

Riikliku programmi “Põllumajanduslikud  
rakendusuringud ja arendustegevus  
aastatel 2009–2014”

Eesti Maaülikool  
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Lehmade söötmise korraldamine erinevate tehnoloogiliste  
lahendustega robotlüksifarmides

Projekti juht: Meelis Ots  
Projekti täitjad: Olav Kärt  
Jaak Samarütel  
Tiia Ariko  
Aire Ilves-Luht

Tartu 2015

## PROJEKTI LÕPPARUANNE<sup>5</sup>

**1. PROJEKTI NIMETUS: Lehmade söötmise korraldamine erinevate tehnoloogiliste lahendustega robotlüksifarmides.**

**2. PROJEKTI NIMETUS INGLISE KEELES: Strategies for improving feeding of dairy cattle in robotic milking systems.**

**3. PROJEKTI KESTUS**

**Algus:** 2011

**Lõpp:** 2014

### **4. PROJEKTI LÕPPARUANDE LÜHIKOKKUVÕTE:**

Projekti peamiseks eesmärgiks oli selgitada lehmade söötmise korraldust erinevates lüksirobotitega farmides ja töötada lüksilehmadele välja söötmise soovitud ning optimaalsed jõusööda retseptid, sh nende koostamise alused.

Eesmärgi täimiseks tehti projekti raames järgmist: 1) selgitati ja kontrolliti praktikas lüksilehmade toitefaktorite tarbe katmisel esinevaid võimalusi ja piiranguid erinevate söötmissüsteemide korral robotlüksiga farmides; 2) uuriti loomade söömiskäitumist, selgitamaks söödalavalt söödettava sööda söömust; 3) töötati välja erinevatesse söötmissüsteemides sobivad segajõusöötdade retseptid ja nende koostamise alused, sh soovituslikud energia ja proteiini kontsentratsioonimäärad; 4) viidi läbi lehmade automaatkaalumise pilootüriing, selgitamaks lüksirobotist rutiinselt kogutavate kaaluandmete kasutamise võimalusi.

Projekti tulemusena leiti järgmist:

1) Söötmissüsteemist lähtuvalt võime robotlüksiga farmides eristada kuut erinevat söötmissüsteemi, olenevalt sellest kas söödalavalt pakutakse ainult rohusööta või osaratsioonilist segasööta (ORSS), kas jõusööta pakutakse lehmadele ainult lüksirobotist või ka selvekünast ja kas loomi grupeeritakse.

2) Kõige raskem on lehmade toitefaktorite tarvet katta siis kui neile söödetakse söödalavalt ainult rohusööta (silo) ja lüksirobotist jõusööta ning kõige kergem siis kui lehma grupeeritakse, neile söödetakse söödalavalt (vähemalt kahte) ORSS-i ja jõusööta nii lüksirobotist kui ka selvekünast. Esimesel juhul saame lehmade toitefaktorite tarbe katta optimaalselt siis kui nende toodang on 25-30 kg ja teisel juhul siis kui nad lüksavad 20-40 kg. Suuremad toodangud jäävad toitefaktorite tarbe katmata jätmise tõttu realiseerimata, väikese toodanguga lehma ohustab aga rasvumine ja neil võivad ilmnedä kõik energia ja proteiini liigsöömiseiga kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

3) Läbiviidud söömiskäitumise üriingutest ei selgunud millisel määral mõjutab lüksirobotist ja selvekünast söödettava jõusööt söödalavalt söödettava ORSS-i söömust. Põhjuseks tulemuste suur varieeruvus, mis ei võimaldanud piisava täpsusega ennustada lehmade individuaalset söömust. Samas leidsime, et andmebaasi täiendamisel saaksime seni kogutud andmeid kasutada lehmade grupiviisilise söötmissüsteemi puhul.

4) Robotlüksiga farmis on söödaratsiooni, sh jõusööda retsepti koostamine tunduvalt keerulisem kui seda on täisratsioonilise segasöötdaga söödettava lüksiplatsiga farmis. Söödaratsiooni koostamisel tuleb arvestada ORSS-i kuivaine söömuseks 17-19 kg, kuivaine metaboliseeruva energia sisalduseks 9,6-11,0 MJ/kg (väiksem kui lehma ei grupeerita ja selveküna on olemas ning suurem kui lehma grupeeritakse selveküna ei ole) ja proteiinisalduseks 145-155 g/kg (suuretoodanguliste lehmade proteiini tarve saab kaetud jõusöötdaga, väikese toodanguga lehmadel säilib laktatsiooni lõpus toodang ja nad ei rasvu nii kergesti). Lüksirobotist ja võimalusel selvekünast lisaks söödettava jõusööda energiasisaldus peab olema maksimaalne ( $\geq 13,0$  MJ/kg kuivaines) ja proteiinisaldus 180-200 g/kg kuivaines.

5) Lüksilehmade jõusööda koostis (söödaratsiooni maksumus) sõltub eelkõige rohusilo kvaliteedist. Silo madal proteiinisaldus (13 % kuivaines) tuleb kompenseerida suhteliselt kallite proteiinsöödadega. Proteiiniirikka (17 % kuivaines) rohusilo kasutamise korral on söödaratsioonid kuni 10% odavamad kui madala proteiinisaldusega rohusilo kasutamise korral. Maisisilo sisaldavad lüksilehmade söödaratsioonid on mõnevõrra kallimad kui vaid rohusilo sisaldavad ratsioonid.

6) Automaatkaalumise pilooturingust selgus, et lehmade kehmassi ja piimatoodangu muutused laktatsiooni esimesel poolel on individuaalsed ja ei toimu ühetaolise mustri alusel. Lehma kehmasside ja toitumushinde vaheline seos oli varieeruv, kusjuures leidsime, et igapäevaselt mõõdetud kehmass annab meile võrreldes toitumushindudega varem teada, et lehmade kehavarude kasutamine on muutunud kehavarude taastamiseks. Neid kahte meetodit omavahel kombineerides võiks saada farmi tingimustes piisavalt täpse reaalselt ülevaate lehmade kehavarude kasutamisest, mis omakorda võimaldab õigeaegselt rakendada toetavaid meetmeid, nagu põhimõtteline muudatus söödaratsioonis, otsustada lehma tasandil lisaööda koguse üle või ka alustada õigeaegselt toetavat ravi.

## 5. LÜHIKOKKUVÕTE INGLISE KEELES:

The main objectives of the project were to investigate feeding management systems used on farms using robotic milking systems and elaborate feeding recommendations and optimal recipes for concentrate mixtures for dairy cows on farms using robotic milking systems with different feeding management systems.

Actions to meet the objectives of the project: 1) clarify and examine in practice different possibilities and limitations for covering nutritional requirements for dairy cows kept on farms with different feeding management systems; 2) study feeding behaviour to clarify intakes of feeds offered at the feed barrier; 3) elaborate recipes and bases of compilation of concentrate mixtures suitable for different feeding systems, including recommended energy and protein proportions for concentrate feeds; 4) carry out a pilot study to clarify possibilities to use cows' weight data obtained routinely at milking.

Conclusions as a result of the project:

1) It is possible to distinguish six different feeding management systems, depending on: only silage, or partial mixed ration, offered at the feed barrier, concentrate offered at the milker or in individual feeders and grouping the cows for feeding.

2) Covering the protein and energy requirements for each cow is most problematic in the management system where only silage is offered at the feed barrier and the concentrate is offered only at the milker, and the easiest system to ensure this is when the cows are grouped (at least into two groups) and different concentrate rations are offered at the feed barrier (partial mixed ration), and the concentrate is also offered both at the milker and at an individual feeder. In the first case the optimum covering of nutritional requirements is only ensured for cows producing 25-30 kg milk per day while in the second case for cows producing 20-40 kg per day. Higher production was not achieved as their nutritional requirements were not covered. Cows with lower production levels are at risk of overconditioning, and higher consumption of energy and protein can cause metabolic and reproduction problems.

3) The feeding behaviour study did not clarify clearly how consumption of concentrate feed at the milker or at the individual feeder influences intakes of a partial mixed ration offered at the feed barrier. Large variability in the results did not allow the prediction of individual intakes with sufficient accuracy. But continuation of this work might assist in predicting intakes at the group level.

4) To compile rations, including concentrate mixture recipes, for farms using a robotic milking system is much more complicated than for farms using a milking parlour. When composing the ration the following should be considered: DM intake of partial mixed ration of 17-19 kg, metabolizable energy of 9.6-11.0 MJ per kg DM (this is smaller when cows are not grouped and individual feeders are used, and it is higher when cows are grouped but without the use of individual feeders), crude protein 145-155 g per kg DM (vary amount of concentrate to cover protein requirements for higher yielding cows, and ensure cows with smaller production levels can maintain their production level at the end of lactation and not become overconditioned so quickly). The concentrate feed offered from milker and from the individual feeder (if it exists) should have maximum energy ( $\geq 13.0$  MJ per kg DM) and protein (180-200 g per kg DM).

5) The quality of forage is the main determiner of the concentrate composition (and therefore of the cost) of the daily ration of the dairy cow. A low protein content (13% in DM) in silage must be compensated for, to some extent, by protein feedstuffs, which are relatively expensive compared to forage. Rations containing protein-rich (17% in DM) grass silage were up to 10% cheaper than those with a moderate protein content. Dairy rations containing maize silage were slightly more expensive than rations containing only grass silage.

6) Results from the body weight pilot study showed that changes in body weight and daily milk yield during the first half of lactation are individual and do not follow a common pattern. Relationships between body weights and body condition scores varied. It was possible to conclude that daily recorded body weights, compared to body condition scores, gave a better overview about the use of body energy reserves and indicated that the cow's bodyweight nadir had passed. Combining these two methods (weighing and body scoring) allows a sufficiently precise real-time overview about the use of body reserves by dairy cows, which in turn allows the prompt application of remedial procedures such as changing the rations (decided at the animal level) either by altering the partial mixed ration, or changing the amount offered at the robot milker to suit needs or other veterinary treatment.

## 6. TEEMA RAAMES ILMUNUD PUBLIKATSIOONID:

Olav Kärt (koostaja), 2011. Uurimistulemusi ja seisukohti piimalehmade söötisel. Tartu, Pajoprint, 220 lk.

Ariko, Tiia; Kass, Marko; Henno, Merike; Ots, Meelis (2012). Effect of crude glycerol in dairy cows' diet on milk fatty acid composition. Allan Kaasik (Toim.). Dairy production in modern loose housing cowsheds - Practical implications and future challenges. NJF seminar no 439. May 2-4, 2012, Tartu, Estonia. Proceedings of abstracts (27 - 28).

Kass, Marko; Ariko, Tiia; Ots, Meelis; Arney, David; Kärt, Olav (2012). Effect of crude glycerol on the lactation performance of dairy cows in postpartum period. Allan Kaasik (Toim.). Dairy production in modern loose housing cowsheds - Practical implications and future challenges. NJF seminar no 439. May 2-4, 2012, Tartu, Estonia. Proceedings of abstracts (46).

Kass, Marko; Olt, Andres; Kaldmäe, Helgi; Kokk, Kristiina; Songisepp, Epp; Ots, Meelis (2012). Effects of crude glycerol addition on silage fermentation. K. Kuoppala, M. Rinne, A. Vanhatalo (Toim.). Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012 (394 - 395).

Kass, Marko; Leming, Ragnar; Kaldmäe, Helgi; Ots, Meelis (2012). The use of rapeseed cake in ruminant nutrition in Estonia. D. Gurauskiene, D. Ruzgiene, P. Matusevicius, H. Jeroch (Toim.). Innovations of rape seed cultivation and use (40 - 46). Kedainiai, Lithuania: Akademija Lietuva.

Ariko, Tiia; Kass, Marko; Henno, Merike; Ots, Meelis (2012). Effect of dietary glycerol on the fatty acid profile of dairy cows' milk. In: Proceedings of International Scientific Conference "Physiology of Livestock": International Scientific Conference "Physiology of Livestock", Kaunas, 27-28 September 2012. (Toim.) A. Sederevicius. Kaunas:, 2012, 24 - 25.

Ilves, Aire; Harzia, Hedi; Ling, Katri; Ots, Meelis; Soomets, Ursel; Kilk, Kalle (2012). Alterations in milk and blood metabolomes during the first months of lactation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5788 - 5797.

Kass, Marko; Ariko, Tiia; Kaart, Tanel; Rihma, Eve; Ots, Meelis; Arney, David; Kärt, Olav (2012). Effect of replacement of barley meal with crude glycerol on lactation performance of primiparous dairy cows fed a grass silage-based diet. *Livestock Science*, 150(1-3), 240 - 247.

Olt, A.; Ots, M.; Kaldmäe, H.; Kokk, K.; Songisepp, E.; Kärt, O. (2013). Effect of a Novel Silage Inoculant on Conservation of Different Forages. In: Proceedings of 15th International Conference: 15th International Conference Forage Conservation, Nový Smokovec, Slovak Republic, 24th-26th September, 2013. (Toim.) Ľubica Rajčáková. Nitra: Animal Production Research Centre Nitra (CVŽV Nitra), 2013, 115 - 116.

Jaakson, Hanno; Ling, Katri; Samarütel, Jaak; Ilves, Aire; Kaart, Tanel; Kärt, Olav; Ots, Meelis (2013). Blood glucose and insulin responses during the glucose tolerance test in relation to dairy cow body condition and milk yield. *Veterinarija ir Zootechnika*, 62(84), 28-35.

Harzia, Hedi; Kilk, Kalle; Ariko, Tiia; Kass, Marko; Soomets, Ursel; Jõudu, Ivi; Kaart, Tanel; Arney, David; Kärt, Olav; Ots, Meelis (2013). Crude glycerol as a glycogenic precursor in feed: effects on milk coagulation properties and metabolic profiles of dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 80(02), 190 - 196.

Kass, Marko; Ariko, Tiia; Samarütel, Jaak; Ling, Katri; Jaakson, Hanno; Kaart, Tanel; Arney, David; Kärt, Olav; Ots, Meelis (2013). Long-term oral drenching of crude glycerol to primiparous dairy cows in early lactation. *Animal Feed Science and Technology*, 184(1-4), 58 - 66.

Kaldmäe, Helgi; Kass, Marko; Leming, Ragnar; Ots, Meelis (2013). Kuumtöötlemise mõju rapsikoogi proteiini kvaliteedile. *Agraarteadus : journal of agricultural science : Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne*, XXIV(1), 3 - 6.

Ilves, Aire; Harzia, Hedi; Ling, Katri; Kaart, Tanel; Soomets, Ursel; Kilk, Kalle; Ots, Meelis (2013). Metabolomics as a novel tool for energy balance indication of dairy cows. In: 15th International Conference on Production Diseases in Farm Animals. Book of Abstracts.: ICPD 2013, Uppsala, Sweden, 24-28 June 2013. (Toim.) Göran Dalin. Swedish University of Agricultural Sciences, 2013, 137 - 137.

Kaldmäe, Helgi; Olt, Andres; Leming, Ragnar; Ots, Meelis (2014). Rohu- ja maisisilode mükotoksiinidega saastatus Eestis. Agraarteadus, XXV(1), 23 - 29.

Kaldmäe, Helgi; Olt, Andres; Ots, Meelis (2014). Mycotoxin contamination in high moisture and dried cereals. In: NJF 478 Nordic-Baltic Fusarium seminar: Nordic-Baltic Fusarium seminar 18-19 november 2014, Helsinki Finland. (Toim.) Päivi Parikka; Veli Hietaniemi, Arja Laitila, Marjo Segerstedt. Turku, Finland, 2014, 39 - 39.

Ots, Meelis; Kärt, Olav (2015). Lehmade söötmise korraldamisest robotlüksiga farmides. In: Konverentsi Terve loom ja tervislik toit kogumik: Terve loom ja tervislik toit 2015, Tartu 04.-05. märts 2015. (Toim.) M. Kass. Tartu, 32-36.

<b>Projekti juht (Meelis Ots):</b>	<b>Allkiri:</b>	<b>Kuupäev:</b>
<b>Taotleja esindaja kinnitus aruande õigsuse kohta (Andres Aland):</b>	<b>Allkiri:</b>	<b>Kuupäev:</b>

Projekti lõpparuande täitmise juhend on kättesaadav Põllumajandusministeeriumi koduleheküljel

<http://www.agri.ee>

## Sissejuhatus

Maailmas alustati lüpsmise automatiseerimise võimaluste uurimist 20 sajandi 70ndatel aastatel. Esimesed lüpsirobotid võeti kasutusele 90ndate aastate alguses. Tänapäevaks on lüpsiroboteid maailmas hinnanguliselt üle 15000 ja neid kasutatakse väga erineva suurusega farmides (alates 40st lüpsilehmast, keda lüpsab üks lüpsirobot, kuni 4500 lüpsilehma, kelle lüpsmiseks kasutatakse robotkätt ja lüpsikaruselli). Eestis paigaldati esimesed neli lüpsirobotit AS Pakari piimafarmi 2006 aastal. Sellest ajast peale on Eestis lüpsirobotite installeerimise tempo olnud muljet avaldav ning tänapäevaks on neid üle 200, enam kui 50nes farmis.

Lehmade söötmise korraldamine robotlüpsiga farmides erineb oluliselt lüpsiplatsiga suurfarmides kasutatavast. Kui lüpsiplatsiga suurfarmides on juurutatud täisratsioonilisel segasöödal baseeruv söötmise tehnoloogia ja kasutatakse erinevaid lehmade grupeerimise strateegiaid, siis robotlüpsiga farmides on lehmade söõtmine vastavalt tarbenormidele keerulisem. Piiravateks teguriteks on enamasti kasutatavad pidamise ja lüpsmise tehnoloogiad.

Robotlüpsiga farmides tuleb arvestada asjaoluga, et lehm peab lüpsirobotisse minema vabatahtlikult. Põhjuseid, miks lehmad ennast lüpsata lasevad võivad olla erinevaid. Üheks põhjuseks peetakse lehmadel ebamugavus tunnet, mille põhjustab piimaga täitunud udar (Rathore, 1982). Teine põhjus on seotud sooviga imetada vasikat (Trivers, 1974) ja kolmas rahuldustundega, mis on seotud nisade rütmilise stimuleerimisega lüpsimaina poolt (Andersonhult, Dennerstein, 1995). Suurimaks stiimuliks peetakse aga lüpsirobotis pakutavat maitsvat jõusööta, mis tekitab nõ „kommi efekti“ (Prescott jt., 1998). Seega tuleb meil lehmi lüpsirobotisse ahvatleda, et nad külastaks seda regulaarselt ja sagedasti.

Paljudes farmides on võimalik sööta lehmadele vaid ühte liiki jõusööta lüpsmise ajal lüpsirobotis. Kuivõrd see ei kata suuretoodanguliste lehmade toitefaktorite tarvet, on vajalik, lisaks sellele valmistada osaratsiooniline segasööt, mida pakutakse söödalavalt. Et sageli ei ole võimalik lehmi robotlüpsi kasutades grupeerida, saavad madalatoodangulised lehmad toitefaktoreid tarbest palju enam, suuretoodanguliste toitefaktorite tarve jääb aga samas katmata. Selle tulemusena madalatoodangulised lehmad rasvuvad ning võivad haigestuda poegimisjärgselt ainevahetushaigustesse. Suuretoodanguliste lehmade toodanguvõime jääb realiseerimata, nad kõhnuvad liigselt, mistõttu halveneb ka nende sigivus (Samarütel, 2009).

Eeltoodust lähtudes seati antud projekti peamiseks eesmärgiks selgitada lehmade söötmise korraldust erinevates lüpsirobotitega farmides ja töötada lüpsilehmadele välja söötmise soovitusel ning optimaalsed jõusööda retseptid.

Eesmärgi täimiseks tehti projekti raames järgmist: 1) selgitati ja kontrolliti praktikas lüpsilehmade toitefaktorite tarbe katmisel erinevaid võimalusi ja piiranguid erinevate söötmissüsteemide korral robotlüpsiga farmides; 2) uuriti loomade söömiskäitumist, selgitamaks söödalavalt söödetava sööda söömust; 3) töötati välja erinevatesse söötmise süsteemidesse sobivad segajõusöödade retseptid ja nende koostamise alused, sh soovituslikud energia ja proteiini kontsentratsioonimäärad; 4) viidi läbi lehmade automaatkaalumise pilootuuring, selgitamaks lüpsirobotist rutiinselt kogutavate kaaluandmete kasutamise võimalusi.

# 1. Lüksilehmade toitfaktorite tarbe katmisel esinevad võimalused ja piirangud erinevate söötmissüsteemide korral

Alljärgnevat söötmissüsteemide kalkulatsioonide tegemisel ja kirjeldamisel tuginesime teadmistele, mis on katseliselt tõestatud EMÜ VL söötmise osakonna varasemates uuringutes. Lehmade söödaratsiooni kuivaine söömuseks arvestasime, olenevalt toodangust, 20-22 kg päevas. Arvutustes kasutasime Eesti farmide söödaratsioonides kasutatavate söötade keskmiste toitfaktorite sisaldustega (Kärt jt., 2011). Silo keskmiseks kuivaine metaboliseeruva energia (ME) sisalduseks arvestati 9,5 MJ/kg ja metaboliseeruva proteiini (MP) sisalduseks 80 g/kg. Osaratsioonilise segasööda (ORSS) ME sisalduseks arvestasime keskmiselt 10 MJ/kg ja MP sisalduseks 86 g/kg. Lehmade toodangu järgi grupeerimisel, arvestasime 15-25 kg lüpsvate lehmade ORSS-i (lahja) ME ja MP sisalduseks vastavalt 9 MJ/kg ja 75 g/kg ning 30-45 kg lüpsvate lehmade ORSS (rikas) ME ja MP sisalduseks vastavalt 10,5 MJ ja 90 g/kg. Lüpsirobotist ja selvekünast söödettava jõusööda ME sisalduseks arvestati keskmiselt kuivaines 13,2 MJ/kg ja MP sisalduseks 110 g/kg.

Lisaks, toitfaktorite tarbe katmisel arvestati, et maksimaalseks jõusööda koguseks, mida saame lehmadele lüpsirobotis anda on 7 kg päevas. See on seotud lehmade jõusööda söömise kiirusega lüpsirobotis, mis varieerub 200 g-st kuni maksimaalselt 450 g-ni minutis, ja lüpsirobotis viibimise (lüpsmise) ajast, mis on keskmiselt 6...8 minutit (Rodenburg, 2011). Suuremate jõusöödakoguste korral ei suuda lehmad lüpsi ajal ettenähtud kogust jõusööta ära süüa, väheneb lüpsiroboti tootlikkus ja lehamade keskmine lüpsiroboti külastatus.

Söötmise korraldusest lähtuvalt võime robotlüpsiga farmides kasutatavad söötmissüsteemid jagada järgmiselt:

## 1. Söödalavalt saavad lehmad rohusööta (silo) ja sellele lisaks lüpsirobotist lüpsmise ajal vastavalt toodangule jõusööta.

Nagu tabelist 1 näeme, saavad lehmad antud söötmissüsteemi korral väikeste piimatoodangute korral energiat üle tarbe ning alates 35 kilogrammisest piimatoodangust alla tarbe. Ka siis, kui anname suuretoodangulistele lehmale robotist maksimaalse võimaliku koguse jõusööta (7 kg), ei saa sellise lehma energiatarve täielikult kaetud.

**Tabel 1.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine esimese söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg		ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ			
	silo	jõusööta robotist		siloga	jõusöödaga robotist	kokku	%
15	19	1	140	181	13	194	139
20	18	2	168	171	26	197	117
25	17	3	196	162	39	201	103
30	14	7	223	133	91	224	100
35	15	7	250	143	91	234	94
40	15	7	279	143	91	234	84
45	15	7	310	143	91	234	75

Proteiinitarvet on mõnevõrra kergem katta kui energiatarvet (tabel 2). Antud näite puhul saame praktiliselt kaetud sellise lehma proteiinitarve, kes lüpsab 35 kg piima päevas.

Suuremate toodangute puhul on meil tarvis kasutada proteiinirikamat jõusööta. See põhjustab aga madalamate toodangute puhul proteiini raiskamist, tekitades võimalikke probleeme sigimisel. Sellise söötmissüsteemi kasutamisel võimaldab probleemi mõnevõrra leevendada vaid kahe erineva energia- ja proteiinisaldusega jõusööda kasutamine. Suurte toodangute puhul, üle 40 kg päevas, pole aga võimalik lehmade proteiinitarvet selle süsteemi puhul katta siis, kui kasutatakse ühte jõusööta.

**Tabel 2.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine esimese söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg		MP tarve, g	MP tarbe katmine, g			
	silos	jõusööta robotist		siloga	jõusöödaga robotist	kokku	%
15	19	1	1123	1520	110	1630	145
20	18	2	1348	1440	220	1660	123
25	17	3	1569	1360	330	1690	108
30	14	7	1783	1120	770	1890	106
35	15	7	1995	1200	770	1970	99
40	15	7	2218	1200	770	1970	89
45	15	7	2441	1200	770	1970	81

Alternatiiviks antud söötmissüsteemile on jõusööda selvekünade kasutamine, kus lehmadele on võimalik, lisaks lüpsrobotist saadavale jõusöödale, sööta täiendavalt lisaks teist jõusööta.

**2. Söödalavalt saavad lehmad rohusööta (silos) ja lisaks sellele lüpsmise ajal lüpsrobotist ning lüpsmise vaheaegadel selvekünadest jõusööta.**

Antud söötmissüsteemi kasutades on olukord vaid pisut parem, praktiliselt saame katta selliste lehmade energiatarbe, kes lüpsavad kuni 35 kg piima päevas (tabel 3). Jõusöödakoguse suurendamine selleks, et saada suuremaid toodanguid, ei ole soovitatav. Sellest suuremate jõusöödakoguste kasutamise korral tekib lehmadel suure tõenäosusega subkliinilise atsidoosi oht.

**Tabel 3.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine teise söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ				Tarbe katmine, %
	silos	jõusööta			siloga	jõusöödaga		kokku	
		robotist	selvekünast			robotist	selvekünast		
15	19	1	-	140	181	13	0	194	139
20	18	2	-	168	171	26	0	197	117
25	17	3	-	196	162	39	0	201	103
30	10	6	5	223	95	78	65	238	107
35	11	6	5	250	105	78	65	248	99
40	11	6	5	279	105	78	65	248	89
45	11	6	5	310	105	78	65	248	80

Proteiinitarbe katmisel tekib sama probleem, mis süsteemi üks korral (tabel 4). Saame katta küll selliste lehmade proteiinitarbe, kes lüpsavad kuni 35 kg piima päevas, kuid



madalatoodanguliste lehmade proteiinitarve saab suuresti ületatud. On tõenäone, et sellistel lehmadel ilmnevad kõik liigse proteiini söötmisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

**Tabel 4.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine teise söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			MP tarve, g	MP tarbe katmine, g				Tarbe katmine, %
	silo	jõusööt			siloga	jõusöödaga		kokku	
		robotist	selvekünast			robotist	selvekünast		
15	19	1	-	1123	1520	110	0	1630	145
20	18	2	-	1348	1440	220	0	1660	123
25	17	3	-	1569	1360	330	0	1690	108
30	10	6	5	1783	800	660	550	2010	113
35	11	6	5	1995	880	660	550	2090	105
40	11	6	5	2218	880	660	550	2090	94
45	11	6	5	2441	880	660	550	2090	86

Eespool kirjeldatud söötmissüsteemides üks ja kaks on meie farmides enamasti loobunud, sest neid kasutades on suuretoodanguliste lehmade energia- ja proteiinitarvet raske katta.

### 3. Söödalavalt saavad lehmad ORSS-i ja sellele lisaks lüpsirobotist lüpsmise ajal vastavalt toodangule jõusööt.

Antud söötmissüsteemi korral kasutatakse põhisisöödaks ORSS-i, mille saab koostada siis kui kasutatakse kvaliteetse rohusilo rikastamiseks ligikaudu 20 % teraviljajahu ja kuni 10% proteiinsööt.

Nagu näha, ei ole ORSS-i kasutamisel oluliselt paremaid eeliseid kui söötmissüsteemil kaks (tabel 5). Ka siin saame katta lehmade toitefaktorite tarbe, kes lüpsavad kuni 35kg päevas, küll selveküna kasutamata. Samas, oht madalatoodangulised lehmad paksuks söötä on antud süsteemi kasutades mõnevõrra suurem kui kahe eelmise süsteemi korral, mistõttu ilmnedavad võivad kõik energia liig söötmisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

**Tabel 5.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine kolmanda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg		ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ			Tarbe katmine, %
	ORSS	jõusööt robotist		ORSS-ga	jõusöödaga robotist	kokku	
15	19	1	140	188	13	201	144
20	19	1	168	188	13	201	120
25	19	1	196	188	13	201	103
30	15	6	223	148	80	228	102
35	15	7	250	148	94	242	97
40	15	7	279	148	94	242	87
45	15	7	310	148	94	242	78

Lehmade MP tarvet on antud süsteemi korral küll mõnevõrra kergem katta (tabel 6), suurendades pisut ORSS proteiinisaldust. Samas madalama toodanguga lehma söödetakse antud süsteemi korral tarbenormidest enam, mistõttu võivad neil kergemini ilmnedä kõik liigse proteiini söötmisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

**Tabel 6.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine kolmanda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg		MP tarve, g	MP tarbe katmine, g			Tarbe katmine, %
	ORSS	jõusööt robotist		ORSS-ga	jõusöödaga robotist	kokku	
15	19	1	1123	1634	110	1734	154
20	19	1	1348	1634	100	1734	129
25	19	1	1569	1634	100	1734	111
30	15	6	1783	1290	600	1890	106
35	15	7	1995	1290	700	1990	100
40	15	7	2218	1290	700	1990	90
45	15	7	2441	1290	700	1990	82

Alternatiiviks antud söötmissüsteemile on jõusööda selvekünade kasutamine, kus lehmadele on võimalik, lisaks lüpsrobotist saadavale jõusöödale, sööta täiendavalt lisaks teist jõusööta.

#### **4. Söödalavalt saavad lehmad ORSS-i ja lisaks sellele lüpsmise ajal lüpsrobotist ning lüpsmise vaheaegadel selvekünadest jõusööta.**

Kui farmis on lisaks lüpsrobotile kasutusel jõusööda selvekünad, saame suuretoodanguliste lehmade energiatarvet mõnevõrra paremini katta, kuid üldjoontes jäävad probleemid samaks. Ka antud söötmissüsteemi korral söödame madalatoodangulisi lehma tarbenormidest enam ja kõrgetoodangulisi (>40 kg päevas) alla tarbenormide (tabel 7). Lehmade tervist silmas pidades ei tohiks me aga suuremaid jõusööda koguseid lehmade söötmisel kasutada, sest raku kestaainete (efektiivse kiu) sisaldus muutub lehmadel söödaratsioonis niivõrd madalaks, et sellega kaasneb paratamatult vatsa atsidoosi haigestumise oht.

**Tabel 7.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine neljanda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ				Tarbe katmine, %
	ORSS	jõusöödaga			ORSS-ga	jõusöödaga		kokku	
		robotist	selvekünast			robotist	selvekünast		
15	19	1	0	140	194	13	0	207	148
20	19	1	0	168	194	13	0	207	123
25	19	1	0	196	194	13	0	207	106
30	15	3	3	223	153	40	40	233	104
35	11	6	5	250	112	80	66	258	103
40	11	6	6	279	112	80	80	272	97
45	11	6	6	310	112	80	80	272	88

Suuretoodanguliste lehmade proteiinitarbe katmine antud söötmissüsteemi korral on mõnevõrra lihtsam (tabel 8), samas madalate toodangute (<25kg piima) korral söödetakse lehmadele MP tarbenormidest enam ja toimub selgelt proteiini raiskame. Ilmneda võivad kõik liigse proteiini söötmisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

**Tabel 8.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine neljanda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			MP tarve, g	MP tarbe katmine, g				Tarbe katmine, %
	ORSS-i	jõusöödaga			ORSS-ga	jõusöödaga		kokku	
		robotist	selvekünast			robotist	selvekünast		
15	19	1	0	1123	1590	110	0	1700	151
20	19	1	0	1348	1590	110	0	1700	126
25	19	1	0	1569	1590	110	0	1700	108
30	15	3	3	1783	1256	330	330	1916	107
35	11	6	5	1995	921	660	550	2130	107
40	11	6	6	2218	921	660	660	2241	101
45	11	6	6	2441	921	660	660	2241	92

Kolmanda ja neljanda söötmissüsteemi puhul saame küll paremini katta suuretoodanguliste lehmade proteiini- ja energiatarvet, kuid probleemiks jääb väikese toodanguga lehmade ülesöötmine. Sellest lähtuvalt on mitmed edukad piimatootjad hakanud nii kolmanda ja neljanda süsteemi puhul lehma vastavalt toodangule grupeerima, võttes kasutusele kaks ORSS-i (süsteemid 5 ja 6).

##### **5. Moodustatakse vähemalt kaks lehmade gruppi, kellele söödetakse erinevaid ORSS-e ja sellele lisaks lüpsrobotist lüpsmise ajal vastavalt toodangule jõusööta.**

Kui võrrelda antud söötmissüsteemi (tabel 9 ja 10) süsteemiga kolm (tabel 5 ja 6; kasutatakse ORSS-i, kuid lehma ei grupeerita), siis suuretoodanguliste lehmade osas lehmade grupeerimisel eelis puudub. Maksimaalselt saame katta lehmade ME ja MP tarbe kes lüpsavad kuni 35 kg piima päevas. Samas, potentsiaalselt võiks antud süsteemi korral loomade tervist ohtu seadmata suurendada nn rikkama ORSS-i ME ja MP sisaldust vastavalt 11 MJ-ni 115 g-ni kg kuivaines.

Antud söötmissüsteemi juures tuleb aga väga oluliseks pidada seda, et lehmade grupeerimine võimaldab vältida madalatoodanguliste lehmade ülesöötmist ja seda nii energia kui ka proteiini osas. Sellest tulenevalt võib eeldada, et antud süsteemi kasutamisel võib lehmadel ilmneda vähem nii energia kui ka proteiini liigsöömisega kaasnevaid ainevahetuse ja sigimise probleeme.

**Tabel 9.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine viienda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ				Tarbe katmine, %
	ORSS lahja	ORSS rikas	jõu-sööt		ORSS lahjaga	ORSS rikkaga	jõusöödaga	kokku	
15	19	-	1	140	171	-	13	184	131
20	19	-	1	168	171	-	13	184	110
25	18	-	3	196	162	-	40	202	103
30	-	15	6	223	-	158	79	237	106
35	-	15	7	250	-	158	92	250	100
40	-	15	7	279	-	158	92	250	90
45	-	15	7	310	-	158	92	250	81

**Tabel 10.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine viienda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg			MP tarve, g	MP tarbe katmine, g				Tarbe katmine, %
	ORSS lahja	ORSS rikas	jõu-sööt		ORSS lahjaga	ORSS rikkaga	jõusöödaga	kokku	
15	19	-	1	1123	1425	-	110	1535	137
20	19	-	1	1348	1425	-	110	1535	114
25	18	-	3	1569	1350	-	330	1680	107
30	-	15	6	1783	-	1350	660	2010	113
35	-	15	7	1995	-	1350	770	2120	106
40	-	15	7	2218	-	1350	770	2120	96
45	-	15	7	2441	-	1350	770	2120	87

**6. Moodustatakse vähemalt kaks lehmade gruppi, kellele söödetakse erinevaid ORSS-e ja sellele lisaks lüpsmise ajal lüpsirobotist ning lüpsmise vaheaegadel selvekünadest jõusööta.**

Nagu tabelitest 11 ja 12 näha on farmis, kus lehmi grupeeritakse ja saab lisaks lüpsirobotile sööta jõusööta ka selvekünast on lehmade toitefaktorite tarbe katmine kõigist teistest võimalikest söötmissüsteemidest kõige paindlikum. Oluline on siinjuures just see, et me ei sööda madalama toodanguga lehmi üle normide ja saame võimalikult hästi katta ka suurematoodanguga lehmade toitefaktorite tarbe. Sarnasel söötmissüsteemiga viis, saab ka antud süsteemi kasutades suurendada mõnevõrra nn rikkama ORSS-i toitefaktorite kontsentratsiooni (kuivaines ME 11 MJ/kg ja MP 115 g/kg), katmaks paremiini üle 40 kg piima lüpsvate lehmade toitefaktorite tarbe.

**Tabel 11.** Metaboliseeruva energia (ME) tarbe katmine kuuenda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg				ME tarve, MJ	ME tarbe katmine, MJ					Tarbe katmine, %
	ORSS lahja	ORSS rikas	jõusööta			ORSS lahja	ORSS rikas	jõusöödaga		kokku	
			robotist	selve-künast				robotist	selve-künast		
15	19	-	1	-	140	171	0	14	0	185	132
20	19	-	1	-	168	171	0	14	0	185	110
25	18	-	3	-	196	171	0	41	0	212	108
30	-	15	3	3	223	0	158	41	41	240	108
35	-	11	6	5	250	0	116	81	66	263	105
40	-	11	6	6	279	0	116	81	81	278	100
45	-	11	6	6	310	0	116	81	81	278	90

**Tabel 12.** Metaboliseeruva proteiini (MP) tarbe katmine kuuenda söötmissüsteemi korral.

Piima toodang	Kuivaine söömus, kg				MP tarve, MJ	MP tarbe katmine, MJ					Tarbe katmine, %
	ORSS lahja	ORSS rikas	jõusööta			ORSS lahja	ORSS rikas	jõusöödaga		kokku	
			robotist	selve-künast				robotist	selve-künast		
15	19	-	1	-	1123	1425		110	0	1535	137
20	19	-	1	-	1348	1425		110	0	1535	114
25	18	-	3	-	1569	1350		330	0	1680	107
30	-	15	3	3	1783		1350	330	330	2010	113
35	-	11	6	5	1995		990	660	550	2200	110
40	-	11	6	6	2218		990	660	660	2310	104
45	-	11	6	6	2441		990	660	660	2310	95

**Kokkuvõtteks** tuleb tõdeda, et esimese söötmissüsteemi puhul jääb lehmade piimatootmise potentsiaal kasutamata, sest saame katta ainult selliste lehmade proteiini- ja energiatarbe, kes lüpsavad kuni 30 kg piima päevas, teise ja kolmanda süsteemi puhul need, kes lüpsavad kuni 35 kg piima ja neljanda süsteemi puhul lehmad, kes lüpsavad kuni 40 kg piima. Söötmissüsteemidega viis ja kuus saame oluliselt paremini katta erinevas laktatsioonistaadiumis ja erineva toodanguga lehmade toitefaktorite tarvet, seda siis juba alates 20 kg-st (võrdlusena süsteemide 1...4 korral alates 25 kg-st) kuni 40 kg-ni.

Oluline on kirjeldatud söötmise süsteemide juures teada, et arvutused tehti gruppide keskmist söömust arvestades. Suurema toodanguga lehmad kas söövad söödalavalt enam või lüpsavad kehavarude arvelt. Viimasel juhul tuleb arvestada võimalike ainevahetushaiguste esinemise sageduse suurenemisega, samuti on nendel lehmadel keerulisem taastada laktatsiooni lõpuks sobivat toitumist. Robotlüpsi farmides olevate väikese toodanguga lehmade suurim probleem on see, et nad söövad tarbest enam kõiki toitefaktoreid, mistõttu kipuvad nad laktatsiooni lõpuks minema paksuks ja neil võivad ilmneda kõik toitefaktorite lisasöötmisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

Lisaks, lehmade grupeerimisel peame arvestama, et suuretoodangulisi lehmi jõuab lüpsirobot ööpäevas oluliselt vähem lüpsata kui väikesetoodangulisi, mistõttu tuleb meil juba farmi planeerides arvestada loomade arvuga vastavates gruppides. Vastasel juhul jääb suuretoodanguliste lehmade grupis üle ja väikesetoodanguga lehmade grupis tuleb puudu lamamisasemeid ja söödafronti söödalava ääres.

## 2. Lehmade söömiskäitumisest *ad libitum* söötmise korral

Robotlüpsi lautades, kus lehmadele söödetakse põhisööta ja/või osaratsioonilist segasööta söödalavalt ja jõusööta robotist ja/või selvekünadest, on raske hinnata loomade (kuivaine) söömust. Selle tõttu võib tekkida probleeme söödaratsiooni koostamisel, et tagada looma varustus toitainetega vastavalt tarbele. Suur jõusööda kogus ratsioonis võib esile kutsuda vatsa atsidoosi haigestumise sagenemise ja muutused piimakoostises, samas võivad laktatsiooni lõpus lüpsvad lehmad aga rasvuda.

Sellest tulenevalt seadsime eesmärgiks selgitada millisel määral mõjutab lüpsirobotist ja selvekünast söödetav jõusööt söödalavalt söödetava ORSS söömust. Eesmärgi saavutamiseks viisime läbi kaks uuringut, selgitamaks kas söödaboksis või söödalaval viibitud ja söömisele kulutatud aeg peegeldab segasööda söömust.

Esimene söömiskäitumise alane uuring viidi läbi Märja katsefarmis, kus lüpsiplatsil lüpsvate lehmadega läbi viidud söötmiskatse käigus koguti tehnoloogia abil (automaatselt lehmade söömiskäitumise parameetreid registreerivad ja kaaludel asetsevad söödakünad) lehmade söömiskäitumise andmed. Antud juhul oli tegemist küll täisratsioonilise segasööda (TRSS) söömuse mõõtmisega, kuid me usume, et see ei erine oluliselt ORSS-i söömusest. Koostati andmebaas, milles on 22 lehma, 894 söötmispäeva ja 26378 söötmisküna külastuse andmed (tabel 13).

**Tabel 13.** Söömiskäitumise näitajad esimeses uuringus.

Näitaja	Keskmine	Standard hälve	Miimum	Maksimum
Söödakünade külastatavus, korda päevas	30,5	12,4	6,0	87,0
Keskmine segasööda söömuse külastamisel, kg	1,5	0,7	0,5	5,4
Segasööda söömuse kokku, kg päevas	39,3	11,3	12,5	64,9
Keskmine segasööda söömusele kulunud aeg, min	7,0	2,8	2,7	22,5
Segasööda söömusele kulunud aeg päevas kokku, min	191,6	54,3	58,5	343,3

Katsetulemused näitasid, et lehmad külastasid söötmiskünasid päevas keskmiselt 30,5 korda ja viitsid söömisele 192 minutit ning sõid selle aja jooksul 39,3 kg segasööta. Üks külastuskord kestis keskmiselt aga ainult 7 minutit ja lehmad sõid selle ajal jooksul ainult 1,5 kg segasööta.

Kasutades kogutud andmebaasi viidi läbi korrelatsioonanalüüs, et selgitada laktatsiooni, lüpsipäeva ja söömiskäitumise omavahelisi seoseid (tabel 14). Analüüsist järeldub, et teist ja enam korda poeginud loomad, võrreldes 1 laktatsiooni lemadega, külastavad söödakünasid päevas vähem arv kordi, söövad söödaküna külastusel korruga suurema koguse, kuid kulutavad selleks vähem aega. Söömiskäitumist mõjutab mõningal määral ka laktatsioon ja selle kulg. Selgub, et olenemata sellest, millisel laktatsioonil lehmad lüpsavad külastavad lehmad laktatsiooni alguses söödakünasid mõnevõrra tihedamalt kui laktatsiooni lõpus, samas segasööda söömuse laktatsiooni edenedes suureneb. Huvitav on see, et esimese laktatsiooni lehmad kulutavad laktatsiooni lõpupoole söömisele vähem aega, samas kui teist ja enam korda poeginud lehmad viidavad söödaküna juures rohkem aega.

Pidades silmas söömuse prognoosimist leiti antud analüüsil suurim lineaarne seos keskmiselt söömisele kulutatud aja ja keskmise segasööda söömuse vahel ( $R^2=0,509$ ). Samas praktikas lihtsamini määratav söödaküna (söödalava) külastuskord ja summaarne söömuse ja söömisele kulutatud aeg omavahel hästi ei korreleerunud. Küll leiti hea astmeline seos söödaküna (söödalava) külastuskorra ja keskmise söömuse ( $R^2=0,499$ ) ning keskmiselt söömisele kulutatud aja ( $R^2=0,510$ ) vahel, kuid paraku ei saa me sellist 50%-list tõenäosust andmete suure varieeruvuse tõttu pidada piisavaks, et hinnata objektiivselt lehmade segasööda söömuse.

**Tabel 14.** Korrelatiivsed seosed (r) ja olulisus (P) laktatsiooni, söömisepäeva ja söömiskäitumise näitajate vahel.

Näitajad	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1. Laktatsioon							
2. Lüpsipäev	0,0720 P=0,031						
3. Söödaküna külastatavus, korda päevas	-0,1732 P<0,001	-0,1004 P=0,003					
4. Keskmise segasööda söömuse külastamisel, kg	0,2643 P<0,001	0,2223 P<0,001	-0,6125 P<0,001				
5. Segasööda söömuse kokku, kg päevas	0,1831 P<0,001	0,2049 P<0,001	0,4451 P<0,001	0,2811 P<0,001			
6. Keskmise segasööda söömusele kulunud aeg, min	-0,0667 P=0,046	0,0590 P=0,078	-0,6353 P<0,001	0,7136 P<0,001	-0,0937 P=0,005		
7. Päevas segasööda söömusele kulunud aeg kokku, min	-0,2980 P<0,001	-0,0776 P=0,020	0,5268 P<0,001	-0,1741 P<0,001	0,4583 P<0,001	0,1760 P<0,001	

Ka teine söömiskäitumise uuring viidi läbi Märja katsefarmis robotlüpsi lemadega. Katse käigus uuriti erinevas vanuses (2., 3., 4. ja 5. laktatsioon) ja erineva toodangutasemega (kõrge ja väike piimatoodang) eesti holsteini tõugu lehmade söömiskäitumist. Lehmadele söödeti söödalavalt madala energiasisaldusega (9,5 MJ/kg kuivaines) osaratsioonilist segasööda, lisaks söödeti jõusööda lüpsrobotist. Laktatsiooni tipp-perioodil lüpsvatele lehmadele söödeti jõusööda lisaks ka selveküna. Lehmade söömiskäitumine salvestati videokaameraga, millede salvestuste järelvaatamise käigus registreeriti uuringus osalenud lehmade söödalava külastuste arv, külastuse kestvus (sh söödalava lähedal viibitud aeg) ja tegelik söömise aeg, lisaks registreeriti joomisele kulutatud aeg.

Katsetulemused näitasid, et keskmiselt külastasid lehmad söödalava 22,5 korda ööpäevas (tabel 15). Söömisele kulutati keskmiselt viis ja pool tundi, kuid lisaks sellele viibisid lehmad veel söödalava ääres keskmiselt üks tund ja 44 minutit ööpäevas kas mäletsedes või niisama uudistades. Analüüsiiti ka vee joomiseks kulutatud aega. Selgus, et lehmad kulutasid ööpäevas vee joomiseks keskmiselt 14 minutit.

Lisaks söömiskäitumise näitajatele registreeriti ka lehmade agressiivsus/käitumine söötislava juures ja selle lähedal. Registreeriti kõik tõrjumisliigutused, mida tegid nii uuritavad lehmad teiste suhtes ise kui ka need, mida tehti neile. Kui kõigi teiste uuritud söömiskäitumise näitajate juures omavahelised seosed puudusid, siis agressiivsuse osas oli märgata vanuse mõju sellele. Vanemad lehmad olid vähem agressiivsed, nad tõrjusid vähem teisi ja olid ka ise vähem tõrjutud.

Tuleb tõdeda, et ka antud söömiskäitumise uuring ei andnud loodetavaid tulemusi, mida võiksime võtta aluseks söömuse hindamisel praktikas. Ühelt poolt oli suure töömahu tõttu vaatlusaluste lehmade arv suhteliselt väike, samas suurema arvu loomade puhul muutuksid suure tõenäosusega osa näitajaid omavahel statistiliselt usutavateks, kuid tulemuste suure varieeruvuse tõttu ei saaks neid tulemusi siiski lehmade individuaalse söömuse määramisel aluseks võtta. Küll sisendasid aga uurimistulemused usku, et sellesuunalise töö jätkumisel ja andmebaasi täiendamisel saaksime lehmade grupiviisilise söötmise puhul neid kasutada.

**Tabel 15.** Söömiskäitumise näitajad teises uuringus.

Näitaja	Keskmine	Standard hälve	Minimaalne	Maksimaalne
Söömiskordade arv päevas	22,5	8,4	13	31
Kokku ORSS söömiseks kulunud aeg päevas, h:mm:ss	5:25:22	1:43:26	3:30:12	7:37:51
Ühe söömiskorra kestvus, h:mm:ss	0:14:50	0:1:55	0:0:38	0:29:48
Söötislal viibitud aeg päevas (seistes + mäletsedes), h:mm:ss	1:44:53	1:1:19	0:43:21	2:57:13
Joomiseks kulunud aeg päevas, h:mm:ss	0:13:56	0:5:58	0:9:26	0:22:23
Agressiivsus, korda ööpäevas:				
uuritav lehm tõrjus teisi	93	45	61	161
teised tõrusid uuritavat lehma	60	38	29	111

**Kokkuvõtteks**, tuleb nentida, et mõlema uuringu tulemused olid väga varieeruvad, kusjuures tulemuste varieeruvus oli väga suur ka lehmade vahel. Näiteks, kui TRSS-i söötisel tegi lehm keskmiselt  $30,5 \pm 12,4$  söödaküna külastust päevas ja sõi keskmiselt  $7 \pm 2,8$  minutit, siis ORSS-i söötisel külastasid lehmad söödalava  $22,5 \pm 8,4$  korda päevas ja keskmiselt söödi  $14,8 \pm 1,9$  minutit. Sellest tulenevalt leiame, et seni kogutud andmestik ei võimalda meil piisava täpsusega ennustada lehmade individuaalset söömust.



## 4. Jõusöödaretseptid ja nende koostamise alused erinevate söötmise süsteemide korral

Arusaadavalt sõltub robotlüksiga farmides kasutatava jõusööda koostis ja selle toitainete sisaldus eelkõige silo kvaliteedist ja liigist (rohusilo või maisisilo). Lisaks, tuleb jõusöödaretsepti koostamisel robotlüksiga farmides arvestada kasutatava söötmissüsteemiga: kas söödalavalt pakutakse ainult rohusööta (silo) või ORSS-i, kas jõusööta pakutakse lehmadele ainult lüksirobotist või ka selvekünast ja kas loomi grupeeritakse. Ratsioonide koostamisel arvestatakse ORSS-i söömuseks 17...19 kg päevas, mis arusaadavalt sõltub toodangust ja lisaks antavast jõusööda kogusest. Söödalavalt pakutava sööda ME sisaldus varieerub 9,6...11,0 MJ/kg, olenevalt sellest kas lisaks robotist antavale jõusöödale kasutatakse selveküna ja kas lehmi grupeeritakse. ME sisaldus peab olema väiksem kui lehmi ei grupeerita ja selveküna on olemas ning suurem siis kui lehmi grupeeritakse ja selveküna ei ole. Söödalavalt pakutava sööda proteiinisaldus peaks olema ligikaudu 145...155 g/kg kuivaines. Suuretoodanguliste lehmade proteiini- ja energiatarvet on võimalik katta robotist ja selvekünast antava jõusöödaga. Väikese toodanguga lehmad omavad aga kõrge ORSS-i proteiinisalduse korral veel potentsiaali toodangut laktatsiooni lõpuni säilitada, mistõttu nad ei rasvu nii kiiresti.

Osaratsioonilise segasööda valmistamiseks saab sageli kasutada ka robotist antavat jõusööta, eelkõige siis kui silo(de) proteiinisaldus jääb vahemikku 140...150 g/kg kuivaines. Kui ORSS-i valmistamiseks on kasutada väikese energia ja/või proteiinisaldusega põhisööt, peame ORSS-ile lisama täiendavalt mõnda energia- ja/või proteiinsööta. ORSS-i koostisesse lisatakse enamasti ligikaudu 100 g vitamiin-mineraalsööta lehma koht päevas arvestusega, et puuduva osa (vitamiine ja mineraale) saab lehm täiendavalt antava jõusöödaga. Ka kõik teised söödalisandid on otstarbekas lisada ORSS-i koostisesse selleks, et ka vähe jõusööta saavad väikese toodanguga lehmad saaks kõige vajalikuga kindlustatud.

Robotist, eelkõige aga selvekünadest pakutava jõusööda ME sisaldus peab olema maksimaalne ( $\geq 13,0$  MJ/kg kuivaines), sest ainult nii saame katta suuretoodanguliste lehmade energiatarve. Jõusööda proteiinisaldus peaks olema 180...200 g/kg kuivaines. Teraviljajahu(de) (oder, nisu, tritikale, mais) ja proteiinsööda(tade) (kuumtöödeldud rapsikook, sojasrott) omavaheline vahekord sõltub kasutatavate energia- ja proteiinsöötade kvaliteedist, toitefaktorite kontsentratsioonimääradest ja hinnast.

Nii lüksiroboti kui selveküna jõusööda koostisesse lisatakse vitamiin-mineraalsööta, lubjakivi ja keedusoola sõltuvalt sellest, kui palju söödalisandeid lülitati ORSS koostisesse. Puistes jõusööda kasutamisel on soovitatav selle koostisesse lülitada tolmamise vähendamiseks 1 % söödaõli või glütserooli. Jõusööda maitsvuse parandamiseks kasutatakse dekstroosi (1 %), mida on puistes jõusöödale lihtne segada. Tööstuslikult valmistatavates granuleeritud jõusöötades kasutatakse dekstroosi asemel enamasti melassi. Lüksirobotist antavale jõusöödale võib söödavuse parandamiseks lisada ka maitse- ja lõhnaaineid.

Jõusööda retseptide väljatöötamiseks tehti koostööd ettevõttega, kes pakub robotlüksiga farmidele mobiilse veskiga jõusööda valmistamise teenust. Kuna enamasti kasvatavad piimatootmisega tegelevad ettevõtted ise ka vajaliku söödateravilja, on osutunud just majandis kohapeal valmistatud jõusööt kõige odavamaks variandiks. Selline teenus on väga paindlik ja võimaldab parimal moel tasakaalustada söödaratsioonid olenevalt kasutatavatest söötadest ja nende kvaliteedist. Tabelis 16 on toodud lehmade söödaratsioonid, nende maksumused ja jõusööda koostised farmides, kus jõusööda söötmiseks täiendavaid selvekünasid ei kasutata ja tabelis 17 söödaratsioonid, kus neid kasutatakse. Võrdluseks on toodud ratsioonide variandid

lehmadele kes lüpsavad kas 30 ja 40 kg piima päevas rohusilo erineva proteiinisalduse ja maisisilo kasutamise või mittekasutamise korral.

**Tabel 16.** Ratsioonide koostised ja maksumus erineva rohusööda toorproteiini sisalduse ja maisisilo kasutamise korral robotlüpsifarmides, kus jõusööda selvekünasid ei kasutata

Näitajad	Rohusilo 13% proteiini + jõusööt lüpsirobotist		Rohusilo 13% proteiini + maisisilo + jõusööt lüpsirobotist		Rohusilo 17% proteiini + jõusööt lüpsirobotist		Rohusilo 17% proteiini + maisisilo + jõusööt lüpsirobotist	
	30	40	30	40	30	40	30	40
Piimatoodang, kg	30	40	30	40	30	40	30	40
Ratsiooni kuivaine söömus, kg	23	24,5	22	24	22	25	22	25
<b>Osaratsiooniline segasööt</b>								
Kuivaine söömus, kg	19	18,5	18	18	18	19	18	19
Koostis, kuivaine kg								
silo, sh:	11,0	11,0	11,3	11,3	11,0	11,0	11	11
rohusilo	11,0	11,0	6,3	6,3	11,0	11,0	6	6
maisisilo	-	-	5,0	5,0	-	-	5	5
jõusööt*	7,0	7,0	4,5	4,5	2,5	2,5	6,25	6,25
teravili	-	-	-	-	4,5	4,5	-	-
rapsikook			2,2	2,2	-	-	0,75	0,75
sojasrott	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lüpsiroboti jõusööt</b>								
Kuivaine söömus, kg	4	6	4	6	4	6	4	6
Koostis, %								
teravili	60,6	60,6	66,9	66,9	65,9	65,9	68,2	68,2
rapsikook	33,4	33,4	15,7	15,7	28,1	28,1	25,8	25,8
sojasrott	-	-	11,4	11,4	-	-	-	-
õli	1	1	1	1	1	1	1	1
dekstroos	1	1	1	1	1	1	1	1
kriit	1	1	1	1	1	1	1	1
sool	1	1	1	1	1	1	1	1
vit.min, preemiks	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Ratsiooni maksumus, EUR</b>	3,83	4,21	4,19	4,77	3,53	4,18	3,64	4,25
<b>Maksumus 1 kg piima kohta, EUR</b>	0,128	0,105	0,140	0,119	0,118	0,104	0,121	0,106

\* Osaratsioonilise segasööda koostises kasutati sama koostisega jõusööta kui robotis

**Tabel 17.** Ratsioonide koostised ja maksumus erineva rohusööda toorproteiini sisalduse ja maisisilo kasutamise korral robotlüpsifarmides, kus kasutatakse jõusööda selvekünasid

Näitajad	Rohusilo 13% proteiini + jõusööt robotist ja selvekünast		Rohusilo 13% proteiini + maisisilo + jõusööt robotist ja selvekünast		Rohusilo 17% proteiini + jõusööt robotist ja selvekünast		Rohusilo 17% proteiini + maisisilo + jõusööt robotist ja selvekünast	
	30	40	30	40	30	40	30	40
Piimatoodang, kg	30	40	30	40	30	40	30	40
Ratsiooni kuivaine söömus, kg	22,5	24,5	22,0	24,5	22,5	24,5	22,5	25,0
<b>Osaratsiooniline segasööt</b>								
Kuivaine söömus, kg	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Koostis, kuivaine kg								
Silo, sh:	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
rohusilo	13,5	13,5	7,5	7,5	13,5	13,5	7,5	7,5
maisisilo	-	-	6,0	6,0	-	-	6,0	6,0
jõusööt*	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
<b>Jõusööt</b>								
Jõusööt robotist, kuivaine kg	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Jõusööt selvekünast, kuivaine kg	3,0	4,5	2,0	3,5	2,5	4,5	2,5	4,0
<b>Roboti jõusööda koostis, %</b>								
teravili	48,7	48,7	49,9	49,9	89,9	89,8	69,1	69,1
rapsikook	46,3	46,3	28,1	28,1	5,1	5,1	25,9	25,9
sojasrott			17,0	17,0	-	-	-	-
õli	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
dekstroos	-	-	-	-	-	-	-	-
kriit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
sool	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
vit.min-preemiks	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<b>Selveküna jõusööda koostis, %</b>								
teravili	79,3	79,3	79,3	79,3	66,9	66,9	66,9	66,9
rapsikook	6,7	6,7	6,7	6,7	15,7	15,7	15,7	15,7
sojasrott	8,0	8,0	8,0	8,0	11,4	11,4	11,4	11,4
õli	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
dekstroos	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
kriit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
sool	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
vit.min- preemiks	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<b>Ratsiooni Maksumus EUR</b>	3,89	4,42	4,08	4,56	3,48	4,07	3,76	4,31
<b>Maksumus ühe kg piima kohta, EUR</b>	0,130	0,111	0,136	0,114	0,116	0,102	0,125	0,108

\* Osaratsioonilise segasööda koostises kasutati sama koostisega jõusöötta kui robotis

Ratsioonide koostamisel prognoositi esmalt söödaratsioonide kuivaine söömused, milleks arvestati 30 kg lüpsvate lehmade puhul 22...23kg päevas ja 40 kg lüpsvate lehmade puhul 24...25 kg päevas. ORSS kuivaine söömuseks, mida lehmad saavad söödalavalt, arvestati antud juhul 18...19 kg päevas. Olgu siinkohal märgitud, et see näitaja on kõige raskemini prognoositav suurus, mis sõltub nii koresööda raku kestaainete sisaldusest, koresööda vegetatsioonistaadiumist, silo fermentatsiooni kvaliteedist, ORSS kuivainesisaldusest, jõusöötade koostisest ja kvaliteedist, milliseid kasutatakse kas lüpsirobotites või ORSS koostises ja lehmade individuaalsetest omadustest nagu laktatsiooni staadium, aretusväärtus, toitumus jne. Mõlema söötmisvariandi puhul on otstarbekas hoida osaratsioonilise segasööda toorproteiini sisaldus 15...16% piires. See võimaldab hoida lehmade kehakonditsiooni ühtlasema kogu laktatsiooniperioodi jooksul.

Selleks, et katta suuretoodanguliste lehmade toitefaktorite tarve on tarvis ORSS koostises kasutada kuni 7 kg jõusööta, mille koostis sõltub otseselt rohusööda kvaliteedist, eeskätt proteiinisaldusest. Ka ratsioonide maksumuse määrab eeskätt ära koresöötade proteiinisaldus. Maisisilo kasutamise korral muutuvad ratsioonid mõnevõrra kallimateks kui selle mitte kasutamise korral just seetõttu, söödaproteiin on oluliselt kallim kui tärglase energia (teraviljades, maisisilos).

Ilma selvekünata robotlüpsi farmides on piiravaks teguriks sageli ka lüpsirobotist antav jõusööda kogus. Kolmekordse roboti külastamise korral ööpäevas, saime suuretoodanguliste lehmadele maksimaalselt arvestada 6 kg jõusööta päevas. Suuremate robotist antavate jõusöödakoguste korral pikenes lehmade lüpsi aeg ja vähenes roboti tootlikkus.

Kui võrrelda rohusilo proteiinisalduse mõju ratsiooni maksumusele siis selgub, et kvaliteetse rohusilo (13%TP vs 17%TP) kasutamise korral on ratsiooni maksumus kuni 10% odavam kui rahuldava kvaliteediga rohusilo kasutamise korral lehmade söödaratsioonides. See on seotud teraviljast pea poole kallima proteiinsööda suurema osatähtsusega söödaratsioonides, milles kasutati madalama proteiinisaldusega koresööta.

Kui võrrelda omavahel ratsioone farmides, kus ei kasutata (tabel 16) ja kus kasutatakse (tabel 17) jõusööda selvekünasid siis selgub, et sööda maksumus 1 kg piima kohta on vaatlusalustel, suuretoodangulistel lehmadel praktiliselt võrdne. Seega jõusööda selvekünade kasutamise eelis suuretoodanguliste lehmade söötmisel puudub. Küll aga tekib nende kasutamisel kokkuvõttes madalamate toodangutasemete korral. Osaratsioonilise segasööda koostises saame kasutada vähem jõusööta, mis väldib/vähendab lehmade rasvumise esinemissagedust ja sellest tingitud rasvadega seotud ainevahetushaigusi poegimisjärgsel perioodil. Jõusööda selvekünade kasutamise korral on ka lüpsirobotist antavad jõusööda kogused väiksemad, mis suurendab lehmade lüpsi kiirust, vähendab lehmade robotis viibimise aega ja suurendab lüpsirobotite tootlikkust.

**Kokkuvõtteks**, robotlüpsiga farmides on söödaratsiooni, sh jõusööda retsepti koostamine tunduvalt keerulisem kui seda on TRSS-i söödetavas lüpsiplatsiga farmides. Samas, mobiilse jõusöödaveski kasutamine jõusööda valmistamisel võimaldab muuta lehmade söötmise väga paindlikuks. Jõusööda koostist saab operatiivselt muuta vastavalt olemasolevate söötade kvaliteedile. Lüpsilehmade söödaratsiooni maksumus sõltub eelkõige rohusilo kvaliteedist. Silo madal proteiinisaldus tuleb kompenseerida suhteliselt kallite proteiinsöötadega. Proteiinirikka rohusilo kasutamise korral on söödaratsioonid kuni 10% odavamad kui mõõduka proteiinisaldusega rohusilo kasutamise korral. Maisisilo sisaldavad lüpsilehmade söödaratsioonid on mõnevõrra kallimad kui vaid rohusilo sisaldavad ratsioonid.

## 5. Automaatkaalumise pilootuuring

Käesoleva teadusprojekti üheks ülesandeks oli registreerida kaasaegses robotlüksiga farmis lehmade kehamass ja uurida selle muutust laktatsioonitsükli jooksul. Lisaks sellele uurisime kehamassi seost toitumushindega.

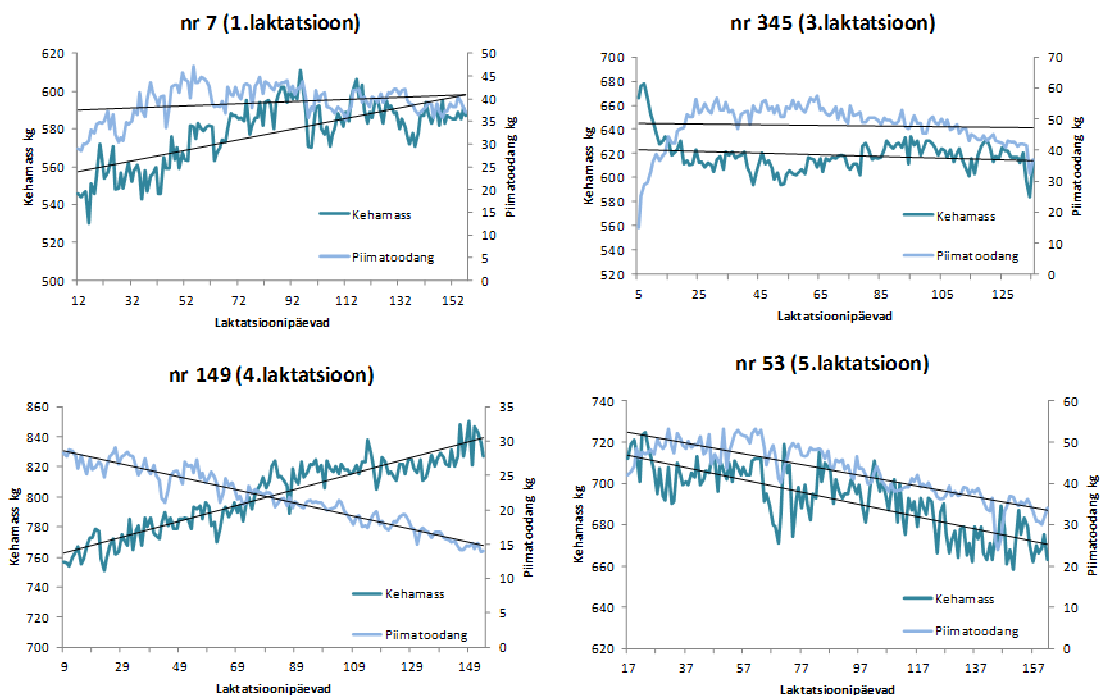
Lehmade regulaarne igapäevane kaalumine (automaatkaalumine) on piimakarjakasvatuses uus tehniline lahendus, mis võimaldab seirata kehamassi muutust igapäevaselt kogu laktatsioonitsükli jooksul. Kehamassi muutus kajastab looma energiabilanssi; on teada, et laktatsiooni alguses, kasutavad lüpsilehmad energiavajaduse katmiseks intensiivselt kehavarusid ja kehamass langeb. Kehamassi muutus kajastab looma energiabilanssi; negatiivne energiabilanss (NEB), mida peegeldab kehamassi langus, algab enamasti juba mõned päevad enne poegimist ja jõuab madalamaisse punkti (nadiiri) enamasti kaks nädalat pärast poegimist. NEB võib kesta mõned nädalad, enamasti siiski 10-12 nädalat, seega kuni seemendusperioodi alguseni. Laktatsiooni keskel ja lõpus on energiabilanss (EB) enamasti positiivne ja kehavarud peaksid olema taastunud kinnisperioodi alguseks. NEB ja sellega kaasnevat ainevahetusstressi peetakse tõukejõuks ketoosi ja mitmete teiste ainevahetushaiguste ja sigimisprobleemide tekkel; kuigi mõõdukas kehamassi langus on aktsepteeritav, siis teatud piirist alates toob kehamassi langus kaasa suured muutused ainevahetuses ja immuunsüsteemis, mis omakorda mõjuvad halvasti nii sigimisele kui ka tervisele ning kokkuvõttes piimatootmise kasumlikkusele. Selletõttu on tarvilik leida kohane meetod, mis lubab seirata lehmade energiabilanssi esimeste poegimisjärgsete kuude kestel. Senini on olnud ainsaks farmis igapäevaselt registreeritud näitajaks lehmade piimatoodang, kuid energiabilansi arvutamiseks oleks lisaks vaja teada eraldi ka iga lehma söömust; praktikas on selliseid andmeid praktiliselt võimatu registreerida. Alternatiiviks võikski olla kehamassi muutuse jälgimine koos regulaarse toitumuse hindamisega. Toitumuse hindamine on välja töötatud kindel meetodika kaudselt energiavarude hindamiseks, perspektiivis on võimalik selle meetodi rakendamine ka poolautomaatselt.

Automaatkaalumine võiks saada uueks tehniliseks lahenduseks EB määramisel, kuna ta on kaudsete meetoditega võrreldes vähem töömahukas, samuti palju täpsem ja sünkroonsem, sest pidev kehamassi langus toimub vaid NEB korral, tõus aga enamasti positiivse EB korral. Lehmade igapäevane kaalumine võimaldab jälgida eraldi iga lehma. Kehamassiandmete analüüsi põhjal saab teha olulisi otsuseid lehmade igapäevasel söötmisel ja seemendusaegade planeerimisel. Kuivõrd kehamassi pärilikkuse koefitsient on 0,34-0,63, siis perspektiivis võimaldaks automaatsete kaalumissüsteemide rakendamine aretuskarjades jälgida lehmade kehamassi dünaamikat laktatsiooni kestel, aitaks välja selgitada pullid, kelle tütaridel esineb suur kehamassi langus laktatsiooni alguses ning seeläbi parandada lehmade tervist ja sigimist. Hetkel puudub meil teaduslikul analüüsil põhinev oskus lehmade kehamassiandmete praktikas rakendamiseks. Antud projekti raames tahtsimegi saada rohkem selgust piimalehmade regulaarse kaalumise saadud kehamassiandmete otstarbekaks kasutamiseks piimakarja igapäevasel söötmisel ja pidamisel eesmärgiga suurendada piimatootmise efektiivsust.

### **Lehmade kehamassi muutus laktatsiooni esimesel poolel ja selle seos piimatoodanguga**

Uurimistöö viidi läbi Lõuna-Eestis asuvas robotlüksiga farmis A. Tegemist on nõukogude ajal ehitatud suurfarmiga, mis rekonstrueeriti vabapidamisega laudaks. Farmi valikul oli kõige olulisem asjaolu, et selles kasutatakse Hollandi firma Lely robotlüksisüsteemi „Lely Astronaut“, mille komplekti kuuluv kaal võimaldab igapäevaselt registreerida lehmade kehamassi. Antud farmis kasutati osas üks kirjeldatud kolmandat söötmissüsteemi.

Arvutiprogrammi Team-Viewer 7 kaudu seadsime sisse ühenduse farmi arvutiga, et registreerida robotlüpsisüsteemi kuuluva farmi juhtimisprogrammi „Time for cows“ (Lely T4C) abil farmis igapäevaselt lüpsiroboti poolt registreeritud andmed. Eelkõige huvitasid meid esimesest kuni viiendat laktatsiooni lüpsvate lehmade kehamass ja piimatoodang. Sortisime välja need loomad, kes poegisid lähestikku. Et kaal asub lüpsiroboti all, siis määratakse lehmade kehamass alati lüpsi ajal. Päeva jooksul toimunud korduvatest kaalumistest annab arvutiprogramm iga lehma kohta päeva keskmise kehamassi. Esimese 4-5 laktatsioonikuu kestel registreeritud kehamassi ja piimatoodangu andmete järgi tegime graafikud, et näha kehamassi ja piimatoodangu dünaamikat vastava perioodi jooksul. Leidsime, et lehmade kehamassi muutused 120-150 laktatsioonipäeva jooksul ei toimu sugugi ühetaolise mustri alusel (joonis 1).



**Joonis 1.** Kehamassi ja piimatoodangu erinev dünaamika esimese 4-5 laktatsioonikuu jooksul nelja lehma näitel.

Esimest laktatsiooni lüpsva lehma (nr 7) kehamass esimese viie kuu jooksul ei lange vaid hoopis suureneb, samuti kasvab piimatoodang. Esimest laktatsiooni lüpsvad lehmad ei ole saavutanud täiskasvanud loomale omast suurust ja kaalu ning nende kasvamine kestab edasi. Eeltoodud põhjustel võib kehamassi suurenemist esimese laktatsiooni lehmadel vaadeldud perioodi jooksul pidada sobivaks, eriti kui samal ajal säilib ka suur toodang. Vanemate laktatsioonide lehmadel oleks nii füsioloogiliselt kui ka majanduslikult optimaalne kui lehma kehamass esimestel laktatsioonikuudel ei suureneks ega väheneks suures ulatuses.

Kolmanda laktatsiooni lehma (nr 345) kehamass langeb esimestel laktatsiooninädalatel järsult ja seejärel jääb suhteliselt stabiilsele tasemele. Lehm kasutab esimesel laktatsioonikuul kehavarusid energiavajaduse katmiseks ja saavutab kõrge piimatoodangu; 1 kg kehavarude arvelt saab toota 5-6 kg piima. Kuna kehamassi kiire langusega kaasnevad ainevahetus- ja

sigimisprobleemid, siis tuleks sellistele lehmadele laktatsiooni esimesel kuul pöörata rohkem tähelepanu.

Neljanda laktatsiooni lehma nr 149 kehamass jätkab poegimisjärgselt pidevat tõusu, samas piimatoodang väheneb. Ilmselt ei ole selle lehma puhul tegemist terviseprobleemidega sest isu on hea. Lehm kasutab söödaga saadud energiat pigem oma kehavarude suurendamiseks kui piima tootmiseks, mis ei ole majanduslikult otstarbekas.

Viienda laktatsiooni lehm nr 53 kaotab poegimisjärgselt suures ulatuses kehakaalu ja samuti piimatoodang langeb. Võib arvata, et sellel loomal jäi söödaratsiooniga katmata nii energia kui proteiinitarve ning ta kasutas intensiivselt kehavarusid, mistõttu antud loom võis potentsiaalselt kannatada subkliinilise ketoosi all. Samas kliinilist ketoosi antud loomal ei täheldatud. Sarnaseid loomi täheldati antud söötmissstrateegia juures mitmeid. Teatud määral võib kehamassi muutust laktatsiooni alguses moonutada kuivaine söömuse suurenemine; igapäevaselt söödud suuremad söödakogused suurendavad lehmade kehamassi samavõrra kui loom kaotab kaalu oma kehavarude kasutamisel energiaallikana. Seetõttu tulekski kehamassi jälgimine ühendada regulaarse toitumuse hindamisega.

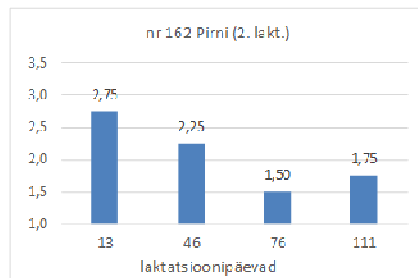
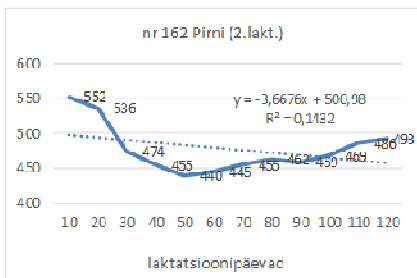
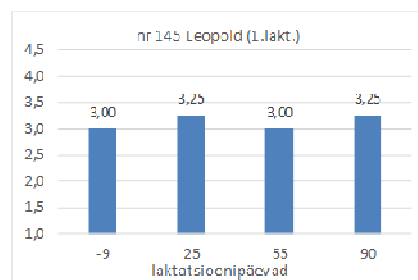
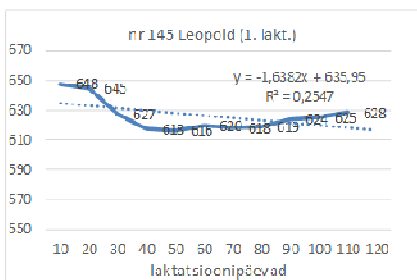
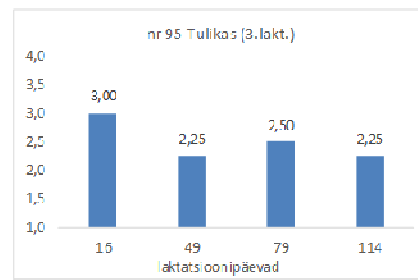
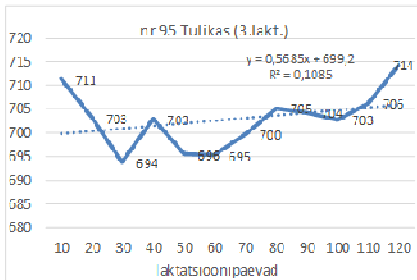
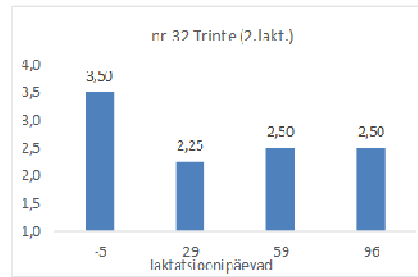
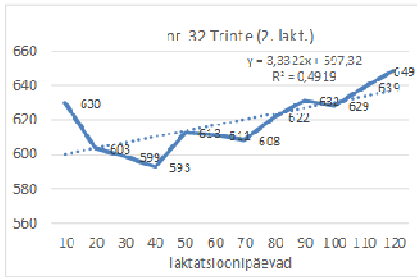
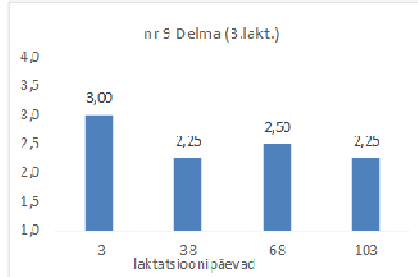
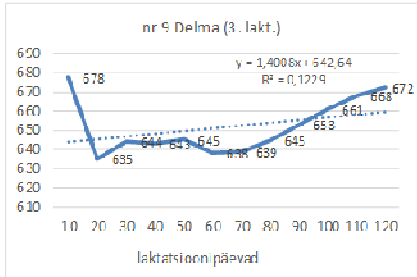
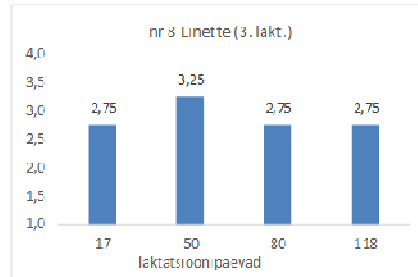
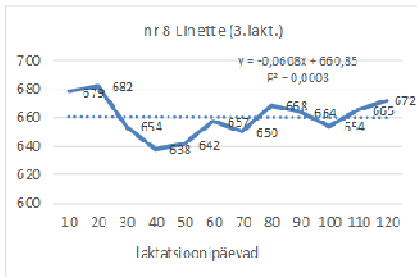
### **Lehmade kehamassi seos toitumusega**

Käesoleva teadusprojekti üheks ülesandeks oli registreerida ja analüüsida robotlüpsiga farmis lehmade kehamassi ja võrrelda tulemusi toitumushinnetega. Uurimuse viisime läbi uues vabapidamisega farmis B, kuhu on paigaldatud Hollandi firma Lely robotlüpsisüsteem „Lely Astronaut“, mille juurde installeeritud kaal võimaldab iga lüpsi ajal automaatselt registreerida lehmade kehamassi. Töö jaoks valisime välja 19 eesti holsteini tõugu lehma (1-3. laktatsioon), kes olid kas äsja poeginud või lähinädalatel poegimas. Lehmi söödeti osas üks kirjeldatud kolmanda söötmissüsteemi järgi.

Lüpsiroboti poolt igapäevaselt registreeritud kaalumise andmed laaditi alla farmi arvuti juhtimisprogrammist „Time for cows“ (Lely T4C) programmi TeamViewer 7 vahendusel. Toitumust hindasime 5-pallilisel skaalal (1-kõhnunud; 5-rasvunud) 0,25 astmelise täpsusega regulaarselt üks kord kuus.

Uuringu tulemused kuue lehma näitel on esitatud joonisel 2. Andmete analüüsil arvasime iga lehma kehamassiandmete kümne päeva keskmised ja joonistel on nad esitatud esimese 120 laktatsioonipäeva kohta. Toitumushinnete graafikutel on toitumushinded laktatsioonipäevade kaupa vastavalt sellele, millisel laktatsioonipäeval (osadel lehmadel ka juba kinnisperioodi lõpus) toitumust hindasime. Oma uurimistöös oleme toitumuse hindamist rakendanud juba üle kümne aasta, kuid antud uurimuses oli esmakordselt võimalik võrrelda reaalses toimuvaid kehamassi muutusi toitumushinnetega. Kuna toitumuse hindamine on subjektiivne meetod, mida tehakse küll selleks välja töötatud meetodika järgi, jääb siiski alati teatud tulemuste varieeruvus, hinnatavad loomad on erinevad, välimik on erinev, rasvaladestus vaadeldavates kehapiirkondades on erinev, kõik need faktorid mõjutavad mingil määral hindaja poolt antavat hinnet.

Andmete analüüsimisel selgus, et kehamassi muutus langeb kokku toitumushinnetega, seda just esimestel laktatsiooninädalatel, mil langus on kõige kiirem. Laktatsiooni kolmandal ja neljandal kuul, mil kehavarud hakkavad taastuma, liigub kehamassi kõver ülespoole kiiremini kui toitumushinnete näitajad, seega on taastatud kehavarud paranenud toitumusena nähtavad alles hiljem kui reaalne kehamassi tõus. Seda ilmestab lehm nr 162 (joonis 2), kes kaotab laktatsiooni esimesel 50. päeval oma kehamassist 112 kg ja hakkab seejärel oma kehavarusid



Joonis 2. Lehmade kehamass ja toitumushinne 120 laktatsioonipäeva jooksul.



taastama. Samas hakkab toitumuse hinne tõusma alles pärast 76ndat lüpsipäeva. Antud lehma kaalu muutus oli uuritud lehmadest kõige suurem, kuid õnneks ka temal ei ilmnenud rasvade ainevahetusega seotud haigusi. Sellest võib järeldada, et farmi söötmiskorraldus vastas lehmade vajadustele.

Kehamassi ja toitumuse hinde muutuse erinevust võib olla seotud mitmete põhjustega. Teatavasti paiknevad kehavarud nii nahaaluse rasvkoena, mida näeme toitumuse hindamisel kui ka nn sisemiste kehavarudena kõhuõõnes, mis jäävad hindamisel nähtamatuks, kuid võivad peegelduda kehamassi tõusus. Milline on nn välimiste ja sisemiste kehavarude osakaal ja millises järjekorras nad taastuvad, vajab veel selgitamist. Üheks oluliseks teguriks vältimaks kehamassi suurt langust laktatsiooni alguses on see, et lehmad oleksid kinnisperioodil ja poegimise ajal sobivas toitumuses. Seega pole õige kasutada vaid kehamassi andmete analüüsi vaid tuleb vaadata ka lehmade toitumust.

**Kokkuvõtteks** saame öelda farmis A tehtud uurimise põhjal, et lehmade kehamassi ja piimatoodangu muutused 120-150 laktatsioonipäeva jooksul ei toimu sugugi ühetaolise mustri alusel. Farmis B uuritud kehamasside ja toitumushinde vaheline seos oli varieeruv. Igapäevaselt mõõdetud kehamass annab meile võrreldes toitumushindega varem teada, et lehmade kehavarude kasutamine on muutunud kehavarude taastamiseks, ehk et lehmade kehamassi languspunkt (nadiir) on möödunud. Neid kahte meetodit omavahel kombineerides võiks saada farmi tingimustes piisavalt täpse reaalarajas ülevaate lehmade kehavarude kasutamisest, mis omakorda võimaldab õigeaegselt rakendada toetavaid meetmeid, nagu põhimõtteline muudatus söödaratsioonis, otsustada lehma tasandil lisaööda koguse üle või ka alustada õigeaegselt toetavat ravi.

Pilootuuringu tulemusel saime kogemusi ja ideid automaatkaalumise edasisteks täpsemateks ja mahukamateks uuringuteks ja rakendamiseks farmides. Need esialgsed uurimistulemused võimaldavad meil kavandada edasist tööd suurema arvu loomadega, kusjuures üheks oluliseks küsimuseks, mis vajab edaspidi lahendamist on eesti holsteini tõugu lehmadele sobiva toitumushinnete astmestiku leidmine, millises toitumuses peaksid lehmad olema kinni jätmisel, poegimisel, seemendamisel, et oleks tagatud optimaalne toodang, hea tervis ja sigimine ning koos sellega piimatootmise kasumlikkus. Vaja oleks välja töötada kehamassi muutuse standardkõver, uurida kehamassi muutuse seost udara tervisega, piima koostise ja sigimisega. Perspektiivis võiks kehamassi andmete kasutamine saada piimakarja kasvatuses rutiiniks, mis võimaldab farmi konsulendil avastada farme, kus kehamassi langus poegimisjärgselt on liiga ulatuslik, aga samuti leida farmis ükskuid loomi, kelle kehamassi muutus erineb tunduvalt standardist.

## **Kokkuvõte ja järeldused**

- Söötmise korraldusest lähtuvalt võime robotlüpsiga farmides eristada kuut erinevat söötmissüsteemi, olenevalt sellest kas söödalavalt pakutakse ainult rohusööta või osaratsioonilist segasööta (ORSS), kas jõusööta pakutakse lehmadele ainult lüpsirobotist või ka selvekünast ja kas loomi grupeeritakse.
- Kõige raskem on lehmade toitefaktorite tarvet katta siis kui neile söödetakse söödalavalt ainult rohusööta (silo) ja lüpsirobotist jõusööta ning kõige kergem siis kui lehma grupeeritakse, neile söödetakse söödalavalt (vähemalt kahte) ORSS-i ja jõusööta nii lüpsirobotist kui ka selvekünast. Esimesel juhul saame lehmade toitefaktorite tarbe

katta optimaalselt siis kui nende toodang on 25-30 kg ja teisel juhul siis kui nad lüpsavad 20-40 kg. Suuremad toodangud jäävad toitefaktorite tarbe katmata jätmise tõttu realiseerimata, väikese toodanguga lehma ohustab aga rasvumine ja neil võivad ilmnedä kõik energia ja proteiini liigsöömisega kaasnevad ainevahetuse ja sigimise probleemid.

- Läbiviidud söömiskäitumise uuringutest ei selgunud millisel määral mõjutab lüpsirobotist ja selvekünast söödetav jõusööt söödalavalt söödetava ORSS-i söömust. Põhjuseks tulemuste suur varieeruvus, mis ei võimaldanud piisava täpsusega ennustada lehmade individuaalset söömust. Samas leidsime, et andmebaasi täiendamisel saaksime seni kogutud andmeid kasutada lehmade grupiviisilise söötmise puhul.
- Robotlüpsiga farmis on söödaratsiooni, sh jõusööda retsepti koostamine tunduvalt keerulisem kui seda on täisratsioonilise segasöödaga söödetavas lüpsiplatsiga farmis. Söödaratsiooni koostamisel tuleb arvestada ORSS-i kuivaine söömuseks 17-19 kg, kuivaine metaboliseeruva energia sisalduseks 9,6-11,0 MJ/kg (väiksem kui lehma ei grupeerita ja selveküna on olemas ning suurem kui lehma grupeeritakse selveküna ei ole) ja proteiinisalduseks 145-155 g/kg (suuretoodanguliste lehmade proteiini tarve saab kaetud jõusöödaga, väikese toodanguga lehmadel säilib laktatsiooni lõpus toodang ja nad ei rasvu nii kergesti). Lüpsirobotist ja võimalusel selvekünast lisaks söödetava jõusööda energiasisaldus peab olema maksimaalne ( $\geq 13,0$  MJ/kg kuivaines) ja proteiinisaldus 180-200 g/kg kuivaines.
- Lüpsilehmade jõusööda koostis (söödaratsiooni maksumus) sõltub eelkõige rohusilo kvaliteedist. Silo madal proteiinisaldus (13 % kuivaines) tuleb kompenseerida suhteliselt kallite proteiinsöötadega. Proteiinirikka (17 % kuivaines) rohusilo kasutamise korral on söödaratsioonid kuni 10% odavamad kui madala proteiinisaldusega rohusilo kasutamise korral. Maisisilo sisaldavad lüpsilehmade söödaratsioonid on mõnevõrra kallimad kui vaid rohusilo sisaldavad ratsioonid.
- Automaatkaalumise pilootuuringust selgus, et lehmade kehamassi ja piimatoodangu muutused laktatsiooni esimesel poolel on individuaalsed ja ei toimu ühetaolise mustri alusel. Lehma kehamasside ja toitumushinde vaheline seos oli varieeruv, kusjuures leidsime, et igapäevaselt mõõdetud kehamass annab meile võrreldes toitumushindega varem teada, et lehmade kehavarude kasutamine on muutunud kehavarude taastamiseks. Neid kahte meetodit omavahel kombineerides võiks saada farmi tingimustes piisavalt täpse reaajas ülevaate lehmade kehavarude kasutamisest, mis omakorda võimaldab õigeaegselt rakendada toetavaid meetmeid, nagu põhimõtteline muudatus söödaratsioonis, otsustada lehma tasandil lisasööda koguse üle või ka alustada õigeaegselt toetavat ravi.

## **Kasutatud kirjandus**

Andersonhunt, M., Dennerstein, L., 1995. Oxytocin and female sexuality. *Gynecologic and Obstetric Investigation*, 40, 217-221.

Kärt, O., Rihma, E., Olt, A., Ots, M., Samarütel, J., Tölp, S., 2011. Soovitatavate toitefaktorite kontsentratsioonimäärad. Kogumikus „Uurimistulemusi ja seisukohti piimalehmade söötisel“, koostaja Kärt, O. Tartu, Pajoprint, 88-89.

Prescott, N.S., 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.

Rathore, A.K., 1982. Order of cow at milking and its relationship with milk yield and consistency. *Applied Animal Ethology*, 8, 45-52.

Rodenburg, J. 2011. Designing feeding systems for robotic milking. *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference*, April 19-20, 2011, pp.127-138.

Samarütel, J., 2009. Relationships between energy balance estimates, luteal activity and fertility in estonian holstein cows (Energia- ja ainevahetusseisundi näitajate seosed luteaalaktiivsuse ja sigimisega eesti holsteini lehmadel), *Eesti Maaülikool, väitekirj*, 111 lk.

Trivers, R.L., 1974. Parent-offspring conflict. *American Zoologist*, 14, 249-264.