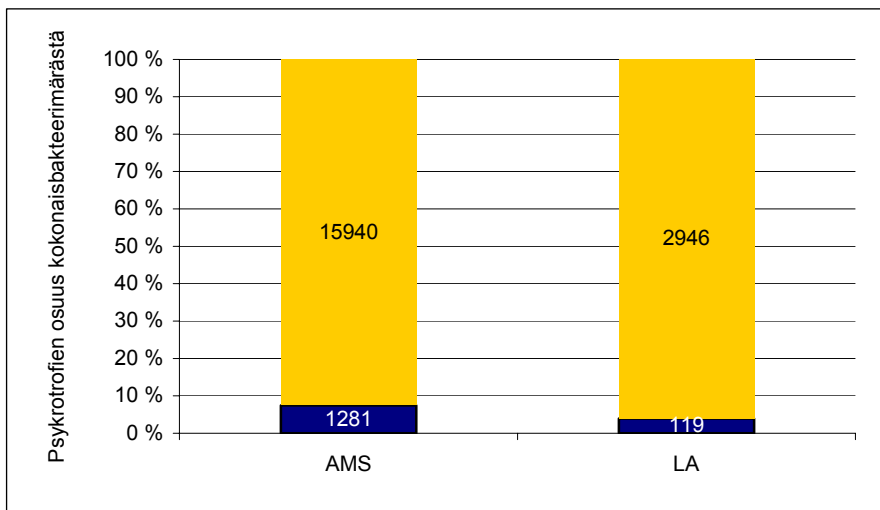
#### 4.4.11 Psykrotrofit

Psykrotrofit kasvavat 7 °C:ssa tai alemmassa lämpötilassa riippumatta siitä, mikä on niiden optimikasvulämpötila. Jäähdytettynä säilytetyssä maidossa

kahden tai kolmen vuorokauden kuluttua dominoiva floora on psykrotrofeja, jotka pystyvät tuottamaan maitoon ekstrasellulaarisia lämpöstabiileja proteinaaseja ja lipaaseja. Psykrotrofeja bakteereja on kaikkialla, joten niiden joutuminen maitoon on väistämätöntä. Hyvässä lypsyhygieniassa 10 % bakteereista on psykrotrofeja, huonossa niitä voi olla jopa 75 % (Cromie 1992).

Määrän kehitys jatkossa riippuu säilytyslämpötilasta ja -ajasta. Psykrotrofeilla on merkitystä muun muassa juuston valmistuksessa pienentäen juustosaantoa, aiheuttaen rakenneongelmia ja virhearomeja. Juustonvalmistuksessa ongelmia aiheuttaneen maidon psykrotrofien määrä on vaihdellut välillä  $10^4$ - $10^7$  pmy/ml, mikrobimäärä on kuitenkin epäluotettava indikaattori proteinaasien ja lipaasien esiintymiselle, koska se ei kerro entsyymien aktiivisuudesta mitään (Cromie 1992). Maidon säilytyksen aikana sellaisten psykrotrofien määrä kasvaa, joiden proteo- ja lipolyttinen aktiivisuus on pienempi (Rowe et al. 2001). Entsyymiaktiivisuus on kuitenkin havaittavissa laajemmalla alueella kuin kantojen kasvu (Braun et al. 1999) ja vaikka säilytyslämpötilan alentaminen vähentää aktiivisuutta, bakteerien tuottamat lipaasit toimivat vielä  $-2$  °C:ssa (Braun et al. 2001).

Automaattisesti lypsetyissä maidossa on kymmenkertainen määrä psykrotrofeja vertailuryhmään nähden. Kokonaisbakteerimäärä on myös korkeampi AMS-ryhmässä. Psykrotrofien osuus on molemmissa ryhmissä kuitenkin alle 10 % kokonaisbakteerien määrässä (kuva 13). Tuloksia tarkastellessa on huomioitava yhden AMS-tilan ongelmat maidon jäähtymisen kanssa, jotka osuivat näytteenottoajalle. Psykrotrofien määrä on kuitenkin alle Cromien (1992) esittämän ongelmia aiheuttavan määrän. Nämä tulokset eivät myöskään ylitä 10 % rajaa, joka indikoi hyvää lypsyhygieniää.



Kuva 13. AMS-maidon ja vertailuryhmän maidon psykrotrofien ja kokonaisbakteerien määrät (geometriset keskiarvot) sekä psykrotrofien osuus kokonaisbakteerimäärästä.

#### 4.4.12 *Bacillus cereus*

Maidon itiöpitoisuuteen vaikuttaa erityisesti utareissa oleva maainesperäinen lika. Lypsyvälineistöllä, navettailmalla ja eläinten ruoalla ei ole juuri osuutta kontaminoitumiseen, myös lannan itiöpitoisuus on yleensä alhainen. Ruotsissa raakamaidon itiöpitoisuus on alle 1 kpl/ml (Christiansson et al. 1999). Tässä tutkimuksessa ainoastaan kahdesta tankkimaitonäytteestä (vertailuryhmä n=20 ja AMS n=19) eristettiin *Bacillus cereus*, 1 pmy/ml. *Bacillus*-itiöitä ei löytynyt 37 näytteestä.

#### 4.4.13 Muut bakteeriryhmät

Taulukossa 13 on esitetty tässä tutkimuksessa tutkittujen bakteeriryhmien esiintymistä sekä automaattilypsytiloilla että vertailuryhmässä (Suitian lypsyasema ja Maito-Auran pihattonavettoja). Hajonta oli hyvin suurta ja näytteiden lukumäärä oli pieni. Esimerkiksi kokonaisbakteerimäärä oli tässä otoksessa noin 5 000 pmy/ml korkeampi kuin ensimmäisen vuoden kolmen viimeisen kuukauden keskiarvo. Tämän otoksen perusteella automaattilypsetyn maidon bakteerimäärät ovat suurempia kuin perinteisesti lypsetyssä maidossa.

Koska kokonaisbakteerimäärät olivat tällä otoksella huomattavasti korkeammat kuin seurannassa muuten, ei voida sanoa eroaako automaattisesti lypsetty maito perinteisesti lypsetystä maidosta. Ongelmia on voinut olla esim. näytteenotossa ja säilytyksessä tiloilla tai kuljetuksessa.

*Staphylococcus aureus* on yleinen mastiitin aiheuttaja. *L. monocytogenes* on tyypillinen maabakteeri, huonolaatuinen säilörehu on listerian maidossa esiintymisen pääsyy. Lipolyytiset mikrobit muodostavat rasvaa hajottavia entsyymejä. Lipolyyttien analysoinnin perusteella voidaan arvioida, onko maidossa havaittu vapaiden rasvahappojen määrän nousu aiheutunut mikrobeista vai onko se laitteesta johtuvaa. Proteolyyttisten mikrobien tuottamat valkuaisaineita hajottavat entsyymit kestävät hyvin kuumennusta ja aiheuttavat haju- ja makuvirheitä myös pastöroinnin jälkeisiin tuotteisiin.

Taulukko 13. Eri bakteeriryhmien geometriset keskiarvot automaattilypsyn ja vertailuryhmän maitonäytteissä.

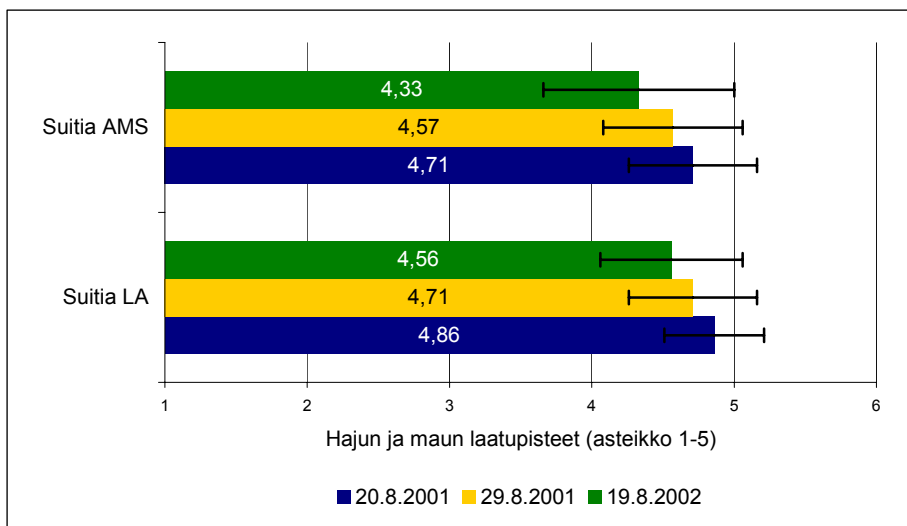
	AMS	Vertailu
Kokonaispesäkemäärä	17 415	2 273
<i>Staphylococcus aureus</i>	1 318	255
Termoresistentit bakteerit	240	17
Psykrotrofiset bakteerit	1 359	107
Lipolyytiset bakteerit	2 042	247
Proteolyytiset bakteerit	1 951	291

Kahdesta lypsyasemanäytteestä todettiin *Listeria monocytogenes* ja yhdestä näytteestä todettiin *Listeria innocua*.

#### 4.4.14 Aistinvarainen arviointi

Maitonäytteitä Suitian robotilta ja lypsyasemalta arvioitiin aistinvaraisesti viisiportaisella asteikolla. Arviointiraati koostui henkilöistä, jotka on koulutettu arvioimaan raakamaitonäytteitä. Mikäli maitonäytteelle annetaan 3 pistettä tai vähemmän on havaittu virhe kuvailtava sanallisesti.

Kuvasta 14 nähdään, että kaikki näytteet saivat keskimäärin yli 4 pistettä. Yksi arvioija oli kerran (19.8.2002) arvioinut AMS-näytteen 3 pisteen arvoiseksi, virheeksi oli kuvattu asetonin maku. Tulokset analysoitiin tilastollisesti varianssianalyysillä ja eri näytteenottokerroilla lypsyaseman ja robotin maidot eivät eronneet tilastollisesti toisistaan ( $p > 0,05$ ). Aistinvaraisesti arvioituna maidot olivat hyviä.



Kuva 14. Suitian tutkimustilan maitonäytteiden aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja hajonnat.

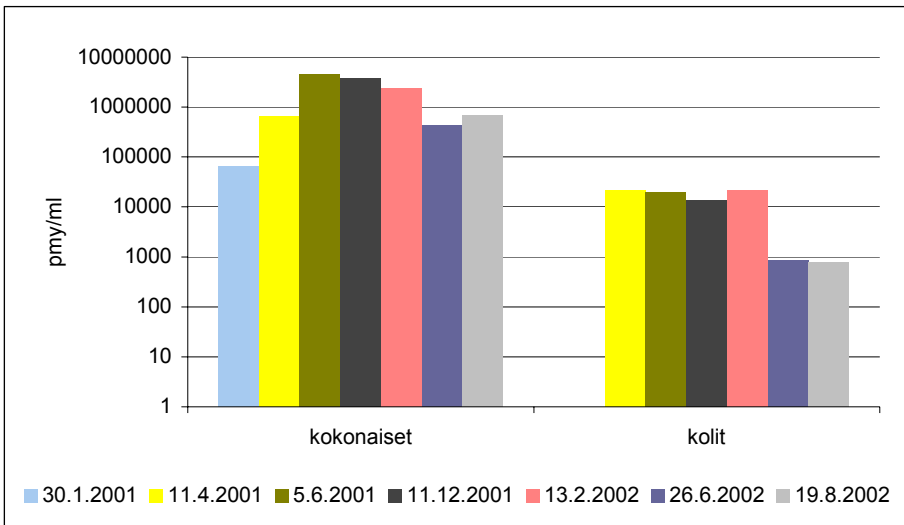
#### 4.5 Puhtausnäytteet ja siiviläsukkakoe

Lypsimien telineen pohjan kokonais- ja koliryhmän bakteerien määrät ennen pesua olivat melko suuria ja ne alentuivat pesuissa useimmissa tapauksissa. Lypsimien telineen puhtautta kannattaa silmämääräisesti tarkkailla päivän mittaan: lypsimien telineen pohjat, joiden bakteeripitoisuudet olivat korkeat, eivät kuitenkaan näyttäneet likaisilta. Lypsimet, maitoletkut ja pesukuppi tulee pestä käsin laitteiston pesun yhteydessä käyttöohjeen opastamalla tavalla. Lypsimien ja nännikumien sisäpuolen puhtaus vaihteli kokonaisbakteerimäärän osalta puhtaasta tyydyttävään. Nännikumien vaihtovälistä on huoleh-

dittava. Maitomittarin, Flomaster-maitomittarin ja Duovacin bakteerimäärät alentuivat pesuissa.

Maidonkokoojan sisäpuolen yläpinnan bakteerimäärät olivat ennen pesua korkealla tasolla. Yhdessä näytteessä myös koliryhmän bakteerien määrät olivat huomattavan suuria. Kun avattua maidonkokoojaa tutkittiin tarkemmin, havaittiin siellä kerääntynyttä likaa, koska pesusuuttimen väärän suuntauksen vuoksi se ei ollut puhdistunut kunnolla. Tällaisia umpinaisia kohteita tulisi välillä aukaista ja tarkastaa niiden puhtaus silmämääräisesti sekä puhdistaa tarvittaessa. Erityisesti huoltojen yhteydessä olisi luontevaa tarkkailla myös laitteiston puhtautta erityisesti sellaisista kohdista, joita käyttäjä ei itse voi avata. Välitankista otetuissa puhtausnäytteissä oli korkeita kokonaisbakteerimääriä, myös koliformeja. On tärkeää kiinnittää huomiota siihen, kuinka kauan lämmin maito viipyy välisäiliössä, erityisesti silloin, jos lypsyssä on vähän lehmia. Maitotankin poistoputki oli puhdas ja maitotankin sisäpinta puhdistui pesussa hyvin.

Siiviläsukka vaihdetaan pesun yhteydessä: kiertopesun aikana käytetty siiviläsukka on paikallaan ja uusi vaihdetaan pesukierron jälkeen ennen lypsämissen aloittamista. Tarkoituksenmukaisinta olisi pestä laitteisto ilman siiviläsukkaa, mutta välitöntä jäädytystä käytettäessä suositellaan siiviläsukan paikallaan oloa myös pesukierron aikana. Siiviläsukka hidastaa pesunesteiden kiertonopeutta ja sitä kautta se voi myös huonontaa pesutehoa (Knappstein et al. 2002). Siiviläsukasta pesun jälkeen valuneesta nesteestä on määritetty erittäin korkeita kokonais- ja koliryhmän bakteerien määriä (kuva 15).



Kuva 15. Siiviläsukasta pesun jälkeen valuneen nesteen kokonaisbakteeri- ja kolimuotoisten bakteerien määrät.

Siiviläsukan jälkeisessä putkessa on ollut bakteereja niin ennen kuin jälkeen pesujen. Käytetty siiviläsukka voi sisältää suuria määriä kontaminoivaa materiaalia, kuten bakteereja, jotka ovat sopeutuneet lypsy-ympäristöön ja näiden bakteerien nopea lisääntyminen voi nostaa myös tankkimaidon bakteerimäärää huomattavasti (Knappstein et al. 2002). Siiviläsukka on kriittinen kohta laitteistossa: kaikki lypsettävä maito menee siiviläsukan läpi ja bakteerimäärät siiviläsukassa ja -putkessa ovat olleet huomattavia. Yhden siiviläsukan käyttöaika voi olla jopa 14 tuntia vaikkakin automaattilypsyn hygieniohjeissa suositus on enintään 10 tuntia.

Siiviläsukan automaattinen vaihto on toivottava parannus AMS:iin. Kehiteltäessä kahden rinnakkaisen filtterin automaattista vaihtoa, on rakenteessa huomioitava systeemin puhdistuvuus pesussa. Nykyisissä AMS:ssa siiviläsukan vaihtaminen edellyttää käyttäjän paikallaoloa pesukierron määrättyssä vaiheessa. Jos laitteiston pesu alkaa automaattisesti, on todennäköistä, että siiviläsukkaa ei aina vaihdeta suositellulla hetkellä. Jos taas pesukierron aloittaminen vaatii manuaalisen käynnistyksen, saattaa käyttäjä lykätä pesun aloittamista yöllä tai lehmien jonottaessa lypsylle (Schuiling et al. 2001).

## 5 Lehmien utareterveys automaattisessa lypsyjärjestelmässä

*Mari Hovinen ja tilaseurannan osalta Iris Kasanen*

### 5.1 Johdanto

Automaattisessa lypsytavassa on monia eroja perinteiseen lypsyyntä verrattuna. Epäsäännölliset lypsyvälit, koneellinen utareen esikäsitteily, neljänneskohtainen lypsy sekä lypsyjärjestyksen puuttuminen saattavat vaikuttaa utareterveyteen. Lypsy tapahtuu automaattisessa lypsytavassa keskimäärin vajaa kolme kertaa päivässä, mutta lehmäkohtaisia eroja on paljon mm. tuotosvaiheesta ja lehmän aktiivisuudesta riippuen. Neljänneskohtainen lypsy antaa mahdollisuuden käsitellä jokaista utareneljännessä yksilöllisesti, jolloin mm. tyhjälypsytavassa voidaan vähentää. Ihmisen poissaolo lypsytapahtumasta muuttaa utareterveyden seurantatapoja: esimerkiksi utaretulehdusmaitoa ei havaita alkusuihkeista ja utareta tunnustelemalla, vaan automaattisen lypsy-yksikön ohjausjärjestelmän tietoja seuraamalla.

Automaattisilla lypsyjärjestelmillä (AMS) tuotetun maidon somaattisen solupitoisuuden todettiin lisääntyneen Ruotsissa n. 25 % perinteisin menetelmin lypsettyyn maitoon verrattuna (Ekman et al. 2004). Keski-Euroopassa maidon solupitoisuus oli suurempi ensimmäisinä kuukausina AMS:n käyttöönoton jälkeen ja sitten palasi lähes lähtötasolle (n. 200 000 – 280 000 solua/ml). Solupitoisuus oli paras tiloilla, joissa pidettiin yllä hyvää hygieniää ja joilla vaihdettiin nännikumit ajoissa (de Koning et al. 2004).

Tankkimaidon solupitoisuus on suuntaa antava indikaattori karjan utareterveydestä. Tankkimaidon solupitoisuuden lisääntyminen saattaa johtua todellisesta utareterveyden heikkenemisestä, mutta myös siitä, että maitoa erotellaan vähemmän automaattisessa lypsytavassa. Lehmäkohtaisen maidon solupitoisuuden on havaittu sekä pysyvän ennallaan (Billon & Tournaire 2002) että nousevan (Rasmussen et al. 2001, Poelarends et al. 2004) automaattilypsytavassa myötä. Solupitoisuus nousi automaattisen lypsylaitteiston käyttöönoton jälkeen erityisesti alkulypsytavassa (< 60 vrk poikimisen jälkeen) olevilla kahdesti-kolmasti poikineilla lehmillä (Poelarends et al. 2004). Maidon neljänneskohtaisen solupitoisuuden on raportoitu pysyvän ennallaan (Shoshani & Chaffer 2002, Casirani et al. 2002).

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan uusien utaretulehdusten määrä kasvoi ensimmäisen AMS käyttöönottovuoden aikana (Rasmussen et al. 2001). Saksalaisessa tutkimuksessa ei havaittu eroa lehmien utareterveydessä automaattisesti ja perinteisesti lypsettyjen lehmäryhmien välillä. Lisäksi todettiin, että automaattisella lypsytavalla voidaan tuottaa maitoa, jolla on alhainen solupitoisuus (Hamann & Reinecke et al. 2002, Hamann 2004).

Vedinpesun tehokkuudessa on eroja vedinpesujärjestelmien kesken, mutta vielä suurempia eroja on tilojen välillä (Knappstein et al. 2004). Pesutulokseen vaikuttaa mm. vedinpesulaitteiston kunto ja puhtaus, lypsykertojen määrä sekä parsien riittävyys ja puhtaus. Tankkimaidon kokonaisbakteerimäärä ei ole hyvä pesutuloksen indikaattori, sen sijaan maidon koliformien määrä lisääntyy pesutuloksen heiketessä (Knappstein et al. 2004). Norjalaisen tutkimuksen mukaan 10-20 % lehmien vedinpesuista luokiteltiin epäonnistuneiksi, eli yksi tai useampi neljännes jäi syystä tai toisesta puhdistamatta (Hvaale et al. 2002).

Sekä kliinisten että subkliinisten utaretulehdusten havaitsemisessa on havaittu olevan puutteita (Rasmussen et al. 2004, Hovinen ym. 2004, Binda et al. 2004), jolloin utaretulehdusten leviäminen saattaa lisääntyä, hoito pitkittyä ja tankkimaidon solupitoisuus kasvaa. Sähkönjohtokyvyn mittaamiseen perustuvien menetelmien utaretulehduksen havaitsemistarkkuus ei ole riittävä, jotta maito voitaisiin erotella automaattisesti (Rasmussen 2004). Maidon värin määrittämiseen perustuvien menetelmien tarkkuutta kliinisten tulehdusten havaitsemiseksi ei ole julkaisuja.

On arveltu, että alkavasta utaretulehduksesta saataisiin esimerkiksi sähkönjohtokyvyn perusteella ”ennakkotietoa” jo ennen kliinisten oireiden ilmaantumista. Oikein käytettynä tiedolla olisi ennaltaehkäisevä vaikutus utaretulehduksille (Maatje et al. 1992, Milner et al. 1997). Epätoivottava vaikutus sen sijaan olisi turhien antibioottikuurien aloittaminen maissa, joissa antibioottien käyttö on vapaampaa kuin Suomessa. Tanskalaisessa 20 tilan aineistossa huomattiin selvä ero utareterveyden tarkkailumenetelmissä kahta eri automaattilypsyjärjestelmää käyttävien tuottajien suhteen. Toiset luottivat laitteen havainnointikykyyn, mutta heillä antibioottien käyttö oli oman arviionsa mukaan lisääntynyt, toiset tuottajat luottivat enemmän omiin havaintoihinsa utareterveyden suhteen ja osalla näistä tiloista arvioitiin utaretulehdusten havaitsemisen tapahtuvan myöhemmin kuin ennen automaattista lypsyä. Yhteensä näillä tiloilla antibioottihoitojen määrä oli lisääntynyt (0,44 vs. 0,61 hoitoa lehmävuotta kohti) (Bennesgaard et al. 2004).

Utareterveystutkimuksen kolmivuotiskaudella seurattiin kolmen tilan alkutaivalta automaattilypsyyn siirtymisen jälkeen. Tavoitteena oli tutustua automaattisen lypsyjärjestelmän toimintaan, paikantaa mahdollisia automaattiseen lypsyyn liittyviä ongelmia, ja perehtyä niihin tarkemmin. Seurantakauden havaintojen perusteella suunniteltiin ja toteutettiin koejärjestelyjä pienempien kokonaisuuksien perusteellisempaa selvitystä varten seurantakauden jälkeen.

## **5.2 Aineisto ja menetelmät seurantakaudella**

Tutkimus toteutettiin Helsingin yliopiston Suitian opetus- ja tutkimustilalla Siuntiossa. Ensimmäiseen koeryhmään kuului 11 ensikkoo ja 15 vanhempaa lehmää. Yksi lehmistä jouduttiin korvaamaan automaattilypsyyn soveltumat-



toman utarerakenteen vuoksi kesken koejakson. Tulosten käsittelyissä on siis ensimmäisessä lehmäryhmässä mukana vain 25 lehmää. Koeryhmää seurattiin kuukausittain. Koejakso alkoi ennen automaattista lypsyä lokakuussa 2000 ja jatkui syyskuulle 2001. Osa lehmistä korvattiin uusilla ensikoilla umpeenmenon jälkeen, tavoitteena oli saada mahdollisimman terve ryhmä mm. vedinten kuntoa koskevia jatkotutkimuksia varten. Näin saatiin uusi lehmäryhmä (19 uutta ensikkoa ja 7 lehmää), jota seurattiin elokuuhun 2002.

Kahden yksityistilan seuranta-aika oli noin 14 kuukautta. Tilakäyntejä oli viisi, joista ensimmäinen 54-30 vuorokautta ennen automaattisen lypsyjärjestelmän käyttöönottoa ja seuraavat käynnit 2-5 kuukauden välein. Seuranta-aikana tiloilla oli yhteensä 143 lehmää. Aineisto ryhmiteltiin tulosten analysoimista varten jälkikäteen uudelleen sen mukaan, kuinka kauan lehmä oli ollut automaattilypsyssä näytteenottohetkellä. Ryhmittely oli välttämätöntä, koska lehmien vaihtuvuus oli hyvin suuri. Jokaisella tilakäynnillä oli runsaasti uusia, yleensä terveitä ensikoita, joiden tiedot olisivat vääristäneet erityisesti seuranta-ajan loppupään tuloksia. Näytteet järjestettiin ryhmiin seuraavasti: parsinavetassa 54-30 vuorokautta ennen automaattilypsyn käyttöönottoa otetut näytteet sekä näytteet lehmistä, jotka olivat näytteenottohetkellä olleet automaattilypsyssä 1-2 kuukautta, 3-5 kuukautta, 7-9 kuukautta ja 11-12 kuukautta. Vedinten kunnan ja tulehtuneiden ja infektioituneiden lehmien ja neljännesten osuuden kartoittamiseen käytettiin 88 lehmää. Aineistosta poistetuista lehmistä 34 oli ollut karjassa vain yhden seurantakäynnin aikana, eikä muutosta näin ollen voitu arvioida. Lisäksi 21 lehmää ei sopinut muodostettuihin ryhmiin, koska ne olivat tulleet automaattilypsyyden mukaan eri aikoihin kuin muut lehmät.

Tilakäynnin aikana jokaisen lehmän utare tunnusteltiin ja maito tarkastettiin silmämääräisesti sekä CMT-testin (California Mastitis Test™) avulla automaattisen lypsykoneen (Delaval, VMS™) suorittaman esipesun ja lypsyn välissä. Niistä neljänneksistä, joiden CMT-testin tulos oli yli yksi, otettiin maitonäyte bakteriologista määrittystä varten. Näytteet tutkittiin Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitoksessa (EELA) Helsingissä rutiinimenetelmin (Honkanen-Buzalski & Seuna 1995). Alkumaidosta otettiin neljänneskohtaiset maitonäytteet solumääritystä (Fossomatic) varten. N-asetyyli- $\beta$ -D-glukosaminidaasi (NAGAasi) -aktiivisuuden määrittystä (Mattila 1985) varten otettiin pakkaseen maitonäyte alkumaidosta ja Suitian tilalla myös loppumaidosta. Tilakäyntien ulkopuolisten utaretulehdustapausten yhteydessä otettiin maitonäyte sekä bakteriologista analyysiä että NAGAasi-aktiivisuuden määrittystä varten.

Tilakäyntien yhteydessä arvioitiin vedinten päiden kunto silmämääräisesti asteikolla 1-5 seuraavasti: 1 ei muutoksia, 2 vedinkanavan aukon ympärillä lievää hyperkeratoosia, 3 vedinkanavan aukon ympärillä voimakasta hyperkeratoosia, 4 hyperkeratoosia ja rikkonaista ihoa, 5 hyperkeratoosia ja iho huomattavasti rikki. Arviointitapa on muokattu Neijenhuisin (1998) esittä-

mästä arviointiasteikosta. Vetimien luokittelussa luokkaan 1 ja 2 kuuluvat vetimet tulkittiin terveiksi.

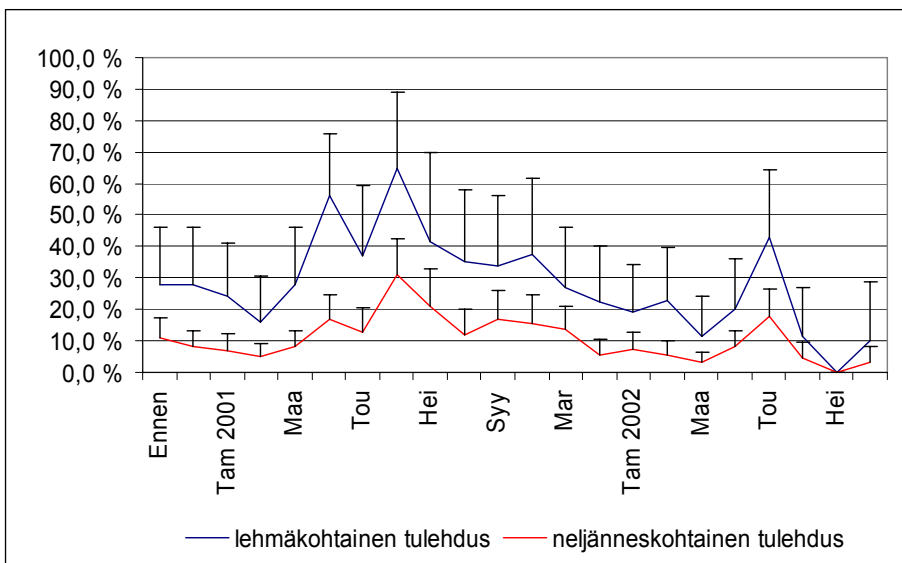
Jos solupitoisuus oli  $\geq 200\ 000$  solua/ml tai yli, neljännes tulkittiin tulehtuneeksi. Jos neljänneksestä saatiin lisäksi mikrobieristys, siinä katsottiin olevan tartunnallinen utaretulehdus eli infektio. Epäselviä tapauksia (sekakasvua tai bakteerinäyte puuttui, koska CMT=1, vaikka maidon solupitoisuus  $\geq 200\ 000$  solua/ml) ei otettu mukaan laskettaessa infektioprosentteja. Määrityskerran mukaan näitä oli noin 1-3 prosenttia näytteistä. Umpeutetut neljännekset tulkittiin sekä tulehtuneiksi että infektoituneiksi, jos muuta umpeuttamisen syytä ei ollut osoitettavissa. Lehmä luokiteltiin tulehtuneeksi tai tartunnan saaneeksi, jos yhdessä tai useammassa neljänneksessä oli tulehdus tai tartunta. Suitian tilalla tulostettiin tilakäyntipäivältä myös maidon laatua havainnoivan järjestelmän tulokset.

Mittausajankohtien välisiä eroja tulehdus ja tartuntaprevalenssien ja vedinten kunnon suhteen ensimmäisen seurantavuoden aikana analysoitiin Mc Nemanin khi-neliötestillä. Yksityistiloilla tilastolliseen analyysiin tuli mukaan huomattavasti vähemmän (23-49 %) näytetuloksia kuin mitä prevalensseihin oli laskettu, koska siihen vaadittiin tietyn lehmän mukanaolo vähintään kahdella perättäisellä mittauskerralla.

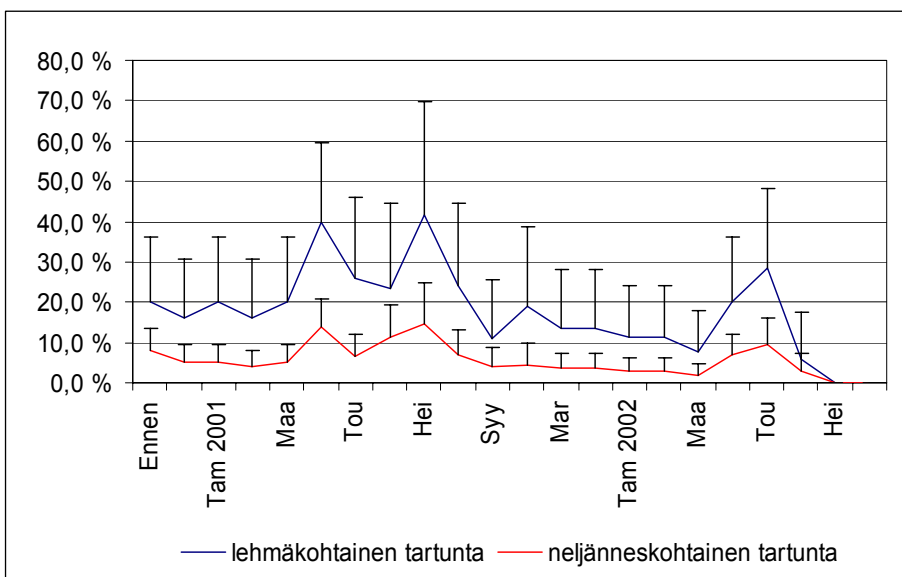
### **5.3 Utareterveyden tunnusluvut**

Ensimmäisen lehmäryhmän seurantakaudella Suitian tilalla neljänneskohtainen tulehdustilanne parani aluksi helmikuuhun saakka ( $p < 0,05$ ) (kuva 16). Sen jälkeen sekä lehmä- että neljänneskohtainen tulehdus- ja tartuntaprosentti nousi maaliskuuhun välillä ( $p < 0,01$ ). Lehmäkohtainen tulehdus- ja tartuntaprosentti oli suurempi huhtikuussa kuin ennen automaattista lypsyä ( $p < 0,05$ ). Tilanteen huonontuminen oli tilastollisesti merkitsevää lehmä- ja neljänneskohtaisen tulehduksen osalta vielä touko-kesäkuun välillä ( $p < 0,01$ ), ja neljänneskohtainen tulehdusprosentti oli kesäkuussa korkeampi kuin ennen automaattista lypsyä ( $p < 0,01$ ). Huhtikuun jälkeen noin puolet lehmistä ja 20% neljänneksistä solutti.

Ensimmäisen seurantakauden lehmien mennessä umpeen ne korvattiin pääosin uusilla vasta-poikineilla ensikoilla. Vanhoista lehmistä karjaan jäi vain seitsemän lehmää. Ensimmäiset uudet ensikot tulivat karjaan elokuussa ja viimeiset ensimmäisen seurantakauden eläimet poistuivat ryhmästä syyskuussa 2001. Ensikoiden tulo näytti parantavan utareterveyttä elo- ja syyskuussa 2001 (kuva 16). Utareterveys näyttää myös paranevan maaliskuulle asti, jonka jälkeen utareterveys näyttää hetkellisesti huononevan erityisesti toukokuussa. Heinäkuussa 2002 karjassa oli 14 lehmää, jotka kaikki olivat terveitä.



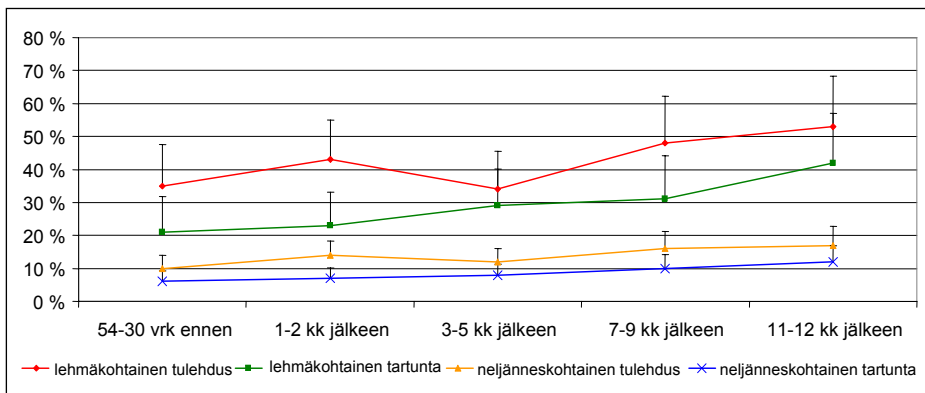
Kuva 16. Tulehtuneiden lehmien ja neljännesten osuus ennen automaattiseen lypsyy siirtymistä ja seuranta-ajan kuluessa Suitian karjassa (kuvassa luottamusvälit).



Kuva 17. Tartunnan saaneiden lehmien ja neljännesten osuus ennen automaattiseen lypsyy siirtymistä ja seuranta-ajan kuluessa yksityistiloilla (kuvassa luottamusvälit).

Yksityistiloilla tulehtuneitten lehmien osuus kasvoi seuranta-aikana lähes 20 prosenttiyksikköä (kuva 17). Kasvu oli tilastollisesti merkitsevä vertailtaessa lähtötilannetta 7-9 kk:n tilanteeseen ( $p < 0,05$ ) sekä 3-5 kk:n ja 7-9 kk:n välillä ( $p < 0,01$ ). Tulehtuneiden neljännesten osuus nousi seuranta-aikana lähtötasos-

taan 10 prosentista noin kuusi prosenttiyksikköä. Nousu oli tilastollisesti merkitsevä verrattaessa lähtötilannetta 3-5 kk:n ja 7-9 kk:n tilanteeseen ( $p < 0,05$ ), sekä 3-5 kk:n ja 7-9 kk:n välillä ( $p < 0,01$ ).



Kuva 18. Tulehtuneiden ja infektoituneiden neljännesten ja lehmien osuus ennen automaattisen lypsyyn siirtymistä ja seuranta-ajan kuluessa yksityistiloilla (kuvassa luottamusvälit).

Infektoituneiden lehmien osuus kasvoi noin 20 prosenttiyksikköä. Kasvu oli tilastollisesti merkitsevää vertailtaessa lähtötilannetta 11-12 kk:n tilanteeseen sekä 7-9 kk:n ja 11-12 kk:n välillä ( $p < 0,05$ ). Infektoituneiden neljännesten osuus kasvoi seuranta-aikana noin viisi prosenttiyksikköä. Kasvu oli tilastollisesti merkitsevä vertailtaessa lähtötilannetta 3-5 kk:n tilanteeseen sekä 11-12 kk:n tilanteeseen ( $p < 0,05$ ).

Suomalaisten lypsykarjan terveydenhuoltosuositusten mukaan alle 15 prosenttia neljänneksistä saisi olla tulehtunut (tulehtuneen neljänneksen  $CMT \geq 3$ , joka vastaa noin 300 000 solua/ml maitoa tai neljännes on umpeutettu) (Ylihyynilä 2002). Tässä tutkimuksessa solupitoisuuden raja-arvo tulehdukselle oli alempi. Suositukseen verrattuna utareterveys oli tiloilla erittäin hyvä ennen automaattilypsyyn siirtymistä ja pysyi hyväksyttävänä koko tutkimuksen ajan. Suomalaisten karjojen utaretulehdusprevalenssi oli 38 % ja 17 % lehmä- ja neljänneksellä vuonna 1995 ja 31 % lehmätasolla vuonna 2001 (Myllys ym. 1998, Pitkälä ym. 2004). Utaretulehduksen määritelmänä käytettiin 300 000 solua/ml. Koeryhmien utareterveys oli siis pääasiassa suomalaisista keskitasoa.

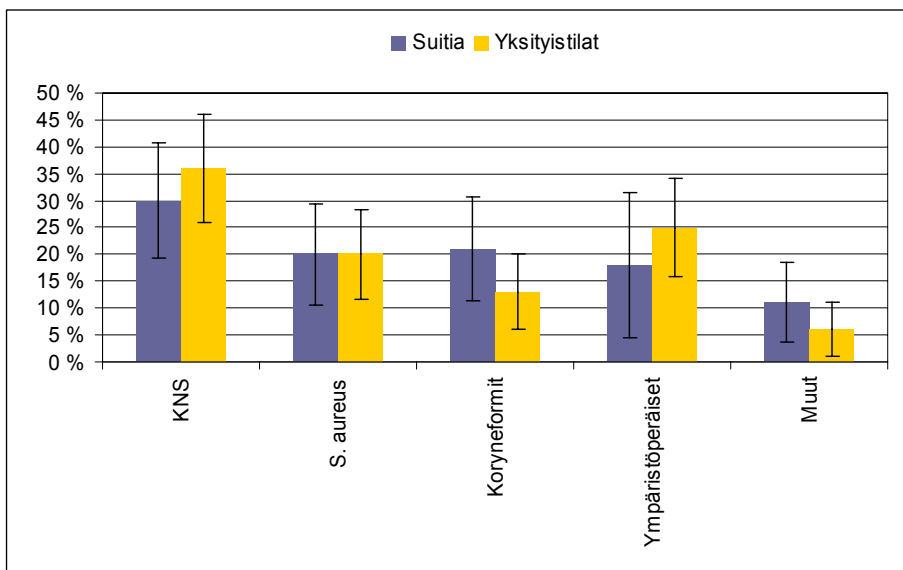
Tulehdus- ja tartuntatilanne huononivat ensimmäisen seurantavuoden aikana kaikilla kolmella tilalla. Näin pienellä aineistolla on kuitenkin mahdoton erottaa automaattisen lypsyn osuutta kaikista muista utareterveyteen vaikuttavista tekijöistä. Tilanteen huononeminen saattaa jossain määrin kuvastaa lypsykauden edessä tapahtuvaa normaalia muutosta. Lisäksi olisi ollut hyvä saada tietoa pidemmältä ajalta ennen automaattiseen lypsyyn siirtymistä. Yksityistiloilla karjat myös siirrettiin parsinavetasta pihattoon, mikä saattoi olla jopa suurempi vaikuttava tekijä kuin muutos lypsytavassa. Uusien asioi-

den opettelu voi lisätä lehmien kokemaa stressiä ja siten vähentää vastustuskykyä ja lisätä maidon solupitoisuutta. Saattaa olla, että osaa utareterveysongelmista ei havaita yhtä nopeasti kuin ennen. Pihatossa utarepatogeeniset bakteerit saattavat levitä makuuparsien välityksellä helpommin kuin parsinavetassa. Siihen, miten utareterveys kehittyy automaattilypsyyn siirryttäessä, vaikuttaa todennäköisesti myös karjan utareterveyden lähtötaso, tilan yksilölliset hoitotottumukset ja muut tilakohtaiset muutujat.

Toisena seurantavuotena Suitian tilalla utareterveys näytti toipuvan ennalleen, mutta tulosten tulkinnassa on otettava huomioon, että lehmäryhmä vaihtui ja koostui suureksi osaksi ensikoista, joilla yleensä on parempi utareterveys kuin vanhemmilla lehmillä. Utareterveyden muutoksissa on Suitian tilalla havaittavissa myös vuodenaikaisvaihtelua. Keväällä näyttäisi olevan eniten utareterveysongelmia.

## 5.4 Bakteriologisen tilanteen kartoitus

Seurantakauden aikana Suitian tilalla ja yksityistiloilla kerättiin tiedot bakteerieristyksistä sekä tilakäyntikerroilla että tilakäyntikertojen ulkopuolella kliinisten ja subkliinisten utaretulehdusten yhteydessä otetuista näytteistä. Vain tulehtuneista ( $\geq 200\ 000$  solua/ml) neljänneksistä saadut bakteerieristykset huomioitiin. Jos samasta neljänneksestä eristettiin useasti sama bakteeri, otettiin huomioon vain ensimmäinen eristys. Tiedot yhdistettiin koko automaattilypsyn aikaista bakteerijakaumaa kuvaaviksi luvuiksi (kuva 19).



Kuva 19. Suitian tilan (yht. 71 kpl) ja yksityistilojen (yht. 92 kpl) bakteerieristykset seurantakauden aikana (kuvassa luottamusvälit).

Bakteerieristykset jaettiin ryhmiin seuraavasti: KNS (koagulaasinegatiivinen stafylokokki), *S. aureus*, koryneformit, ympäristöperäiset (*Enterococcus sp.*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Klebsiella pneumoniae* ja *Escherichia coli*) ja muut bakteerit. Suitian tilalla 55 prosenttia infektioista havaittiin loppulypsykaudella (yli 5 kk poikimisen jälkeen). Yksityistiloilla 28 prosenttia infektioista tapahtui ensimmäisenä kuukautena poikimisen jälkeen ja 30 prosenttia loppulypsykaudella. Infektioita esiintyi tasaisesti AMS:n käyttöönnoton jälkeen.

Automaattilypsyn vaikutusta utaretulehdusbakteerien jakaumaan on tutkittu hyvin vähän. Saksassa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu *S. aureuksien* osuuden lisääntyneen ja streptokokkien ja KNS-bakteerien osuuden vähentyneen automaattilypsyn siirtymisen jälkeen (Hamann et al. 2002). Toisen saksalaisen havainnon mukaan ympäristöperäisten streptokokkien ja koagulaasinegatiivisten stafylokokkien (KNS) on havaittu muodostavan suurimman osan eristyksistä (Petermann et al. 2002).

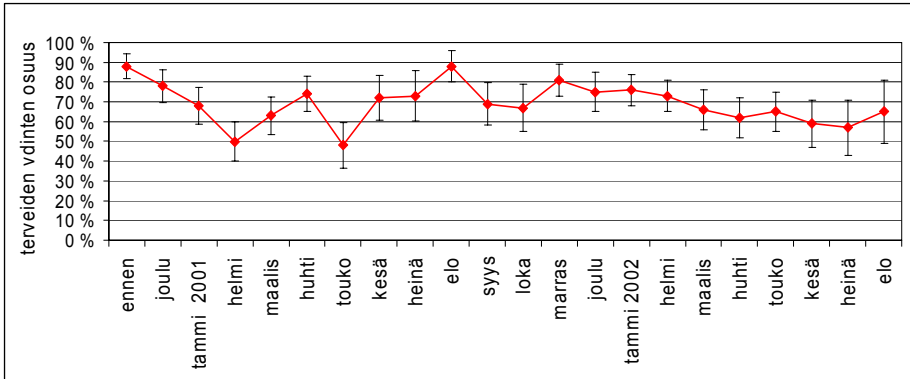
Tämän tutkimuksen tilojen utaretulehdusbakteerien jakaumasta ennen automaattilypsyn käyttöönottoa ei ole yhden tilakäynnin perusteella luotettavaa tietoa. Tuloksia voidaan verrata Suomessa tehdyn utaretulehdusta aiheuttavien bakteerien kartoituksen aineistoon (Pitkälä ym. 2004). Siihen verrattuna koryneformien ja koagulaasinegatiivisten stafylokokkien osuus oli pienempi ja ympäristöperäisten bakteerien osuus jopa kolminkertainen. *S. aureuksia* oli saman verran molemmissa tutkimuksissa. Ympäristöperäisten bakteerien suuri osuus saattaa selittyä mahdollisilla puutteilla lypsyhygieniassa sekä sillä, että aineistossa oli todennäköisesti enemmän kliinisiä utaretulehduksia, joista osan aiheuttivat ympäristöperäiset bakteerit.

Ruotsalaisessa Uppsalan yliopiston tutkimusnavetassa tehdyn tutkimuksen mukaan maitoa valuttavien lehmien määrän huomattiin olevan moninkertainen automaattilypsynavetassa verrattuna makuuparsipihattoon ja parsinavettaan. Valutuksen havaittiin tapahtuvan enimmäkseen takaneljänneksistä lehmän ollessa makuulla usein jo parin tunnin jälkeen edellisestä lypsystä (Persson Waller et al. 2004). Ilmiön todettiin liittyvän epätäydellisiin lypsyihin ja nopeaan maidonvirtaukseen. Tällaiset lehmät voivat levittää parsien kautta utaretulehduspatogeenia, sekä itse saada tartunnan avonaisen vedinkanavan kautta.

## 5.5 Vedinten kunto

Suitian karjassa vetimen päiden kunto huononi nopeasti automaattiseen lypsyn siirtymisen jälkeen aina helmikuulle asti ( $p < 0,001$ ) (kuva 20). Tämän jälkeen vetimen päiden kunto parani ( $p < 0,05$ ) nännikuppien kytkentätason kasvattamisen jälkeen (200 g/min/neljännes – 300 g/min/neljännes). Korkea kytkentätaso johti kuitenkin useisiin epätäydellisiin lypsyihin, jolloin taso laskettiin tasolle 250 g/min. Sen jälkeen terveiden vedinten osuus oli noin

70 % ensimmäisen seurantakauden loppuun asti. Kuukausittaisessa tarkastelussa vain elokuussa tilanne ei ollut huonompi kuin ennen automaattista lypsystä ( $p < 0,05$ ). Lypsyaikainen vetimen hierontavaihe piteni toisen tykyttimen asennuksen myötä; muutos tapahtui heinäkuun lopussa. Toisen seuranta-vuoden aikana terveiden vetimien osuus väheni tasaisesti lypsykauden edetessä.



Kuva 20. Terveiden vedinten osuus ennen automaattisen lypsyy siirtymistä ja seuranta-ajan kuluessa Suitian karjassa (kuvassa luottamusvälit).

Suitiassa useimpien lehmien vedinten iholla oli haavoja automaattisen lypsyan alkuvaiheessa. Ongelma poistui käsin tehdyn rasvauksen myötä. Vedinsuihkeeseen lisättiin ihoa hoitavia aineita (Proactive Plus™, DeLaval, 8 % pehmentäviä aineita (emollient), eikä kuivuminen ole enää ollut yhtä suuri ongelma uutta suihkettä käytettäessä.

Yksityistiloilla terveiden vetimien osuus pieneni seuranta-ajan kuluessa 76:sta 66 prosenttiin. Muutos oli tilastollisesti merkitsevä verrattaessa lähtötilannetta kaikkiin muihin mittauskertoihin. Vedinten kunnon ja utaretulehdusten välillä ei havaittu yhteyttä.

Siirryttäessä perinteisestä lypsystä automaattilypsyy vedinten kunnon on raportoitu parantuneen (Casirani et al. 2002, Neijenhuis et al. 2004), jääneen ennalleen (Shoshani & Chaffer 2002) ja kerran poikineiden osalta huonontuneen (De Vlieghe et al. 2001). Neijenhuisin et al. (2004) mukaan kaikki muut vedinten kuntoa kuvaavat parametrit paranivat automaattiseen lypsyy siirtymisen myötä, paitsi vedinten verenkiertohäiriöistä johtuva sinisyys lypsyan jälkeen lisääntyi. Vedinten ihon kunto parani myös Rasmussenin et al. (2004) tutkimuksen mukaan muutamassa viikossa kun vedinsuihkeessa oli enemmän pehmentäviä aineita (2 % vs 8 %).

Tässä tutkimuksessa vedinten kunto huononi automaattiseen lypsyy siirtymisen jälkeen. Vielä analysoimattomien tulosten perusteella voidaan toivottavasti selvittää, olivatko lypsyan kytentätason muutokset yhtenä syynä vedinten kunnon muutoksiin. Vedinten kunto vaihteli näytteenotokerrasta

toiseen paljon, eikä ole varmaa, kuinka hyvin yksittäisen näytteenottokerran tulos edustaa tilannetta ennen automaattilypsyä. Vedinten kunnan ei yksityis-tiloilla havaittu olleen yhteydessä tulehdusten esiintymiseen. Syynä saattaa olla se, että suurin osa muutoksista vedinten kunnossa tapahtui luokista 1 ja 2 luokkiin 2 ja 3; todella huonokuntoisia vetimiä oli vähän.

### **5.5.1 Automaattisen lypsykoneen asetusten vaikutus lehmien vedinten kuntoon ja maidonvirtaukseen**

Seurantakauden tulosten perusteella suunniteltiin ja toteutettiin koe, jossa mitattiin automaattisen lypsykoneen asetusten vaikutusta vedinten kuntoon. Tutkimus tehtiin Suitian opetus- ja tutkimustilan AMS-navetan lehmillä talvella 2001-2002. Eri kytkentätasojen (200 ja 250 g/min) ja nännikumien vaikutusta lehmien vedinten kuntoon tutkittiin neljän koejakson aikana yhteensä 6 kk:n ajan. Vedinten kunto määritettiin vedinten kuntoluokituksen ja vedinten ultraäänikuvien avulla (Neijenhuis 1998, Neijenhuis et al. 2001). Lisäksi kaikki muutokset vetimissä (väri, kimmoisuus, verenvuodot, renkaat vetimen tyvessä) kirjattiin. Samalla mitattiin neljänneskohtaiset lypsyalipaineet, alipaineen muutokset ja tyhjälypsy aika, sekä tehtiin maidon virtauskäyrä lehmien vasemmasta takaneljänneksestä, jotta voitiin verrata koneen mittareiden ja virtauskäyrän yhdenmukaisuutta. Nännikumien pehmeys mitattiin paineroon perustuen. Myös nimellisalipaine ja tykytyksen ominaisuudet mitattiin. Saaduista tiedoista voidaan analysoida vedinten kuntoon vaikuttavia tekijöitä ottaen huomioon lehmän ominaisuudet (virtaustaso, lypsykertojen määrä, koneaika). Tulokset ovat analysointivaiheessa.

## **5.6 Maidon laadun määrittäminen ja utaretulehduksen havaitseminen automaattisilla lypsyjärjestelmillä**

### **5.6.1 Seurantakausi**

Utareterveyskäyntien utareterveystietoja ja tilakäyntien ulkopuolella tapahtuneiden kliinisten utaretulehdusten tietoja verrattiin päivittäin tulostettuihin koneen antamiin huomautuksiin maidon laadusta. Yhteensä kahdeksasta kliinisestä tulehduksesta VMS havaitsi seitsemän. Tilakäyntien aineistossa neljänneksestä, joissa oli 200 000-1 000 000 solua/ml maitoa, kone antoi sillä hetkellä huomion vain 5-15 %. Seurantakauden aikaan VMS:n epänormaalin maidon tunnistamisjärjestelmä perustui pääasiassa maidon määrän mittaukseen.

Seurantajakson kuluessa VMS:n antaessa huomion mahdollisesti sairaasta neljänneksestä, karjanhoitajat tutkivat kliinisesti utareen ja tarvittaessa lehmän. Näin voitiin arvioida järjestelmän luotettavuutta. Suitian tilalla tehdyistä



66 huomiosta vääräksi hälytykseksi eli terveeksi (CMT 1) osoittautui 50 %, lievästi tulehtuneiksi (CMT 2) 36 % ja tulehtuneiksi (CMT >2) 14 %.

## 5.6.2 Toimintatutkimus

Seurantajakson tuloksiin pohjautuen päätettiin toteuttaa vuoden 2003 syksyllä automaattisten lypsyjärjestelmien toimintatutkimus, jossa kahden markkinoilla olevan automaattisen lypsylaitteiston toimintaa tutkittiin yhteensä yhdeksällä tilalla. DeLavalin VMS:n havainnointijärjestelmä on kehittynyt niin, että sähkönjohtavuuden mittaaminen on tullut merkittäväksi osaksi neljänneskohtaisen maitomäärän mittaamisen rinnalle. Laitteisiin on tullut myös automaattinen maidonerottelumahdollisuus syksystä 2003 lähtien asennettuihin laitteisiin. Lely Astronautin järjestelmä mittaa maidon sähkönjohtavuutta ja maidon väriä ja perustaa automaattisen erottelun näiden parametrien raja-arvojen ylittymiseen. Molemmissa laitteissa on mahdollisuus maidon automaattiseen erotteluun.

Tutkimukseen kuului yksi tilakäynti jonka perusteella selvitettiin laitteistojen kykyä havaita subkliiniset tulehdukset. Tilakäynneillä jokaiselta lehmältä otettiin neljänneskohtaiset maitonäytteet maidon ulkonäön ja solupitoisuuden tutkimista varten (CMT ja Fossomatic). Lisäksi CMT-testissä arvon 2-5 saaneilta otettiin näytteet maidon bakteriologista analyysia varten (Honkanen-Buzalski & Seuna 1995). Utare tutkittiin kliinisesti. Maidon silminnähdän havaittavia muutoksia ja maidon solupitoisuutta verrattiin koneen ilmoittamiin maidon laadun mittaustuloksiin.

Alustavien tulosten mukaan laitteiden kyky havaita subkliinisiä tulehduksia on puutteellinen. Toisella mallilla (AMS 1, taulukko 14) havaittiin suurempi osa subkliinisistä mastiiteista käyntikerralla, mutta samalla suuri osa annetuista huomioista oli turhia. Toisella mallilla (AMS 2) ei juuri havaittu subkliinisiä tulehduksia, mutta turhia hälytyksiä oli selvästi vähemmän.

Tankkimaidon solupitoisuuden lisääntymiseen on arveltu vaikuttavan tilasäiliöön menevän maidon vähäisempi erottelu perinteiseen lypsyyn verrattuna (Rasmussen et al. 2001). Erottelukäytäntöihin vaikuttaa se tunnistetaanko utaretulehduslehmät. Kuten tässä tutkimuksessa huomattiin, vain murto-osa subkliinisistä tulehduksista antoi huomion käyttäjälle. Havaitsematta jääneet tulehdukset heikentävät tankkimaidon laatua ja hoitamatta jääneet tulehdukset saattavat pahentua. Turhat hälytykset saattavat johtaa siihen etteivät tuottajat käytä enää robotin havainnointijärjestelmää apunaan (Hovinen ym. 2004, Rasmussen et al. 2004). Perinteisessä lypsyssä utaretulehduksen havaitsemistehokkuus riippuu karjanhoitajan aktiivisuudesta maidon silmämääräisessä tarkastuksessa ja CMT-testin käytössä ennen lypsyä. Perinteisten menetelmien käyttö on tärkeää myös AMS-navetassa. Automaattisessa lypsyssä apuna voi käyttää myös automaattista näytteenottolaitetta, josta saadut

lehmäkohtaiset maitonäytteet ohjaavat solumäärityksen jälkeen tutkimaan mahdolliset ongelmalehmät tarkemmin.

Taulukko 14. Subkliinisen utaretulehduksen havaitseminen eri menetelmiin perustuen (sähkönjohtavuus, maitomäärän aleneminen, maidon väri) solurajoilla 200 000 solua/ml, 400 000 solua/ml ja 1 000 000 solua/ml (Hovinen ym. 2004).

AMS 1	Sähkönjohtavuus			Maidon määrä		
	200	400	1000	200	400	1000
Soluraja x 1000	200	400	1000	200	400	1000
Utaretulehdustapauksia	85	42	23	85	42	23
Huomautus annettu %	18	31	39	8	12	17
Aikaisempi huomautus %*	33	36	39	20	24	18
Huomautuksia yht. kpl	25	25	25	23	23	23
Turhia huomautuksia kpl	9	11	15	13	15	16
AMS 2	Sähkönjohtavuus			Maidon väri		
	200	400	1000	200	400	1000
Soluraja x 1000	200	400	1000	200	400	1000
Utaretulehdustapauksia	152	75	23	152	75	23
Huomautus annettu %	5	8	9	1	2	5
Aikaisempi huomautus %	6	10	17	6	5	8
Huomautuksia yht. kpl	10	10	10	11	11	11
Turhia huomautuksia kpl	0	1	5	2	2	2

\*Huomautus yhdellä tai useammalla lypsykerralla kymmenen edellisen lypsykerran aikana.

Tiloilla jatketaan utareterveystilanteen seuranta kuusi kuukautta kliinisen utaretulehdusmateriaalin keräämiseksi. Kun utaretulehdus havaitaan, tiedot tulehduksesta kirjataan ja tulostetaan maidon laadun havainnoimistiedot. Näin voidaan arvioida systeemin sensitiivisyyttä maidon laadun muutosten ja tulehduksen havaitsemisessa. Tiloilta kerätään kuukauden ajan tietoa myös koneen huomiolistan perusteella tutkituista eläimistä, tarkoituksena selvittää koneen suorittamien hälytysten todenperäisyyttä. Näin voidaan arvioida systeemin spesifisyyttä maidon laadun ja tulehduksien havainnoinnissa.

## 5.7 N-asetyyli- $\beta$ -D-glukosaminidaasi (NAGaasi) -aktiivisuuden käyttökelpoisuus subkliinisten ja kliinisten utaretulehdusten havaitsemisessa

Maidon laadun ja utaretulehduksen havainnointiin automaattisessa lypsyssä on hyvä miettiä myös vaihtoehtoisia menetelmiä sähkönjohtokyvyn mittaamisen sijaan tai rinnalle. NAGaasi -aktiivisuus lisääntyy maidossa kliinisen utaretulehduksen yhteydessä esiintyvän utareen kudostuhon ja verisuonten läpäisevyyden lisääntymisen seurauksena. NAGaasi-aktiivisuuden on todettu korreloivan hyvin maidon solupitoisuuden kanssa (Mattila 1985), ja sen mittaamisella on myös mahdollista erotella lieviä tulehduksia aiheuttavat baktee-

rit voimakasta tulehdusta aiheuttavista (Berning & Shook 1992). NAGaasi-aktiivisuuden määrittäminen voidaan tulevaisuudessa mahdollisesti automatisoida, jolloin se voisi toimia mittausparametrinä maidon laatua havainnoivissa järjestelmissä AMS:ssä (Mottram 2000).

Tilakäyntien yhteydessä kerätyn NAGaasi-aineiston lisäksi aineistoa on kerätty Suintian opetus- ja tutkimustilan lypsyaseman puolelta, sekä terveistä että subkliinisesti ja kliinisesti tulehtuneista neljänneksistä. NAGaasi-tuloksia tullaan vertaamaan somaattiseen solupitoisuuteen, bakteriologisiin tuloksiin sekä tulehdusoireiden esiintymiseen.

## **5.8 Vedinten puhdistuminen ja vedinpesun tekninen onnistuminen automaattisessa lypsyssä**

Toimintatutkimuksen toisessa osassa tilakäynneillä syksyllä 2003 yhdeksän tilan jokainen lehmä otettiin lypsylle vuorotellen, ja koneen suorittama esivalmistelun toimivuus havainnoitiin. Lehmän puhtaus, utareen karvaisuus, vedinten väri ja utarerakenne kirjattiin. Vedinten puhtaus havainnoitiin silmämääräisesti ennen ja jälkeen vedinpesun asteikolla 0 (puhdas) – 4 (> 50 % vetimen pinta-alasta lian peitossa). Pesun jälkeen jokaisen lehmän yhdestä etu- ja takavetimestä otettiin puhtausnäytteet liinojen avulla. Myös lian paikka ja laatu arvioitiin ennen ja jälkeen vedinpesun. Vedinpesun teknisen onnistumisen seuraamiseksi puhdistamatta jääneet vetimet kirjattiin ja esipesu luokiteltiin epäonnistuneeksi jos yksi tai useampi vedin jäi puhdistamatta. Tavoitteena on selvittää vedinpesun tehokkuutta ja selvittää syitä mahdollisiin epäonnistumisiin tai huonoon pesutulokseen.

## **5.9 Lypsinten puhdistuminen utaretulehdusbakteereista lypsyjärjestyksen puuttuessa**

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää lypsykoneen mahdollista toimimista utaretulehduksen levittäjänä perinteisessä ja automaattisessa lypsyssä. Automaattisessa lypsyssä lypsimit huuhdellaan viileällä vedellä jokaisen lehmän lypsyn jälkeen, toisin kuin perinteisessä lypsyssä, mutta lypsyjärjestystä on mahdollista ylläpitää vain perinteisissä lypsyjärjestelmissä.

Tutkimuksen ensimmäisen osan näytteet otettiin kahdelta perinteisen lypsytalon tilalta, joilla oli *Staphylococcus aureus*-ongelma. Bakteriologinen viljely tehtiin jokaisen lehmän maitonäytteestä, sekä sivelynäytteistä vetimen rungon iholta ja vetimen päästä, vedinkanavasta ja nännikumista. Näytteistä löytyneet *S.aureus* -bakteerit (< 1000 kpl) tullaan tyyppittämään pulssikenttägeelielektrofooresilla (PGFE) ([www.phls.org.uk/International/Harmony/htm](http://www.phls.org.uk/International/Harmony/htm)) epidemiologisia tutkimuksia varten. Tarkoituksena on selvittää, löytyykö nännikumista samaa *S. aureus* -genotyyppiä kuin kyseisen neljänneksen maidosta ja/tai samalla lypsimitillä aikaisemmin lypsetyistä neljänneksistä. Lisäksi mai-

don ja neljänneksen sivelynäytteiden *S. aureus* –tyyppejä verrataan keskenään. Verrattaessa utaretulehdusmaidosta, sekä iholta ja nännikumeista peräisin olevien *S. aureus* –bakteerien genotyyppejä, tulokset ovat olleet ristiriitaisia (Zadoks et al. 2001, Middleton et al. 2002).

Tulevaisuudessa, jos tutkimuksen toinen osa toteutuu, seurataan automaattilypsytiloilla *S. aureus*-tartunnan saaneita lehmiä, ja otetaan sivelynäytteet nännikumeista, joilla on lypsetty tartunnan saanut neljännes. Tarkoitus on selvittää *S. aureus* indikaattorina käyttäen, onko välihuuhtelu riittävä poistamaan patogeeniset bakteerit nännikumin pinnalta ja estää utaretulehduksen leviäminen lypsylaitteiston välityksellä järjestelmässä, jossa lypsyjärjestyksen ylläpito ei ole rutiininomaista.

## 5.10 Termien selitykset

**CMT-testi:** California Mastitis Test, mittaa maidon solujen DNA:n avulla somaattisten solujen määrää maidossa.

**Fossomatic:** maidon solulaskin, jonka avulla somaattisten solujen pitoisuus lasketaan tuman värjätyn DNA:n avulla.

**Hyperkeratoosi:** ihon sarveiskerroksen paksuuntuminen, vedinvaurioissa tämä tapahtuu vedinaukon ympärillä rengasmaisesti ja johtaa joskus ”renkaan” halkeiluun ja rikkoontumiseen.

**Infektio:** Utaretulehduspatogeenin (esim. bakteeri) aiheuttama tartunta.

**Kliininen tulehdus:** Oireileva utaretulehdus, jossa utare on turvonnut ja maidossa on silmin havaittavia muutoksia.

**Kytkentätaso:** maidon virtausnopeuden alin taso, jolla automaattinen lypsin irroitus käynnistyy.

**N-asetyyli-β-D-glukosaminidaasi (NAGaasi):** maidosta mitattava entsyymi, joka kuvaa tulehdusreaktion ja kudostuhon voimakkuutta utarekudoksessa.

**PFGE:** pulssikenttägeelielektroforeesi, menetelmä jonka avulla bakteerien genotyyppejä määritetään.

**Prevalenssi:** sairaiden osuus tietystä populaatiosta.

**Sensitiivisyys:** niiden, joilla testitulokset on positiivinen, osuus sairaista.

**Somaattiset solut:** maidossa esiintyviä elimistön puolustusjärjestelmän soluja, joiden määrä lisääntyy utaretulehduksessa.

**Spesifisyys:** niiden, joilla testitulokset on negatiivinen, osuus terveistä.

**Subkliininen tulehdus:** Utaretulehdus, jossa maidon somaattisten solujen pitoisuus on lisääntynyt, mutta tulehdus ei ole aiheuttanut näkyviä oireita.

**Sähkönjohtokyvyn mittaaminen:** elektrolyyttipitoisuus nousee maidossa mm. utaretulehduksen seurauksena, ja tämä voidaan mitata maidosta.

## **6 Lehmien käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattisen lypsyjärjestelmän navetassa**

*Satu Raussi, Jutta Kaihilahti, Seija Saastamoinen, Anna-Maija Aisla ja Christian Eriksson*

### **6.1 Johdanto**

Suitian automaattisen lypsyn navetassa (AMS-navetta) tehtiin tutkimusprojektin aikana useita lehmien käyttäytymisen tarkkailuja. Keväällä ja kesällä 2001 keskityimme tarkkailemaan lehmien sosiaalisen hierarkian muodostumista, lehmien aktiivisuutta ja lypsykäyttäytymistä. Lisäksi kokeilimme laajennetun ruokinta-alueen vaikutusta samanaikaisesti ruokailevien lehmien määrään. Loppukesällä 2002 kokeilimme automaattilypsylehmien laiduntamista ja syksyllä 2002 tarkkailimme Suitian navetan AMS-osaston ja tavallisen pihatto-osaston lehmien käyttäytymistä. Kevään ja kesän 2001 käyttäytymistarkkailuista valmistui agrologi Jutta Kaihilahden lopputyö Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikköön. Laidunkoe- ja käyttäytymisvertailuosasta valmistuu myöskin Seija Saastamoisen kotieläintieteen pro gradu -työ Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitokselle.

Tämän raportin johdanto-osa pitää sisällään niitä asioita, jotka tulisi huomioida, jotta lehmän hyvinvointi automaattisen lypsyjärjestelmän navetassa toteutuisi. Keväällä ja kesällä 2001 tehdyt käyttäytymistarkkailut raportoidaan omana osanaan, kuten myös automaattisen ja tavanomaisen lypsyn osaston lehmien käyttäytymisvertailu sekä automaattilypsylehmien laidunnuskoe.

### **6.2 Lehmän hyvinvoinnin toteutuminen automaattisessa lypsyjärjestelmässä**

Hyvinvointitarkastelu kuuluu kotieläintuotannon laatuun tärkeänä osana etenkin silloin, kun tuotantotiloihin tuodaan uutta teknologiaa. Käyttäytyminen on herkkä hyvinvoinnin mittari. Eläin muuttaa käyttäytymistään ennen kuin sen fysiologiassa, tuotoksessa tai terveydessä tapahtuu muutoksia. Eläimen käyttäytymistä tutkimalla pystytäänkin tunnistamaan ja ennakoimaan mahdolliset stressitilat ennekuin muutoksia tapahtuu esimerkiksi tuotoksessa.

Lehmän hyvinvoinnin toteutuminen niin automaattilypsy- kuin tavanomaisessakin navetassa edellyttää, että lehmä ei kärsi janosta, nälästä, epämuksuudesta elinympäristöstä, kivusta, loukkaantumisesta, taudeista, normaalin käyttäytymisen rajoittamisesta tai pelosta (The Five Freedoms, Brambell Commission 1965). Hyvässä pihattonavetassa jokaisella lehmällä on vähintään yksi makuuparsi ja siten lehmillä on mahdollisuus levätä yhtäaikaaisesti. Kai-

killä eläimillä olisi myös hyvä olla mahdollisuus syödä jatkuvasti tarjolla olevaa karkearehua yhtä aikaa ja juoda hyvälaatuista vettä. Automaattilypsyn yhteydessä käytetään usein lausetta ”lehmillä on vapaus valita yksilöllisesti”. Nauta on kuitenkin voimakkaasti laumaeläin ja sen luontaiseen käyttäytymiseen kuuluu synkronoitu- eli yhtäaikainen käyttäytyminen lauman muiden yksilöiden kanssa. Yhtäaikainen käyttäytyminen ilmenee parhaiten lehmien syödessä ja levätessä (Castrén 1997, Boissou et al. 2001).

### **6.2.1 Mahdollisuus liikkua**

Lehmien liikkumisen järjestelyjä navetassa kutsutaan lehmäliikenteeksi. Automaattisissa lypsyjärjestelmissä toivotaan lehmien tulevan itsenäisesti ja tasaisin väliajoin lypsylle. Lypsylle ohjaaminen tapahtuu lehmäliikennettä järjestelemällä. Ruokinta- ja makuualueet sekä lypsypaikka ovat yleensä erikseen ja erilaisin portein estetään tai mahdollistetaan eläinten kulkeminen näiden alueiden välillä. Paluunestoportti mahdollistaa kulkemisen vain yhteen suuntaan. Valinta- tai älyportissa voi olla tunnistinjärjestelmä, joka päästää lehmän läpi tietyillä ehdoilla. Lehmä voi esimerkiksi päästä ruokinta-alueelle, jos edellisestä lypsystä on kulunut alle 6 tuntia.

Lehmäliikenne voi olla eriasteisesti ohjattua. Täysin ohjattu liikenne tarkoittaa, että lehmä pääsee syömään karkearehua ja/tai makaamaan ainoastaan kulkemalla lypsypaikan eli robotin kautta. Täysin ohjattua liikennettä voi käyttää esimerkiksi aluksi liikkumisen opetuskeinona, mutta se ei ole suositeltava liikennejärjestely jatkuvassa käytössä. Osittain ohjatussa liikenteessä lehmä voi päästä makuualueelta syömään paitsi lypsyrobotin niin myös valinta- tai älyportin kautta tietyin ehdoin. Määräävänä tekijänä voi olla esimerkiksi edellisestä lypsystä kulunut aika.

Täysin vapaassa liikenteessä lehmät saavat kulkea vapaasti eri alueiden välillä – kuten normaalissa pihattonavetassa – niiden ei tarvitse levätäksään tai syödäkseen väki- tai karkearehua kulkea lypsyrobotin kautta. Jos lehmäliikenne on automaattilypsyssä täysin vapaa, ei lypsyllä käynti ehkä houkuttele lehmiä riittävästi. Alankomaalainen Carolien Ketelaar-de Lauwere (1999) toteaa väitöskirjassaan, että liikennejärjestely, jossa lehmät saavat vapaasti liikkua makuu- ja karkearehunsyöntialueiden välillä, mutta väkirehua saadakseen niiden on kuljettava lypsypaikan kautta, on hyvä ratkaisu täysin vapaaseen tai täysin ohjattuun lehmäliikenteeseen verrattuna.

### **6.2.2 Mahdollisuus syödä**

Lehmillä tulisi olla rajoituksetta tarjolla karkearehua ja vettä, sekä riittävästi aikaa syödä. Täysin tai osittain ohjatussa lehmäliikenteessä voi lypsyrobotin taakse syntyä ajoittain ruuhkaa. Ruuhkan aiheuttajia voivat olla esimerkiksi suosittu lypsyaika, robotin toimintahäiriö tai huolto. Ruuhkia syntyy helposti

varsinkin silloin, jos yhden robotin hoidettavana on maksimimäärä eläimiä. Ruuhka-aikoina robotille ja sitä kautta syömään ensimmäisenä pääsevät ryhmässä sosiaalisessa arvojärjestyksessä korkeammalla olevat lehmät. Alempiarvoiset joutuvat odottamaan lypsylle ja syömään pääsyä, jolloin niillä ruokailuun voi jäädä liian vähän aikaa. Huomattava on, ettei eri tutkimuksissa ole löydetty korrelaatiota lehmän sosiaalisen aseman ja sen maitotuotoksen välille (Bouissou et al. 2001). Alhaisessakin sosiaalisessa asemassa oleva lehmä voi siis olla korkeatuottoinen, jolloin riittävä rehun saanti on erityisen merkityksellistä sen hyvinvoinnille. Haverkamp et al. (2004) havaitsivat, että lehmät käyvät ruokinta-alueella useammin ja niiden kuiva-aineen saanti karkearehusta on suurempaa silloin, kun liikenne on täysin vapaa verrattuna osittain ohjattuun liikenteeseen. Korkeatuottoiset lehmät tarvitsevat karkearehun lisäksi tietenkin myös väkirehua, jotta ehtisivät syödä tuotostaan vastaavasti. Näille lehmille väkirehun saanti on hyvinvointikysymys (Munksgaard 2003).

Lehmillä olisi hyvä olla normaalissa pihatossa tilaa syödä karkearehua yhtä aikaa. Lehmät pyrkivät mahdollisuuksien mukaan syömään yhdessä johtuen lajin sosiaalisesta rakenteesta. Automaattilypsyssä lehmät joutuvat niin sanotusti työskentelemään vuorossa, jolloin kaikilla lehmillä ei ole mahdollisuutta yhtäaikaan ruokailuun. Toisin sanoen, lehmien laumakäyttäytyminen josain määrin rikkoutuu, jolloin yhtäaikaista karkearehunsyöjiä on mahdollisesti AMS-navetassa vähemmän kuin tavanomaisessa navetassa. Tämä johdosta on oletettu, että AMS-navetoissa tultaisiin toimeen vähemmällä karkearehun-syöntipaikoilla tavanomaiseen pihattonavettaan verrattuna (Morita et al. 2000).

### **6.2.3 Mahdollisuus levätä**

Täysin ohjatussa lehmäliikenteessä sosiaalisessa arvojärjestyksessä alempana olevat lehmät voivat joutua myös tinkimään makuuajastaan, samasta syystä kuin syöntiajan yhteydessä tuli esiin. Hyvällä maidontuottajalehmällä ei kuitenkaan olisi aikaa odotteluun ja seisoskeluun. Sen on joko syötävä tai levätävä selviytyäkseen kovasta työstään.

Jokaisella lehmällä tulisi olla vähintään yksi makuuparsi (Bouissou et al. 2001), myös automaattisen lypsyn navetassa (Morita et al. 2000). Jälleen kerran lehmät laumaeläiminä mieluiten makaavat samaan aikaan ja vaikeivat aina näin tekisikään, niin sosiaalisista suhteista johtuen kaikki lehmät eivät voi asettua makaamaan aivan kenen viereen tahansa. Lehmät makaavat vähemmän ja seisoskelevat enemmän käytävillä, jos makuuparsien määrää lehmää kohti vähennetään (Winckler et al. 2003). Riittämätön määrä makuupaikkoja voi lisäksi altistaa käytävällä makailuun, jolloin lehmä likaantuu ja mahdollisesti tukkii kulkutien.

## 6.2.4 Mahdollisuus käydä lypsillä

Lehmälle tulee aina tarjota lypsypaikalla väkirehua, sillä pelkkä lypsytys tuleminen ei houkuttele lehmiä lypsylle (Prescott et al. 1998), etenkin silloin kun tuotoksen huippu on jo ohitettu. Lehmän pääasiallinen motiivi tulla lypsypaikalle on siis väkirehu. Hygienian kannalta on perusteltua, jos lypsypaikka on muusta ympäristöstä hyvin eristetty. Tällöin kuitenkin voi lehmän totuttaminen automaattilypsyyn olla vaikeaa. Yksin eristettyyn koppiin meneminen vaatii laumaeläimeltä rohkeutta. Toisaalta sosiaalisessa arvojärjestyksessä alhaalla oleva lehmä voi paikkaan totuttuaan pitää sitä niin rauhallisena ja turvallisena, että ei mielellään tule lypsypaikalta pois, ellei seuraava lypsylle tuleva lehmä sitä sieltä pois aja. Tähän ongelmaan ovat yritykset kehittäneet erilaisia laitteita, kuten paineilmahäätistimen, jolla liian pitkäksi aikaa lypsypaikalle jäänyt lehmä voidaan ajaa sieltä lypsyn jälkeen pois.

Toimiakseen mahdollisimman tehokkaasti robotilla tulisi olla ympäri vuorokauden tasaiseen tahtiin lehmiä lypsettävänä. Vuorokaudessa on kuitenkin suosittuja ja vähemmän suosittuja lypsyajankohtia ja Carolien Ketelaar-de Lauweren (1999) väitöskirjassa todetaankin, että jälleen kerran sosiaalisessa arvojärjestyksessä alempana olevat lehmät joutuvat käymään lypsillä vähemmän suosittuun (lepo) aikaan. Vähemmän suosittuina aikoina lypsyrobotille ei ole jonoa, jolloin sinne kulkeminen sujuu rauhassa ja esteettä.

Wenzel et al. (2003) totesivat lypsytapavertailussa, että robottilypsyssä lehmillä on enemmän potku- ja painonsiirtokäyttäytymistä sekä suurempi maidon kortisolipitoisuus verrattuna tavanomaiseen lypsyyn. Maidon ja plasman kortisolipitoisuuden välillä on todettu positiivinen korrelaatio (Fox et al. 1981) ja plasman korkea kortisolipitoisuus voi olla merkki stressitilasta. Hopster et al. (2002) eivät kuitenkaan löytäneet mitään merkittäviä eroja verrattessaan lehmän lypsyaikaista hyvinvointia automaatti- ja tavanomaisessa lypsyssä. Lehmän hyvinvointia kuvaavia mittareita Hopsterin et al. (2002) tutkimuksessa olivat: potku- ja painonsiirtokäyttäytyminen, kortisoli, katekoliamiini, oksytosiini, syke ja tuotos.

## 6.2.5 Mahdollisuus laiduntaa

Laiduntaminen edistää lehmän hyvinvointia monilla tavoin. Laitumella liikuminen on hyväksi verenkierrolle ja sorkkien alustana laidun on joustava ja pitävä. Laiduntava lehmä korjaa itse rehunsa, joten syöntikäyttäytyminen toteutuu mahdollisimman lajinnukaisesti. Luontaiset sosiaaliset kontaktit ja etäisyyden pitäminen toisiin lehmiin on helppoa laitumella. Laidun on myös makuualustana lehmälle mieluinen (Ketelaar-de Lauwere et al. 1998).



Automaattilypsyn ja laidunnuksen yhdistämisestä on maailmalla jo jonkin verran kokemusta. Laidunnuksen ja automaattilypsyn yhdistäminen onnistuu, mikäli laitumet sijaitsevat navetan läheisyydessä. Alankomaisten tutkimusten mukaan lehmät kyllä tulivat laitumelta navetalle lypsylle, jos matkaa navetaan oli alle 350 metriä (Ketelaar de Lauwere 1999). Säätila ja laidunnurmen pituus vaikuttivat lehmien haluun olla joko sisällä navetassa tai ulkona laitumella. Makaaminen ulkona laitumella oli lehmille selvästi mieluisampaa kuin makaaminen sisällä navetassa. Ongelmia laidunnuksen ja automaattilypsyn yhdistämisessä on aiheuttanut lypsyvälin piteneminen ja lehmien yhtäaikainen käyttäytyminen. Lehmät laumaeläiminä tulevat laitumelta sisälle lypsylle ryhmänä, jolloin lypsypaikalle syntyy ajoittain ruuhkaa, kun taas ajoittain lypsyrobotti on vailla käyttöä.

Ruotsalaistutkijat vertasivat automaattilypsyä ja laidunnusta kun laidun oli 260 tai 50 metrin matkan päässä navetasta (Wredle & Spörndly 2001). Lähemmällä laitumella olevat lehmät tulivat kauempana laiduntavia lehmiä useammin lypsylle. Lehmät halusivat olla ulkona huolimatta sisällä navetassa tarjottavasta ylimääräisestä karkearehusta. Veden käyttäminen navetalle houkuttelemisen keinona siten, että vettä ei ole laitumella tarjolla, ei kuulu hyvään hoitotapaan. Vettä tulisi aina olla rajoituksetta tarjolla myös laitumella, sillä pelkästään yhden maitolitrin tuottaminen vaatii monta litraa vettä. Erittymisen kuumana kesänä kaikki lehmät eivät mielellään lähde hakemaan vettä kaukaa, vaikka juomisen tarve olisikin. Veden tarjoamista myös laitumella puoltaa Spörndlyn et al. (2004) tutkimus, jossa lehmien todettiin käyvän yhtä tiheästi lypsyllä huolimatta siitä, tarjottiinko vettä vain sisällä navetassa vai myös ulkona laitumella.

## **6.3 Lehmän oppiminen ja opettaminen**

### **6.3.1 Miten lehmä tulisi totuttaa automaattilypsyy**

Avainsanat lehmän opettamiseksi automaattiseen lypsyyyn ovat rauhallisuus, kärsivällisyys ja houkuttelu. Automaattilypsyä aloittavalla tilalla on usein uusi navetta, jolloin lehmille koko navettatila (lattiamateriaalit, makuuparret, ruokintapöytä ja väkirehukioskit, ym.) on uutta. Lehmä kannattaa aina ensin houkutella väkirehulla uusista porteista läpi. Samoin lypsypaikkaan totuttelu kannattaa tehdä rehulla houkuttelemalla pakottamisen sijaan. Jos robotille meno on alusta saakka ollut lehmälle vapaaehtoista, ei muistiin jää ikäviä mielikuvia lypsypaikasta ja lehmä oppii itsenäisesti pelkäämättä tulemaan lypsylle. Lypsytapahtumanhan tulisi aina olla lehmälle mahdollisimman rento ja miellyttävä jo maidon laskeutumisen ja utareen tyhjenemisen vuoksi. On hyvä muistaa, ettei lehmää saisi koskaan käsitellä huonosti lypsypaikalla eikä siellä saisi tehdä eläimelle epämieluisia toimenpiteitä.

Opettamisessa kannattaa käyttää hyväksi karjan rohkeimpia ja uteliaimpia yksilöitä. Vaikka jokainen lehmä on yksilö, on lehmä kuitenkin vahvasti laumaeläin ja tarkkailee ryhmänsä muiden jäsenten tekemisiä. Rohkeimpien yksilöiden uskallettua ensin uuteen paikkaan voi kynnys kokeilemiseen muilla alentua. Tämä sosiaalisen oppimisen teoria (Nicol 1995, Bouissou et al. 2001) on kotieläinten käyttäytymistieteen tutkimuksen kohteena ja havaittu toimivaksi muun muassa totutettaessa eläimiä uuteen rehuun. Automaattilypsyseurannassa mukana olleilla yksityistiloilla oli aloitusvaiheessa karjassaan mukana muutama suomenkarjan lehmä, jotka luonteeltaan aktiivisina ja uteliaina kokeilivat ensin uusia portteja ja lypsypaikkaa näyttäen muille esimerkkiä.

Suitian 26 lehmän robottinavetassa hiehot tuodaan totuttelemaan uuteen tilaan jo kahdesta kolmeen viikkoa ennen poikimista. Käytäntö on opettanut, että tästä säännöstä poikkeaminen aiheuttaa sekä eläimille että hoitajille stressiä. Kaiken kaikkiaan lehmien oppiminen sujui Suiussa hyvin, osaksi siksi, että oppimisvaiheeseen kiinnitettiin erityistä huomiota.

### **6.3.2 Millainen on automaattilypsyyn hyvin sopeutuva lehmä**

Automaattilypsyssä korostuvat lehmän luonne, lehmän kestävyys ja eläinryhmän sosiaalinen käyttäytyminen. Jalkojen tulee olla terveet, jotta lehmä pystyy helposti liikkumaan navetan eri alueiden välillä. Automaattilypsyyn parhaiten soveltuva lehmä on todennäköisesti luonteeltaan utelias, rohkea, liikkuva ja ryhmässään korkeassa sosiaalisessa asemassa. Korkea sosiaalinen asema takaa aina lehmän niin halutessa pääsyn lypsylle, syömään tai lepäämään. On luonnollisesti mahdotonta, että kaikki lehmät ryhmässä olisivat korkeassa sosiaalisessa asemassa. Osin onkin hyväksyttävä se tosiasia, että alhaisemmassa sosiaalisessa asemassa olevat lehmät joutuvat joskus odottamaan lypsylle, syömään ja levolle pääsyä. Tämä on lehmien sosiaalisesta hierarkiasta muodostuva hinta, joka kuitenkin kannattaa maksaa lehmien vapaasta liikkumisesta ja sosiaalisen kanssakäymisen mahdollisuudesta, sillä sosiaalisen käyttäytymisen ja liikkumisen rajoittaminen on lehmälle aina suuri stressi. Odottelu-aika sujuu automaattilypsynavetassakin hyödyllisesti, mikäli lehmä voi vapaasti mennä lepäämään tai syömään karkearehua, tämä edellyttää navetassa täysin vapaata tai osittain ohjattua liikennejärjestelyä. Seisoksellisen odotteluun kuluva aika menee lehmän kohdalla kuitenkin hukkaan.

### **6.4 Hoitajan vaikutus lehmän hyvinvointiin**

Karjanhoitaja saa automaattisen lypsyjärjestelmän myötä uusia työkaluja eläinten seurantaan, mutta tietokone ei vielä kukaan kerro yksittäistä lukua eläimen hyvinvoinnista. Hoitaja vastaa edelleenkin eläinten ruokinnasta, tervey-

destä, kiimantarkkailusta, eläinten, navetan ja lypsypaikan puhtaudesta, hyvästä lypsyhygieniasta ja hyvistä suhteista eläimiinsä. Eläinten puhtaana pysyminen on automaattisessa lypsyssä jopa tärkeämpää kuin tavanomaisessa. Automaattilypsyssä tulee ihmis-eläinsuhteista pitää erityistä huolta. Lehmät on totutettava ihmiskäsittelyyn, jotta vältetään pelolta ja sen aiheuttamalta stressiltä tulevilla käsittelytilanteissa.

Mikäli hoitaja on hyvin työhönsä motivoitunut, voidaan olettaa, että parantuneet työolosuhteet vaikuttavat hoitajan hyvinvointiin ja sitä kautta myös lemmiin positiivisesti. Parhaassa tapauksessa hoitajalla on aikaa paneutua lemmien tarkkailuun ja hyvinvointiin enemmän kuin ennen. Lemmien tarkkailu tulisikin mieltää karjanhoitotyöhön kuuluvaksi. Tarkkailemalla lemmiä karjanhoitaja voi saada selville esimerkiksi hierarkiassa korkealla ja alhaalla olevat eläimet ja siten valvoa, että myös alhaisessa hierarkiassa olevat lehmät saavat tarvitsemansa resurssit. Jutta Kaihilahti (2001) toteaaakin opinnäytetyössään automaattisen lypsyjärjestelmän olevan juuri niin hyvä, kuin miksi omistaja tai käyttäjä sen tekee. Opetteluvaiheessa hoitajalta vaaditaan kärsivällisyyttä. Suitian karjanhoitajien mukaan järjestelmään kunnolla tottuminen vei aikaa noin ½ vuotta.

## **6.5 Käyttäytymistarkkailut Suitian AMS-navettaosastossa keväällä ja kesällä 2001**

Keväällä ja kesällä 2001 tarkkailimme lemmien sosiaalisen hierarkian muodostumista, lemmien aktiivisuutta ja lypsykäyttäytymistä automaattisessa lypsyjärjestelmässä sekä kokeilimme laajennetun ruokinta-alueen vaikutusta samanaikaisesti ruokailevien lemmien määrään.

### **6.5.1 Lemmien aktiivisuus navetassa**

Lehmäliikenne Suitian opetus- ja tutkimustilalla oli aluksi täysin ohjattu, joten lehmät pääsivät kulkemaan ruokinta-alueelle vain lypsyrobotin kautta. Navettaan asennettiin kuitenkin melko pian ohitusportti, joka mahdollisti lemmän pääsyn karkearehunsyöntialueelle lypsyrobotin ohi, mikäli lypsystä oli kulunut esimerkiksi alle 6 tuntia. Jokaisella Suitian tarkkailulehmällä oli kaulapantaan asennettuna transponderi- ja aktiivisuusmittarilähettimekset. Lemmien lypsylläkäynneistä, navetan ympärikierröksistä ja lypsyväleistä kerättiin tietoa lypsyrobotin tietokoneelta. Touko- ja kesäkuussa 2001 käyttäytymis-seurannassa oli 17 lehmää.

Lehmät kiersivät navetan ympäri keskimäärin 6,5 kertaa vuorokaudessa (taulukko 15). Navetan ympäri kiertämisen vaihteluväli oli suuri vaihdellen 3:sta 11 kierrokseen. Hierarkiassa korkealla olleet lehmät olivat aktiivisempia ja kiersivät navetan ympäri useampia kertoja, kuin hierarkiassa alhaalla olleet ( $r_p = 0,62$ ,  $P < 0,05$ ).

Taulukko 15. Lypsyväliä eri lehmillä sekä tiedot lypsykerroista ja navetan ympäri kierroksista.

Lehmän nimi	Lehmän numero	Lypsyväli (h.min)		Lypsykerrat (vrk)		Kierrokset navetassa (vrk)	
		KA	SE	KA	SE	KA	SE
Essi	75	7,09	0,18	3,58	0,12	9,97	0,30
Ilta	126	8,42	0,14	2,75	0,11	5,71	0,25
Jessika	160	8,26	0,12	2,74	0,13	5,74	0,25
Joiku	166	9,02	0,17	2,58	0,12	5,19	0,24
Kismet	180	10,2	0,23	2,26	0,14	3,89	0,24
Karmela	188	8,59	0,20	2,81	0,17	5,61	0,50
Kaisu	191	10,1	0,19	2,26	0,11	2,97	0,16
Lellukka	218	7,57	0,17	2,97	0,14	6,45	0,31
Liana	219	8,22	0,11	2,81	0,07	6,87	0,25
Liselot	230	9,44	0,17	2,42	0,10	5,29	0,27
Laila	232	8,04	0,11	2,94	0,10	10,6	0,50
Missi	265	7,08	0,10	3,55	0,14	10,2	0,65
Miisa	266	6,33	0,13	3,74	0,12	7,97	0,34
Martta	272	8,24	0,13	2,87	0,12	6,65	0,52
Mahtava	273	8,52	0,14	2,74	0,09	4,48	0,18
Manna	274	8,00	0,15	2,97	0,13	6,06	0,29
Myrna	276	8,55	0,12	2,68	0,12	6,16	0,25
Kaikki		8,33		2,86		6,46	

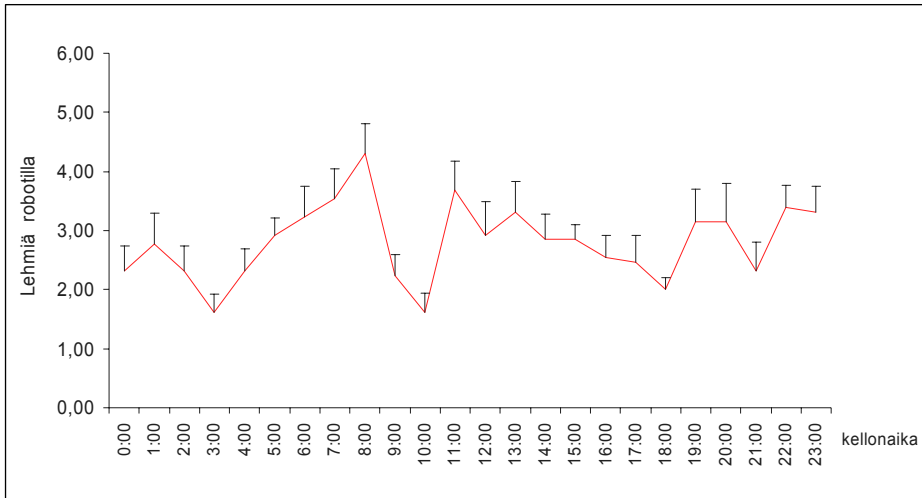
### 6.5.2 Lehmien lypsykäyttäytyminen

Suitian lehmät kävivät lypsyllä tasaisesti ympäri vuorokauden (kuva 21). Robotin kuormituksen ”kuopat” eli alhaisen kuormituksen ajanjaksot selittyvät melko tarkkaan järjestelmän pesuista aiheutuvista lypsykatkoista.

Lehmien käynneistä lypsyllä muodostettiin keskimääräiset vuorokausittaiset lypsytilastot. Koko tarkkailuajanjaksolta laskettu keskimääräinen lehmän lypsylläkäyntien määrä oli 2,9 kertaa vuorokaudessa (taulukko 15). Lypsylläkäyntien vuorokausittainen määrä vaihteli 2,3 ja 3,7 kerran välillä. Lehmät kuitenkin liikkuvat useammin kuin vain lypsylläkäyntien yhteydessä navetan ympäri; ne kulkivat lypsyrobotin läpi myös päästäkseen siirtymään makuu-alueelta ruokinta-alueelle.

Tarkkailuajanjaksolta kerättiin myös tietoa lehmäkohtaisista lypsyväleistä. Lypsyvälit vaihtelivat 6,3 - 10,2 tuntiin (taulukko 15). Lypsylläkäyntien ti-

heyteen vaikuttivat todennäköisesti useat eri tekijät kuten laktaatiokauden vaihe, asema navetan sosiaalisessa hierarkiassa sekä lehmän aktiivisuus ja terveydentila.



Kuva 21. Lypsyrobotin käyttö Suitian navetassa eri vuorokaudenaikoina 04.06.–21.06.2001, keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe, otos 26 lehmää.

### 6.5.3 Ruokinta-alueen laajennuskokeilu

Alun perin Suitian tutkimusnavetassa ruokintapöydällä oli tilaa vain kymmenele samanaikaisesti ruokailevalle lehmälle, vaikka lehmiä ja makuuparipaikkoja osastossa oli 26. Järjestimme kokeilun, jossa laajensimme ruokintapaikkojen määrää kymmenestä yhdeksääntoista. Laajennetuilla paikoilla lehmillä oli mahdollisuus sekä ruokailla että levätä. Ruokailevien lehmien määrä laskettiin viiden minuutin välein ja kahden tunnin jaksoissa klo 06:00 ja 18:00 välillä. Ruokailevaksi laskettiin lehmä, jonka pää oli ruokintapöydällä.

Tuloksista kävi ilmi, että laajennetulla 19 paikan ruokinta-alueella lehmiä oli keskimäärin enemmän syömässä kuin ennen laajennusta. Jaksolla II ruokailemassa oli 6,7 lehmää ja ennen ruokinta-alueen laajennusta lehmiä oli jaksolla I ruokailemassa 6,3 (taulukko 16). Ruokailevien lehmien määrän muutos oli tilastollisesti merkitsevä (parittainen T-testi,  $P < 0,001$ ). Laajennettu ruokinta-alue mahdollisti useamman lehmän ruokailemisen samanaikaisesti. Lehmille ominainen laumakäyttäytyminen tuli selkeästi ilmi; joukko lehmiä ruokaili samanaikaisesti ja kun ryhmästä yksi teki lähtöä ruokinta-alueelta, niin kanssasyöjät päättivät poistua perässä.

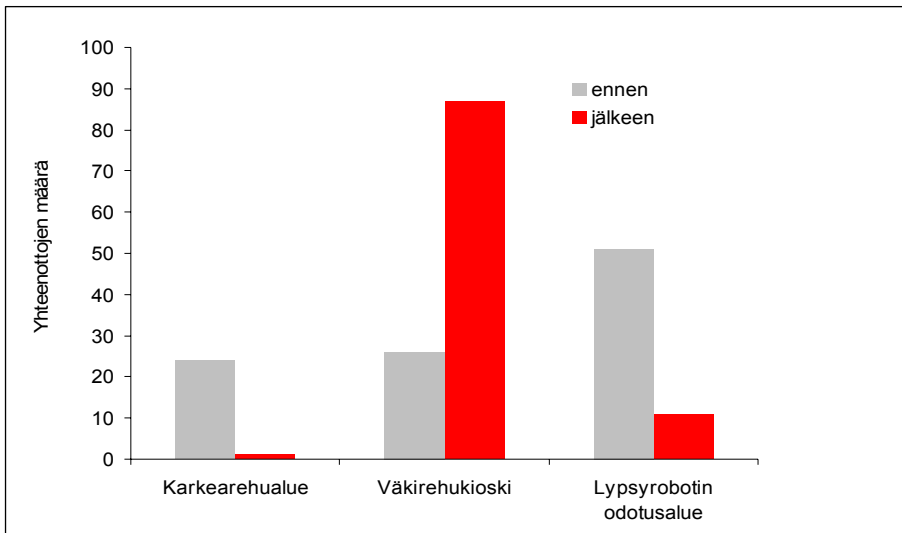
Taulukko 16. Ruokailevien lehmien määrä ennen ruokintapaikkojen lisäystä (jakso I) ja lisäyksen jälkeen (jakso II).

Klo	Jakso I	Jakso II
	Lehmiä syömässä	Lehmiä syömässä
06:00-08:00	3,7	4,9
08:05-10:00	7,5	8,1
10:05-12:00	5,6	5,5
12:05-14:00	6,5	7,5
14:05-16:00	7,8	8,5
16:05-18:00	6,6	5,7
Keskiarvo	6,3	6,7

Ruokinta-alueelta ja rehukioskeilta tehtyjen silmämääräisten havaintojen perusteella huomattiin, että ensimmäisellä jaksolla koko ruokinta-alue ruuhkautui pahasti. Erityisen pullonkaulan aiheutti uuden säilörehun jakaminen ruokintapöydälle. Nopeimmat ja hierarkia-asteikolla korkeammalle sijoittuvat lehmät ruokailevat ensin, osa töni ruokailevia lehmiä pois ja alemmalla hierarkiassa olevat jonottivat vapautuvaa paikkaa. Tönimistä esiintyi sekä ruokintapöydän takana olevan käytävätilan yhteydessä sijaitsevista väkirehukioskeissa että ruokintapöydän läheisyydessä. Navetassa oli 2 väkirehukioskia osaston 26:ta lehmää kohti ja etenkin kioskissa ruokailevat lehmät olivat alttiina toisten lehmien tönimiselle.

Ruokinta-alueelta, rehukioskilta ja lypsyrobotin-odotusalueelta tehtyjen dominanssihierarkiahavaintojen perusteella häiriöt olivat jokapäiväisiä. Kahden lehmän välisiä hierarkiahavaintoja kerättiin kaikkiaan 101 kappaletta ensimmäiseltä tarkkailujaksolta ennen ruokintapaikkojen lisäystä. Havainnoissa toinen lehmä merkittiin dominoivaksi ja toinen väistäväksi. Yhteenottoja esiintyi tasaisesti sekä karkearehualueella että rehukioskilla (kuva 22). Karkearehualueelta saatiin 24/101 dominanssihierarkiahavaintoa ja rehukioskeilta 26/101 havaintoa. Eniten hierarkiahavaintoja, 51 kappaletta, kertyi kuitenkin lypsyrobotin odotusalueelta.

Ruokintapaikkojen lisäyksen jälkeen, jaksolla kaksi, häirintätapaukset siirtyivät lähes kokonaan kahden rehukioskin yhteyteen (kuva 22). Kaikkiaan hierarkiahavaintoja kerättiin ruokintapaikkojen lisäyksen jälkeen 99 kappaletta. Väki rehukioskeilta havaintoja kertyi 87/99 kappaletta. Karkearehu-alueelta ja lypsyrobotin odotusalueelta ei havaintoja juurikaan kertynyt (1/99 ja 11/99 dominanssihierarkia havaintoa). Seurauksena oli karkearehun syöntialueen rauhoittuminen. Häirinnät siis siirtyivät rehukioskeihin, joissa lehmät olivat peräpäästään suojattomia ja näin alttiina tönimiselle. Ryhmätoverit tönivätkin rehukioskissa ruokailevaa usein niin kauan, että toisen oli pakko peruuttaa pois kioskista.



Kuva 22. Dominanssihierarkia yhteenottojen tapahtumapaikat AMS-navetassa ennen ruokintapaikkojen lisäämistä ja sen jälkeen.

#### 6.5.4 Sosiaalisen hierarkian tarkastelu

Lehmien käyttäytymistä ja sosiaalisen hierarkian muodostumista tarkkailtiin kuuden videokameran tallentamasta aineistosta 02.05.–13.06.2001. Lehmien käyttäytymistä tarkkailtiin ympäri vuorokauden, makuualueella, ruokinta-alueella sekä lypsyrobotin odotusalueella, joilta kerättiin yhteensä 200 dominoiva/väistävä lehmäparihavaintoa. Hierarkiatarkkailussa selvitettiin, mikälainen ryhmäkäyttäytymistä ohjaava hierarkia automaattisen lypsyjärjestelmän osastoon oli muodostunut ja miten se vaikutti yksittäisten lehmien käyttäytymiseen. Hierarkia-arvojen laskemiseen käytettiin Beilharzin & Mylrean (1963) esittämää mallia. Saatujen havaintojen perusteella lehmät jaettiin kolmeen eri hierarkialuokkaan; korkeahierarkkisiin, keskitasolle sijoittuviin sekä alhaisen hierarkian lehmiin (taulukko 17).

Korkean hierarkialuokan lehmät ottivat paikkansa navetassa dominoivalla käyttäytymisellään. Erityisesti tämä tuli ilmi rehukioskeilla sekä lypsyrobotin odotusalueella, jossa dominoivat lehmät tönivät ja kiilasivat alempiarvoisia lehmiä. Ylemmän hierarkian lehmät osoittautuivat aktiivisiksi ja rohkeiksi navetassa liikkujiksi. Keskimmäiseen hierarkialuokkaan sijoittuvat lehmät saavuttivat paikkansa navetan hierarkiassa tasaisella ja varmalla käyttäytymisellään. Näitä lehmiä voisi luonnehtia aktiivisiksi, mutta enemmän rauhantahtoisiksi ja sopuisiksi verrattuna ylemmän hierarkian ryhmään. Alimpaan hierarkialuokkaan sijoittuivat alistuvat, samoin uusina navettaan tuodut lehmät. Uuden tulokkaan tuli aina lunastaa paikkansa navetassa ja ne joutuivatkin väistämään korkeammalla hierarkiassa olevia lehmiä. Tästä oli seurauksena usein jonotusta rehukioskille, ruokintapöydälle tai lypsyrobotille.

Taulukko 17. Suitian AMS osaston lehmien hierarkia-arvot (= HA) Beilharzin & Mylrean (1963) mukaan laskettuna. Yhden kerran poikineiden lehmien nimi on merkitty kursiivilla.

skaala 1,00-2,00		skaala 0,89-0,42		skaala 0,40-0,00	
Lehmä	HA	Lehmä	HA	Lehmä	HA
Meikki	2,00	<i>Miisa</i>	0,89	Kaunotar	0,40
Laila	1,79	<i>Missi</i>	0,85	Marjuska	0,33
Essi	1,14	<i>Mahtava</i>	0,83	<i>Manna</i>	0,20
<i>Martta</i>	1,06	Joiku	0,82	Minttu	0,20
Karmela	1,00	Juliana	0,82	Kismet	0,00
Liselot	1,00	Jessika	0,80	Kriikuna	0,00
		Ilta	0,75		
		Linnea	0,67		
		<i>Myrna</i>	0,60		
		Kaisu	0,50		
		Milja	0,50		
		Milma	0,50		
		Liana	0,42		

## 6.6 Lehmien käyttäytyminen automaattisen ja tavanomaisen lypsyn navettaosastoissa

Lehmien peruskäyttäytymistä ja yhtäaikaista käyttäytymistä seurattiin lokamarraskuussa 2002 Suitian navetan tavanomaisessa lämminpihatto- ja automaattilypsyosastossa. Lehmien käyttäytymistä tarkkailemalla halusimme vastata seuraaviin kysymyksiin, eroaako lehmien perustoimintoihin, kuten makaamiseen, syömiseen ja seisomiseen käyttämä aika saman navetan eri osastojen välillä, ja onko automaattilypsysteemillä vaikutusta lehmien yhtäaikaiseen käyttäytymiseen. Toisin sanoen vaikuttaako teknologinen ympäristö lehmien peruskäyttäytymiseen?

### 6.6.1 Peruskäyttäytyminen

#### 6.6.1.1 Aineisto ja menetelmät

Vertailuun otettiin mukaan 16 lehmää molemmista navettaosastoista. Automaattilypsyosaston, josta käytetään nimitystä AMS-osasto, lehmien perustiedot ja hierarkia-arvot (= HA, Beilharzin & Mylrean 1963 mukaan laskettuna) on esitetty taulukossa 18. Tavanomaisen lämminpihatto-osaston, josta käytetään nimeä tavanomainen osasto, lehmien perustiedot on esitetty taulukossa 19. Lehmiä seurattiin kolmen viikon ajan kaikkiaan 72 tuntia. Seuranta tehtiin neljänä päivänä viikossa kuuden tunnin mittaisina ajanjaksoina. Jaksot



olivat kello: 00:00–06:00, 06:00–12:00, 12:00–18:00 ja 18:00–00:00. Jokainen ajanjakso tarkkailtiin kerran viikossa, ja toistoja oli kolme. Seurantamenetelmänä käytettiin suoraa tarkkailua, jossa seurattavan lehmän käyttäytyminen kirjattiin ylös 5 minuutin välein. Tarkkailijoita oli kaksi. Toinen tarkkailijoista seurasi AMS-osaston ja toinen tavanomaisen osaston lehmien käyttäytymistä. Tarkkailupaikka ja -ajanjakso tasapainotettiin tarkkailijoiden kesken. Käyttäytymishavainnot tehtiin AMS-osastossa navetan keskellä olevalta leveältä ruokintapöydältä ja käytävältä. Tavanomaisen osaston havainnot tehtiin navetan ”katossa” olevalta tarkkailuparvelta. Taulukossa 20 on esitetty AMS- ja tavanomaisen navettaosaston perustietoja.

Taulukko 18. AMS-osaston käyttäytymistarkkailulehmien perustiedot ja dominanssiarvot sekä lypsykertojen (vrk), lypsyvälien (h:min) ja maitomäärien (kg/vrk) keskiarvot. Yhden kerran poikineiden lehmien nimi on merkitty kursivilla.

Nimi ja nro	Syntymäaika	Vimeksi poikinut	Dominanssiarvo	Lypsykerrat	Lypsyväli	Tuotos
Kerttu 189	15.5.96	7.8.02	0,82	2,0	10:10	29,9
Lemmikki 226	24.4.97	23.7.02	0,78	2,2	8:26	37,2
Makrilli 259	22.4.98	6.8.02	0,80	2,2	7:55	27,6
Möly 262	16.6.98	29.7.02	0,92	2,8	7:05	30,3
Muurikki 263	16.6.98	5.7.02	0,13	2,3	9:08	26,0
Meikki 264	26.6.98	25.7.02	0,33	2,8	7:22	27,0
Minttu 275	15.9.98	9.3.02	0,60	2,8	7:43	21,8
Nata 298	27.1.99	7.7.02	0,83	1,8	8:27	19,7
Niisku 299	28.1.99	5.8.02	0,36	1,5	13:35	25,0
Nystikki 306	25.3.99	11.8.02	0,53	2,7	8:49	39,9
Nöpöstiina 309	9.6.99	31.8.01	0,64	3,2	7:04	21,7
Natalia 313	23.6.99	7.7.02	0,57	2,3	11:10	23,2
Nokkela 322	15.7.99	30.9.02	0,57	2,3	8:27	33,6
<i>Orpana</i> <i>573</i>	14.2.00	2.5.02	0,26	3,0	7:24	30,6
<i>Ola 576</i>	6.7.00	1.9.02	0,13	3,0	6:49	32,9
<i>Olja 577</i>	7.7.00	17.9.02	0,25	3,3	6:45	33,2
Kaikkien lehmien keskiarvo				2,5	8:31	28,7

Taulukko 19. Tavanomaisen osaston käyttäytymistarkkailulehmien perustiedot ja maitomäärät (kg/vrk) mittalypsypäivältä 07.11.2002. Yhden kerran poikineiden lehmien nimi on merkitty kursiivilla.

Nimi ja nro	Syntymäaika	Viimeksi poikanut	Tuotos 7.11.02
Kismet 180	26.02.1996	10.09.02	45,5
Kiisla 181	26.03.1996	07.08.02	36,7
Kaisu 191	18.05.1996	21.09.02	34,5
Kiri 200	27.08.1996	15.01.02	12,3
Lellukka 218	21.02.1997	08.09.02	36,6
Lucia 236	07.08.1997	06.09.02	45,0
Logan 243	17.10.1997	07.01.02	31,7
Luna 248	13.12.1997	18.01.02	28,2
Matroona 288	06.12.1998	16.02.02	16,9
Manta 292	15.12.1998	06.04.02	29,4
Nelli 363	28.10.1999	26.03.02	29,6
Nauku 366	29.11.1999	15.02.02	18,8
Nekku 370	31.12.1999	03.05.02	20,9
<i>Onnikka 371</i>	01.01.2000	02.03.02	25,4
<i>Orstikki 572</i>	03.02.2000	18.03.02	17,7
<i>Omena 575</i>	25.05.2000	20.09.02	31,5
Kaikkien lehmien keskiarvo			28,8

Taulukko 20. AMS- ja tavanomaisen osaston perustietoja.

	AMS-osasto	Tavanomainen osasto
Lehmämäärä	24-26	25-30
Makuuparsien lukumäärä	26	32
Makuuparsien leveys, cm	120	115 - 127
Makuuparsien pituus, cm	173	227
Käytävien leveys, m	93 - 155	100 - 300
Säilörehun syöntiparsien/paikkojen lukumäärä	12	22
Säilörehun syöntiparren/paikan leveys, cm	72	50
Kuivaheinän syöntipaikkojen lukumäärä	0	11
Vesi/Juomapisteitä	31	3
Väkirehuautomaatteja	2	2
Karjajarjoja	0	2

Molemmissa osastoissa makuuparsissa kumimatot ja kutterinpurukuivitus.

Tarkkailtavat käyttäytymispiirteet viiden minuutin välein kirjattuna olivat: seisominen, makaaminen, säilörehun syöminen, väkirehun syöminen, juominen sekä lypsyrobotille tai lypsyasemalle jonottaminen ja lypsy (taulukko 21). Tarkkaillut käyttäytymiskoodit olivat toisensa poissulkevia.

Taulukko 21. Vertailututkimuksen käyttäytymiskoodit.

Käyttäytymiskoodi	Määrittely
1. Seisoo	Lehmä seisoo parressa tai käytävällä passiivisena tai lehmä kävelee tai juoksee käytävällä. Koodi sisältää sosiaaliset kontaktit ja rakenteiden manipuloinnin seisten.
2. Makaa	Lehmä on makuulla makuuparressa.
3. Syö säilörehua	Lehmä seisoo säilörehun syöntiparressa pitäen päätä alhaalla ja tehden syömisliikkeitä. Lehmä voi pitää päätä ylhäällä hetken aikaa, mutta syömisliikkeet jatkuvat.
4. Syö väkirehua	Lehmä seisoo väkirehuautomaatissa siten, että etujalat ovat väkirehuautomaatin seinien sisäpuolella.
5. Juo	Lehmä seisoo juoma-altaan tai kupin lähellä, turpa altaassa tai kupissa. Lehmä voi pitää päätä ylempänä hetken aikaa, mutta jatkaa sitten juomista.
6. Jonottaa lypsyrobotille tai on lypsyrobotilla (AMS-osasto).	Lehmä seisoo lypsyrobotin portin takana, robotille jonottavan lehmän takana, on lypsyrobotin sisällä (molemmat etujalat robotin sisällä) tai poistumassa sieltä (molemmat takajalat robotin sisällä).
On lypsyaseman kokooma-alueella tai lypsyasemalla (tavanomainen osasto).	Lehmä seisoo tavanomaisen osaston lypsyaseman kokooma-alueella, on lypsyasemalla (molemmat etujalat aseman sisällä) tai poistumassa sieltä (molemmat takajalat aseman sisällä).

Käyttäytymishavainnot kirjattiin paperilomakkeelle, jonka jälkeen ne siirrettiin Excel-tilastointilaskentaohjelmaan. Tulokset analysoitiin SAS tilasto-ohjelman mixed models proseduurilla. Tavanomaisen ja AMS-osaston lehmien käyttäytymistä verrattiin testaamalla aineisto tilastollisesti sekä kaikkien ajanjaksojen yli että ajanjaksoittain. Tulosten analysoinnissa auttoi biometrikko Christian Eriksson MTT, TPY. Tulokset on esitetty keskimääräisnä prosentteina havainnoista. Keskimääräiset prosentit ovat estimaatteja, ja estimaattien tarkkuutta kuvaavat 95 %:n luottamusvälit eli 95 %:n todennäköisyydellä estimaatti sijoittuu luottamusväleiksi mainittujen lukujen väliin. Tarkkailun aikana kiimassa olleiden lehmien havaintoja ei käytetty tilastollisessa analyysissä. Kiiman takia aineistosta poistettiin yksi kuuden tunnin tarkkailujakso, joko kokonaan tai osittain, kaikkiaan viideltä lehmältä.

### 6.6.1.2 Tulokset ja niiden tarkastelu

Peruskäyttäytymisvertailun tulokset kaikkien jaksojen yli ja jaksoittain on esitetty taulukossa 22.

Taulukko 22. Peruskäyttäytymistarkkailun tulokset jaksoittain, % havainnoista (95 %:n luottamusväli), AMS- ja tavanomaisessa navettaosastoissa.

Ajanjakso	AMS, % havainnoista (95 %:n luottamusväli)	Tavanomainen, % havainnoista (95 %:n luottamusväli)	P-arvo
<i>Käyttäytymis-</i>			
<i>koodi</i>			
<b>Seisoo</b>			
00:00–24:00	25,5 (21,5–30,0)	14,9 (11,7–18,7)	<0,001
00:00–06:00	24,9 (20,0–30,5)	15,5 (11,7–20,3)	<0,01
06:00–12:00	20,7 (17,3–24,6)	11,4 (8,85–14,6)	<0,001
12:00–18:00	25,1 (21,0–29,6)	15,5 (12,1–19,5)	<0,01
18:00–24:00	32,3 (25,9–39,3)	17,8 (12,9–24,0)	<0,01
<b>Makaa</b>			
00:00–24:00	48,2 (43,7–52,8)	56,2 (51,6–60,6)	0,02
00:00–06:00	57,9 (52,1–63,4)	59,5 (54,0–64,9)	0,67
06:00–12:00	53,4 (49,6–57,1)	61,1 (57,4–64,7)	<0,01
12:00–18:00	41,4 (35,7–47,4)	42,7 (36,7–48,8)	0,76
18:00–24:00	40,3 (33,7–47,3)	61,0 (54,0–67,6)	<0,001
<b>Syö säilörehua</b>			
00:00–24:00	17,2 (15,5–18,9)	16,8 (15,2–18,6)	0,80
00:00–06:00	10,6 (8,70–12,9)	9,43 (7,70–11,6)	0,39
06:00–12:00	16,7 (14,4–19,1)	20,5 (18,1–23,2)	0,03
12:00–18:00	23,6 (21,1–26,4)	24,1 (21,5–26,9)	0,82
18:00–24:00	19,9 (17,1–23,1)	16,5 (13,9–19,5)	0,11
<b>Syö väkirehua</b>			
00:00–24:00	4,83 (4,28–5,44)	3,97 (3,47–4,54)	0,03
00:00–06:00	4,14 (3,46–4,95)	3,31 (2,72–4,02)	0,10
06:00–12:00	5,13 (4,42–5,95)	4,48 (3,82–5,25)	0,21
12:00–18:00	5,58 (4,66–6,66)	4,10 (3,30–5,09)	0,03
18:00–24:00	4,58 (3,85–5,44)	4,08 (3,39–4,91)	0,36
<b>Juo</b>			
00:00–24:00	0,95 (0,73–1,23)	0,84 (0,63–1,12)	0,55
00:00–06:00	0,66 (0,42–1,03)	0,54 (0,33–0,87)	0,52
06:00–12:00	1,07 (0,70–1,65)	1,13 (0,74–1,71)	0,87
12:00–18:00	1,32 (0,99–1,77)	1,53 (1,16–2,02)	0,46
18:00–24:00	0,86 (0,57–1,28)	0,55 (0,33–0,91)	0,17
<b>Jonottaa lypsylle tai on lypsyllä</b>			
00:00–24:00	2,59 (1,95–3,45)	6,17 (5,14–7,40)	<0,0001

Lehmien käyttäytymisessä osastojen välillä oli melko paljon eroja huolimatta siitä, että osastoja erotti toisistaan vain seinä, jonka läpi esimerkiksi äänet kantautuivat. Tavanomaisen osaston lypsyasema sijaitsi aivan AMS-osaston vieressä ja lypsykoneiden äänet kantautuivat sieltä AMS- osastolle. Lisäksi AMS-osaston väkirehukioskit puhkaisivat osastojen välisen seinän, jolloin AMS- osaston lehmät ollessaan väkirehukioskilla näkivät tavanomaisen osaston puolelle.

AMS-osaston lehmät seisoivat enemmän kuin tavanomaisen osaston. Ero kertonee lehmien erilaisesta elinympäristöstä. Mahdollisesti AMS-osaston lehmien oli seisoskeltava enemmän odottaessaan pääsyä rajoitetuille säilörehunsyöntipaikoille (taulukko 20) ja mahdollisesti lehmät joutuivat myös seisoskelemaan odotellessaan pääsyä makuualueelta joko lypsyrobotin tai valintaportin kautta syöntialueelle.

Tavanomaisessa osastossa lehmät makasivat enemmän. Tämä saattoi osin johtua osastojen välisestä makuuparsien kokoerosta. Tavanomaisessa osastossa makuuparret olivat 54 cm pidemmät verrattuna AMS-osaston parsien pituuteen. On myös mahdollista, että melko pienessä navettatilassa yötä päivää toimiva lypsyrobotti stimuloi, esimerkiksi äänellään, lehmiä nousemaan ylös useasti, jolloin makuujaksot voivat jäädä AMS-osastossa tavanomaisen osaston lehmien makuujaksoja lyhyemmiksi.

Säilörehun syöminen tuntui olevan yleisempää tavanomaisessa osastossa kello 06:00–12:00. Tuolloin lehmät tulivat aamulypsyltä ja jäivät syömään säilörehua. AMS-osastossa lehmät tuntuivat syövän säilörehua useammin kello 18:00–24:00 verrattuna tavanomaisen osaston lehmien säilörehun syöntiin. Säilörehun syöntihavainnoissa oli siten vain vähän eroja, mikä oli toisaalta yllättävää, sillä säilörehun syöntipaikkoja oli AMS-osastossa huomattavasti vähemmän kuin tavanomaisessa osastossa (taulukko 20). Väkirehun syöntihavainnoita oli enemmän AMS- kuin tavanomaisessa osastossa. Syynä ei voi olla automaattien määrä, sillä molemmissa osastoissa oli kaksi väkirehuautomaattia. Ehkäpä AMS-osaston kapeat kulkukäytävät, ja väkirehuautomaattien paikka saivat lehmät vierailemaan automaatilla useammin. AMS-osaston väkirehuautomaatit sijaitsivat nimittäin karkearehun syöntialueen välittömässä läheisyydessä, jolloin lehmän oli niihin helppo poiketa odotellessa pääsyä säilörehun syöntipaikalle. Juontihavainnoissa ei ollut eroja, vaikka AMS-osastossa juomapaikkoja oli tavanomaista osastoa enemmän (taulukko 20).

Tavanomaisen osaston lehmiltä kului huomattavasti enemmän aikaa lypsyaseman kokooma-alueella odottamiseen ja lypsyyn kuin AMS-osaston lehmiltä robotille jonottamiseen ja lypsyyn. Syyt olivat melko ilmeiset. Lypsyä varten kaikki tavanomaisen osaston lehmät koottiin yhtä aikaa kokooma-alueelle, jossa ne eivät voineet juuri muuta kuin odottaa lypsylle pääsyä seisten. Vaikka 10 lehmää pääsi yhtä aikaa lypsylle (2 x 5 kalanruotoasema), niin

aikaa kului varsinkin niillä lehmillä, jotka joutuivat odottamaan lypsyasemalle pääsyä aseman viimeiseen täyttöön asti. Toisaalta AMS-osaston lehmämäärä, 26 lehmää, oli lypsyrobotin noin 50–60 lehmän kapasiteettiin nähden pieni, jolloin lehmien ei juuri tarvinnut robotille jonottaa, olihan se tarjolla ympäri vuorokauden.

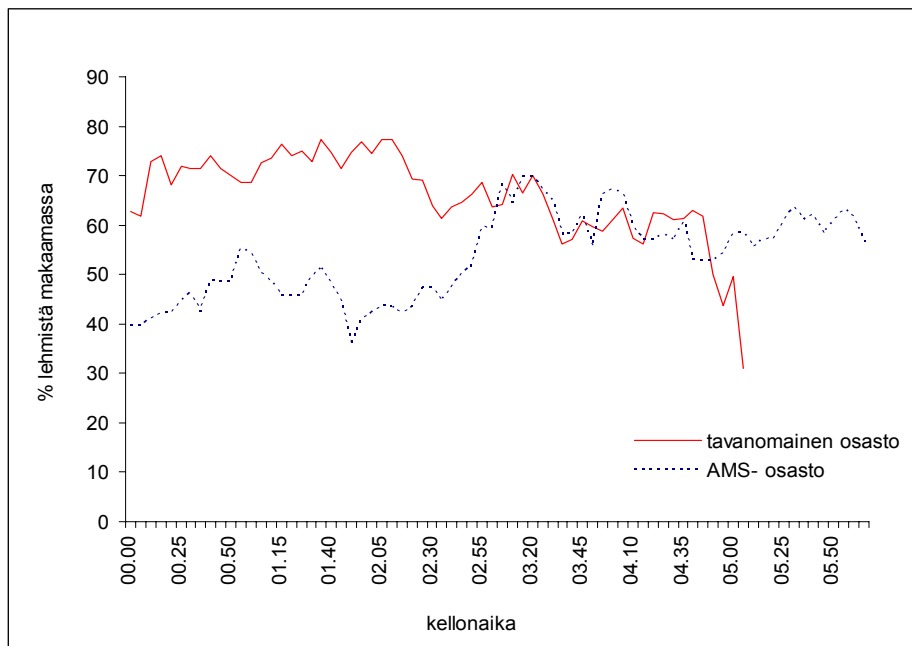
## 6.7 Yhtäaikainen käyttäytyminen

### 6.7.1 Menetelmät

Lehmien peruskäyttäytymisen lisäksi tarkkailussa kirjattiin lehmien yhtäaikaista käyttäytymistä. Peruskäyttäytymisen kirjaamisen jälkeen laskettiin, kuinka monta lehmää koko osaston lehmäryhmästä oli yhtä aikaa syömässä karkearehua (pää ruokintapöydän päällä) ja kuinka monta oli parsissa makaamassa.

### 6.7.2 Tulokset

Yhtäaikaisten makuuhavaintojen tulokset ovat graafisessa muodossa. Tilastollista analyysiä ei näille havainnoille voitu tehdä, sillä havainnoissa lehmä ei yksilöity. Kuvien perusteella lehmien yhtäaikaisessa karkearehun syöntikäyttäytymisessä ei juuri ollut eroja, mutta makuukäyttäytymisessä oli huomattavat erot navettaosastojen välillä.



Kuva 23. Lehmien yhtäaikainen makuukäyttäytyminen kello 00:00–06:00 AMS- ja tavanomaisessa osastossa.

Tavanomaisen osaston lehmät näyttivät makaavan enemmän yhtäaikaaisesti kaikilla muilla tarkkailujaksoilla paitsi jaksolla 12:00–18:00 verrattuna AMS-osaston lemmiin. Jaksolla keskiyöstä aamukuuteen tavanomaisella osastolla noin 60–75 % lehmistä oli makuulla keskiyöstä noin kello 03:15:sta saakka, samanaikaisesti AMS-osaston lehmistä vain noin 35–55 % oli makuulla (kuva 23).

## 6.8 Laidunnuskoe kesällä 2002

### 6.8.1 Aineisto ja menetelmät

Loppukesällä 2002, 05.08.2002–21.09.2002, Suitian opetus- ja tutkimustilalla tutkittiin lehmien laidunnusta automaattisen lypsyn yhteydessä. Tutkimuksessa selvitettiin lehmien käyttäytymistä, lypsyväliä, lypsykertoja ja tuotosta niiden päästessä ulos laitumelle vapaasti tai neljän tunnin ajan sekä niiden ollessa sisällä ympäri vuorokauden. Laidunnuskokeen lyhyestä kestosta johdun aineisto on pitkälti kuvailevaa.

Automaattilypsyosastossa oli 26 lehmää Suitian tilalla kesällä 2002. Lehmät olivat olleet automaattilypsyosastossa vähintään yhden kuukauden ennen laidunnuskokeen aloittamista. Käyttäytymistarkkailuun valittiin osastosta 17 lehmää eli ne lehmät, jotka pysyivät lypsyssä koko kokeen ajan (taulukko 23). Tarkkailuun valittujen lehmien käyttäytymistä tarkkailtiin vapaan laidunnuksen yhteydessä ja rajoitetulla neljän tunnin laidunnusjaksolla.

Taulukko 23. Laidunnuskokeen käyttäytymistarkkailulehmien perustiedot. Maitotuotoksen keskiarvo on laskettu 3 vrk:n maitotuotoksista ennen laidunnuskokeen alkua.

Nimi ja numero	Viimeksi poikanut	Maitotuotoksen ka (kg/vrk)
Lemmikki, 226	23.7.02	34,6
Möly, 262	29.7.02	poikanut juuri ennen koetta
Muurikki, 263	5.7.02	31,5
Meikki, 264	25.7.02	19,8
Minttu, 275	9.3.02	36,5
Myrna, 276	18.11.01	34,1
Natalia, 298	7.7.02	28,3
Nilla, 302	1.12.01	28,9
Nobile, 305	4.7.02	23,0
Nöpöstiina, 309	31.8.01	29,3
Nisse, 311	15.11.01	27,5
Nata, 313	18.11.01	31,1
Nyyrikki, 353	7.11.01	21,6
Nadja, 356	26.12.01	29,0
Nessi, 357	26.10.01	19,3
Norina, 358	13.1.02	29,7
Nilla, 359	4.1.02	17,1

Automaattilypsynavettaa lähimmälle laidunlohkolle oli navetalta matkaa noin 100 metriä, näitä lohkoja käytettiin vapaan laidunnuksen aikana. Lehmät kulkivat navetasta laitumelle aidattua kujannetta pitkin. Vapaassa laidunnuksessa lehmät saivat viettää aikaansa joko sisällä navetassa tai ulkona laitumella oman mielensä mukaan. Kokeen aikana varmistettiin, että jokainen lehmä tuli lypsetyksi vähintään kaksi kertaa päivässä, hakemalla yli 8 tuntia lypsämättä ollut lehmä navettaan ja/tai ohjaamalla lehmä lypsylle. Karjanhoitajat kirjasivat haetut ja lypsylle ohjatut lehmät päivittäin ylös. Rajoitetulla neljän tunnin laidunnusjaksolla lehmät vietiin laitumelle aamulla kello 10:00 ja ne haettiin takaisin navettaan neljän tunnin kuluttua kello 14:00. Neljän tunnin laidunnuslohkot sijaitsivat noin 500 metrin päässä navetasta. Laitumilla oli aina tarjolla vettä, pyörillä kulkeva vesisäiliövaunu oli aina mukana laidunkaistalla, ja karkearehua oli koko ajan tarjolla laidunnuspäivinä myös sisällä navetassa.

Laidunnuskokeen käsittelyjen jaksotus oli seuraava:

vapaa laidunnus, 9 vrk, ”VAPAA 1”

sisällä, 5 vrk, ”SISÄ 1”

4 tunnin laidunnus, 5 vrk, ”4 TUNTIA 1”

sisällä, 9 vrk, ”SISÄ 2”

vapaa laidunnus, 7 vrk, ”VAPAA 2”

sisällä, 7 vrk, ”SISÄ 3”

4 tunnin laidunnus, 6 vrk, ”4 TUNTIA 2”

Laidunnusjaksojen välisten sisällölojaksojen tarkoituksena oli toimia lehmien käyttäytymistä ”neutraloivana” jaksona ennen seuraavaa laidunkäsittelyä. Yhden käsittelyjakson kesto oli 5–9 vuorokautta ja sitä edeltävän totuttelujakson pituus, jolloin dataa ei kerätty, oli 2–3 vuorokautta. Tarkkailumenetelmänä oli lehmän peruskäyttäytymisen havainnointi viiden minuutin tarkkailuvälein. Lehmät merkattiin tunnistusta varten vetyperoksidipohjaisella vaalensusaineella. Laiduntarkkailu tapahtui suorana tarkkailuna käyttäen kaavaketta. Kaavakkeiden tiedot siirrettiin myöhemmin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan ja data analysoitiin SAS tilasto-ohjelmalla käyttäen mixed proseduuria. Lehmien käyttäytymistä vapaan laidunnuksen aikana havainnoitiin sekä elokuussa 2002 ensimmäisellä että syyskuussa 2002 toisella vapaan laidunnuksen jaksolla yksi kokonainen vuorokausi. Elokuun käyttäytymishavainnot kerättiin 09.–10.08.02, alkaen ja päättyen kello 05:00 aamulla ja syyskuun havainnot kerättiin 05.–06.09.02, alkaen ja päättyen kello 05:00 aamulla. Elo- ja syyskuun vapaan laidunnuksen jaksojen tuloksia verrattiin keskenään. Elo- ja syyskuun vertailun tarkoituksena oli selvittää, olivatko lehmät toisella vapaan laidunnuksen jaksolla mahdollisesti tottuneempia laitumen käyttäjiä kuin ensimmäisellä jaksolla.

Vapaan laidunnuksen aikana navettaan asennettiin kuusi videokameraa, jotka ottivat jatkuvaa kuvaa kiertäen kamerasta toiseen. Nauhoitus suoritettiin ai-



kaviivenauhurilla nauhoittamalla yksi vuorokausi yhdelle 3 tunnin videokasetille. Nauhoituksista katsottiin vapaan laidunnuksen tarkkailun aikaiset käyttäytymistapahtumat navetassa, joita laitumella ollut tarkkailija ei voinut kirjata. Lehmien käyttäytymisestä havainnoitiin 5 minuutin välein ULKONA: seisoo, makaa, syö laidunta, juo, on sosiaalisessa kontaktissa seisten (on joko itse aktiivinen tai vastaanottaja); SISÄLLÄ: seisoo, makaa, syö säilörehua, syö väkirehua, on sosiaalisessa kontaktissa seisten (on joko itse aktiivinen tai vastaanottaja), on lypsyrobotilla. Käyttäytymistarkkailulehmillä ei ollut elojen syyskuun tarkkailuvuorokausien aikana kiimaa.

Neljän tunnin laidunnuksen aikana tarkkailtiin myös lehmien käyttäytymistä 5 minuutin välein havainnoiden koko neljän tunnin ajan seuraavia käyttäytymispiirteitä: seisoo, makaa, syö laidunta, juo, on sosiaalisessa kontaktissa seisten (on joko itse aktiivinen tai vastaanottaja). Neljän tunnin laidunkäyttäytymistarkkailut tehtiin elokuussa kolmena päivänä 21.–23.08.02 ja syyskuussa neljänä päivänä 18.–21.08.02. Neljällä lehmällä oli kiima jonkin tarkkailujakson aikana. Kiimakäyttäytymishavainnot koodattiin erikseen ja ne jätettiin tilastollisessa analyysissä huomioimatta.

Automaattilypsyjärjestelmän tietokoneelta tallennettiin jokaisena tarkkailupäivänä samaan aikaan päivästä päivittäinen raportti, josta saatiin tiedot jokaisen lehmän vuorokautisista maitomääristä, lypsykerroista, lypsyajankohdista sekä lypsyvälien pituudesta. Kokeen eri käsittelyjen vaikutuksia näihin parametreihin tarkasteltiin kaikkien 26:n automaattilypsyosastossa olleiden lehmien osalta.

Laidunnuspäivinä sääolosuhteita ja laitumen kuntoa tarkkailtiin. Laidunnuspäivien säätietoja saatiin Suitian kylmäpihaton sääasemalta. Sisällä automaattilypsynavetassa seurattiin myös navetan sisäilman lämpötilaa. Kokeessa käytettyjen lohkojen laidunruohosta otettiin näytteitä, jotka analysoitiin Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella. Vapaan laidunnuksen lohkojen nurmi oli ylivuotista, noin viisi vuotta vanhaa nurminadan, timotein ja raehinän seosta, jossa kasvoi runsaasti rikkakasveja. Hiehot olivat laiduntaneet lohkoja alkukesällä, ja lohkot puhdistettiin niittämällä ennen laidunnuskokeen alkua. Neljän tunnin laidunnuksen lohkot oli uusittu kesällä 2001, jolloin niihin oli kylvetty timotein, nurminadan ja raehinän seos. Ennen laidunnusta niiltä oli korjattu säilörehunurmi. Laitumen laadun seurannan menetelmistä kerrotaan tarkemmin myöskin Seija Saastamoisen Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitokselle syksyllä 2004 valmistuvassa pro gradu -työssä.

### **6.8.1.1 Tulokset ja niiden tarkastelu**

Vapaan laidunnuksen aikaiset käyttäytymishavainnot on esitetty taulukossa 24. Tuloksista havaitaan, että lehmät viettivät enemmän aikaa ulkona syyskuun tarkkailuvuorokautena, jolloin ulkona oloon liittyviä käyttäytymisha-

vainnointia oli noin 50 % kaikista havainnoista, verrattuna elokuun käyttäytymishavaintoihin, jolloin ulkona oloon liittyviä käyttäytymishavaintoja oli noin 35 % kaikista havainnoista. Syyskuussa lehmät seisoivat ulkona, makasivat ulkona, joivat ulkona ja olivat sosiaalisessa kontaktissa ulkona enemmän kuin elokuussa. Vastaavasti elokuussa lehmät makasivat sisällä, söivät säilörehua sisällä ja olivat sosiaalisessa kontaktissa sisällä enemmän kuin syyskuussa. Elo- ja syyskuun välillä ei kuitenkaan näyttänyt olevan eroa ulkona laiduntamisessa, sisällä seisomisessa, sisällä väkirehun syömisessä ja lypsyrobotilla olemisessä.

Taulukko 24. Automaattilypsylehmien käyttäytyminen vapaan laidunnuksen aikana (% havainnoista). Tulokset on kerätty 24 h pituisesta käyttäytymistarkkailusta 9.–10.8.02 = elokuu ja 5.–6.9.02 = syyskuu. Tilastollinen tarkastelu on tehty elo- ja syyskuun käyttäytymishavaintojen välillä.

	Keskiarvo, % havainnoista				
	Elokuu	Syyskuu	SE	F-arvo	P-arvo
Seisoo ulkona	5,24	11,3	0,67	80,1	<0,001
Makaa ulkona	19,7	29,3	2,04	22,0	<0,001
Laiduntaa	9,36	7,43	1,18	2,69	0,12
Juo ulkona	0,33	0,73	0,17	5,65	<0,05
Sosiaalisessa kontaktissa ulkona	0,33	1,00	0,23	8,32	<0,05
Seisoo sisällä	20,6	20,2	1,65	0,06	0,82
Makaa sisällä	25,8	17,0	2,68	10,8	<0,01
Syö säilörehua sisällä	12,0	7,45	0,72	40,0	<0,001
Syö väkirehua sisällä	4,39	4,09	0,50	0,34	0,57
Sosiaalisessa kontaktissa sisällä	0,61	0,08	0,12	18,7	<0,001
Lypsyrobotilla	1,65	1,45	0,17	1,50	0,24

Neljän tunnin laidunnuksen aikaiset käyttäytymishavainnot on esitetty taulukossa 25. Elo- ja syyskuun yhteenlaskettujen 4 tunnin laidunnusjaksojen käyttäytymishavaintojen perusteella lehmät seisoivat 24 %, makasivat 39 %, söivät laidunta 33 %, joivat 2 % ja olivat sosiaalisessa kontaktissa 2 % neljän tunnin laidunnusajastaan. Syyskuussa lehmät seisoivat ja makasivat laitumella vähemmän kuin elokuussa, mutta laidunsivat ja olivat sosiaalisessa kontaktissa enemmän kuin elokuussa. Juomishavainnoissa ei ollut eroa elo- ja syyskuun havaintojen välillä. Lyhytaikainen laidunnus voi olla yksi vaihtoehto

AMS-tiloille jaloittelutarhan sijasta tai sen lisäksi. Tulostemme mukaan lehmät makasivat ja laidunsivat melkein  $\frac{3}{4}$  neljän tunnin laidunnusajasta ja sekä makaaminen että laiduntaminen ovat lehmän hyvinvoinnin kannalta erityisen hyödyllisiä toimintoja. Syöminen ja makaaminen ei ehkä ole mahdollista jaloittelutarhassa, joten neljä tuntia kestäväällä laidunnuksella voidaan saada lehmän elinympäristöön sen hyvinvointia tukevaa vaihtelua. Kannattaa kuitenkin huomioida, että lyhyenkin laidunnuksen jälkeen navettaan palaaminen aiheuttaa todennäköisesti ruuhkaa lypsyrobotille.

Taulukko 25. Automaattilypsylehmien käyttäytyminen 4 h pituisen laidunnuksen aikana (% havainnoista). Tulokset on kerätty 4 h käyttäytymistarkkailusta 21.–23.8.02 = elokuu ja 18.–21.9.02 = syyskuu. Tilastollinen tarkastelu on tehty elo- ja syyskuun käyttäytymishavaintojen välillä.

	Keskiarvo, % havainnoista		SE	F-arvo	P-arvo
	Elokuu	Syyskuu			
Seisoo	32,2	16,3	15,9	41,0	<0,001
Makaa	42,2	35,4	2,41	7,95	<0,05
Laiduntaa	22,4	43,5	1,11	360	0,001
Juo	1,89	2,04	0,34	0,22	0,65
Sosiaalisessa kontaktissa	1,34	2,77	0,62	5,43	<0,05

Vapaan laidunnuksen päivien, sisäpäivien ja 4 tunnin laidunnuspäivien vuorokautiset maitomäärät ja lypsykerrat sekä keskimääräiset lypsyvälit on esitetty taulukossa 26. Vuorokautiset lypsykerrat käsittelyittäin vaihtelivat välillä 2,5 - 2,8. Maitomäärien keskiarvon vaihtelu käsittelyittäin oli 27– 31 kg/vrk. Lypsyvälien keskiarvo vaihteli 8 h 35 min – 10 h 22 min. Alin lypsyvälien keskiarvo esiintyi sisälläolojaksolla ja pisin 4 tunnin laidunnusjaksolla 2. Viimeksi mainittu 10 h 22 min:n oli huomattavasti pidempi lypsyvälien keskiarvo, kuin mitä muilla jaksoilla havaittiin. AMS:ssä lypsykerran maitomäärään vaikuttaa se, kuinka kauan edellisestä lypsystä on kulunut aikaa (Friggens & Rasmussen 2001, Hogeveen et al. 2001). Jos lypsyllä käynnin ajankohta siirtyy seuraavan vuorokauden puolelle esimerkiksi lypsyrobotin toimintahäiriön takia, heijastukset näkyvät vielä häiriötä seuraavanakin päivänä. Näiden syiden vuoksi keskiarvot laskettiin tässä kokeessa vain jaksoilta, jolloin AMS oli ollut normaalisti toiminnassa sekä koko jakson että myös jaksoa edeltäneen vuorokauden. Maitomäärien ja lypsykertojen tarkempaa tilastollista tarkastelua varten olisikin tässä kokeessa tarvittu suurempi aineisto sekä tietoa lehmien ravintoaineiden saannista.

Taulukko 26. Lypsyvälien, lypsykertojen ja maitomäärien keskiarvot ja hajonnut laidunnuskokeen eri käsittelyjen aikana.

	Vapaa 1	Sisä 1	4 Tuntia 1	Sisä 2	Vapaa 2	Sisä 3	4 Tuntia 2
Lypsyväli, tt:mm	8:38	8:35	8:37	9:12	8:37	8:39	10:22
STD	3:24	4:20	3:00	3:55	3:52	3:36	5:07
Lypsykerrat	2,78	2,77	2,71	2,60	2,68	2,69	2,45
STD	0,69	0,86	0,77	0,84	0,83	0,93	0,95
Maito- määrät, kg	29,3	29,0	31,0	29,5	28,2	27,9	27,0
STD	9,59	9,34	9,35	10,4	9,67	10,7	10,5

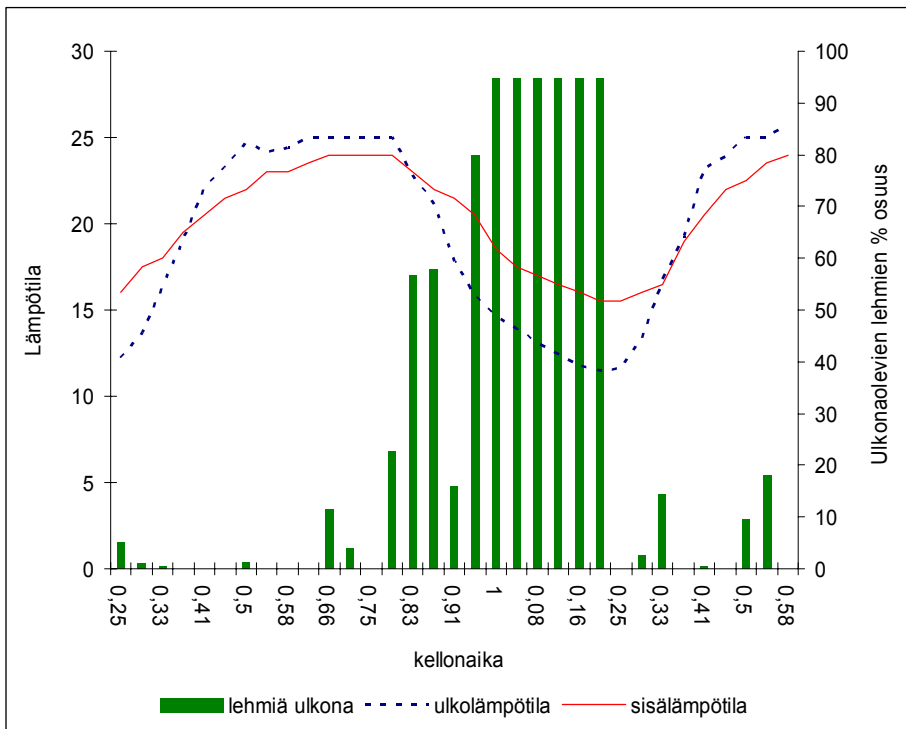
Taulukko 27. Laidunnäytteiden kemiallinen koostumus, sulavuus ja rehuarvo käsittelyittäin.

	PRIM. KA, %	TUHKKA, KG KA	RV, G/ KG KA	RR,G/ KG KA	RK,G/ KG KA	NDF,G/ KG KA	ADF,G/ KG KA	ADL,G/ KG KA	OIV, G/ KG KA	PVT, G/ KG KA	ME, MAFF MJ/ KG KA	D-ARVO	REHUARVO
Vapaa 1	29,6	75,4	153	40,3	250	532	268	32,0	83,0	10	10,16	63,5	0,87
4 tuntia 1	28,6	87,7	164	52,3	246	536	251	8,30	89,0	11	11,00	68,6	0,94
Vapaa 2	29,1	81,6	159	46,3	248	534	259	20,2	80,0	0,0	9,91	66,1	0,85
4 tuntia 2	32,2	85,6	138	47,7	238	517	245	16,4	87	14	11,08	70,6	0,95

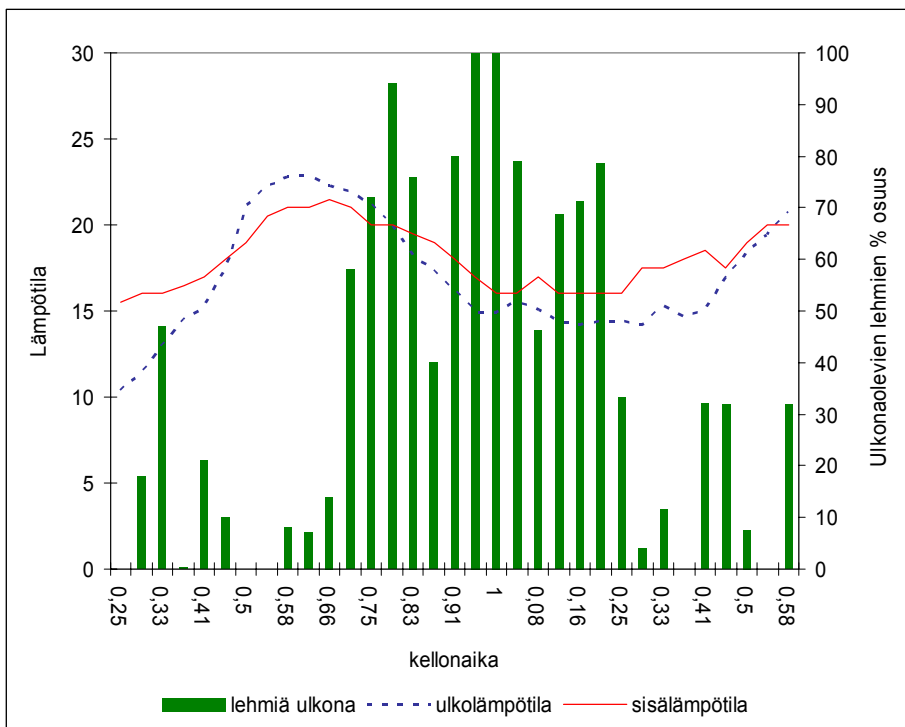
Ensimmäisen vapaan laidunnuksen jakson tarkkailupäivien ulkolämpötilan keskiarvo oli +20 °C. Toisen vapaan laidunnuksen jakson keskilämpötila oli +17 °C. AMS-navetan sisälämpötilat olivat vastaavina ajankohtina +21 ja +19 °C. Toisella neljän tunnin laidunnusjaksolla oli ulkona huomattavasti kylmempi, +5,7 °C, kuin ensimmäisellä neljän tunnin laidunnusjaksolla, jolloin ulkolämpötila oli +19 °C. Navetan sisälämpötilat vastaavina ajankohtina olivat +11 °C jaksolla 2 ja +21 °C jaksolla 1. Käyttötymistarkkailupäivien aikana vettä satoi vain yhtenä päivänä 6,6 mm. Sadepäivä osui vapaan laidunnuksen ensimmäiselle jaksolle. Koko kokeen aikana vettä satoi 34 mm. Laidunnäytteiden kemiallinen koostumus, sulavuus ja rehuarvo on esitetty taulukossa 27. Vapaan laidunnuksen lohkojen nurmi oli hyvin huonolaatuista

ylivuotisuuden ja rikkakasvien vuoksi. Neljän tunnin laidunnuslohkojen nurmi oli laadultaan melko normaalia loppukesän laidunta. Laidunlohkojen kunnon raportoidaan tarkemmin myöskin Seija Saastamoisen syksyllä 2004 Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitokselle valmistuvassa pro gradu -tutkielmassa.

Ulkolämpötilan, navetan sisälämpötilan ja ulkona olevien lehmien määrän yhteyttä elo- ja syyskuun vapaan laidunnuksen käyttäytymistarkkailun yhteydessä on havainnollistettu kuvissa 24 ja 25. Kuvien perusteella näyttäisi siltä, että yöllinen ulkolämpötilan lasku elokuun vapaan laidunnuksen yhteydessä sai lehmät lähtemään ulos yöksi ryhmänä. Yö- ja päivälämpötilojen välinen vaihtelu ei syyskuun jaksolla ollut enää niin suurta kuin elokuussa. Syyskuussa lehmien yhtäaikainen laitumelle lähtö ei myöskään näyttänyt olevan niin voimakasta kuin elokuussa. Ilmiöön saattoi vaikuttaa ulkolämpötilan lisäksi se, että lehmät olivat syyskuussa tottuneempia vapaan laidunnuksen mahdollisuuteen verrattuna elokuun ensimmäiseen vapaan laidunnuksen jaksoon.



Kuva 24. Lämpötilat ja ulkona olevien lehmien %-osuus vapaan laidunnuksen jaksolla 1, 9.–10.8.02.



Kuva 25. Lämpötilat ja ulkona olevien lehmien %-osuus vapaan laidunnuksen jaksolla 2, 5.–6.9.02.

Karjanhoitajien raportoinnin mukaan lehmia piti hakea lypsylle käsittelyjaksoittain seuraavasti, käsittelyjakson jälkeen on ilmoitettu lypsylle haettujen lehmien lukumäärän keskiarvo vuorokautta kohti:

”VAPAA 1” : 3,8 lehmää

”SISÄ 1” : 1,4 lehmää

”4 TUNTIA” : 4,8 lehmää

”SISÄ 2” : 3,0 lehmää

”VAPAA 2” : 1,6 lehmää

”SISÄ 3” : 4,6 lehmää

”4 TUNTIA 2” : 0,8 lehmää

Ryhmässä oli kolme lehmää, joita jouduttiin hakemaan lypsylle kaksi kertaa vähintään yhden vuorokauden aikana. Kahta lehmistä haettiin lypsylle kaksi kertaa yhden vapaan laidunnuksen vuorokauden aikana ja kolmatta haettiin kaksi kertaa yhden 4 tunnin laidunnus- ja kahden sisälläolojaksovuorokauden aikana. Lehmien hakutietoja voidaan pitää ainoastaan viitteellisinä pienestä aineistosta johtuen. Huomionarvoista kuitenkin on, että lehmia jouduttiin hakemaan lypsylle sekä sisä- että laidunnuspäivien yhteydessä.

## 7 Johtopäätöksiä

### 7.1 Maidon laatu

Automaattiseen lypsyyeen siirtyminen aiheutti maidon laatuun muutoksia, joista merkittävimpiä olivat somaattisten solujen ja kokonaisbakteerien määrän lisääntyminen. E-luokan raja-arvot eivät kuitenkaan ole ylittyneet. Ulkomaisissa tutkimuksissa solujen ja bakteerien määrät ennen automaattiseen lypsyyeen siirtymistä ovat olleet korkeampia kuin Suomessa. Taso, johon määrät ovat Suomessa nousseet, ovat muualla olleet lähtötasona. Nousu on ollut Suomessa jonkin verran suurempaa kuin muualla. Solupitoisen maidon tunnistus- ja erottelujärjestelmä ei toimi aukottomasti nykyisissä automaattilypsyjärjestelmissä (Rasmussen et al. 2001). Tämän vuoksi karjan utareterveydestä huolehtiminen ja tarkkailu epänormaalin maidon havaitsemiseksi on automaattisessa lypsyyssä vähintään yhtä tärkeää kuin perinteisessä lypsyyssä.

Maidon solu- ja bakteerimäärissä sekä jäätymisspisteessä on ollut enemmän vaihtelua automaattisen lypsyyjärjestelmän käyttöönoton ja alun opetteluvaiheen yhteydessä. Maidon jäätymisspiste on kuitenkin palautunut lähtötasolle jo puolessa vuodessa. Jotta maidon bakteerimäärä vähenisi, tulee yleisen hygienian lisäksi kiinnittää huomiota laitteiston pesuihin ja maidon jäähdytykseen. Proteiinin, rasvan, laktoosin ja urean määrissä tapahtuvat muutokset johtunevat pääasiassa karjojen erilaisesta ruokinnasta ja tuotostasosta sekä lypsytihyden muuttumisesta.

Vapaiden rasvahappojen määrä on korkeampi AMS-maidossa kuin vertailuryhmässä. Lisää tutkimusta tarvittaisiin, jotta voitaisiin nähdä nouseeko FFA-pitoisuus edelleen ja pysykö se mahdollisesti korkeammalla. Aistinvaraisissa arvioinneissa AMS-maidon ei havaittu eroavan perinteisesti lypsetystä maidosta, joskin arvioinnissa oli mukana vain yhden tilan maitoa. Pesut ovat olleet tehokkaita, vaikka siiviläsukasta valuneesta nesteestä on ollut suuria määriä bakteereja.

Lisää tutkimusta tarvitaan selvittämään, muuttuuko maidon bakteerifloora automaattilypsyssä, sillä erityisesti psykrotrofin bakteerien määrä vaikuttaa maidon prosessoitavuuteen. Automaattisen lypsylaitteiston rakenne saattaa suosia termotoleranttien bakteerien kasvua. Koliryhmän bakteerien määrä raakamaidossa kuvaa maidontuotannon hygienian tasoa; runsas esiintyminen on lisäksi osoitus tuotteen säilyttämisestä oloissa, jotka sallivat yleensäkin mikrobien kasvun.

Tässä tutkimuksessa on ollut mukana vain kolme automaattilypsytilaa, ja ne edustavat vain yhtä markkinoilla olevaa lypsyyrobottimallia. Otos on pieni, mutta tulosten luotettavuutta parantaa hiukan suhteellisen tiheä näytteenotto tutkimusaikana. Erimerkkisten laitteistojen erilaisen rakenteen ja varustelun

vuoksi tämän tutkimuksen tulokset eivät ehkä ole suoraan yleistettävissä koskemaan kaikkia lypsyrobotteja. Tilakohtaiset erot solu- ja bakteeritasoissa ovat suuria, vaihtelu ei johdu ainoastaan automaattisen lypsyjärjestelmän käytöstä, vaan se heijastaa eroja myös tilanhoidossa. Tilalla voidaan omalla toiminnalla vaikuttaa erityisesti hygieniaan. Automaattisessa lypsyssä korostuu ihmisen vastuu eläinten terveyden seurannasta ja navetta-ympäristön puhtaudesta. AMS-laitteiston käyttöönotto vaikuttaa koko tilan 'management'-ratkaisuihin.

## **7.2 Lehmien utareterveys automaattisessa lypsyjärjestelmässä**

Projektin tavoitteena oli vastata kysymykseen: ”Miten käy utareterveydelle automaattiseen lypsyyeen siirtymisen myötä?”. Tässä tutkimuksessa utareterveys huononi ensimmäisen seurantavuoden aikana. Suitian tilalla utareterveys parani kuitenkin ennalleen toisena seurantavuonna. Seuranta tutkimuksen kolmen tilan aineisto on riittämätön selvittämään, johtuivatko havaitut muutokset automaattiseen lypsyyeen siirtymisestä vai muista tekijöistä. Koeolosuhteissa on havaittu, että utareterveys voidaan pitää hyvänä, mutta kenttäaineistoissa tulos on usein ollut huonompi (Poelarends et al. 2004). Automaattiseen lypsyyeen siirtyminen merkitsee utareterveyden kannalta paljon monimutkaisempia asioita kuin lypsykertojen lisääntymistä ja lypsytavan muutosta. Subkliinisten tulehdusten epäluotettava havaitseminen oli selvin yksittäinen tekijä etsittäessä syitä automaattisen lypsyyen aiheuttamaan utareterveyden huonontumiseen. Tulosta tukevat myös muissa tutkimuksissa tehdyt havainnot (Rasmussen et al. 2004, Binda et al. 2004).

Automaattiseen lypsyyeen siirtyvän tuottajan on hyvä ottaa huomioon myös se mahdollisuus, että utareterveys saattaa jopa huonontua automaattiseen lypsyyeen siirtymisen myötä. Utareterveyden hallintaan tulee kiinnittää entistä tarkemmin huomiota, ja ongelmien ennaltaehkäisy on aloitettava jo automaattiseen lypsyjärjestelmään siirtymisen suunnitteluvaiheessa (katso Hyvät toimintatavat automaattisessa lypsyyssä – Hygieniaohje 2002, [www.maitohygienialiitto.fi](http://www.maitohygienialiitto.fi)). Karjanomistajalta vaaditaan erityistä pätevyyttä automaattikan tuottaman tiedon hallitsemiseen ja hyväksikäyttöön. Lypsystä säästyvää aikaa tulee käyttää eläinten muuhun hoitoon ja tarkkailuun; tuottajalta vaaditaan tässä hyvää ”lehmäsilmää”. Oikeilla toimenpiteillä hyvä utareterveys on saavutettavissa niin automaattisessa kuin perinteisessäkin lypsyyssä.

## **7.3 Lehmien käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattisessa lypsyyssä**

Lehmien yhtäaikainen käyttäytyminen jossain määrin rikkoutuu automaattilypsyyenavetassa. Ilmiön vaikutusta lehtiin ei kuitenkaan tunneta. Lehmäliikenteen järjestämiseen AMS-navetassa kannattaa paneutua, sillä liikennejär-



jestelyllä on suuri vaikutus lehmälle elintärkeiden resurssien, kuten levon ja ruokailun, riittävään saantiin. Karjanhoitajan tulisi varmistaa, että myös kaikkein heikoimmalla arvoasteikossa olevat lehmät pääsevät riittävästi ruokailemaan, lepäämään ja kulkemaan navetassa.

Ammattitaitoisen karjanhoitajan ja hyvän ihmis-eläinsuhteen merkitys korostuu automaattisessa lypsyjärjestelmässä. Vasikat tulisi aina totuttaa positiiviseen ihmiskäsittelyyn mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta vältetään uusien, pelottavien tilanteiden aiheuttamalta stressiltä. Kärsivällisyys on avainasemassa lehmien käsittelyssä, niin myös lypsyrobotille totuttaessa. Lypsyrobotille lehmä houkutellessaan väkirehulla – pelkkä lypsetyksi tuleminen ei riitä motivoimaan lehmää robottilypsylle. Vaikka lypsytyö hoituukin lypsyrobotin avulla, niin hoitaja vastaa edelleen eläinten ruokinnasta, terveydestä, kiimantarkkailusta, eläinten, navetan ja lypsypaikan puhtaudesta sekä lypsyjärjestelmän toimivuudesta. Ammattitaitoinen karjanhoitaja on jatkuvasti ajan tasalla lypsyjärjestelmän toiminnasta ja siitä, että jokainen lehmä tulee ajallaan lypsettyä.

Laidunnusmahdollisuuden tulisi kiinnittää huomiota, sillä laiduntamisella on positiivinen vaikutus lehmän hyvinvointiin. Laidunnuksen ja automaattilypsyn yhdistäminen onnistuu, mikäli laitumet ovat lähellä navettaa. Tutkimuksemme laidunnusosio toteutettiin kuivan ja kuumien kesän 2002 lopussa. Näin lyhyen kokeen aikana voitiin saada ainoastaan suuntaa antavia tuloksia laidunnuksen ja automaattilypsyn yhdistämisestä ja laidunnuksen vaikutuksista lehmän käyttäytymiseen. AMS:n ja laidunnuksen yhdistäminen on aina tilakohtainen ratkaisu. Tilat tarvitsisivatkin useita, sekä lehmän että hoitajan kannalta toimivia ratkaisuja laidunnuksen järjestämiseen automaattilypsyn yhteydessä.

Jatkotutkimusta tarvitaan myös lehmän hyvinvointiin liittyvien, automaattilypsyjärjestelmän raportoimien, tunnuslukujen tulkinnasta. Eläinmääriltään suurenevat karjat on hoidettava mahdollisimman vähäisellä ihmistyöllä. Tällöin korostuu teknologian vaikutus lehmän hyvinvoinnin seuraamisessa. Markkinoilla onkin useita erilaisia, lypsyjärjestelmään sisältyviä tai siihen liitettävissä olevia mittareita, joiden käytettävyyttä tai luotettavuutta lehmän hyvinvoinnin seurannassa ei ole juuri tutkittu.

## 8 Kirjallisuus

- Beilharz, R.G. & Mylrea, P.J. 1963. Social position and behaviour of dairy heifers in yards. *Animal Behaviour* 11: 522-527.
- Bennedsgaard, T. W., Elvstrøm, S. & Rasmussen, M. D. 2004. Selection of cows for treatment of udder infections in AMS herds. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers pp. 209-214.
- Berning, L.M. & Shook, G.E. 1992. Prediction of mastitis using milk somatic cell count, N-acetyl-beta-glucosaminidase, and lactose. *J. Dairy Sci.* 75, (7), 1840-1848.
- Billon, P. & Tournaire, F. 2002. Impact of automatic milking systems on milk quality and farm management: the French experience. *The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002: V-59 – V-63*.
- Binda, E., Casirani, G., Piccinini, R. & Zecconi, A. 2004. Introduction of AMS in Italian dairy herds: The detection of clinical and subclinical mastitis by AMS systems. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 245-246.
- Bouissou, M.-F., Boissy, A., Le Neindre, P. & Veissier, I. 2001. The Social Behaviour of Cattle. In: Keeling, L.J. & Gonyou, H.W. (eds.): *Social Behaviour in Farm Animals*, pp 113–145. Wallingford: CABI Publishing, UK.
- Brambell, F.W.R. 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Husbandry Systems. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Braun P., Balzer G. & Fehlhaber K. 2001. Activity of bacterial lipases at chilling temperatures. *Food Microbiol.* 18: 211-215.
- Braun P., Fehlhaber K., Klug C. & Kopp K. 1999. Investigations into the activity of enzymes produced by spoilage-causing bacteria: a possible basis for improved shelf-life estimation. *Food Microbiol.* 16: 531-540.
- Bruckmaier R. M. & Hilger M. 2001. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *J. Dairy Res.* 68: 369-376.
- Bruckmaier R. M., Macuhova J. & Meyer H. H. D. 2001. Specific aspects of milk ejection in robotic milking: a review. *Livestock Prod. Sci.* 72: 169-176.
- Casirani, G., Piccinini, R., Migliorati, L., Pirlo, G. & Zecconi A. 2002. The effects of voluntary milking system on teat tissues, intramammary infec-

- tions and somatic cell counts. The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002: IV-49 – IV-54.
- Castrén, H. 1997. Kotieläinten käyttäytyminen ja hyvinvointi. Julkaisuja 52. Mikkeli: Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. 170 s.
- Christiansson A., Bertilsson J. & Svensson B. 1999. *Bacillus cereus* spores in raw milk: factors affecting the contamination of milk during the grazing period. J. Dairy Sci. 82: 305-314.
- Cromie S. 1992. Psychrotrophs and their enzyme residues in cheese milk. Australian J. Dairy Technol. 47: 96-100.
- de Koning, K., Slaghuis, B. & van der Vorst, Y. 2004. Milk quality on farms with an automatic milking system. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 311-320.
- de Vliegher, S., Laevens, H., Opsomer, G., Fischer, K., Christiaens, J., Laquiere, I., Hemling, T., McKinzie, M. & de Kruif, A. 2001. Effect of transition from conventional milking to robotic milking on teat skin and teat end condition. 11<sup>th</sup> Int. Conf. On Prod. DCS, August 12-16, 2001.
- DeLaval. Käyttöohjekirja. VMS-vapaalypsyjärjestelmä.
- Ekman, T., Hallen Sandgren, C., Gyllensvärd, M., Andersson, I. & Everitt, B. 2004. Milking with robots: the Swedish experience. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 363.
- Escobar G. J. & Bradley jr. R. L. 1990. Effect of mechanical treatment on the free fatty acid content of raw milk. J. Dairy Sci. 73: 2054-2060.
- Everitt, B., Ekman, T. & Gyllensvärd, M: 2002. Monitoring Milk Quality and Udder Health on Swedish AMS Herds. The first North American conference on robotic milking. March 20-22, 2002. Toronto, Canada. V72–V75.
- Evers J. M. & Palfreyman K. R. 2001. Free fatty acid levels in New Zealand raw milk. Australian J. Dairy Technol. 56: 198-201.
- Fox, L., Butler, R.W., Everett, R.W. & Natzke, R.P. 1981. Effect of adenocorticotropin on milk and plasma cortisol and prolactin concentrations. Journal of Dairy Science 64: 1794–1803.
- Friggens N. C. & Rasmussen M. D. 2001. Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milking on milk composition. Livestock Prod. Sci. 73: 45-54.

- Frost A. R., Mottram T. T., Allen C. J. & White R. P. 1999. Influence of milking interval on the total bacterial count in a simulated automatic milking system. *J. Dairy Res.* 66: 125-129.
- Gyllenswärd, M. 2002. NMSM Ad-hoc gruppen AMS 2002. Suullinen tiedonanto.
- Gyllenswärd, M. 2004. NMSM Ad-hoc gruppen AMS 2004. Suullinen tiedonanto.
- Hamann J. & Gyodi. 2000. Somatic cells and electrical conductivity in relation to milking frequency. *Milchwissenschaft* 55: (6) 303-307.
- Hamann J. & Zecconi A. 1998. Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. *Bulletin of the IDF* 334: 5-22.
- Hamann, J. & Reinecke, F. 2002. Machine milking effects on udder health – comparison of a conventional with a robotic milking system. The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002: IV-17 – IV-27.
- Hamann, J. 2004. Pattern of somatic cell count in milk under automatic milking conditions (VMS) and interactions with milk constituents. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding: The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.* pp. 329.
- Haverkamp, D.J., Wiktorsson, H. & Pettersson, G. 2004. Effects of feed intake, milking frequency and milk yield of dairy cows of semi-forced or free cow traffic in an automatic milking system. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & Koning, C.J.A.M. (eds.). *Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.* pp. 417.
- Hayes M. C., Ralyea R. D., Murphy S. C., Carey N. R., Scarlett J. M. & Boor K. J. 2000. Identification and characterization of elevated microbial counts in bulk tank raw milk. *J. Dairy Sci.* 84: 292-298.
- Hogeveen H., Ouweltjes W., de Koning C. J. A. M. & Stelwagen K. 2001. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Prod. Sci.* 72: 157-167.
- Honkanen-Buzalski, T. & Seuna, E. 1995. Isolation and identification of pathogens from milk. *Teoksessa: Sandholm, M., Honkanen-Buzalski, T., Kaartinen, L. & Pyörälä, S. (toim.) The bovine udder and mastitis. Gummerus, Jyväskylä 1995: 121-142.*
- Hopster, H., Bruckmaier, R.M., Van der Werf, J.T.N., Korte, S.M., Macuhova, J., Korte-Bouws, G. & Van Reenen, C.G. 2002. Stress Response during Milking; Comparing Conventional and Automatic Milking in Primiparous Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 85: 3206—3216.

- Hovinen, M., Aisla, A-M., Anttila, P. & Pyörälä, S. 2004. Detection of mastitis and poor milk quality in automatic milking. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 247-248.
- Hvaale M., Stokke H. & Gravås L. 2002. Cleaning of teats with automatic milking. Technology for milking and housing of dairy cows. NJF-Seminar No 337, Hamar, Norway 2002. pp. 11 1-8.
- Jepsen L. & Rasmussen M. D. 2000. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. National mastitis council annual meeting proceedings. 39: 181-182.
- Kaihilahti, J. 2001. Lehmien käyttäytyminen automaattisessa lypsyjärjestelmässä. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala. 54 s.
- Kankare V., Antila V. & Mäki M. 1991. Vertaileva tutkimus maidon kuljetuksesta raakamaitona ja pakattuna, pastöroituna maitona. I Raakamaidon ja pastöroidun maidon rasvan lipolyysistä. Maatalouden tutkimuskeskus, elintarvikkeiden tutkimuslaitos. Tiedotteita 2: 14 s.
- Ketelaar-de Lauwere, C. 1999. Cow behaviour and managerial aspects of fully automatic milking in loose housing systems. Thesis Wageningen. 189 p.
- Ketelaar-de Lauwere, C., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M. & Schouten, W.G.P. 1998. Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. Applied Animal Behaviour Science 56: 13–28.
- Ketelaar-de Lauwere, C., Ipema, A.H., van Ouwkerk, E.N.J., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.T.M. & Schouten, W.G.P. 1999. Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows; Milking frequency and effects on behaviour. Applied Animal Behaviour Science 64: 91–109.
- Klijn N., Nieuwenhof F. F. J., Hoolwerf J. D., van der Waals C. B. & Weerkamp A. H. 1995. Identification of Clostridium tyrobutyricum as the causative agent of late blowing in cheese by species-specific PCR amplification. Appl. Env. Microbiol. 61: 2919-2924.
- Klungel G. H., Slaghuis B. A. & Hogeveen H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. J. Dairy Sci.. 83: 1998-2003.
- Knappstein K., Reichmuth J. & Suhren G. 2002. Influences on bacteriological quality of milk in herds using automatic milking systems and experiences from selected German farms. The first North American conference on robotic milking. March 20-22, 2002. Toronto, Canada. V13-V24.

- Knappstein, K., Roth, N., Slaghuis, B., Ferwerda-Van Zonneveld, R., Walte, H-G. & Reichmuth, J. 2004. Farm hygiene and teat cleaning requirements in automatic milking. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 83-93.
- Koning, C.J.A.M. & Rodenburg, J. 2004. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) Automatic milking – a better understanding. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp.27-40.
- Ma Y., Ryan C., Barbano D. M., Galton D. M., Rudan M. A. & Boor K. J. 2000. Effect of somatic cell count on quality and shelf life of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci.* 83: 264-274.
- Maatje, K., Huijsmans, P., Rossing, W. & Hogewerf, P. 1992. The efficacy of in-line measurement of quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for the detection of clinical and subclinical mastitis. *Live-stock production science* 30, 1992, s. 239-249.
- Mattila, T. 1985. Diagnostic problems in bovine mastitis - with special reference to new applications of milk antitrypsin, NAGase and bacterial growth. Helsinki 1985. s.18
- Middleton, J.R., Fox, L.K., Gay, J.M., Tyler, J. W., & Besser, T.E. 2002. Use of pulse field gel electrophoresis for detecting differences in *Staphylococcus aureus* strain populations between dairy herds with different cattle importation practices. *Epidemiol. Infect.* 129, 2002. pp. 387-395.
- Milner, P., Page, K. & Hillerton, J. 1997. The effects of early antibiotic treatment following diagnosis of mastitis detected by a change in the electrical conductivity of milk. *J. Dairy Sci.* 80, 1997, pp. 859-863.
- Morita, S., Nirasawa, E., Sugita, S., Hoshiba, S., Tokida, M., Hirayama, H. & Uetake, K. 2000. Cow behaviour and working time of a stockperson in a free-stall barn with an automatic milking-feeding system. In: Hogeveen, H. & Meijering, A. (eds.): *Robotic Milking – proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands, 17–19 August*. Wageningen Pers, The Netherlands. 188 p.
- Mottram, T., Hart, J. & Pemberton, R. Biosensing techniques for detecting abnormal and contaminated milk. 2000. In: Hogeveen, H. & Meijering A. (eds). *Robotic milking. Proc. of the Int. Symp. Held in Lelystad, Netherlands, 17-19 August 2000*. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands 2000. pp.108-113.
- Mungsgaard, L. 2003. Qualification of behavioural priorities and how to avoid stress in dairy cows. Luento eläinten hyvinvointikeskuksen avajaistilaisuudessa 18.11.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.vetmed.helsinki.fi/hyvinvointikeskus/ajankohtaista.htm>

- Myllys V., Asplund K., Brofeldt E., Hirvelä-Koski V., Honkanen-Buzalski T., Junttila J., Kulkas L., Myllykangas O., Niskanen M., Saloniemi H., Sandholm M., Saranpää T. 1998. Bovine Mastitis in Finland in 1988 and 1995 - Changes in Prevalence and Antimicrobial Resistance. *Acta vet. Scand.* vol 39 no. 1. pp. 119.
- Needs E. C., Anderson M. & Morant S. V. 1986. Interaction of factors which influence the extent of lipolysis during milking and storage of raw milk. *J. Dairy Res.* 53: 203-210.
- Neijenhuis, F. 1998. Teat end callosity classification system. *Proc. 4<sup>th</sup> Intl. Dairy Housing Conference, Am. Soc. Of Agric. Engineers.* 1998: 117-123.
- Neijenhuis, F., Barkema, H.W., Hogeveen, H. & Noordhuizen, J.P.T.M. 2001. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 84, 2001: 2664-2674.
- Neijenhuis, F., Bos, K., Sampimon, O. C., Poelarends, J., Hillerton, J. E., Fossing, C. & Dearing, J. 2004. Changes in teat condition in Dutch herds converting from conventional to automated milking. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding.* The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 141-147.
- Nicol, C.J. 1995. The social transmission of information and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 44: 79–98.
- Nielen M., Deluyker H., Schukken Y. H. & Brand A. 1992. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *J. Dairy Sci.* 75: 606-614.
- O'Brien B., Meaney W. J., McDonagh D. & Kelly A. 2001. Influence of somatic cell count and storage interval on composition and processing characteristics of milk from cows in late lactation. *Australian J. Dairy Technol.* 56: (3) 213-218.
- O'Brien B., O'Callaghan E. & Dillon P. 1998. Effect of various milking machine systems and components on free fatty acid levels in milk. *J. Dairy Res.* 65: 335-339.
- Persson Waller, K., Westermark, T., Ekman, T. & Svennersten-Sjaunja, K. 2004. Milk leakage in automatic and conventional milking systems. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding.* The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 179-180.
- Petermann, M., Rittershaus, C., Kloppert, B., Seufert, H. & Zschöck, M. 2002. Automatic milking systems: udder health and milk flow profiles. *The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002: IV-75 – IV-77.*

- Pitkälä, A., Haveri, M., Pyörälä, S., Myllys, V. & Honkanen-Buzalski, T. 2004. Bovine mastitis in Finland 2001 — prevalence, distribution of bacteria and antimicrobial resistance. *J. Dairy Sci* 2004. Painossa.
- Poelarends, J. J., Sampimon, O. C., Neijenhuis, F., Miltenburg, J. D. H. M., Hillerton, J. E., Dearing, J. & Fossing, C. 2004. Cow factors related to the increase of somatic cell count after introduction of automatic milking. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 148-154.
- Prescott, N.B., Mottram, T.T. & Webster, A.J.F. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 57: 23-33.
- Rasmussen M. D., Bjerring, M., Justesen, P. & Jepsen, L. 2002. Milk Quality on Danish Farms with Automatic Milking Systems. *J. Dairy Sci.* 85:2869-2878.
- Rasmussen M. D., Blom J. Y., Nielsen L. A. H. & Justesen P. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livestock Prod. Sci.* 72: 147-156.
- Rasmussen, M. D. 2004. Detection and separation of abnormal milk in automatic milking systems. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 189-197.
- Rasmussen, M. D., Foldager, L. & Hemling, T. C. 2004. Impact of teat dip composition on teat condition and udder health. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (eds.) *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 181.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Nielsen, L.A.H. & Justesen, P. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science*, 72, 2001: 147-156.
- Rowe M. T., Dunstall G., Kilpatrick D. & Wisdom G. B. 2001. A study of changes in the psychrotrophic microflora of raw milk during refrigerated storage. *Milchwissenschaft* 56: (5) 247-250.
- Schuiling H. J., Verstappen-Boerekamp J. A. M., Knappstein K. & Benfalk C. 2001. Optimal cleaning of equipment for automatic milking. Investigation of systems, procedures and demands. October 2001. Deliverable D16.
- Schukken Y. H., Fulton C. D. & Leslie K. E. 1992. Freezing point of bulk milk in Ontario – an observational study. *J. Food Prot.* 55: (12) 995-998.
- Shoshani, E. & Chaffer, M. 2002. Robotic milking: a report of a field trial in Israel. *The First North American Conference on Robotic Milking*, March 20-22, 2002: III-56 – III-63.



- Slaghuis B. A. 2001. The freezing point of authentic and original farm bulk tank milk in the Netherlands. *Int. Dairy J.* 11: 121-126.
- Sorensen A., Muir D. D. & Knight C. H. 2001. Thrice-daily milking throughout lactation maintains epithelial integrity and thereby improves milk protein quality. *J. Dairy Res.* 68: 15-25.
- Spörndly, E., Krohn, C., van Dooren, H.J. & Wictorsson, H. 2004. Automatic milking and grazing. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & Koning, C.J.A.M. (eds.). *Automatic milking – a better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 263-272.
- Stadhouders J. & Jørgensen K. 1990. Prevention of the contamination of raw milk by a hygienic milk production. *Bulletin of the IDF* 251: 32-36.
- Svennersten-Sjaunja K., Berglund I. & Pettersson G. 2000. The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. *Robotic milking. Proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000*: 277-288.
- Van der Vorst Y. & Hogeveen H. 2000. Automatic milking systems and milk quality in the Netherlands. *Robotic milking. Proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000*: 73-82.
- Wenzel, C., Schönreiter-Fischer, S. & Unshelm, J. 2003. Studies on step-kick behaviour and stress of dairy cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Production Science* 83: 237-246.
- Wiktorsson H., Svennersten-Sjaunja K. & Salomonsson M. 2000. Short or irregular milking intervals in dairy cows – effects on milk quality, milk composition and cow performance. *Robotic milking. Proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000*: 128-129.
- Winckler, C., Tucker, C.B. & Weary, D. 2003. Effects of stall availability on time budgets and agonistic interactions in dairy cattle. In: Ferrante, V., the Scientific Committee (eds.), *Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Congress of the ISAE, Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Brescia, Italy*. p. 130.
- Wolters G. M. V. H., Verstappen-Boerekamp J. A. M., Klungel G. H. & Hogeveen H. 2000a. Effect of length delivery line on bacteriological quality of milk. *Robotic milking. Proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000*: 130.
- Wolters G. M. V. H., Verstappen-Boerekamp J. A. M., Minderman J. S. & Hogeveen H. 2000b. Cooling and storage requirements for automatic milking. *Robotic milking. Proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000*: 47-55.

Wredle, E. & Spörndly, E. 2001. Automatisk mjölkning – avstånd till bete kan påverka beteende och production. FACTA Jordbruk, Nr 3. SLU Sveriges Landbruksuniversitet.

[www.maitohygienialiitto.fi](http://www.maitohygienialiitto.fi). Hyvät toimintatavat automaattilypsyssä –Hygieniohjeet. Suomen Meijeriyhdistys 2002.

[www.phls.org.uk/International/Harmony/htm](http://www.phls.org.uk/International/Harmony/htm)

Ylihynnilä, M. 2002. Terveysthuollon lomakkeet. Eläinlääkäreiden terveydenhuollon käsikirja lypsykarjatilalle, 2002.

Zadoks, R.N., van Leeuwen, W.B., Kreft, D., Fox, L.K., Barkema, H.W., Schukken, Y.H. & van Belkum, A. 2002. Comparison of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine and human skin, milking equipment, and bovine milk by phage typing, pulsed-field gel electrophoresis and binary typing. J. of Clin. Microbiol. 40, (11), 2002. pp. 3894-3902.

## **Maa- ja elintarviketalous –sarjan Teknologia-teeman julkaisuja**

- 62** Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä. *Antti Suokannas ym.*, 97 s.
- 44** Laajamittaisen luomutuotannon teknologia – taloudellinen toteutettavuus ja ekologinen kestävyys. *Lötjönen ym.*, 132 s, 4 liitettä.
- 40** Kokoviljasäilörehu viljatilalla. *Suokannas ym.*, 76 s., 1 liite.
- 39** Occupational Accidents in Finnish Agriculture - Causality and Managerial Aspects for Prevention. *Suutarinen*. 75 s. 5 appendices.
- 31** Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. *Suomi ym.* 100 s., 1 liite.
- 21** Luomusikala Suomen olosuhteissa. *Kivinen*. 78 s.
- 18** Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II. *Suutarinen ym.* 69 s., 2 liitettä.
- 6** Työsuojelupanostuksen kannattavuus maataloudessa. *Suutarinen ym.* 80 s., 5 liitettä.
- 4** Digitaalikuvausten ja vesiherkän paperin käyttö perunan ruiskutus-tutkimuksessa. *Suomi & Haapala*. 70 s., 5 liitettä.

