

Ville Sillanpää & Katja Utriainen

Utarerakenteen vaikutus lypsyrobotin kapasiteettiin

Esikäsittely ja kiinnitys

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja Maatalous

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousyrityksen liiketoiminta ja tuotantoprosessit

Tekijä: Ville Sillanpää ja Katja Utriainen

Työn nimi: Utarerakenteen vaikutus lypsyrobotin kapasiteettiin – esikäsittely ja kiinnitys

Ohjaaja: Teija Rönkä

Vuosi: 2016

Sivumäärä:87

Liitteiden lukumäärä: 0

Automaattilypsytiloilla ylimääräistä työtä aiheutuu lehmistä, joita on haettava lypsylle sekä tarvittaessa myös avustettava siinä, edellisen lypsyn epäonnistumisen seurauksena. Epäonnistunut lypsy voi johtua ongelmista esikäsittelyssä, kiinnityksessä tai varsinaisessa lypsyssä. Ongelmat voivat johtua yhdestä tai useammasta eri tekijästä, joita ovat muun muassa laiteviat ja eläimen luonne sekä utarerakenne. Nämä ongelmat myös kuluttavat lypsyrobotin kapasiteettia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää utarerakenteen vaikutusta lypsyrobotin kapasiteettiin esikäsittelyn ja kiinnityksen osalta. Tutkimuksen aineisto kerättiin neljältä Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevalta lypsyrobottilalta. Mukana oli kolme DeLavalin lypsyrobotia ja neljä Lelyn lypsyrobotia. Tutkimus toteutettiin arvostelemalla eläimet lineaarisen rakennearvostelun mukaan ja keräämällä lypsyroboteilta Excel-pohjaiset raportit, jotka sisälsivät rakennearvostelua edeltävän seitsemän vuorokauden ajalta lypsytapahtumatiedot. Tutkimusaineisto perustui eläinten sen hetkisiin fenotyyppiarvoihin. Rakennearvosteluaineisto sekä raporttien tiedot käsiteltiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla.

Tutkimuksessa todettiin utarerakenneominaisuuksien vaikuttavan joko suoraan tai välillisesti esikäsittelyn ja kiinnityksen onnistumiseen sekä niihin kuluvaan aikaan. Vedinten sijainnin ja niiden pituuden sekä utareen tasapainon havaittiin vaikeuttavan merkittävimmin lypsyrobotin toimintaa. Esikäsittelyyn ja kiinnitykseen kuluva aikaa voidaan vähentää utarerakennetta parantamalla, jolloin robotin kapasiteetti tulee tehokkaammin hyödynnetyksi. Utarerakenneominaisuuksiin tulee kiinnittää huomiota tilan eläinainesta kehitettäessä automaattilypsyyn sopivaksi.

Avainsanat: Automaattilypsy, utarerakenne, kapasiteetti, esikäsittely, kiinnitys

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture, Ilmajoki

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation and Production processes

Authors: Ville Sillanpää and Katja Utriainen

Title of thesis: Effect of udder conformation on the capacity of a milking robot – pre-stimulation and teat cup attachment

Supervisor: Teija Rönkä

Year: 2016

Number of pages: 87

Number of appendices: 0

Cows which have to be fetched to the automatic milking system when a milking failure occurs causes extra work on automatic milking system farms. A milking failure can be due to, for example, the inability of the automatic milking system to locate the target teat for cleaning or attaching the teat cup. For instance, undesirable udder conformation creates difficulties for teat cup attachment. Milking failures reduce the capacity of an automatic milking system.

The objective of this study was to find out how udder conformation effects the milking capacity of an automatic milking system concentrating on pre-stimulation and teat cup attachment time. For the study four farms were visited. Udder conformations were scored by means of linear animal models. The data that deals with the seven day milking information was collected from the automatic milking systems in Excel form. These two data were used to create graphs to illustrate the results. Two different types of automatic milking systems were investigated, Lely and DeLaval.

In the study it was stated that the udder conformation traits affected either directly or indirectly the success of the pre-stimulation and teat cup attachment. Teat placement, teat length and udder balance were the most frequent causes of attachment failures. It is possible to decrease the pre-stimulation and teat cup attachment time if the udder conformation is improved. This makes it possible to increase the capacity of automatic milking systems. The udder conformation must be taken into consideration when breeding animals suitable for automatic milking systems.

Keywords: automatic milking system, udder conformation, capacity, pre-stimulation, teat cup attachment

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	9
1 JOHDANTO	10
2 AUTOMAATTILYPSY	12
2.1 Kapasiteetti	12
2.2 Esikäsittely ja kiinnitys.....	13
2.3 Utarerakenne	15
2.4 Lypsyrobotit.....	16
2.4.1 DeLaval VMS.....	16
2.4.2 Lely Astronaut A4.....	17
3 ESIKÄSITTELYN JA KIINNITYKSEN ONNISTUMISEN MERKITYS	
.....	19
3.1 Työmenekki.....	19
3.2 Lypsyn onnistuminen	20
3.3 Utareterveys.....	21
4 UTARERAKENTEEN JALOSTAMINEN.....	22
4.1 Jalostus.....	22
4.2 Automaattilypsyyn sopivan eläinaineksen valinta.....	24
4.3 Utarerakenne NTM:ssä	25
4.4 Rakennearvostelu	27
4.4.1 Etukiinnitys.....	28
4.4.2 Takakiinnityksen leveys	28
4.4.3 Takakiinnityksen korkeus.....	29
4.4.4 Keskiside.....	30
4.4.5 Utareen muoto	31
4.4.6 Utareen tasapaino.....	32
4.4.7 Vedinten pituus	32

4.4.8	Vedinten paksuus	33
4.4.9	Etuedinten sijainti	34
4.4.10	Takavedinten sijainti	35
4.4.11	Utarehuomiot	36
5	AINEISTO JA MENETELMÄT	37
5.1	Tutkimustilat	37
5.2	Tutkimusaineiston keräys.....	39
5.3	Tutkimusaineiston käsittely	40
5.4	Aineiston luotettavuus	41
5.5	Tulosten tulkitseminen	43
6	TUTKIMUSTULOKSET	44
6.1	Utarerakenneominaisuuksien väliset korrelaatiot	44
6.2	Etukiinnitys	45
6.3	Takakiinnityksen leveys	48
6.4	Takakiinnityksen korkeus	51
6.5	Keskiside.....	53
6.6	Muoto	56
6.7	Tasapaino	58
6.8	Vedinten pituus	61
6.9	Vedinten paksuus.....	64
6.10	Etuedinten sijainti	67
6.11	Takavedinten sijainti	70
7	YHTEENVETO.....	74
7.1	Tulosten tarkastelu.....	74
7.2	Optimaalinen utarerakenne.....	76
7.3	Kapasiteetti	77
7.3.1	Erot tunnusluvuissa.....	78
7.3.2	Esikäsittely- ja kiinnitysajan vaikutus kapasiteettiin.....	78
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	82
	LÄHTEET	84

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Etukiinnityksen lineaariset pisteet	28
Kuvio 2. Takakiinnityksen leveyden lineaariset pisteet	29
Kuvio 3. Takakiinnityksen korkeuden lineaariset pisteet	30
Kuvio 4. Keskisiteen lineaariset pisteet.....	31
Kuvio 5. Utareen muodon lineaariset pisteet	31
Kuvio 6. Tasapainon lineaariset pisteet	32
Kuvio 7. Vedinten pituuden lineaariset pisteet	33
Kuvio 8. Vedinten paksuuden lineaariset pisteet.....	34
Kuvio 9. Etuvedinten sijainnin lineaariset pisteet	35
Kuvio 10. Takavedinten sijainnin lineaariset pisteet.....	35
Kuvio 11. Tutkimuksessa mukana olleiden eläinten rotujakauma.	38
Kuvio 12. Etukiinnityksen pisteiden jakautuminen roduittain.	46
Kuvio 13. Etukiinnityksen vaikutus DeLavalin toimintaan.....	47
Kuvio 14. Etukiinnityksen vaikutus Lelyn toimintaan.	48
Kuvio 15. Takakiinnityksen leveyden pisteiden jakauma roduittain.....	49
Kuvio 16. Takakiinnityksen leveyden vaikutus DeLavalin toimintaan.	50
Kuvio 17. Takakiinnityksen leveyden vaikutus Lelyn toimintaan.	50
Kuvio 18. Takakiinnityksen korkeuden pisteiden jakautuminen roduittain.....	51
Kuvio 19. Takakiinnityksen korkeuden vaikutus DeLavalin toimintaan.	52
Kuvio 20. Takakiinnityksen korkeuden vaikutus Lelyn toimintaan.....	53

Kuvio 21. Keskisiteen pisteiden jakautuminen roduittain.	54
Kuvio 22. Keskisiteen vaikutus DeLavalin toimintaan.	55
Kuvio 23. Keskisiteen vaikutus Lelyn toimintaan.....	55
Kuvio 24. Muodon pisteiden jakautuminen roduittain.....	56
Kuvio 25. Muodon vaikutus DeLavalin toimintaan.....	57
Kuvio 26. Muodon vaikutus Lelyn toimintaan.....	58
Kuvio 27. Tasapainon pisteiden jakautuminen roduittain.	59
Kuvio 28. Tasapainon vaikutus DeLavalin toimintaan.....	60
Kuvio 29. Tasapainon vaikutus Lelyn toimintaan.	61
Kuvio 30. Vedinten piteuden pisteiden jakautuminen roduittain.....	62
Kuvio 31. Vedinten piteuden vaikutus DeLavalin toimintaan.....	63
Kuvio 32. Vedinten piteuden vaikutus Lelyn toimintaan.	64
Kuvio 33. Vedinten paksuuden pisteiden jakautuminen roduittain.	65
Kuvio 34. Vedinten paksuuden vaikutus DeLavalin toimintaan.....	66
Kuvio 35. Vedinten paksuuden vaikutus Lelyn toimintaan.	67
Kuvio 36. Etuvedinten sijainnin pisteiden jakautuminen roduittain.	68
Kuvio 37. Etuvedinten sijainnin vaikutus DeLavalin toimintaan.....	69
Kuvio 38. Etuvedinten sijainnin vaikutus Lelyn toimintaan.	70
Kuvio 39. Takavedinten sijainnin pisteiden jakautuminen roduittain.	71
Kuvio 40. Takavedinten sijainnin vaikutus DeLavalin toimintaan.....	72
Kuvio 41. Takavedinten sijainnin vaikutus Lelyn toimintaan.	73

Taulukko 1. Utarerakenneominaisuuksien periytymisasteet	23
Taulukko 2. Osaindeksien painokerroin utarerakenteen yhdistelmäindeksissä	27
Taulukko 3. Rakennearvostelutulosten vertailu asiantuntijan pisteisiin.....	41
Taulukko 4. Rakennearvostelun tulosten vertailu populaatioon nähden	43
Taulukko 5. Ominaisuuksien väliset korrelaatiot.	44
Taulukko 6. Optimaalinen utarerakenne pohjoismaisen jalostusohjelman ja lypsyrobotin kiinnitysnopeuden mukaan	76
Taulukko 7. Tunnusluvut.....	78
Taulukko 8. Kiinnitysaltaan hitaimpien eläinten poistamisen vaikutus DeLavalin kapasiteettiin.....	80
Taulukko 9. Kiinnitysaltaan hitaimpien eläinten poistamisen vaikutus Lelyn kapasiteettiin.....	80

Käytetyt termit ja lyhenteet

NAV	Nordic Cattle Genetic Evaluation. Pohjoismainen jalostusarvosteluyhdistys.
Korrelaatio	Kuvaa kahden muuttujan välistä riippuvuutta.
Optimi	Tavoiteltava arvo.

1 JOHDANTO

Vuoden 2014 lopussa Suomessa oli 1259 lypsyrobotia 904 maitotilalla (Karttunen 2015, 2). Yhä yleistyvä automaattilypsy vähentää työmenekkiä ja työn fyysistä raskautta, mahdollistaen keskittymisen johtamiseen, eläinten tarkkailuun ja tuotostason nostamiseen (Hämäläinen & Karttunen 2003, 1). Työmäärää saattaa kuitenkin yllättäen lisätä, laiteongelmien ja sairaiden lehmien ohella, epätäydellisiä lypsyjä tehneiden lehmien haku lypsyrobotille ja mahdollisesti vielä robotin avustaminen niiden lypsyssä.

Epätäydelliset lypsyt johtuvat yhdestä tai useammasta eri tekijästä. Näitä tekijöitä ovat lehmän luonne, utarerakenne ja lypsyrobotin toimivuus. Robotin toimivuuteen vaikuttaa oleellisesti laitteiston puhtaus ja osien ehjyys. Epätäydelliset lypsyt ja pitkä kiinnitysaika kuluttavat lypsyrobotin kapasiteettia. Maatalousyrityksen taloudellista tulosta saadaan parannettua, jos lypsyrobotin kapasiteetin hyödyntäminen on maksimaalista (Rehnström 2012a, 25). Jotta tämä olisi mahdollista, on epätäydellisten lypsyjen määrää saatava vähennettyä. Keinoja tähän ovat mm. potkivien eläinten poisto karjasta ja eläinaineksen utarerakenteen parantaminen jalostuksella.

Teoriassa lypsyrobottien tulisi suorittaa esikäsitteily mahdollisimman nopeasti, mutta kuitenkin sen verran hitaasti, että maito on ehtinyt laskeutua ennen kuin lypsimet kiinnitetään. Käsitteilyn tulisi olla samanlainen jokaisella lypsykerralla. Käytännössä näin ei kuitenkaan aina ole. Esimerkiksi huono utarerakenne vaikeuttaa lypsyrobotin toimintaa, jolloin robotti ei puhdistaa kaikkia vetimiä tai jokaiseen neljännekseen ei saada kiinnitettyä lypsintä. Esikäsitteilyaika saattaa myös venyä liian pitkäksi ja tämä vaikuttaa osaltaan oksitosiinin erittymiseen sekä maidon laskeutumiseen ja tätä kautta lypsyn onnistumiseen sekä lehmän lypsyrobotissa viettämään aikaan.

Opinnäytetyössä selvitetään utarerakenteen vaikutusta lypsyrobotin esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen sekä näihin kuluvaan aikaan ja näiden vaikutusta lypsyrobotin kapasiteettiin. Esikäsitteilyä ja kiinnitystä tutkittiin DeLavalin ja Lelyn valmistamien lypsyrobottien osalta, koska suurin osa suomalaisilla lypsykarjatililla olevista lypsyroboteista on näiden valmistajien robotteja. Lelyn ja DeLavalin puhdistukseen käyttämää aikaa ei voi verrata keskenään, koska DeLaval suorittaa puhdistuksen yhteydessä esilypsyn (Rehnström 2012a, 25). Lisäksi niiden esikäsitteily- ja

kiinnitystavat eroavat huomattavasti toisistaan. Utarerakennetta tarkastellaan pääsääntöisesti sekä teoriassa että tuloksissa jalostuksen kannalta. Ympäristötekijöiden vaikutus utarerakenteeseen jätetään vähäiselle huomiolle.

Kiinnostus opinnäytetyön aihetta kohtaan heräsi käytännön kokemusten kautta, kun on huomattu, ettei lypsyrobotti aina onnistu löytämään kaikkia vetimiä puhdistukseen ne tai lypsimien kiinnityksessä kuluu kauan aikaa. Haluttiin selvittää mitkä utarerakenteen ominaisuudet vaikeuttavat ja hidastavat lypsyrobotin esikäsittelyä ja kiinnitystä sekä millainen vaikutus niillä on lypsyrobotin kapasiteettiin. Lypsyrobotin kapasiteetin hyödyntämisen kannalta olisi tärkeää, että vedinten sijaintiin ja utareen muotoon kiinnitettäisiin yhtä paljon huomiota, kuin maidon virtausnopeuteen (Rehnström 2012a, 25).

2 AUTOMAATTILYPSY

2.1 Kapasiteetti

Lypsyrobotin kapasiteetti on eläin- ja maitomäärää rajoittava tekijä automaattilypsytiloilla (Hulsen 2009, 28). Lypsyrobotin kapasiteetilla voidaan tarkoittaa montaa eri asiaa, riippuen yrittäjän tavoitteista. Kapasiteetti voi esimerkiksi tarkoittaa sitä, kuinka monta kiloa maitoa robotilla voidaan lypsää vuorokauden tai vuoden aikana. Useimmiten sillä kuitenkin tarkoitetaan sitä lehmämäärää, jonka robotti kykenee lypsämään vuorokauden aikana. (Kapasiteetti, [viitattu 1.5.2016].)

Kapasiteetin hyväksikäyttöön vaikuttaa olennaisesti robotin läpi kulkeva päivittäinen lehmäliikenne (Rehnström 2012a, 25). Esikäsitteilyn ja kiinnityksen ohella kapasiteettiin vaikuttaa moni muukin tekijä. Näitä ovat muun muassa maidon virtausnopeus, eläimen luonne ja laitteen toimivuus. Lypsyrobotin tulisi lypsää suurimman osan ajastaan, noin 85 % päivästä. (Morri, Mäntyharju & Puumala 2014, 3.) Yhteen lypsykertaan kuluva aika vaikuttaa siihen kuinka monta lypsyä robotti pystyy suorittamaan vuorokauden aikana. Suoritettujen lypsyjen määrä lisääntyy, kun lehmän robotissa viettämä aika on mahdollisimman lyhyt. Tähän vaikuttaa mm. virtausnopeus, maitomäärä sekä esikäsitteily- ja kiinnitysaika. Runsastuottoiset lehmät antavat paljon maitoa yhdellä lypsykerralla, jolloin lypsyn valmistelu-aikaa kuluu suhteessa maitomäärään vähemmän. Lypsyrobotin on mahdollista tehdä n.160 lypsyä vuorokaudessa. (Hulsen 2009, 20, 28.)

Epäonnistuneen kiinnityksen seurauksena yksi tai useampi vedin voi jäädä lypsämättä (Bach & Busto 2005, 101). Vetimen lypsyvälin pitkittyessä maidon sähköjohtavuus muuttuu. Maidon sähköjohtavuus on yksi niistä tekijöistä, joiden perusteella lypsyrobotti ohjaa maidon erotteluun. Alkutuotannon hygienia-asetus määrää, että lypsetyn maidon, joka on ohjattu erilleen elintarvikkeeksi tarkoitettusta maidosta, jälkeä laitteisto on puhdistettava. (Hyvät toimintatavat 2007.) Näin ollen ylimääräisissä pesuissa menetetään lypsyrobotin kapasiteettiä (Morri ym. 2014, 3).

Työtehoseuran tutkimuksessa selvitettiin lypsyrobotin kapasiteettiin vaikuttavia tekijöitä myös lypsyyntä valmistelun osalta. Hanketiloilla selvitettiin kuinka kauan robotilta

kuluu aikaa vetimien löytämiseen, utareen pesuun ja nännikuppien kiinnittämiseen. Tutkimuksessa havaittiin valmisteluajan vaihtelevan suuresti eläinten välillä. Vaihteluväli oli 77–540 sekuntia eli kauimmillaan valmisteluun meni aikaa 9 minuuttia. Valmisteluajan keston eroja selittävät laitteen ominaisuudet, mahdolliset laiteviat, vetimien sekä utareen puhtaus ja karvat, utarerakenne vedinsijainteineen sekä eläinten rauhallisuus. (Morri ym. 2014, 3.) Jotta lypsyrobotin täysi kapasiteetti voidaan hyödyntää sekä koneiden että eläinten on toimittava ongelmitta (Rehnström 2012a, 27).

2.2 Esikäsittely ja kiinnitys

Esikäsittelyyn luetaan utareen ja vetimien puhdistus sekä alkusuihkeidenotto eli esilypsy. Kiinnityksellä tarkoitetaan lypsinten kiinnitystä vetimiin. Esikäsittely ja kiinnitys kuuluvat lypsyn valmisteluun ja tähän kuluva aika on tällöin esikäsittelyyn ja kiinnitykseen kuluvat ajat yhteenlaskettuna. (Rehnström 2012a, 25–26.) Esikäsitteilyn alusta kuluu 60–90 sekuntia ennen kuin maito laskeutuu. Suosituksena on vähintään 30 sekunnin esikäsittelyaika. Esikäsittelyajan olisi hyvä vastata utareen täyttöastetta. Täyttöasteen ollessa alhainen, tulee lypsimet kiinnittää viimeistään silloin, kun esikäsitteilyn alusta on kulunut aikaa 2 minuuttia. Jos täyttöaste on korkea, tulisi lypsimen olla kiinnitettynä minuutin kuluttua esikäsitteilyn alusta. (Hovinen ym. 2006.) Automaattilypsyssä utareiden esikäsitteily tapahtuu riittävän hitaasti ja aina samoin tavoin (Tirkkonen 2012, 20).

Vetimien sijainti vaikuttaa siihen, kuinka pitkän ajan robotti käyttää puhdistukseen, koska pesuaika lehmää kohden on kuitenkin aina lähes sama. Lehmäkohtaiset erot puhdistukseen käytetystä ajasta johtuvatkin siitä, ettei robotti tunnista ja löydä kaikkia vetimiä yhtä nopeasti. Osa vetimistä voi jäädä kokonaan puhdistamatta ja osa tulla kahteen kertaan puhdistetuksi, jos robotilla on vaikeuksia vedinten paikallistamisessa. Vetimien sijainti, utareen puhtauden ohella, vaikuttaa oleellisesti myös siihen, kuinka kauan aikaa robotilta kuluu lypsinten kiinnitykseen. Edellä mainittujen asioiden vuoksi olisikin erittäin tärkeää, että automaattilypsyssä olevat lehmät soveltuisivat utarerakenteeltaan hyvin lypsyrobotin suorittamaan pesuun ja lypsinten kiinnitykseen. (Rehnström 2012a, 25–26.)

Likainen tai erittäin pitkäkarvainen utare voi vaikeuttaa robotin suorittamaa utareen pesua ja lypsinten kiinnitystä. Laserlaite saattaa havainnoida pitkät karvat tai oljenkorret vetimiksi. (Rehnström 2012a, 26.) Tämän vuoksi olisi syytä kiinnittää huomiota lannanpoiston toimivuuteen, lypsävien makuuparsien siisteyteen ja kuivitukseen sekä huolehtia pitkien utarekarvojen ajelusta (Morri ym. 2014, 14; Rehnström 2012a, 26). Jo lainsäädäntö edellyttää, että vedinten pesun onnistumisesta on pidettävä kirjaa ja tapahtumaa seurattava säännöllisesti, jotta voidaan varmistaa robotin puhdistavan vetimet riittävän hyvin, koska laitteistot eivät ilmoita epäonnistuneista vedinpesuista. Vedinten puhtautta on arvioitava ennen ja jälkeen vedinten pesun. Suositus on, että yli 95 % vetimistä tulee puhdistettua. Jos alle 85 % vetimistä puhdistetaan, on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin. Mikäli ongelmia esiintyy pääsääntöisesti huonon utarerakenteen omaavilla eläimillä, on syytä harkita karsintaa. (Hyvät toimintatavat 2007.)

FarmTestin vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin lypsyrobottien vetimien pesun onnistumista, johon vaikuttaa olennaisesti myös laitteiston säädöt ja huoltotoimenpiteet. Tutkimuksessa oli mukana 28 automaattilypsytilaa ja neljä eri robottimerkkiä. Suurin osa oli DeLavalin tai Lelyn lypsyrobotteja. Muiden robottimerkkien määrä oli niin vähäinen, ettei niiden tuloksista voitu vetää luotettavia johtopäätöksiä. Tutkimuksessa olleiden lehmien pesutuloksista 20–25 % ei onnistunut virheettömästi. Vedintasolla tulos tarkoittaa sitä, ettei noin 11 % vetimistä pestä tai ne pestään huonosti. Tyypillisimmät virheet esiintymismääriltään puhdistuksessa olivat: vetimiin ei osuttu 4,3 %, vetimet taipuivat 2,3 %, samoja vetimiä pestiin useaan kertaan, jolloin osa jäi puhdistamatta, 1,1 %, harja jäi jumiin 1,2 % tai lypsykäsisivarsi likasi pestyt vetimet uudestaan 2,4 %. Tutkimuksessa havaittiin, etteivät Lelyn pesuharjojen säädöt olleet kohdillaan usealla tilalla. Tämä johtui joillain tiloilla siitä, ettei Lelyn käsivartta oltu kalibroitu uudelleen potkun tai iskun jälkeen. Tiloilta löytyi epähygieenisiä tai rikkiäisiä pesukuppeja ja -harjoja sekä vuotavia letkuja. Osa tiloista puhdisti pesukupit tai -harjat päivittäin tai kerran viikossa, kun taas jotkut tilat eivät tehneet sitä koskaan, mikä vaikuttaa laitteiston toimivuuteen. Osan puutteellisista pesuista havaittiin johtuvan siitä, että pesun säädöt oli muutettu mahdollisimman aikaa säästäviksi. (Rehnström 2012b, 25–26.) Eräessä toisessa tutkimuksessa, jossa myös tarkkailtiin vedinten pesujen onnistumista, huomattiin, että vain

67 % 130 pesusta onnistui teknisesti eli siten, että kaikki neljä vedintä saatiin täydellisesti puhdistettua (Jacobs & Siegford 2012, 2237).

2.3 Utarerakenne

Huono vedinsijainti ja neljännesten kokovaihtelut aiheuttavat kiinnittämistä vaikeuksia. Eräässä tutkimuksessa havaittiin takavetimien etäisyyden aiheuttavan kiinnityksen onnistumiselle suurimpia vaikeuksia. Robotti havaitsi toisiaan koskettavat takavetimet yhtenä vetimenä. Robotin oli myös vaikeaa kiinnittää takavetimiin, jos takautareen pohja oli etuosaa selvästi korkeammalla. (Jacobs & Siegford 2012, 2230.) Lehmiä, joilla utareen rakenne tekee lypsijien kiinnityksestä vaikeaa, on raportoitu noudettavan lypsylle kaksi kertaa niin useasti kuin niitä lemmiä, joilla utareen rakenteessa ei ole ongelmia (Jacobs & Siegford 2012, 2233). Olisi tärkeää, että karjan vetimet olisivat yhtenäiset, jotta voitaisiin valita sopivat nännikumit sekä säätää lypsykone sopivaksi (Hulsen 2007b, 81).

Yksittäisellä lehmällä vedinten sijainti vaihtelee tuotoskauden aikana. Päivittäinen vaihtelu johtuu lypsyvälien muutoksista. (Rossing ym. 1997, 17.) Vedinten etäisyys kasvaa lineaarisesti lypsystä kuluneen ajan mukaan (Miller ym. 1995, 1456). Vedinten sijaintiin vaikuttaa myös se, onko lehmä ollut makaamassa vai jalkeilla lypsyaedeltävien viimeisimpien tuntien aikana (Rossing ym. 1997, 18).

Eräässä tutkimuksessa tutkittiin Holsteinien vedinten etäisyyden vaihtelua. Vetimien väliset etäisyydet ja utareen maavara mitattiin ja saatujen tulosten perusteella arvioitiin robotin mahdollisuuksia kiinnityksen onnistumisessa. Tutkijat havaitsivat etuvedinten etäisyyden olevan vanhemmilla eli kolmannen ja siitä seuraavien tuotoskausien lehmillä suurin syy kiinnityksen epäonnistumiseen. Ensikoilla takavetimien lyhyt etäisyys toisiinsa nähden oli yleisin syy epäonnistuneeseen kiinnitykseen. Lypsinten kiinnittämistä etuvedimiin saattaa vaikeuttaa se, että etuvedimet eivät aina ole kohtisuorassa lattiaan nähden. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että matalalla sijaitsevaan utareeseen on vaikeaa kiinnittää. (Miller ym. 1995, 1456, 1459–1460.)

2.4 Lypsyrobotit

Vedinten sijainnin laaja vaihtelu ja eläimen mahdollisuus liikkua robotissa vaativat lypsyrobotilta joustavan vedinten tunnistusjärjestelmän. Robottikäden täytyykin pystyä seuraamaan lehmän liikkeitä nopeasti ja tarkasti kiinnityksen aikana. Lypsyrobotti havaitsee eläimen sijainnin robotissa. Eläimen sijaintitietojen perusteella robotti olettaa vetimien sijaintipaikan, ohjaten laserin tälle alueelle. (Rossing ym. 1997, 17–19.)

Lypsyrobotti tarvitsee utarerakenteen koordinaatit kiinnittääkseen lypsimet nopeasti. Robotin muistiin tallentuu lehmäkohtaisesti vetimien sijainnit, joiden perusteella se etsii vetimiä seuraavalla lypsykerralla. (Toivonen 2006, 20.) Esimerkiksi lypsyvälien vaihtelun vuoksi robotin muistissa olevat tiedot yksittäisen vetimen sijainnista suhteessa referenssipisteeseen, eivät kuitenkaan välttämättä vastaa seuraavan lypsykerran vedinsijainteja. Jos lypsin tulee virheellisesti kiinnitetyksi, robotti havaitsee maidonvirtauksen estymisen ja irrottaa lypsimen. (Rossing ym. 1997, 18–19.) Kansainvälisen automaattisen lypsylaitteiston standardin vaatimuksen mukaan lypsyrobotin järjestelmän on pidettävä yllä tietoja eläimistä, joiden lypsy on epäonnistunut (Hyvät toimintatavat 2007).

Robotit toimitetaan suurimmalle osalle tiloista pesuohjelman standardiasetuksin, jota voi muuttaa tilalle tai lehmälle sopivaksi. Pesuohjelman puhdistusta voi esimerkiksi muuttaa siten, että vetimiltään likaisiksi havaituille lehmille tehdään aina lisäpuhdistus varsinaisen puhdistuksen jälkeen ennen lypsinten kiinnitystä. Myös pesuaikaa voidaan lisätä. Pesukupin herkkyyttä löytää vedin voidaan alentaa kapasiteetin lisäämiseksi, mutta samalla varmuus pesun onnistumisesta vähenee, koska pesukuppi ei välttämättä enää osu vetimeen. (Rehnström 2012b, 26.)

2.4.1 DeLaval VMS

DeLaval VMS lypsyrobotissa on erillinen vedinpesukuppi vetimien pesuun (Rehnström 2012a, 27). Vetimet tunnistetaan optisella kameralla, joka on varustettu kahdella laserilla ja hahmontunnistustekniikalla (DeLaval vapaaehtoinen lypsyjärjestelmä VMS, [viitattu 21.4.2016]). Robottikäsi puhdistaa vetimet yksittäin pesukupilla,

käyttäen apunaan lämmintä vettä ja ilmaa, joka lopuksi kuivaa vetimen. Esilypsy suoritetaan vedinten pesun yhteydessä. Vedinpesukupin linja on erillään lypsylinjastosta. Tällä estetään likaisen esimaidon joutuminen maitoputkistoon. (DeLaval VMS-lypsyrobotti 2011.) Pesun jälkeen robottikäsi kiinnittää lypsimet eli nännikupit. Nännikupit haetaan yksi kerallaan telineestä ja kiinnitetään vetimeen. (Heino, Ronkainen & Salovuori 2004, 24.) Vetimet paikannetaan kameran ja päälaserin avulla, minkä jälkeen monitoimikäsi laskeutuu kiinnityskorkeudelle. Lypsinten kiinnitys aloitetaan takavetimistä. (Käyttöohjekirja 2002.) Lypsyn aikana robottikäsi toimii letkunjaimena (DeLaval VMS-lypsyrobotti 2011).

Kupit huuhdellaan jokaisen lehmän jälkeen sekä sisältä että ulkoa. Ne ovat telineissä ylösalaisin, jotta niihin ei pääsisi likaa ja jotta ne tyhjenisivät. Robotti havaitsee miltei välittömästi nännikupin putoamisen, vetäen sen takaisin telineeseen, jossa se huuhdellaan ennen uudelleenkiinnitystä. (DeLaval VMS-lypsyrobotti 2011.)

VMS:n käsivarsi on hydraulinen ja pienikokoinen. Sillä on hyvä ulottuvuus ja se pysyy kiinnittämään myös 45 asteen kulmassa oleviin vetimiin sekä vetimiin, jotka sijaitsevat 25 cm korkeudella maasta. Peräpelti säätyy lehmän mukaan. Sen avulla robotti havainnoi eläimen sijainnin ja liikkeen robotissa. (DeLaval vapaaehtoinen lypsyjärjestelmä VMS, [viitattu 21.4.2016].) DeLaval VMS lypsyrobotilla on mahdollista hoitaa esikäsitteily ja vedinkuppien kiinnitys tarvittaessa käsin (VMS-robottikäsi, [viitattu 22.4.2016]).

Vuoden 2011 FarmTestin kokeessa saatujen tuloksien mukaan DeLavalin VMS oli nopein lypsyrobotti, kun mitattiin lehmän robotissa viettämää aikaa vedinten pesun aloituksesta viimeisen vedinkupin irtoamiseen. Tuloksen arvioitiin johtuvan siitä, että DeLavalin suorittama esikäsitteily stimuloi utaretta parhaalla mahdollisella tavalla, jolloin lehmä laskee maitonsa nopeinten. (Rehnström 2012a, 25.)

2.4.2 Lely Astronaut A4

Lely Astronaut lypsyrobotissa lehmän liikkeiden seuranta tapahtuu 3D-kameralla, joka hoitaa robottikäsivarren asennon ohjauksen lehmän sijainnin mukaan (Lely

Astronaut robottilypsyjärjestelmä, [viitattu 22.4.2016]). Vaihtoehtoisesti lehmän sijainnin paikannus tapahtuu vaakalattian neljän vaaka-anturin avulla. Vaaka-antureiden tiedot määrittävät robottikäsivarren sijainnin. Käsivarsi seuraa lehmän liikkeitä painopisteen määrittämisen perusteella. Vaakalattia on robottiin saatavissa oleva lisävaruste. (Lely Astronaut Automaattinen lypsyjärjestelmä, [viitattu 22.4.2016].)

Lely Astronautin robottikäsivarsi on massiivinen (Heino ym. 2004, 24). Siihen on asennettu kaikki lypsyn valmisteluun ja lypsyyn tarvittavat varusteet. Kun vedinkuppeja ei tarvita, ne ovat käsivarressa suojassa lialta ja iskuilta. Vetimien paikannus tapahtuu laserin 3D skannaustekniikalla. (Lely Astronaut Automaattinen lypsyjärjestelmä, [viitattu 22.4.2016].)

Robottikäsivarsi puhdistaa vetimet pyörivillä harjoilla (Rehnström 2012a, 25). Harjat puhdistavat sekä vetimet että utareen pohjan. Jokaisen lehmän jälkeen robotti suorittaa harjojen desinfioinnin kloorittomalla desinfiointiaineella. Puhdistuksen jälkeen koko utare skannataan vedinten skannausjärjestelmällä, jotta jokaisen vetimen sijainti tulee havaituksi. Vedinkupit kiinnitetään yksitellen takimmaisista vetimistä aloittaen. Kun takavetimien kiinnitys on valmis, skannataan etuvetimet ja loput vedinkupit kiinnitetään. Robottikäsivarsi jää lypsyn ajaksi lehmän alle valvomaan lypsyprosessia. (Lely Astronaut Automaattinen lypsyjärjestelmä, [viitattu 22.4.2016].) Esilypsy tehdään varsinaisen lypsyn yhteydessä ja alkusuihkeiden maito ohjataan viemäriin (Rehnström 2012a, 27; Heino ym. 2004, 24).

3 ESIKÄSITTELYN JA KIINNITYKSEN ONNISTUMISEN MERKITYS

Epätäydellisten lypsyjen seuranta kuuluu päivittäiseen työrutiiniin automaattilypsytilalla (Morri ym. 2014, 17). Jos epätäydellisiin lypsyihin ei puututa, saattaa niistä aiheutua utaretulehduksia (Tirkkonen 2012, 21). Tavoitteena on, että epäonnistuneita kiinnityksiä on alle 0,1 lehmää kohti vuorokaudessa (Hulsen 2009, 28). Eräässä tutkimuksessa havaittiin epäonnistuneiden kiinnitysten määräksi 7,6 %, vaikka kaikki neljännekset onnistuttiin paikantamaan ja pesemään onnistuneesti (Bach & Busto 2005, 103).

3.1 Työmenekki

Maidontuotanto on työvoimavaltaista, minkä vuoksi on erittäin tärkeää mihin maidontuottaja käyttää työpanoksensa (Närvä ym. 2012). Työn tuottavuus ja työteho tarkoittavat, että työtuntia kohti on tarkoitus saada mahdollisimman korkea maitotuotos. Korkean työtehon saavuttaakseen on lehmillä oltava mahdollisimman vähän ongelmia. Johtaminen on avainasemassa tuottavuuden lisäämiseksi. Töiden ryhmittely ja rutiinien luominen lisäävät tehokkuutta. Automaattilypsytiloilla yleensä 20 prosenttia lehmistä vaatii 80 prosenttia työajasta. Tähän 20 prosenttiin kuuluvat tarkkailuryhmän lehmät sekä muut hoitoa tai toimenpiteitä tarvitsevat lehmät. (Hulsen 2009, 6-7, 40.)

Työtehoseuran ja ProAgrian toteuttamassa automaattilypsyhankkeessa lypsylle ajettavan lehmän hakuun kului aikaa noin 3,2–7,2 min/lehmä/lypsy. Lehmät haettiin lypsylle yleensä kaksi kertaa päivässä, jolloin työaikaa kului lehmää kohden 6,4–14,4 min. Tutkimuksessa yhden robotin karjassa ajettavia oli keskimäärin 6,6 % karjasta ja kahden robotin karjoissa 10,4 %. Lypsylle hakujen syiden prosenttiosuuksia ei tutkimuksessa eritelty. Yhden lehmän lypsylle haku kahdesti päivässä tarkoittaa vuositasolla n. 40 ylimääräistä työtuntia eli noin viikon työtunteja. (Morri ym. 2014, 3.) Tavoitteena on, että kahdesti päivässä haettavia lehmiä on maksimissaan 5 % karjasta (Hulsen 2009, 28).

3.2 Lypsyn onnistuminen

Lypsyn valmistelu-aika ja valmistelun onnistuminen voivat vaikuttaa lypsyn keston maidon virtauksen osalta. Lypsyn valmistelun tarkoituksena on utareen puhdistamisen ja maidon testauksen lisäksi stimuloida lehmää, jotta maito saataisiin laskeutumaan ja tyhjälypsyiltä välttyttäisiin. (Rehnström 2012a, 25–26.) Utareen oikeanlainen stimulointi voi olla automaattilypsyssä tärkeämpää kuin perinteisessä lypsyssä, koska lypsyjen välit voivat olla lyhyitä tai epäsäännöllisiä ja lypsinten kiinnitys voi epäonnistua tai viivästyä (Jacobs & Siegford 2012, 2237). Lisäksi lypsinten kiinnittämiseen kuluu pidemmän aikaa (Bruckmaier, Macuhova & Meyer 2001, 169–170).

Neljänneksessä sijaitsevasta maidosta 20 % on vedin- ja maitokammioissa sekä suurissa maitotiehyissä. Tämä maito on helposti pois lypsettävissä toisin, kuin se 80 % maidosta, joka sijaitsee maitorakkuloissa ja pienissä maitotiehyissä, ja jonka lypsämiseen tarvitaan maidonantirefleksia. Lehmän maidonantirefleksin käynnistää kosketus utareeseen ja vetimiin. Tieto kosketuksesta siirtyy hermoratoja pitkin aivoihin, jossa aivolisäke alkaa erittämään oksitosiinihormonia. Oksitosiini siirtyy utareeseen verenkierron välityksellä ja saa aikaan maitorakkuloiden supistumisen sekä maitotiehyiden laajentumisen. Maitorakkulat tyhjenevät vain oksitosiinin vaikutuksesta. Veren oksitosiinitaso alkaa laskea suunnilleen kahden minuutin kuluessa esikäsitteilyn alusta. Lypsinten kiinnittämisen viivästyessä kasvaa utareeseen jäävän maidon määrä. Tällöin maitotuotos laskee ja lisäksi lypsy hidastuu. Optimitilanteessa maitoa lypsetään pois sitä mukaa, kun maitorakkulat puristavat sitä alas. (Hovinen ym. 2006.)

Automaattilypsyssä on usein tauko utareen esikäsitteilyn ja lypsimien kiinnityksen välissä. Erään tutkimuksen mukaan tämä ei kuitenkaan näytä vaikuttavan oksitosiinin vapautumiseen, maidon laskeutumiseen tai lypsettävyyteen. Myöskään neljännekskohtainen kiinnitys ei näytä vaikuttavan maidon laskeutumiseen tai lypsettävyyteen negatiivisesti, vaikka lypsyn aloituksessa on viivettä. Vaikka lypsimien kiinnitys viivästyisi tai onnistuisi vasta useamman yrityksen jälkeen, oksitosiinin vapautuminen ja maidon laskeutuminen eivät heikentyneet. (Jacobs & Siegford 2012, 2238.)

On havaittu, että epäonnistuneen kiinnityksen seurauksena lypsämättä jääneen neljänneksen maitotuotos on 26 % alhaisempi seuraavilla lypsykerroilla, verrattuna tassaisiin lypsyväleihin. Vaikutus maitotuotokseen oli sitä selvempi, mitä pidempään poikimisesta oli kulunut aikaa. Maitotuotos väheni myös onnistuneesti lypsetyissä neljänneksissä, jos epäonnistuneen lypsyn ja seuraavien lypsyjen väli oli pitkä. Maitotuotos palasi kuitenkin takaisin samoihin määriin, kunhan epäonnistuneen lypsyn jälkeen oli tapahtunut seitsemän onnistunutta lypsyä. (Bach & Busto 2005, 101, 103.) Liian pitkät lypsyvälit alentavat myös utareen vastustuskykyä, koska puolustussolut ovat aktiivisemmillaan vastatuotetussa maidossa (Hulsen & Lam 2011, 30.)

3.3 Utareterveys

Automaattilypsyssä lypsyrobotit eivät aina onnistu kiinnittämään lypsimiä kaikkiin lypettäviin neljänneksiin. Tämän vuoksi yksi tai useampi vedin jää kokonaan tai osittain lypsämättä. Tästä aiheutuu epäsäännöllisyyttä lypsyväleihin. (Bach & Busto 2005, 101.) Liian pitkät lypsyvälit heikentävät utareen vastustuskykyä. Suuremmalla maitomäärällä vedinkanavaan kohdistuu suurempi paine, mikä altistaa maidon vuotamisen parteen. (Hulsen 2009, 32–33.) Kokeellisessa tutkimuksessa, joka jäljitteli epäonnistuneen kiinnityksen vaikutuksia, 60 % lehmistä vuoti maitoa lypsämättä jäännin seurauksena (Jacobs & Siegford 2012, 2238). Parsiin valunut maito toimii utaretulehdusten lähteenä. Lisäksi vuotavalla lehmällä on korkeampi riski saada utaretulehdus. Liian lyhyt lypsyväli rasittaa vedinkanavaa eivätkä vetimet ehdi palautua lypsyjen välillä. (Hulsen 2009, 32–33.)

Lypsyrobotit keräävät paljon tietoa utareterveydentilan arviointiin. Merkkejä utaretulehduksesta ovat muun muassa maitotuotos, maidon sähkönjohtavuus ja lypsyaika. (Hulsen 2007a, 85.) Utaretulehdukset aiheuttavat sairauksista suurimmat tappiot maidontuotannossa. Maitoa menetetään eroon lypsettävän maidon lisäksi maitotuotoksen laskuna. Utaretulehduksen seurauksena myös työmäärä lisääntyy. (Nokka 2011, 3.) Utaretulehdus tuhoaa maidontuotantosolukkoa ja vähentää maitotuotosta loppulypsykaudeksi (Tirkkonen 2012, 20).

4 UTARERAKENTEEN JALOSTAMINEN

Automaattilypsyssä jalostuksen merkitys on avainasemassa, jotta robotin kapasiteetti voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin (Rehnström 2012a, 27). Jalostuksen ja karsinnan avulla parannetaan utarerakennetta automaattilypsyyn sopivaksi. Tarkoituksena on säästää se työaika, joka joudutaan käyttämään niihin lehmiin, joiden kohdalla lypsyrobotilla esiintyy kiinnittämisvaikeuksia ja epäonnistuneita lypsyjä. (Jacobs & Siegford 2012, 2230.)

4.1 Jalostus

Lehmien väliset erot johtuvat muuntelusta eli vaihtelusta. Suurimpaan osaan ominaisuuksista vaikuttavat yhdessä sekä ympäristö- että perintötekijät. Jotkut ominaisuudet voivat olla myös kokonaan perintö- tai ympäristötekijöiden säätelemiä. Yksinkertaisesti periytyviin ominaisuuksiin eli kvalitatiivisiin ominaisuuksiin vaikuttaa yhdessä tai muutamassa lokuksissa sijaitsevat geenit. Kvalitatiivisiin ominaisuuksiin ympäristötekijät vaikuttavat vain vähän tai eivät ollenkaan. Vaikeammin periytyviin ominaisuuksiin eli kvantitatiivisiin ominaisuuksiin vaikuttaa suuri määrä geenejä. Ympäristötekijöiden vaikutus kvantitatiivisiin ominaisuuksiin on kvalitatiivisia ominaisuuksia suurempi. (Aro ym. 2012, 28–30.)

Jotkut eläimen rakenneominaisuudet heikkenevät lypsykausien kuluessa. Heikentymisen syyt löytyvät suurimmilta osin ympäristötekijöistä, mutta perimälläkin on vaikutusta. (Carlén ym., [viitattu 11.3.2016].) Lehmien ominaisuuksiin vaikuttavia ympäristötekijöitä ovat mm. ruokinta, olosuhteet, poikimakerta, poikimaikä ja tuotoskauden vaihe. Nämä ovat systemaattisia ympäristötekijöitä, koska niiden vaikutusta voidaan arvioida ja korjata jalostusarvon ennusteisiin. Satunnaisten ympäristötekijöiden vaikutusta ei tiedetä, jolloin ne aiheuttavat virhevaihtelua jalostusarvon ennusteisiin. Tällaisia ovat mm. sairaudet ja tapaturmat. (Aro ym. 2012, 30.)

Periytymisaste kuvaa jalostettavuutta eli kuinka suuri osuus eläinten välisistä eroista johtuu perintötekijöistä (Aro ym. 2012, 28–31). Periytymisaste ilmaistaan suhdelukuna 0-1 tai prosenttilukuna 0-100 %. Korkean periytymisasteen ominaisuuden kehittäminen jalostuksen keinoin on nopeaa ja helppoa. Matalan periytymisasteen

ominaisuuden ympäristön vaikutus on suuri, joten perinnöllinen edistyminen on hitaampaa ja vaikeampaa. Esimerkiksi rakenneominaisuuksien periytymisaste on 0,40 ja hedelmällisyyden 0,0-0,10. Periytymisaste on olosuhde- ja populaatiokohdainen ja perustuu arvioon siitä eläinryhmästä, josta se on laskettu. Esimerkiksi suomalaisen ja australialaisen ayrshirelehmien perinnöllinen muuntelu on erilainen, koska erilaisissa olosuhteissa olevissa populaatioissa on sukupolvien ajan valikoitunut erilaisia yksilöitä. (Aro ym. 2012, 31.)

Taulukossa 1 on esitetty periytymisasteet utarerakenneominaisuuksille roduittain. Utarerakenneominaisuuksien periytymisaste on muita rakenneominaisuuksia matalampi. Utarerakenneominaisuuksissa utareen muodon, vedinten pituuden ja paksuuden periytymisasteet ovat korkeimmat. Matalimmat periytymisasteet ovat etuveitimien sijainnilla ja utareen tasapainolla.

Taulukko 1. Utarerakenneominaisuuksien periytymisasteet (Pedersen Aamand 2013).

Utarerakenneominaisuus	Holstein, Ayrshire,	Jersey
Etukiinnitys	0,25	0,25
Takakiinnityksen korkeus	0,26	0,17
Takakiinnityksen leveys	0,22	0,25
Keskiside	0,22	0,17
Utareenmuoto	0,37	0,37
Vedinten pituus	0,41	0,42
Vedinten paksuus	0,31	0,33
Etuveitimien sijainti	0,20	0,41
Takavetimien sijainti	0,26	0,34
Utareen tasapaino	0,17	0,25

Rakenneindeksien laskentamallina käytetään eläinmallia. Eläinmallissa hyödynnetään eläinten välisiä sukulaisuussuhteita. Lehmät ja sonnit saavat rakenneominaisuuksissa indeksit, jotta jokaisen eläimen perinnöllinen taso voidaan arvioida. (Aro

ym. 2012, 37–38.) Lypsyroboteista saadaan runsaasti tietoa, jota voitaisiin hyödyntää jalostusarvostelussa. Nykyisin lypsyrobottien keräämää tietoa käytetään hyväksi vain lypsettävyyden jalostuksessa. Lypsyrobotti mittaa vetimien sijainnin tarkasti lypsykerroittain. Jos tämä hyödynnettäisiin, voitaisiin nykyisen subjektiivisen rakennearvostelun lisäksi saada objektiivista tietoa utarerakenteesta. Suurimpana haasteena on tietojen tallentaminen tietokantaan. (Lohenoja 2012, 16.)

Rakenteen jalostusarvon ennusteet perustuvat rakennearvosteluihin (Carlén ym., [viitattu 11.3.2016]). Jalostusarvon ennusteet eli indeksit kuvaavat, millaisia jälkeläisiä eläin periyttää. Indeksit siis kuvaavat eläimen perimää eli genotyyppiä. Indeksit muuttuvat vertailuryhmän vaihtuessa nuorempaan. Indeksit myös muuttuvat, kun eläimestä ja sen sukulaisista saadaan lisää tietoa. (Aro ym. 2012, 35–36.)

Alkuperäisenä ilmaistut jalostusarvon ennusteet standardoidaan, jotta ne vastaisivat normaalijakaumaa. Populaation keskiarvo on 100 indeksipistettä ja hajonnanyksikön suuruus 10 indeksipistettä. Eläin on perinnöllisesti sitä parempi, mitä suurempi indeksiluku on. Joidenkin rakenneominaisuuksien kohdalla indeksin lukuarvo osoittaa ominaisuuden suuntaa eikä paremmuutta. Esimerkiksi vedinsijainti indeksin noustessa vetimet lähenevät toisiaan. (Aro ym. 2012, 38–39.)

4.2 Automaattilypsyyn sopivan eläinaineksen valinta

Tavoitteena on toimiva eläinainekes vallitsevissa olosuhteissa. Eläinaineksen parantuaessa maidon tuotantokustannukset pienenevät ja tuotanto tehostuu. Eläinvalinnan perusta on perinnöllisesti parhaiden eläinten valitseminen seuraavan sukupolven vanhemmiksi. Eläinvalintaa tehdessä on selvitettävä eläinten perinnöllinen taso sukulais tietojen tai genomitestin perusteella. Jälkeläinen on perintötekijöiltään keskimäärin vanhempiensa keskiarvo. Valintaa voidaan tehdä kokonaisjalostusarvojen ja yksittäisten ominaisuuksien indeksien perusteella. Yksittäiset indeksit voivat olla joskus tärkein valinnan kriteeri. (Aro ym. 2012, 113–114.)

Utareindeksillä kuvataan utarerakenteen perimää, joka on mahdollisimman lähellä rodun optimia. Mitä suurempi utareindeksi, sitä lähempänä eläimen perimä on rodun optimia. Yksittäisen utarerakenteindeksin tulkinta ei ole yhtä yksinkertaista. Kullakin

rakenneomaisuudella on rotukohtainen optimi, jota tavoitellaan. Useissa ominaisuuksissa optimi on yhdeksän, mutta osalla ominaisuuksista optimi on alempana lineaarisella asteikolla. Tällöin ei tavoitella mahdollisimman korkeaa indeksiä. Optimi-indeksi voi olla myös alle rodun keskiarvon. (Paakala 2014, 23.) Indeksillä 100 tarkoitetaan rodun keskiarvoa julkaisuhetkenä. Indeksit standardoidaan vastaamaan 3-5 vuotta aiemmin syntyneiden keskiarvoa roduttain. Tällöin myös optimi-indeksit muuttuvat joka arvostelukerralla vertailuryhmän vaihtuessa. (Pedersen Aamand 2013.) NAV Sonnihaussa rakenneominaisuuksien optimit on merkitty indeksipalkkiin valkoisella merkillä. Mitä lähempänä sonninin indeksi on merkkiä, sitä lähempänä optimia olevaa rakennetta sonni periyttää. (Paakala 2014, 23.)

Faba tarjoaa sonnivalintaa helpottamaan sonniryhmittelyyn. Sonnit on jaettu seitsemään sonnituoteryhmään jalostustavoitteiden mukaan. FabaRobotti-sonniryhmä auttaa kehittämään karjaa robottilypsyn vaatimusten mukaan. FabaRobotti-sonniryhmään valitaan sonnit, joilla on leveä takavetimien sijainti, riittävän pitkät ja paksut vetimet, hyvä lypsettävyys sekä hyvä utare- ja jalkarakenne. Myös FabaJASUssa karjan eläimet jaetaan sonnituoite-ryhmiin sen mukaan missä ominaisuuksissa niissä on kehitettävää. Lehmille ja hiehoille valitaan siemennysketkellä sonniryhmästä sopivin sonni. (Oksa & Paakala 2015, 14–15.)

Semex tarjoaa myös sonnivalintaa helpottavan työkalun. Robottilypsyyn soveltuvat sonnit on valittu Robot Ready-ryhmään. Robot Ready-sonneiksi valitaan sellaisia sonneja, joiden ominaisuudet mahdollistavat eläinten helppohoitoisuuden ja kestävyden lypsyrobotteissa. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa utareterveys, soluluku, lypsettävyys, luonne ja tuotos. Robot Ready-sonneilla on moitteeton utare- ja jalkarakenne. Vedinten sijainti, pituus ja paksuus sekä sorkkien ja jalkojen asennot ovat Robot Ready-sonnien vahvuuksia. (Semex 2015.)

4.3 Utarerakenne NTM:ssä

NTM on pohjoismaiden yhteinen kokonaisjalostusarvo. NTM:ssä käytettävät ominaisuudet ja niiden painotukset perustuvat taloudellisiin arvoihin. Tavoitteena on taloudellinen eläinainees. NTM:n painotuksissa on huomioitu tuotteiden ja tuotantopa-

nosten hinnat, sairauksien hoitokustannukset sekä työmäärä. Utarerakenteen taloudellisen arvon määrittäminen on hankalaa, joten utarerakenteen painotus perustuu työmäärään lisääntymiseen. Painokertoimia valitessa on otettu huomioon myös ominaisuuksien väliset korrelaatiot. NTM lasketaan lehmille ja sonneille erilaisilla painokertoimilla. (Aro ym. 2012, 87–88.)

Utarerakenne korreloi NTM:n kanssa. Korrelaatiot kertovat kuinka paljon edistystä tapahtuu utarerakenteessa, kun käytetään NTM:ää jalostuksen työkaluna verrattuna tilanteeseen, jossa jalostusvallinnat tehdään vain utarerakenteen perusteella. Holsteinilla utarerakenne korreloi 0,30, punaisilla roduilla 0,24 ja Jerseyllä 0,17. Eli NTM:ää käyttämällä utarerakenteen perinnöllinen edistyminen Holsteinilla on 30 % pelkkään utarerakenteeseen perustuvaan jalostusvalintaan verrattuna. (Korrelaatiot ja NTM:n 2015.)

Utarerakenneindeksi on yhdistelmäindeksi, jossa on mukana 10 utarerakenteen osaindeksiä. Utarerakenneindeksin painotus kokonaisjalostusarvoon vaihtelee roduittain. (Aro ym. 2012, 61.) Holsteinilla painokerroin on 0,25, Punaisella holsteinilla 0,24, Punaisella rodulla 0,32 ja Jerseyllä 0,26 (Pedersen Aamand 2013). Utareindeksi vaikuttaa kokonaisjalostusarvoon painokertoimen mukaan siten, kuinka paljon eläimen utarerakenneindeksi poikkeaa rodun keskiarvosta (Aro ym. 2012, 91).

Yhdistelmäindeksin laskentatapa on monimutkainen. Mitä lähempänä utarerakenneominaisuudet ovat optimia, sitä suurempi on yhdistelmäindeksi. Vaikka yhdistelmäindeksi on korkea, voivat jotkut ominaisuudet olla paljonkin keskiarvoa huonompia. Eri osaindeksien painokertoimet vaikuttavat yhdistelmäindeksin muodostumiseen. Esimerkiksi etukiinnityksellä ja muodolla on suuri painokerroin. Jos nämä ominaisuudet ovat lähellä optimia, nousee yhdistelmäindeksi, vaikka muut osaindeksit ovat heikkoja. (Aro ym. 2012, 63.)

Taulukossa 2 esitetään kuinka yksittäiset utarerakenneominaisuudet painottuvat utarerakenteen yhdistelmäindeksissä. Painotukset vaihtelevat roduittain. Yleisesti suurimmat painotukset ovat etukiinnityksellä, muodolla, keskisiteellä ja tasapainolla. Pienemmät painotukset ovat takakiinnityksen leveydellä ja korkeudella sekä vedinten pituudella ja paksuudella. Vedinten sijaintien painotukset ovat melko matalat, mutta etuvedinten painotus on Suomenkarjalla korkea.

Taulukko 2. Osaindeksien painokerroin utarerakenteen yhdistelmäindeksissä (Pedersen Aamand 2013).

Utarerakenneominaisuus	Ayrshire	Holstein	Jersey	Punainen holstein	Suomenkarja
Etukiinnitys	20	17	25	18	14
Takakiinnityksen korkeus	8	10	5	10	9
Takakiinnityksen leveys	5	-	-	-	5
Keskiside	12	10	-	10	9
Muoto	20	24	35	18	12
Etuviedinten pituus	5	5	3	6	4
Etuviedinten paksuus	5	5	12	6	4
Etuviedinten sijainti	7	7	15	14	30
Takaviedinten sijainti	8	12	-	6	4
Tasapaino	10	10	-	-	9
Utareen lisähuomiot	-	-	5	12	-

4.4 Rakennearvostelu

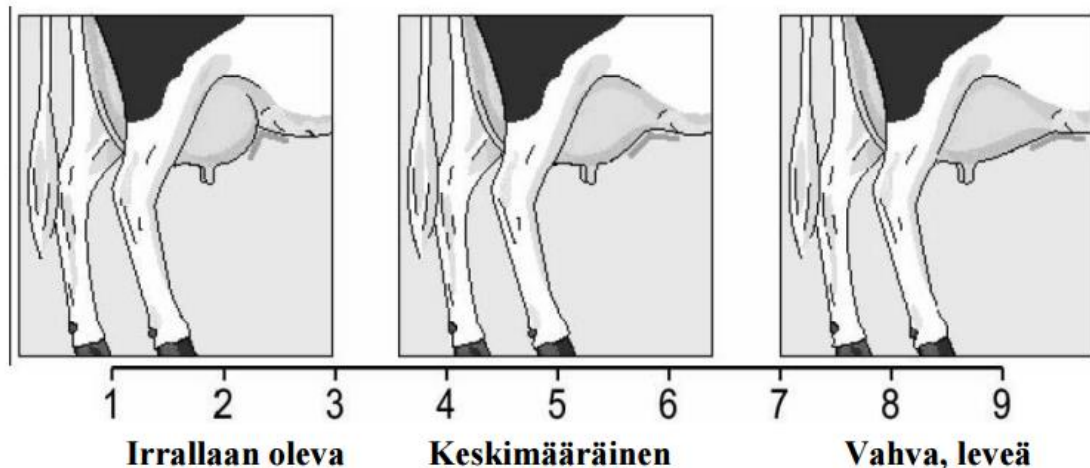
Rakennearvostelu perustuu eläimen rakennearvosteluhetken ulkomuotoon eli fenotyyppiin. Rakennearvostelussa ei huomioida sukulaisten tietoja eli perimää. Luokituspisteet lasketaan yksittäisten arvosteltujen ominaisuuksien eli lineaarisen rakennearvostelun perusteella. Saadut pisteet korjataan eläimen poikimakerran, poikimien, poikimisesta kuluneen ajan ja lypsystä kuluneen ajan suhteen. Korjauksessa jokainen arvosteltava eläin olisi neljä kuukautta sitten, 26kk ikäisenä poikunut ensikko, jonka viime lypsystä on kulunut aikaa seitsemän tuntia. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.)

Utarerakenneominaisuuksia arvostellaan lineaarisesti asteikolla 1-9. Useissa ominaisuuksissa optimipistearvo on 9, mutta joissakin ominaisuuksissa optimipistearvo sijoittuu noin puoleen väliin, kuten esimerkiksi vedinsijainnit. Optimipistearvot vaihtelevat hieman roduittain. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.)

4.4.1 Etukiinnitys

Utareen etukiinnitystä arvosteltaessa tarkastellaan utareen kiinnittymistä edestä ja sivuilta vatsanahkaan. Tavoitteena on utareen etuosan vahva ja kestävä kiinnittyminen. Optimipistearvon 9 saa laakautare. Tällöin etukiinnitys on lähes vaakasuora ja erittäin leveästi kiinnittynyt. Pistearvon 1 etukiinnitys on erittäin irrallinen ja kapea. Pistearvon 5 etukiinnityksessä etu-utare on 90 asteen kulmassa vatsan pohjaan nähden ja leveähkösti kiinnittynyt. Keskimääräistä paremmissa eli yli 5 pisteen etukiinnityksissä kiinnittymisen leveys vaikuttaa +/- 1 pistettä. Kuviossa 1 on esitetty etukiinnityksen lineaaristen pisteiden määräytyminen.

Etukiinnitys Ek (Fore udder attachment)

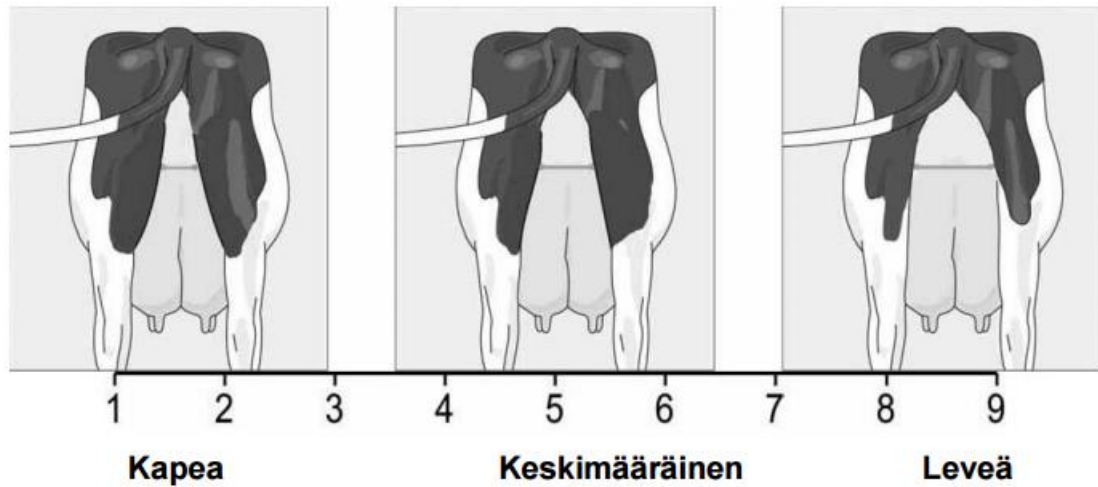


Kuvio 1. Etukiinnityksen lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.2 Takakiinnityksen leveys

Utareen takakiinnityksen leveys arvostellaan katsomalla sitä kohtaa, jossa utare kiinnittyy reiden sisäpintaan. Tavoitteena on kestävä ja leveästi kiinnittynyt takautare. Optimipistearvo on 9, jolloin takakiinnitys on koko utareen levyinen eli noin 22cm tai sen yli. Enintään 7cm leveän takakiinnityksen pistearvo on 1. Keskimääräisen eli pistearvon 5 takakiinnitys on 14-15cm leveä. Kuviossa 2 esitetään takakiinnityksen leveyden lineaarinen pisteytys kuvina.

Takakiinnityksen leveys TI (Rear udder width)

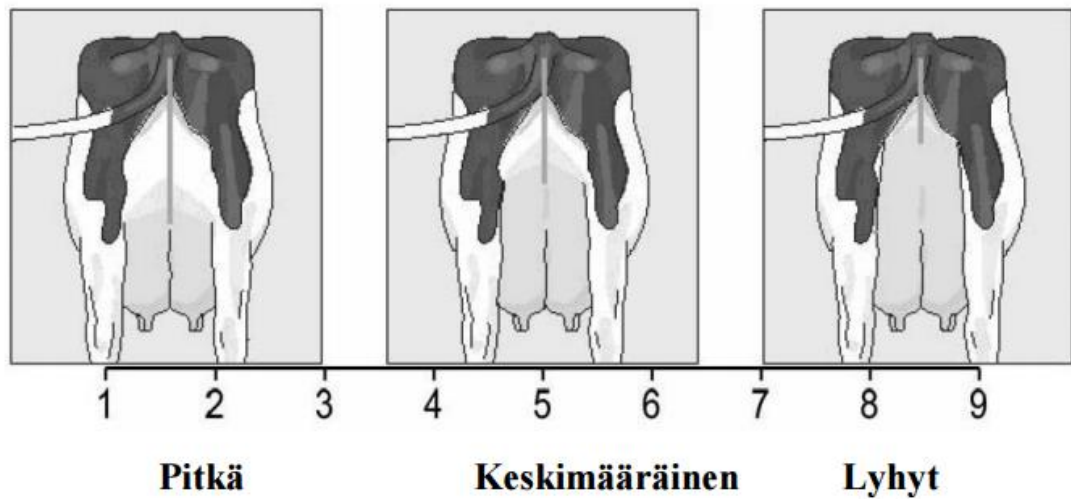


Kuvio 2. Takakiinnityksen leveyden lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.3 Takakiinnityksen korkeus

Utareen takakiinnityksen korkeutta arvostellaan vertaamalla, mihin kohtaan utarekudoksen alkamiskohta sijoittuu kintereiden ja peräluiden väliin. Tavoitteena on korkean kiinnityksen omaava utare. Optimipistearvo takakiinnityksen korkeudelle on 9, jolloin takakiinnityksen alkamiskohta on selvästi kintereen ja peräluiden puolivälin yläpuolella ja kiinnityksen korkeus on erittäin lyhyt. Pistearvon 5 utarekudoksen alkamiskohta on kintereiden ja peräluiden puolella välissä. Pistearvon 1 takakiinnitys alkaa selvästi puolivälin alapuolella ja on erittäin pitkä. Takakiinnityksen korkeuden lineaarinen pisteytys on esitetty kuviossa 3.

Takakiinnityksen korkeus Tk (Rear udder height)

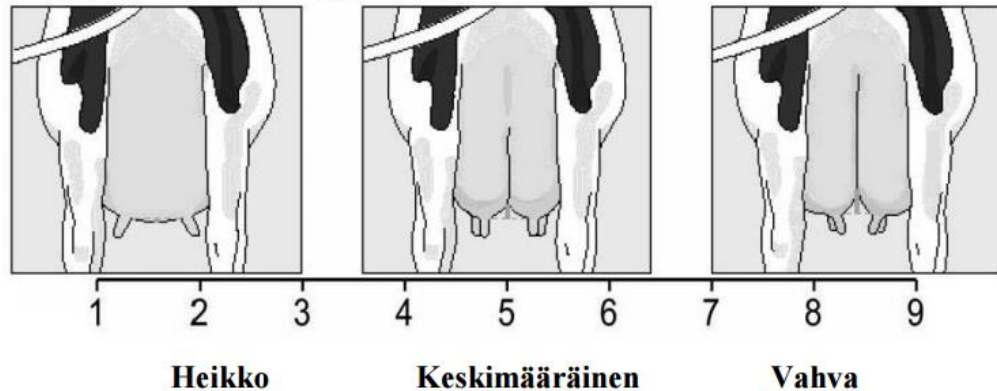


Kuvio 3. Takakiinnityksen korkeuden lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.4 Keskiside

Keskisidettä arvioidaan sen syvyyden ja voimakkuuden mukaan. Tavoitteena on voimakas ja syvä keskiside. Keskisiteen optimipistearvo on 9, jolloin takavetimien välissä on 7cm syvä vako. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.) Holsteinin optimipistearvo on 8 (Nordic Cattle Genetic Evaluation 2014). Pistearvon 2 utareen pohja on tasainen. 3-9 pistearvojen luokka väli on 1cm, esimerkiksi pistearvon 5 keskisiteen vaon syvyys on 3 cm. Pistearvon 1 utareen pohja on alaspäin pyöreä, jolloin keskiside on pettänyt. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.) Kuviossa 4 esitetään keskisiteen lineaarinen pisteytys kuvina.

Keskiside Ks (Central ligament)

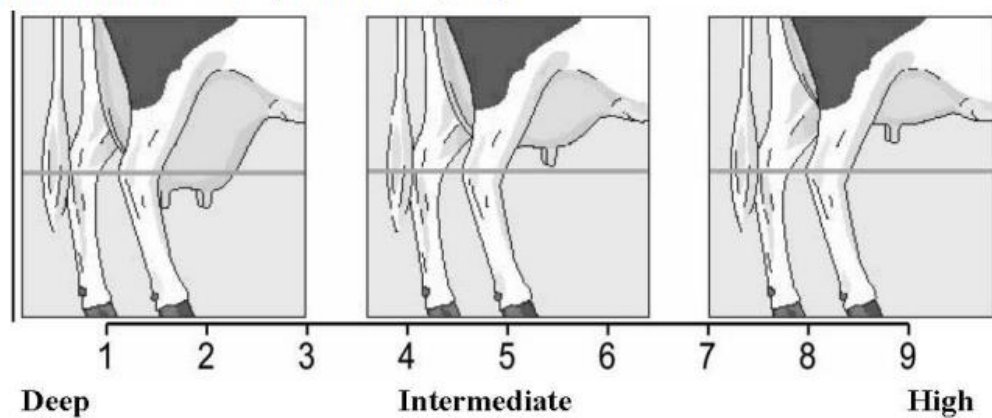


Kuvio 4. Keskisiteen lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.5 Utareen muoto

Utareen muotoa arvosteltaessa eläintä tarkastellaan sivusta. Tarkoituksena on verrata utareen pohjan matalimman kohdan sijoittumista kintereeseen nähden. Eturaskaiden utareiden arvostelu tehdään etuneljännesten mukaan. Tavoitteena on mahdollisimman korkealle sijoittunut utare, eli optimi on pistearvolla 9. Pistearvolla 9 utareen pohja on 18cm tai yli kintereen yläpuolella. Pistearvolla 3 utareen pohja on kintereen tasolla ja pistearvolla 1 utare on 6cm tai enemmän kintereen alapuolella. Pistearvojen luokkaväli on 3cm. Kuviossa 5 esitetään utareen muodon lineaarinen pisteytys kuvina.

Utareen muoto Mu (Udder depth)

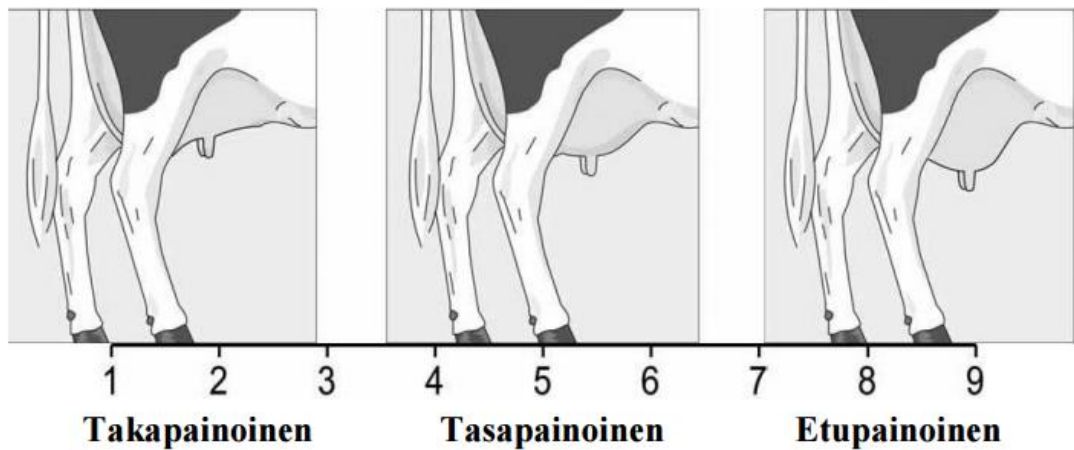


Kuvio 5. Utareen muodon lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.6 Utareen tasapaino

Utareen tasapainoa arvioitaessa verrataan etu- ja takaneljännesten keskinäistä tasapainoa. Arvostelu tehdään eläimen sivulta katsoen. Takaneljännesten alinta kohtaa verrataan siihen missä etuvetimet sijaitsevat etuneljänneksessä. Tavoitteena on tasapainoinen utare, jolloin optimipistearvo on 5. Pistearvon 1 utare on takapainoinen, jolloin takaneljännekset ovat vähintään 6cm etuneljänneksiä alempana. Pistearvon 9 utare on etupainoinen, jolloin etuvetimet ovat vähintään 6cm alempana kuin takavetimet. Pistearvojen luokkaväli on 1,5cm. Kuviossa 6 on esitetty tasapainon lineaarinen pisteytys kuvina.

Tasapaino Tp (Udder balance)



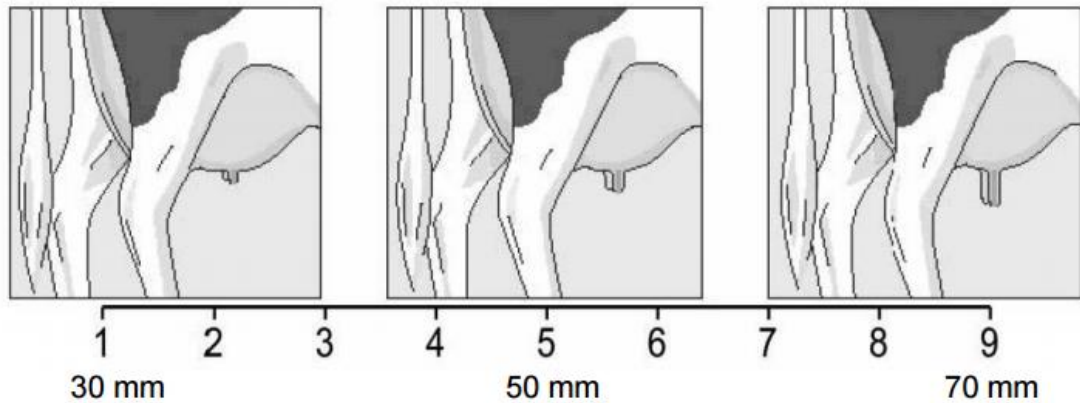
Kuvio 6. Tasapainon lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.7 Vedinten pituus

Vedinten pituuden arvostelussa arvioidaan etuvetimien pituutta vetimen juuresta vetimen päähän sen keskeltä katsottuna. Laajentuneita maitokammioita ei huomioida vetimien pituuteen. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.) Optimipistearvo vedinten pituudella on 5,5 eli 50-55mm. Punaisen Holsteinin optimipistearvo on 4,5 ja Suomenkarjan 5. (Nordic Cattle Genetic Evaluation 2014.) Vedinten pituuden pistearvon 1 saa 30mm pitkät vetimet. Jokaisen pistearvon luokkaväli on 5mm. Pistearvon 5 vetimet ovat 50mm pitkiä ja pistearvon 9 vetimet ovat 70mm pitkiä. (Lineaarinen

rakennearvostelu 2015.) Kuviossa 7 esitetään vedinten pituuden lineaarinen asteikko kuvina.

Vedinten pituus Epi (Teat length)

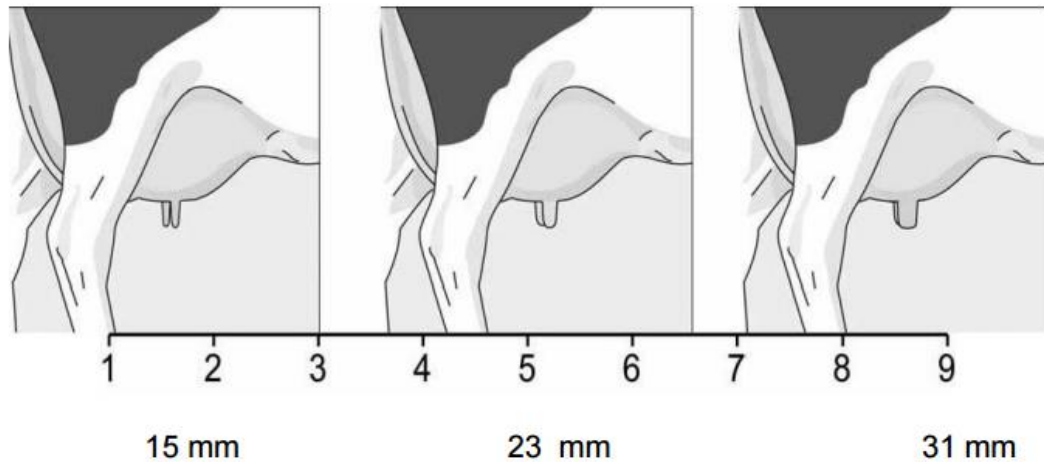


Kuvio 7. Vedinten pituuden lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.8 Vedinten paksuus

Vedinten paksuus arvostellaan arvioimalla etuvetimen leveys (halkaisija) vetimen keskeltä. Vedinten paksuuden optimi on pistearvo 6 eli 25mm. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.) Holsteinin ja Suomenkarjan optimipistearvo on 5 ja Punaisen Holsteinin 5,5 (Nordic Cattle Genetic Evaluation 2014). Vedinten paksuuden pistearvojen luokkaväli on 2mm. Pistearvon 1 vetimien paksuus on 14mm, pistearvon 5 paksuus on 23mm ja pistearvon 9 paksuus 31mm. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.) Kuviossa 8 on vedinten paksuuden lineaarinen pisteytys esitetty kuvina.

Vedinten paksuus Epa (teat thickness)

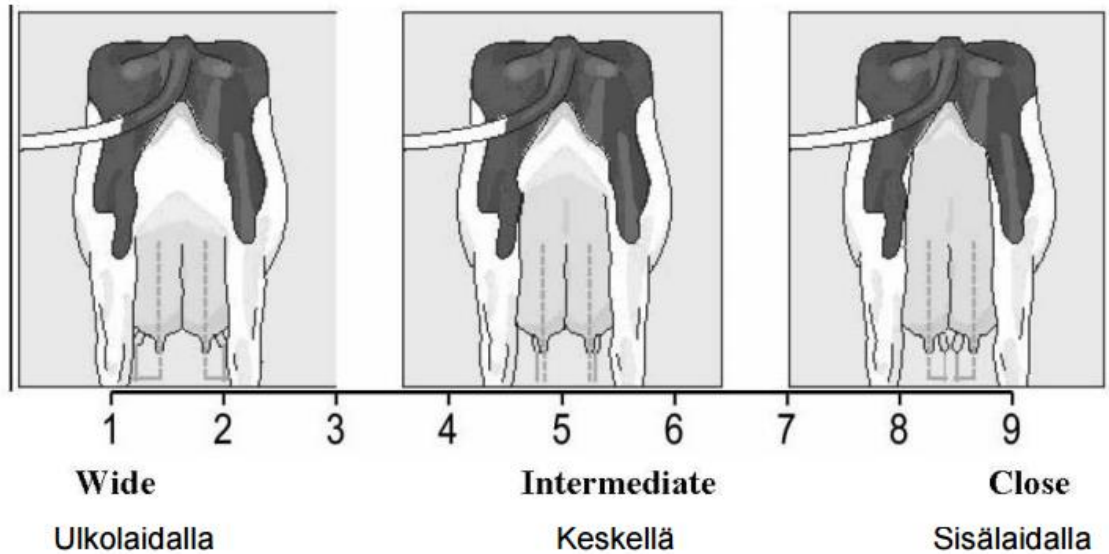


Kuvio 8. Vedinten paksuuden lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.9 Etuvedinten sijainti

Etuvetimien sijainti arvostellaan takaapäin katsomalla mihin kohtaan vetimet sijoittuvat neljänneksissä. Tavoitteena on vetimet, jotka sijaitsevat neljännesten sisälaidalla. Holsteinin ja punaisen rodun etuvetimien sijainnin optimipistearvo on 8. Jerseyllä optimipistearvo on 7,5 ja suomenkarjalla 6. Neljännesten ulkoreunalla sijaitsevat vetimet saavat pistearvon 1 ja keskellä sijaitsevat pistearvon 5. Neljännesten sisäreunalla sijaitsevat vetimet saavat pistearvon 9. Etuvedinten lineaarinen pisteytys on esitetty kuviossa 9 kuvina.

Etuvedinten sijainti Es (fore teat placement)

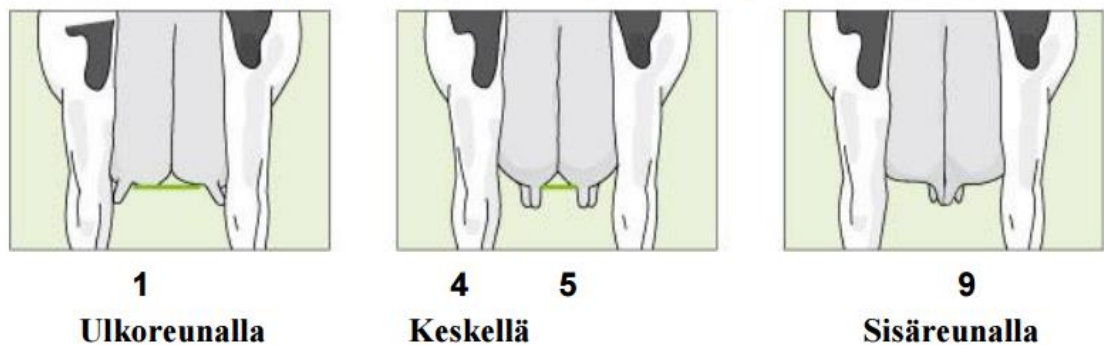


Kuvio 9. Etuvedinten sijainnin lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.10 Takavedinten sijainti

Takavetimet arvostellaan tarkastelemalla vetimien sijaintia eläimen takaa. Tavoitteena on keskellä neljänestä sijaitsevat vetimet. Takavetimien sijainnin optimi pistearvo on 5. Neljännesten ulkolaidalla sijaitsevat vetimet saavat pistearvon 1 ja keskellä olevat pistearvon 4. Neljännesten sisälaidalla sijaitsevat vetimet, jotka ovat kiinni toisissaan saavat pistearvon 9. Jos ne ovat ristikkäin, mutta eivät kuitenkaan sijaitse toisissaan kiinni, on pistearvo vähemmän kuin 9. Takavedinten lineaarinen pisteytys esitetään kuvina kuviossa 10.

Takavedinten sijainti Ts (rear teat placement)



Kuvio 10. Takavedinten sijainnin lineaariset pisteet (Lineaarinen rakennearvostelu 2015).

4.4.11 Utarehuomiot

Utarehuomioita annetaan rakennearvostelun yhteydessä, jos utareessa on nähtävillä jotakin selkeästi poikkeavaa. Utarehuomioita voi antaa korkeintaan kaksi, yhden tai kahden painolla. Huomioita ei ole tarkoitettu annettavaksi jokaiselle lehmälle. Vain, jos utareessa on jotain selvästi positiivista tai negatiivista huomioitavaa. Positiivisia huomioita ovat hyvä utarekudos, keskisiteessä oleva poikimisen jälkeinen turvotus ja hyvänmallinen utare. Negatiivisia huomioita ovat pieni etu- tai takautare, pussiutare, pallomainen etu- tai takautare, epäsymmetrinen utare, lihasutare, lohkoutare, takavetimet ovat ristissä, vetimien asento poikkeava, etu- ja takavetimet lähekkäin, eripituiset etu- ja takavetimet, laajentuneet maitokammiot, vetimien muoto poikkeava, takavetimet kaukana takana, lisävetimiä ja muu utarehuomio. Muu utarehuomio-termiä käytetään, jos listalla ei ole tarkoitukseen sopivaa termiä. (Lineaarinen rakennearvostelu 2015.)

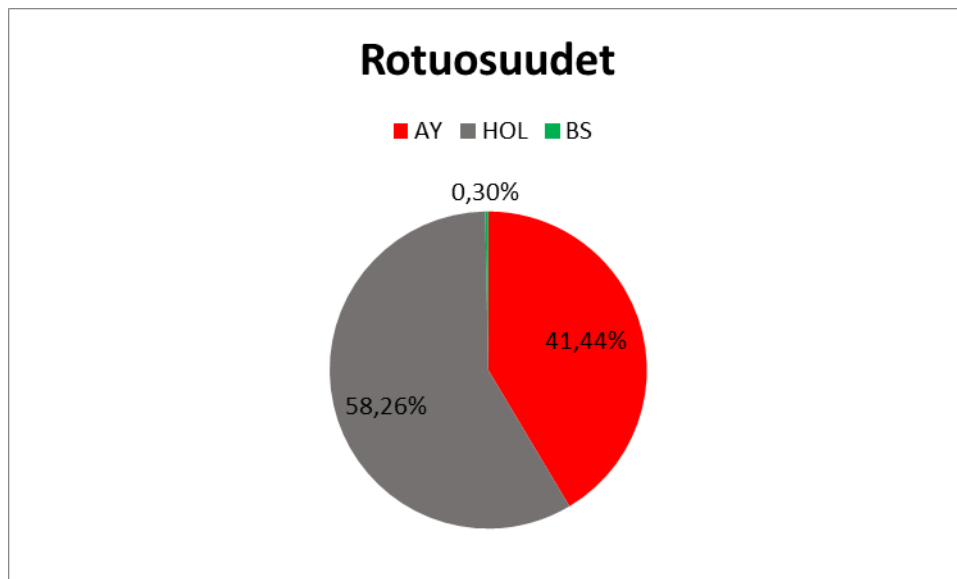
5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää utarerakenteen vaikutusta lypsyrobotin esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen, näihin kuluvaan aikaan sekä näiden vaikutusta lypsyrobotin kapasiteettiin. Tutkimuksessa olivat mukana Suomessa yleisimmin käytössä olevat lypsyrobotit, DeLaval ja Lely. Robottimerkit pidettiin erillään tulosten analysoinnissa, koska niiden kiinnitys- ja vedinpesutavat poikkeavat merkittävästi toisistaan. Samalla oli mahdollista arvioida utarerakenteen ongelmakohtia lypsyrobottimerkeittäin.

5.1 Tutkimustilat

Tutkimuksessa oli mukana neljä Etelä-Pohjanmaan alueella sijaitsevaa lypsykarjatilaa. DeLavalin tutkimusaineisto kerättiin kolmelta yhden lypsyrobotin tilalta ja Lelyn yhdeltä neljän lypsyrobotin tilalta. Jokaisella tilalla on investoitu lähivuosina lypsyrobotteihin. DeLavalin lypsyrobotit on hankittu vuosina 2012 ja 2015 ja Lelyn lypsyrobotit vuosina 2013, 2014 ja 2015.

Tutkimustiloja valittaessa yksi valintaan vaikuttavista tekijöistä oli eläinaineksen hajoonta, jotta tutkimukseen saataisiin mukaan myös utarerakenneominaisuuksien hajoannon ääripäitä. Hiljattain investoineet tilat ovat joutuneet hankkimaan uutta eläinainesta, jolloin eläinaines ei ole vielä ehtinyt valikoitua robottilypsyyn hyvin soveltuvaksi. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 333 eläintä, joista 138 oli Ayrshireä, 194 Holsteinia ja yksi Brown Swiss. Prosentuaalinen jakauma esitetään kuviossa 11. Lelyn aineistossa on mukana 176 eläintä ja DeLavalin aineistossa 157 eläintä.



Kuvio 11. Tutkimuksessa mukana olleiden eläinten rotujakauma.

Tutkimustiloilla käynnin yhteydessä selvitettiin mm. kuinka usein lypsyrobottia pestään sekä huolletaan ja poistetaanko lehmien utarekarvoja. Rakennearvostelun yhteydessä tehtiin silmämääräinen arviointi eläinten ja utareiden sekä lypsävien tilojen siisteydestä. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös muita robotin toimintaan liittyviä asioita, kuten huoltoja, pesuja ja työrutiineja.

Jokaisella tilalla tehtiin robotin huolto 3 kertaa vuodessa. Kameran laserin linssi puhdistetaan 2-4 kertaa vuorokaudessa pesuaineella. Käsivarsi ja letkut puhdistetaan tiloilla päivittäin. Suurempia pesuja tehtiin viikon tai kahden välein. Pesujen laajuus vaihteli tiloittain. Kaikilla DeLavalin tiloilla oli säädetty robotin käsivarren kulmaa, jotta epätäydelliset lypsyt vähenisivät.

Lelyn tilalla ja kahdella DeLavalin tilalla käytettiin hyvin turvetta kuivikkeena. Yksi DeLavalin tila ei käyttänyt kuivikkeita lainkaan. Parret olivat kaikilla tiloilla kuivat ja puhtaat. Kaikilla tiloilla oli ritiläpalkit käytävillä, joita puhdistaa lantarobotti. Yleisesti tiloilla utarekarvat poistettiin rutiinilyönä 2-3 kertaa vuodessa. Yksi tila kertoi poistavansa utarekarvat vain tarvittaessa.

Tilakäyntien yhteydessä kysyttiin karsittujen eläinten määrästä. Lelyn tila kertoi karsineensa yhden ensikon utarerakenteen vuoksi. Yksi DeLavalin tila vastasi karsivansa helposti eläimiä. Kaksi DeLavalin tilaa ei ole vielä karsinut eläimiä, koska ta-

voiteltu eläinmäärä ei ole tullut täyteen. Epätäydellisiä lypsyjä tiloilla seurataan päivittäin. Eläimiä haettiin lypsylle siten, että vuorokaudessa niille tulee vähintään yksi onnistunut lypsy. Suurimaitoisia haettiin lypsylle helpommin. Lisäksi selvitettiin löytyykö tilalta kiinnityksessä avustettavia eläimiä. DeLavalin tiloilla oli muutamia utarerakenteen vuoksi kiinnityksessä avustettavia eläimiä. Tämä on huomioitu tuloksia tarkasteltaessa.

5.2 Tutkimusaineiston keräys

Tutkimusaineiston keräys suoritettiin rakennearvostelemalla eläinten utarerakenteet lineaarisen rakennearvostelun mukaan ja yhdistämällä saadut tulokset lypsyroboteilta saatuihin tietoihin. Rakennearvostelun pisteet arvioitiin pääsääntöisesti silmämääräisesti. Takakiinnityksen leveys mitattiin. Utaretulehdustartuntariskin ja työturvallisuuden vuoksi vedinten pituutta ja paksuutta ei mitattu mittanauhalla. Rakennearvostelun tuloksia ei korjattu, vaan ne vastasivat sen hetkistä utareen ulkoasua, jonka mukaan lypsyrobotitkin kiinnittivät.

Lypsyroboteilta kerättiin Excel-pohjaiset raportit. Raportit sisälsivät rakennearvostelua edeltäneen seitsemän vuorokauden lypsytapahtumatiedot. DeLavalin raportin pystyimme luomaan itse ja siirtämään sen tilojen välillä. Lelyn raportti tehtiin NHK-Keskuksen tilaneuvonnan toimesta.

Tutkimuksesta rajattiin pois potkivat eläimet, jotka häiritsevät robotin toimintaa. Tällöin utarerakenne on lähes ainoa tekijä, joka vaikuttaa lypsyrobotin esikäsittely- ja kiinnitysaikaan sekä sen onnistumiseen. Ulkopuolelle jätettiin myös alle kaksi viikkoa sitten poikineet eläimet, koska niille ei ole vielä ehtinyt kertyä robotin raporteihin riittävästi luotettavaa tietoa esikäsittelyn ja kiinnityksen nopeudesta sekä onnistumisesta.

5.3 Tutkimusaineiston käsittely

Rakennearvostelunaineisto ja raporttien sisältämät tiedot käsiteltiin Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelman avulla. Tulosten analysoinnissa käytettiin Microsoft Excelin funktioita. Esikäsitteily- ja kiinnitysajan sekä epätäydellisten lypsyjen analysoinnissa käytettiin KESKIARVO.JOS- funktiota, joka laskee keskiarvon ryhmästä, jos eläimet ovat saaneet rakennearvostelutulokseksi tietyn pistearvon tietyllä ominaisuudella.

Jotkut ominaisuudet ovat riippuvaisia toisen ominaisuuden pistearvoista. Tätä tarkasteltiin tutkimuksessa korrelaatiokertoimen avulla. Korrelaatioita tarkasteltiin aineiston lehmien osalta ja työkaluna käytettiin Microsoft Excelin KORRELAATIO-funktiota. Korrelaatiokertoimen ollessa 1, ominaisuudet seuraavat täysin toisiaan ja korrelaatiokertoimen ollessa -1, niillä on vastakkaisia korrelaatioita. Korrelaatiokertoimen ollessa nolla ominaisuudet eivät korreloi ollenkaan keskenään. (Korrelaatio ja riippuvuusluvut, [viitattu 9.5.2016].)

Lelyn raporteista kerättiin vedinten pesu- ja kiinnitysajat. Nämä ajat yhdistettiin ja tätä summaa käytettiin tutkimustulosten analysoinnissa. Näin saatiin tarkkaa tietoa siitä, kuinka kauan lypsyrobotilla menee vedinten puhdistuksesta siihen, että kaikki lypsimet ovat kiinnitettynä. DeLavalin raporteista ei ollut mahdollista saada selkeää tietoa siitä, kuinka kauan vedinten esikäsitteilyyn ja lypsinten kiinnitykseen kuluu aikaa. Aika laskettiin kaavalla: kokonaisuasema-aika – lypsyyn kulunut aika, eli asema-aika – (maitomäärä/virtauksella). Tällä tavoin saatu aika ei kuitenkaan täysin kuvaa oikeaa esikäsitteily- ja kiinnitysaikaa, koska ajassa on mukana myös vedinsprayn suihkuttamiseen kulunut aika. Lisäksi poikkeavuutta todelliseen aikaan aiheuttaa neljännesten välinen vaihtelu lypsyajankestossa, eli neljänneskohtainen vaihtelu maitomäärässä sekä virtauksessa, ja lypsinten kiinnittämiseen kulunut aika.

DeLavalin tulosten tukena käytettiin raporteista saatua toimintaindeksiä. Toimintaindeksi kuvaa kiinnityksen onnistumista. Indeksiksi on 100, kun keskimäärin yhden lypsimen kiinnitykseen kuluu aikaa 15 sekuntia. Epätäydellisessä lypsyssä kiinnitysaikaan lisätään 60 sekuntia, jolloin toimintaindeksi laskee huomattavasti. (Kasurinen 2016.) Toimintaindeksi on hyvä työkalu eläinten välisiä eroja tarkasteltaessa, koska

siinä on mukana sekä kiinnitysaika että epätäydellisten lypsyjen määrä. Tutkimuksessa kiinnitys- ja pesuaika sekä epätäydellisten lypsyjen määrä seurasivat hyvin toimintaindeksiä. Kiinnitysajan ja epätäydellisten lypsyjen määrän laskiessa toimintaindeksi nousi. Näiden havaintojen perusteella DeLavalin tuloksia voidaan pitää hyvin suuntaa-antavina. Toimintaindeksi jätettiin pois tuloksista tulosten selkeyttämiseksi.

5.4 Aineiston luotettavuus

Rakennearvostelut suoritimme itse. Tällöin tulokset saatiin ajoittumaan lypsyrobo-
teilta kerätyn aineiston kanssa samaan ajankohtaan. Rakennearvosteluun saimme kolmen tunnin perehdytyksen opettajalta, joka on toiminut itse rakennearvostelijana. Rakennearvostelun pisteitä myös verrattiin yhdellä tutkimukseen kuuluneella tilalla Faban asiantuntijan edellisellä viikolla antamiin pisteisiin. Vertailussa oli mukana 12 eläintä. Nämä eläimet olivat kantakirjattavia ja kuuluvat karjan parhaimmiston joukkoon. Taulukossa 3 on esitetty miten pisteet vaihtelivat.

Taulukko 3. Rakennearvostelutulosten vertailu asiantuntijan pisteisiin.

	0	+/-1	+/-2	+/-3	+/-4
Etukiinnitys	9 %	82 %	100 %	100 %	100 %
Takakiinnityksen leveys	36 %	55 %	82 %	82 %	100 %
Takakiinnityksen korkeus	18 %	82 %	100 %	100 %	100 %
Keskiside	55 %	82 %	91 %	91 %	100 %
Muoto	36 %	73 %	100 %	100 %	100 %
Tasapaino	36 %	91 %	91 %	100 %	100 %
Vedinten pituus	36 %	55 %	100 %	100 %	100 %
Vedinten paksuus	27 %	55 %	82 %	91 %	100 %
Etuviedinten sijainti	45 %	64 %	82 %	100 %	100 %
Takavedinten sijainti	18 %	73 %	100 %	100 %	100 %
	32 %	71 %	93 %	96 %	100 %

Ruudut on merkattu taulukkoon vihreällä värillä, kun kaikki pisteet vastaavat hajontaa. Punainen väri kertoo, että alle 50 % pisteistä ovat asteikolla. Keltainen väri kertoo, kun pisteistä yli 75 % on asteikolla. Itse annetuista pisteistä 32 % vastasivat asiantuntijan antamiin pisteisiin. Kaikki pisteet annettiin neljän pisteen tarkkuudella.

71 % annetuista pisteistä vastasivat yhden pisteen tarkkuudella asiantuntijan pisteitä. Pisteiden vaihtelevuuden vertailu suoritettiin ennen, kuin rakennearvostelut tehtiin kolmella muulla tilalla. Tällöin ei nähty tarpeelliseksi muuttaa arvosteluasteikkoa ja pisteitä. Rakennearvostelun ajankohta vaikuttaa olennaisesti siihen, miltä eläin näyttää arvosteluhetkellä. Tämä näkyy etenkin ominaisuuksissa, joissa hajonnat ovat suuria. Lisäksi jotkut ominaisuudet ovat vaikeasti arvioitavissa ilman tarkkaa mittausta, kuten vedinten paksuus. Lypsyrobottikarjoissa on aina maidosta täydempiä ja tyhjempiä utareita, mikä vaikuttaa eläinten utareiden sen hetkiseen ulkoasuun.

Rakennearvostelun luotettavuutta selvitettiin myös vertailemalla kaikkien tutkimukseen osallistuneiden eläinten keskimääräistä tulosta roduittain maan populaation keskiarvoon nähden. Populaation keskiarvon pistearvot on korjattu mm. poikimakerän ja ympäristötekijöiden vaikutusten mukaan (Aro ym. 2012, 65). Tutkimuksen tuloksia ei ole korjattu, vaan ne vastaavat arvosteluajankohdan fenotyyppi-arvoja. Taulukossa 4 on esitetty, kuinka tutkimukseen kuuluneiden Ayrshire ja Holstein eläinten pisteet vastasivat populaation keskimääräisiä pisteitä. Ayrshireiden suurimmat vaihtelut löytyivät etukiinnityksen, muodon ja takakiinnityksen korkeuden pisteissä. Holsteineilla suurimmat erot löytyivät muodosta. Muuten tulokset vastasivat hyvin keskiarvoeläintä.

Taulukko 4. Rakennearvostelun tulosten vertailu populaatioon nähden (WwwSonni, [viitattu 1.4.2016]).

	AY			HOL		
	Tutkimus	Rodun kes	Ero	Tutkimus	Rodun kes	Ero
Määrä	138,0			194,0		
Etukiinnitys	4,5	5,7	-1,2	5,3	5,7	-0,4
Takakiinnityksen leveys	4,6	5,1	-0,5	5,3	5,7	-0,4
Takakiinnityksen korkeus	4,3	5,7	-1,4	5,6	6,4	-0,8
Keskiside	5,2	5,3	-0,1	5,9	5,6	0,3
Muoto	3,7	5,7	-2,0	4,9	6,6	-1,7
Tasapaino	4,3	4,8	-0,5	5,0	5,3	-0,3
Vedinten pituus	4,2	4,5	-0,3	5,1	5,3	-0,2
Vedinten paksuus	4,8	4,8	0,0	5,0	4,9	0,1
Etuviedinten sijainti	4,6	4,8	-0,2	5,0	5,3	-0,3
Takavedinten sijainti	5,7	6,2	-0,5	6,2	6,6	-0,4

5.5 Tulosten tulkitseminen

Tulokset on koostettu siten, mitä eläinten tulokset ovat keskimäärin ominaisuuden pistearvolla. Epätäydellisten määrää kuvataan sillä, montako lypsyä epäonnistuu prosentteina. Esikäsitely- ja kiinnitysaika ilmaistaan minuutteina kuinka kauan esikäsitelyyn ja kiinnitykseen kuluu aikaa yhteensä. DeLavalin esikäsitely- ja kiinnitysaika on laskennallinen. Tutkimustuloksissa kiinnityksestä puhuttaessa, tarkoitetaan sillä sekä esikäsitelyä että kiinnitystä ja vastaavasti kiinnitysaikalla sekä esikäsitely- että kiinnitysaikaa.

DeLavalin tuloksien kuvioissa käytetään kiinnitys- ja esikäsitelyajassa asteikkoa 2,5–7,5 minuuttia ja epätäydellisissä lypsyissä asteikkoa 0-50 prosenttia. Lelyn asteikko on matalampi. Esikäsitely- ja kiinnitysaika-asteikko on 1-2 minuuttia ja epätäydellisten lypsyjen 0-20 prosenttia.

Rakennearvostelupisteet jakoutuivat tuloksissa lähelle keskiarvopisteitä. Ääripäitä oli huomattavasti vähemmän, mikä laskee tutkimuksen luotettavuutta ääripään pisteiden osalta. Tuloksia kertyi kuitenkin riittävästi, jotta niiden pohjalta voidaan tehdä johtopäätöksiä. Pisteiden jakaumaa käsitellään muun analysoinnin ohessa ominaisuuksittain. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että eläimellä saattaa olla muita kiinnitystä haittaavia ominaisuuksia, mikä osaltaan vääristää tuloksia.

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Utarerakenneominaisuuksien väliset korrelaatiot

Utarerakenneominaisuuksien väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 5. Korrelaatiot perustuvat tutkimuksen aineiston fenotyyppiin. Korkeimmat korrelaatiot on merkattu taulukkoon vihreällä värillä ja vähäiset korrelaatiot punaisella. Keltainen väri kertoo ominaisuuksien korreloivan hieman keskenään. Korrelaatiot voivat olla myös negatiivisia. Esimerkiksi muodon ja vedinten paksuuden välillä on hieman negatiivisia korrelaatioita. Matalan utaremuodon eläimillä esiintyi usein paksuja vetimiä.

Taulukko 5. Ominaisuuksien väliset korrelaatiot.

Korrelaatiot	Etukiinnitys	Takakiin. Lev.	Takakiin. Kork.	Keskiside	Muoto	Tasapaino	Ved. Pituus	Ved. Paksuus	Etued. Sij.	Takaved. Sij.
Etukiinnitys	1									
Takakiinnityksen leveys	0,27	1								
Takakiinnityksen korkeus	0,28	0,52	1							
Keskiside	0,04	0,17	0,28	1						
Muoto	0,56	0,09	0,40	0,18	1					
Tasapaino	0,31	0,15	0,30	0,10	0,36	1				
Vedinten pituus	-0,16	0,09	0,08	0,09	-0,13	-0,01	1			
Vedinten paksuus	-0,18	0,15	0,10	-0,03	-0,27	0,08	0,49	1		
Etuedinten sijainti	0,28	0,16	0,14	0,22	0,36	0,27	-0,07	-0,13	1	
Takavedinten sijainti	0,19	0,14	0,25	0,44	0,29	0,27	-0,11	-0,14	0,52	1

Etukiinnityksen havaittiin korreloivan muodon, tasapainon ja etuedinten sijainnin kanssa. Heikko etukiinnitys saattaa madaltaa utareta ja samalla loitontaa etuvetimiä. Takakiinnityksen korkeuden ja leveyden kanssa havaittiin myös keskinäisiä sidoksia. Usein vahvan etukiinnityksen omaavalla eläimellä on myös vahva takakiinnitys.

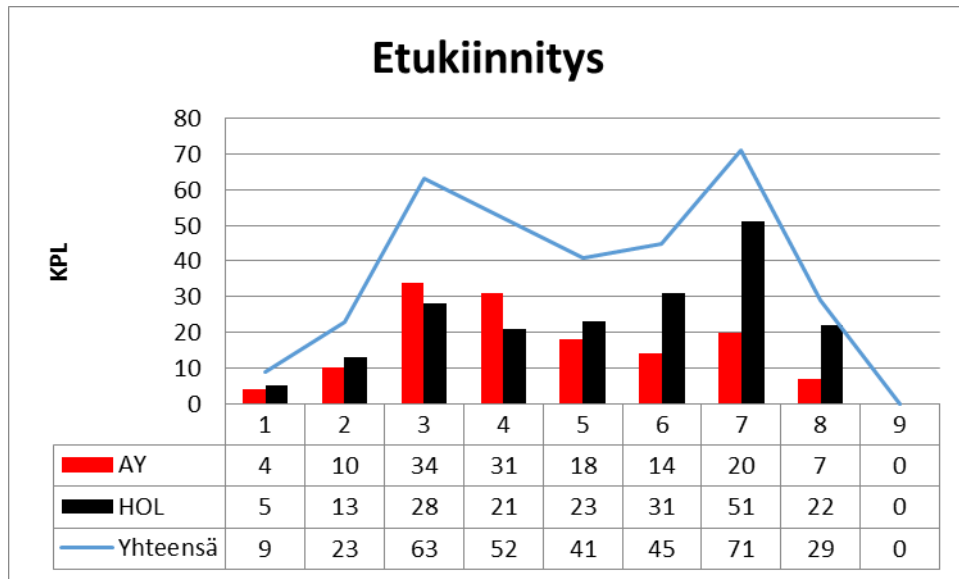
Takakiinnityksen leveyden korrelaatio takakiinnityksen korkeuteen on merkittävä. Takakiinnityksen korkeus vaikuttaa tasapainoon ja muotoon. Matalalle kiinnittynyt takakiinnitys saattaa tehdä utareesta takapainoisen ja alentaa muotoa. Takakiinnityksen korkeuden ja leveyden merkitys korostuu tätä kautta kiinnityksen onnistumi-

seen. Korrelaatioita takakiinnityksen korkeuden kanssa havaittiin myös keskisiteessä ja takavetimien sijainnissa. Matalalle kiinnittyneen takakiinnityksen eläimellä on usein myös heikko keskiside, joka loitontaa vetimiä.

Utareen tasapainon havaittiin korreloivan etukiinnityksen, takakiinnityksen korkeuden sekä muodon kanssa. Heikko etu- tai takakiinnitys voi tehdä utareesta etu- tai takapainoisen, mikä alentaa utareen muotoa. Tasapainolla havaittiin olevan yhteyttä vedinsijainteihin. Takavetimien sijainti korreloi voimakkaasti etuvetimien sijainnin kanssa. Takavetimien ollessa lähekkäin myös etuvetimet ovat usein lähekkäin. Vedinsijainnit ovat voimakkaasti yhteydessä keskisiteen vahvuuteen. Vahva keskiside saattaa lähentää vetimiä toisiinsa. Heikko keskiside vastaavasti loitontaa vetimiä. Vedinten paksuuden ja pituuden todettiin seuraavan toisiaan. Usein, jos vetimet ovat paksut, ne ovat myös pitkät ja päinvastoin. Muita merkittäviä korrelaatioita ei tutkimuksessa havaittu.

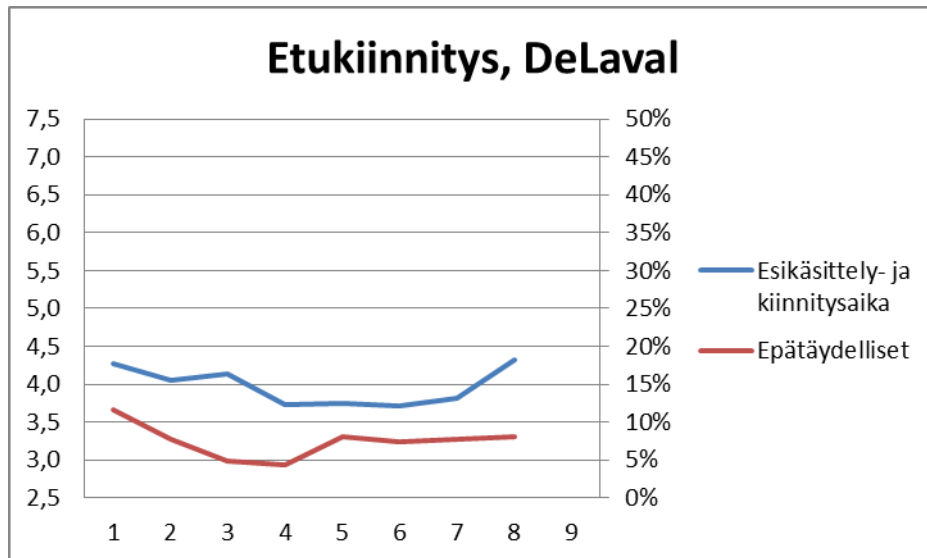
6.2 Etukiinnitys

Kuviossa 12 esitetään etukiinnityksen pisteiden jakaumaa roduittain. Parhaimmista etukiinnityksistä suurin osa oli Holsteineilla. Ayrshireiden etukiinnitykset taas jakautuivat hieman heikoimmille pisteille. Matalimmat pisteet jakautuivat tasaisesti kummallekin rodulle. Keskimääräisiä pisteitä tutkimuksessa oli vähemmän, kuin sen molemmille puolille jakautuneita pisteitä. Optimipistearvon eläimiä ei aineistossa ollut mukana.



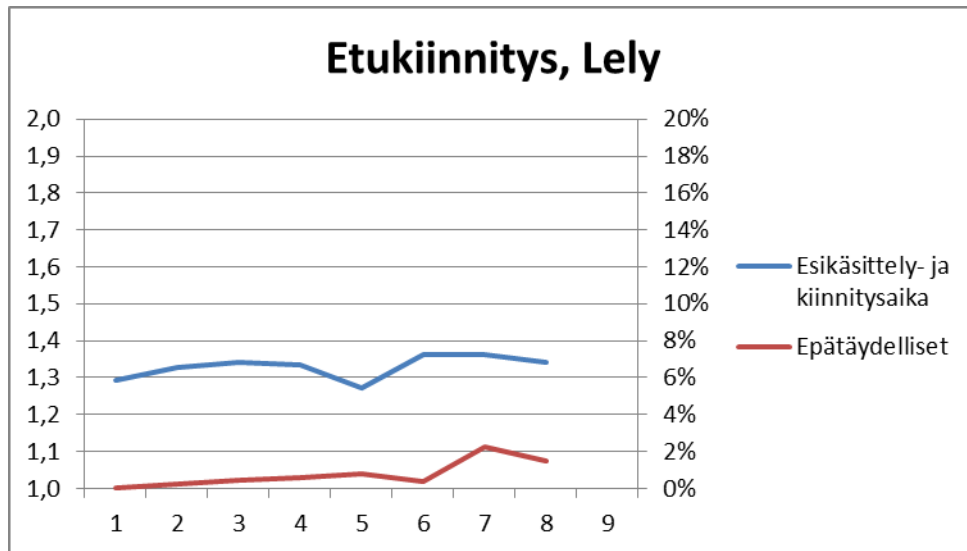
Kuvio 12. Etukiinnityksen pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 13 on esitetty DeLavalin kiinnitysnopeus minuutteina ja epätäydellisten lypsyjen määrä prosentteina etukiinnityksen pisteissä. Etukiinnityksen ei havaittu vaikuttavan suuresti lypsyrobotin toimintaan. Keskimääräisellä etukiinnityksellä robotti pystyy toimimaan tehokkaimmin. Ääripäät hidastavat vedinten pesua ja lypsinten kiinnittämistä. Kiinnitys on nopeimmillaan pistearvolla kuusi ja hitaimmillaan pistearvolla kahdeksan. Nopeimmalla ja hitaimmalla ryhmällä vaihtelua on 37 sekuntia. Hyvin vahva tai hyvin heikko etukiinnitys lisää kiinnitysaikaa. Heikko etukiinnitys nostaa epätäydellisten lypsyjen määrää. Vähiten epäonnistuneita lypsyjä on pistearvolla neljä ja eniten pistearvolla yksi. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 7,3 %.



Kuvio 13. Etukiinnityksen vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 14 esitetään, miten etukiinnitys vaikuttaa Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista ei käy ilmi, että etukiinnitys vaikuttaisi kyseisen robottimerkin toimintaan. Keskimääräisen etukiinnityksen havaittiin mahdollistavan Lelylle nopeimman kiinnityksen. Keskimääräistä heikommalla etukiinnityksellä Lelyn robotti toimii paremmin kuin keskimääräistä paremmalla. Hitaimmin kiinnitys tapahtuu pistearvolla kuusi ja nopeinten pistearvolla viisi. Vertailtaessa nopeimman ja hitaimman kiinnityksen ryhmää vaihtelu on 5,4 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa mitä vahvempi etukiinnitys on. Eniten epätäydellisiä lypsyjä tapahtui pistearvolla seitsemän ja vähiten pistearvolla yksi. Epätäydellisillä lypsyillä vaihtelu on 2,27 %.

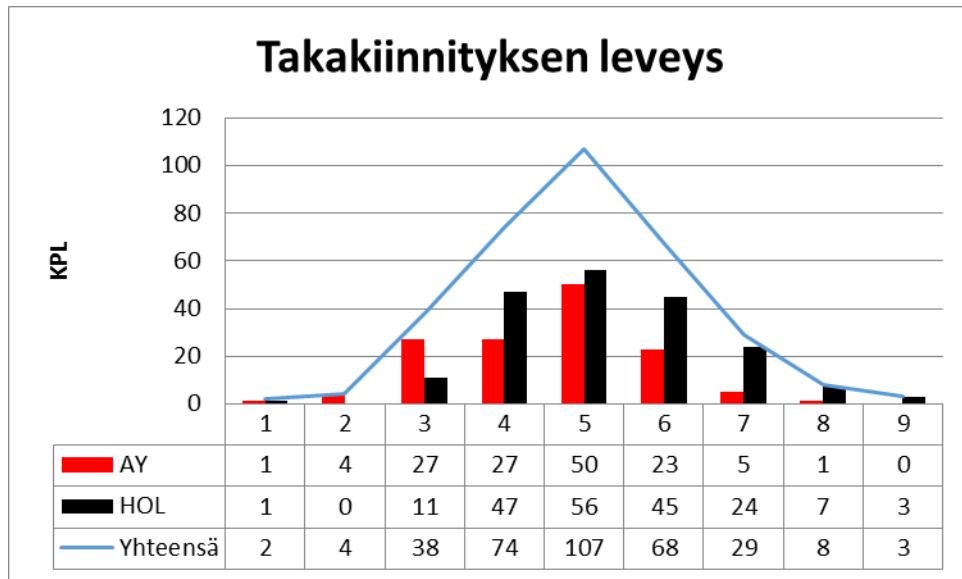


Kuvio 14. Etukiinnityksen vaikutus Lelyn toimintaan.

Etukiinnityksen suoraa vaikutusta lypsyn onnistumiseen ei tutkimuksessa havaittu. Etukiinnitys kuitenkin vaikuttaa moneen lypsyn onnistumisen kanssa yhteydessä olevaan ominaisuuteen tukien niitä.

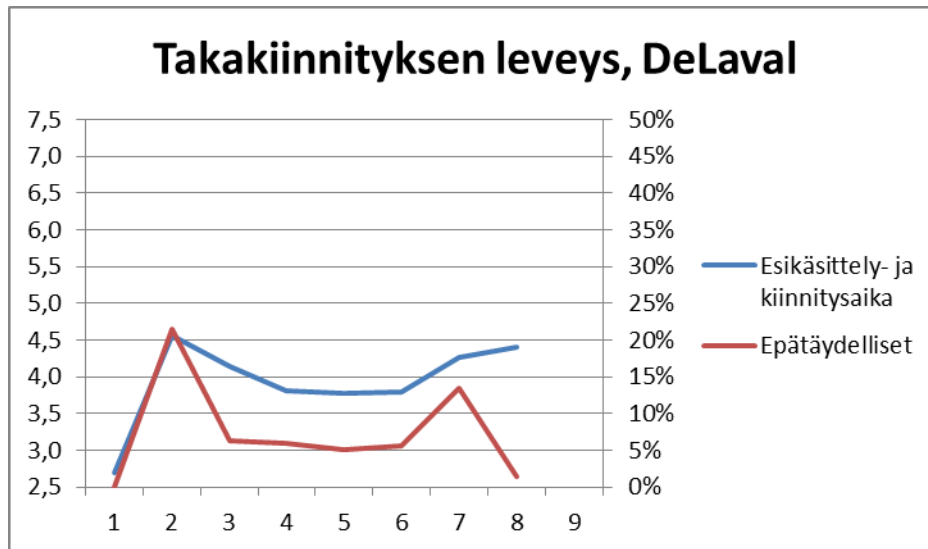
6.3 Takakiinnityksen leveys

Kuviossa 15 esitetään rakennearvostelun tuloksien jakautuminen roduittain takakiinnityksen korkeuden osalta. Tulokset jakoutuivat tasaisesti keskimääräiseen ja sen molemmille puolille. Holsteinien tulokset jakoutuivat enemmän leveään takakiinnitykseen, Ayrshireiden takakiinnitysten ollessa kapeampia. Molemmilla roduilla esiintyi myös ääripään eläimiä. Optimipistearvon sai kolme Holstein-rotuista eläintä.



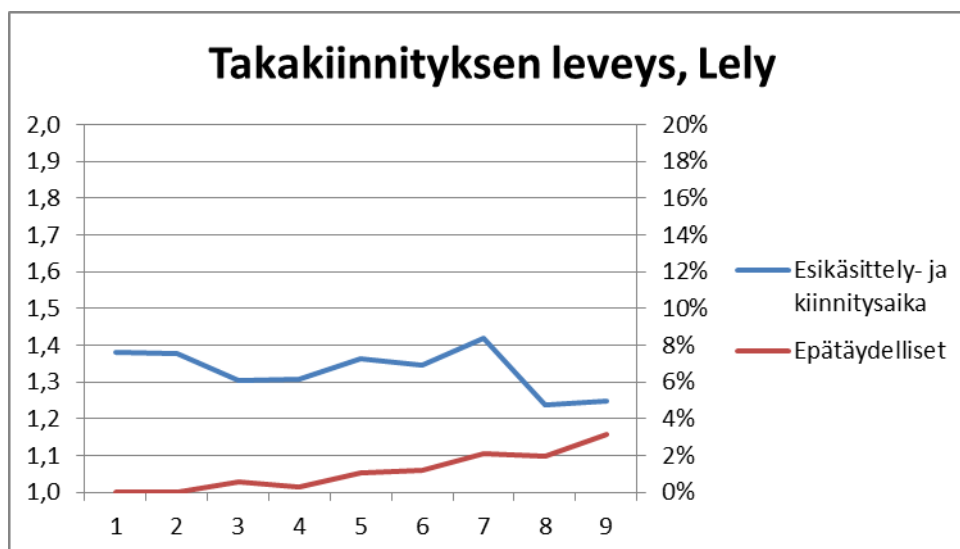
Kuvio 15. Takakiinnityksen leveyden pisteiden jakauma roduittain.

Kuviossa 16 esitetään, miten takakiinnityksen korkeus vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tulosten perusteella takakiinnityksen leveys ei suoraan vaikuta DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Keskimääräisellä takakiinnityksen leveydellä lypsyrobotti suoriutuu työstään parhaiten. Kiinnitys kestää kauiten pistearvolla kaksi ja on nopein pistearvolla yksi. Kiinnitysnopeuden vaihtelu pistearvojen välillä on yksi minuutti ja 52 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa pisteillä kaksi ja seitsemän. Eniten epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu pistearvolla kaksi ja vähiten pistearvolla yksi. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 21,6 %. Tulosten välinen vaihtelu on suurta. Tähän vaikuttaa pistearvojen ääripäiden eläimien vähäinen määrä.



Kuvio 16. Takakiinnityksen leveyden vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 17 esitetään, kuinka takakiinnityksen leveys vaikuttaa Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tulosten perusteella ei käy ilmi takakiinnityksen leveydellä olevan vaikutusta lypsyn sujumiseen. Nopeimmat kiinnitysajat ja matalimmat epätäydellisten lypsyjen määrät olivat hieman keskimääräistä kapeamman takakiinnityksen eläimillä. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvoi mitä leveämpi takakiinnitys oli. Samalla kuitenkin kiinnitysaika laski. Kiinnitysaika oli lyhin pistearvolla kahdeksan ja pisin pistearvolla seitsemän. Vaihtelu nopeimman ja hitaimman pistearvon välillä on n. 11 sekuntia. Epätäydellisiä lypsyjä tapahtui vähiten pistearvolla yksi ja eniten pistearvolla yhdeksän. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 3,15 %.

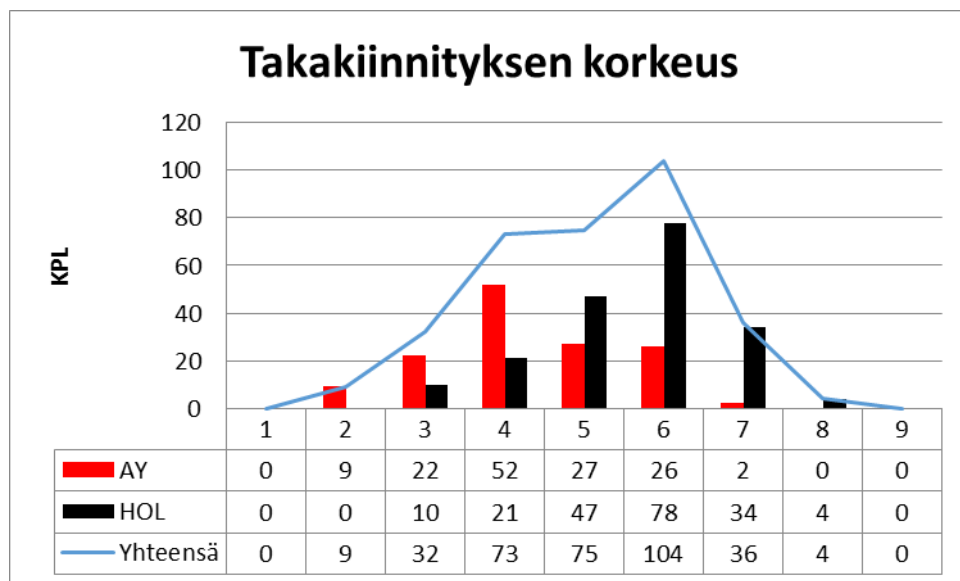


Kuvio 17. Takakiinnityksen leveyden vaikutus Lelyn toimintaan.

Takakiinnityksen leveyden ei itsessään todettu vaikuttavan suoraan kiinnityksen onnistumiseen. Useiden ongelmalehmien sijoittumisen vaikutus pistearvoasteikolla näkyy selvästi suurena tulosten vaihteluna. Takakiinnityksen leveys on muita kiinnityksen kannalta tärkeitä ominaisuuksia tukeva ominaisuus.

6.4 Takakiinnityksen korkeus

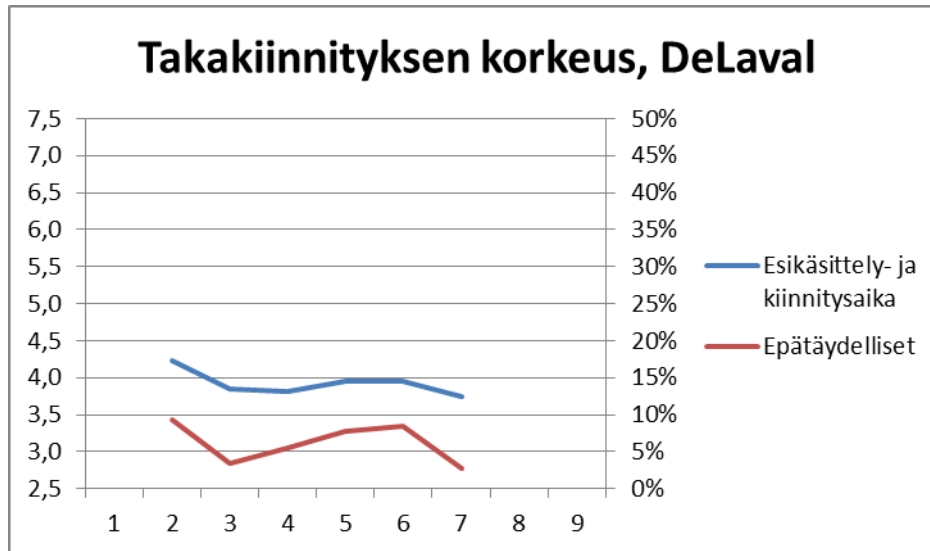
Kuviossa 18 esitetään rakennearvostelun tuloksien jakautuminen roduittain takakiinnityksen korkeuden osalta. Tulokset jakautuvat lähelle keskimääräistä tulosta. Holsteineilla oli Ayrshireitä korkeammalle kiinnittynyt takakiinnitys. Pistearvon kaksi ja kahdeksan eläimiä oli vähän, mikä vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen näiden pisteiden osalta. Optimipistearvon yhdeksän ja pistearvon yksi eläimiä ei tutkimuksessa ollut mukana.



Kuvio 18. Takakiinnityksen korkeuden pisteiden jakautuminen roduittain.

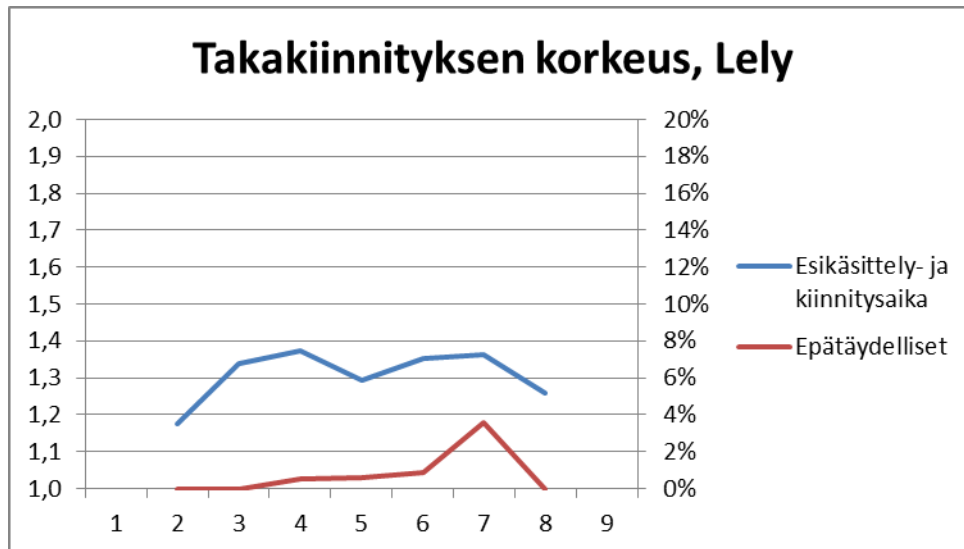
Kuviossa 19 esitetään, kuinka takakiinnityksen korkeus vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tulokset ovat hyvin tasaisia, joten takakiinnityksen korkeudella ei ole suurta vaikutusta kiinnityksen onnistumiseen. Pieni muutos kiinnitysajassa tapahtuu pistearvolla kaksi, jolloin kiinnitykseen kuluu eniten aikaa. Matalalle kiinnittynyt takautare lisää kiinnitysaikaa sekä epätäydellisten lypsyjen määrää. Kiinnitys tapahtuu nopeimmin pistearvolla seitsemän ja hitaimmin pistearvolla kaksi. Nopeimman ja hitaimman pistearvon vaihtelu on 30 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen

määrä kasvoi myös pistearvoilla viisi ja kuusi. Epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu eniten pistearvolla kaksi ja vähiten pistearvolla seitsemän. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 6,6 %.



Kuvio 19. Takakiinnityksen korkeuden vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 20 esitetään takakiinnityksen korkeuden vaikutus Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Kiinnitysaika vaihtelee vähän. Aineiston ääripäiden eläimet toimivat robottilypsyssä parhaiten. Myös pistearvolla viisi kiinnitysaika vähenee. Matalalle kiinnityneellä takautareella Lelyn lypsyrobotti on tehokkaimmillaan. Kiinnitys on nopeimmillaan pistearvolla kaksi ja hitaimmillaan pistearvolla neljä. Aineiston hitaimman ja nopeimman pistearvon vaihtelu on 11,4 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa, mitä korkeammalle takakiinnitys on kiinnittynyt. Pistearvolle seitsemän on sijoittunut kaksi aineiston eniten epätäydellisiä lypsyjä tekevää eläintä, mikä nostaa pistearvon tuloksen keskiarvoa. Epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu eniten pistearvolla seitsemän ja vähiten pistearvolla kaksi, kolme sekä kahdeksan. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 3,57 %.

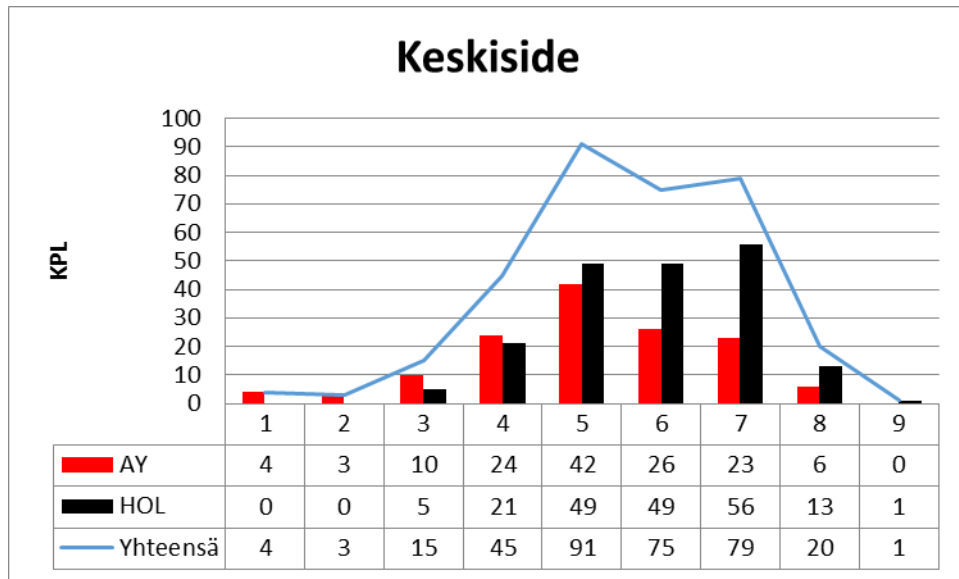


Kuvio 20. Takakiinnityksen korkeuden vaikutus Lelyn toimintaan.

Näiden tulosten pohjalta ei voida tehdä johtopäätöksiä takakiinnityksen korkeuden vaikuttavan suoraan kiinnityksen onnistumiseen. Molempien robottien tuloksista voidaan kuitenkin havaita, että hieman keskimääräistä matalammalle ja korkeammalle kiinnittynyt takakiinnitys tekee robotin toiminnasta hieman tehokkaampaa. Takakiinnityksen korkeuden voimakas korrelaatio tasapainon kanssa voidaan havaita saaduista tuloksista.

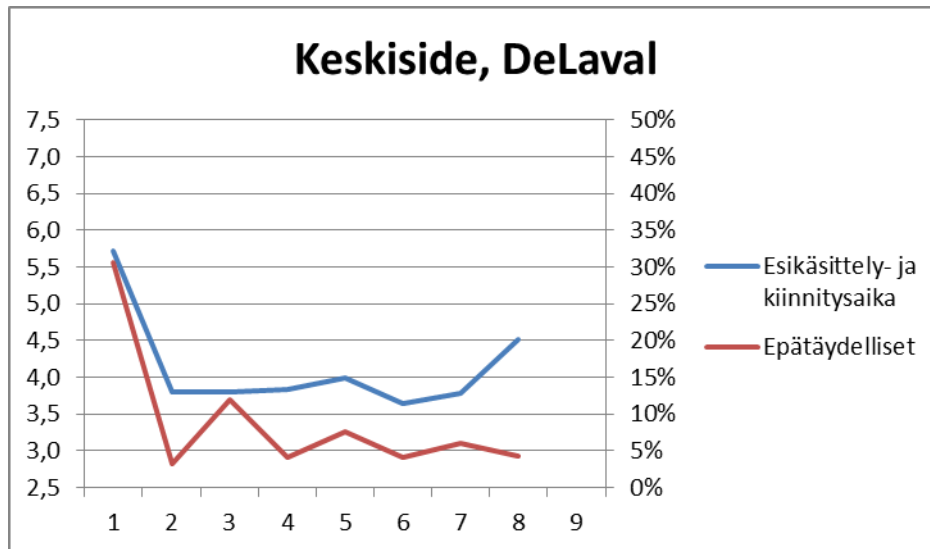
6.5 Keskiside

Kuviossa 21 esitetään keskisiteen jakauma koko aineiston eläinten osalta. Tulokset jakautuivat keskimääräistä vahvempaan keskisiteeseen. Holsteinien tulokset ovat jakautuneet Ayrshireja vahvempaan keskisiteeseen. Ayrshireiden osalta optimipistearvoa ei tutkimuksessa ollut. Holsteineista 13 saivat optimipistearvon. Tutkimuksen heikoimmat keskisiteet olivat Ayrshireillä.



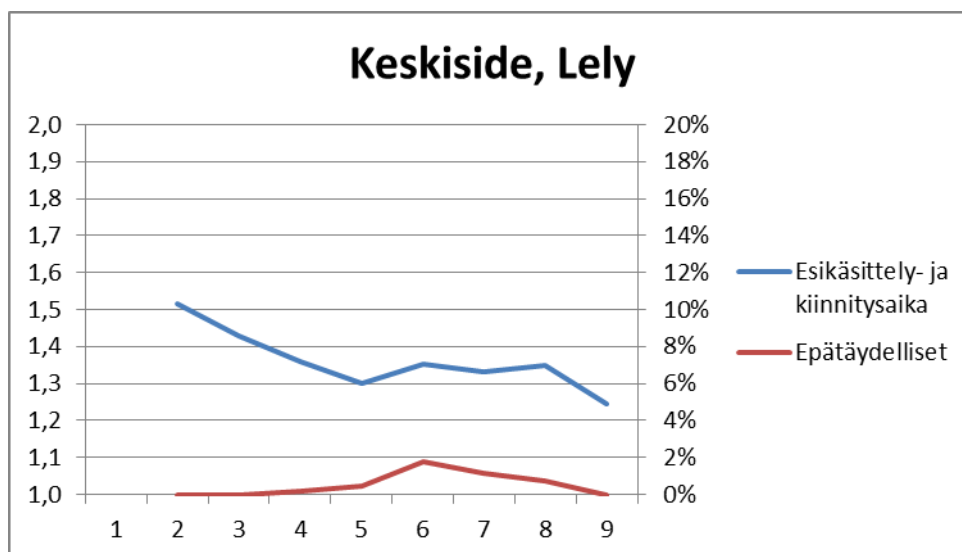
Kuvio 21. Keskisiteen pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 22 esitetään keskisiteen vaikutusta DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista käy selvästi ilmi, että heikko keskiside vaikeuttaa lypsyrobotin toimintaa. Vahva keskiside ei vaikuta epätäydellisten lypsyjen määrään, vaikka kiinnitysaika kasvaa. Keskimääräisellä keskisiteellä kiinnitysaika on tasainen, mutta epätäydellisten lypsyjen määrässä tapahtuu hieman vaihtelua. Kiinnitys tapahtuu nopeimmillaan pistearvolla kuusi ja hitaimmin pistearvolla yksi. Hitaimman ja nopeimman pistearvon vaihtelu on 2 minuuttia ja 4,8 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä on suurin pistearvolla yksi ja matalimmillaan pistearvolla kaksi. Epäonnistuneiden lypsyjen vaihtelu on 27,3 %



Kuvio 22. Keskisiteen vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 23 esitetään keskisiteen vaikutus Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Heikko keskiside hidastaa kiinnitystä. Kuitenkin heikon keskisiteen eläimille tulee vähän epätäydellisiä lypsyjä. Keskimääräisen ja vahvan keskisiteen välinen ero on melko tasainen kiinnitysaikaa tarkasteltaessa. Kiinnitys nopeutuu, mitä vahvempi keskiside on. Pisteessä kaksi kiinnitysaika on suurin. Kiinnitys tapahtuu nopeimmillaan pistearvolla yhdeksän. Hitaimman ja nopeimman keskisiteen pistearvon tulosten välinen vaihtelu on 15,6 sekuntia. Keskimääräisten keskisiteen eläimille tulee eniten epätäydellisiä lypsyjä. Epäonnistuneita lypsyjä on eniten pisteillä kuusi ja vähintään pisteillä kaksi, kolme ja yhdeksän. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 1,76 %.

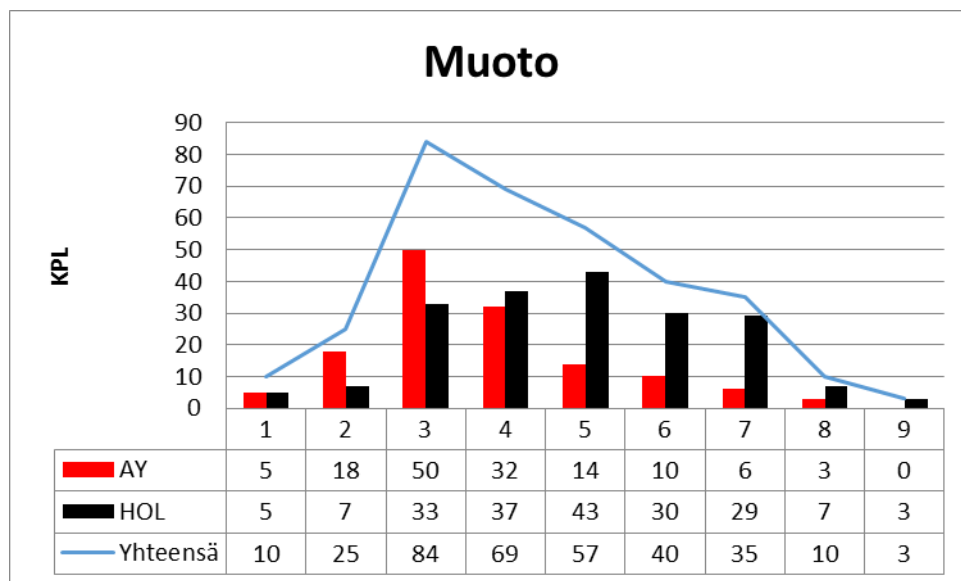


Kuvio 23. Keskisiteen vaikutus Lelyn toimintaan.

Heikko keskiside vaikeuttaa molempien lypsyrobottimerkkien toimintaa. Vahva keskiside hidastaa DeLavalin toimintaa, kun taas Lelyn lypsyrobotin toiminta nopeutuu. Epätäydellisille lypsyille ei robottien välillä löytynyt yhtäläisyyksiä. Keskiside vaikuttaa vahvasti vedinsijainteihin. Saadut tulokset ovat vedinsijaintien tulosten kanssa hyvin samankaltaiset.

6.6 Muoto

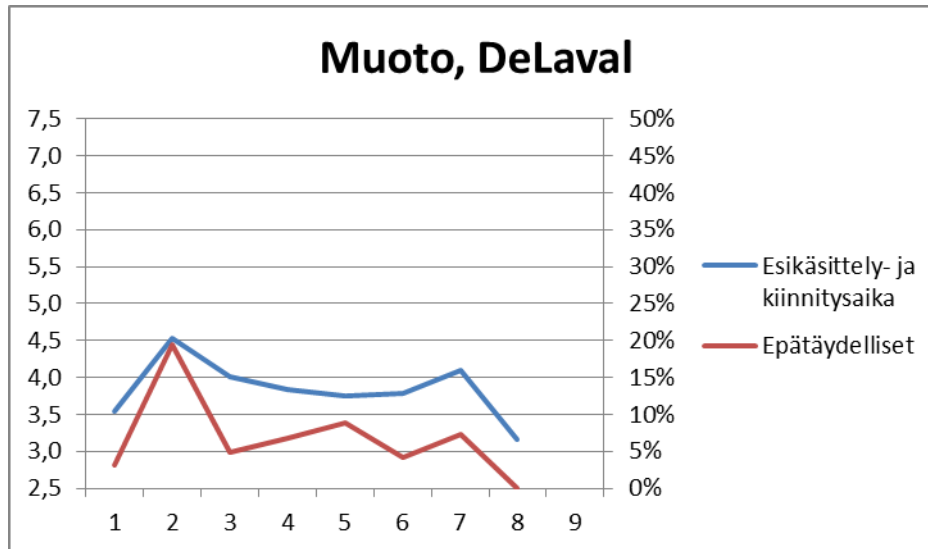
Kuviossa 24 esitetään kuinka tulokset jakautuivat roduittain utareen muodon osalta. Pisteet jakautuivat keskimääräistä matalammille pisteille Ayrshireillä. Holsteinien tulokset jakautuivat tasaisesti keskimääräisen molemmille puolille. Ayrshireiden pisteet painottuivat keskimääräistä matalammalle. Optimipistearvon sai kolme Holsteinia.



Kuvio 24. Muodon pisteiden jakautuminen roduittain.

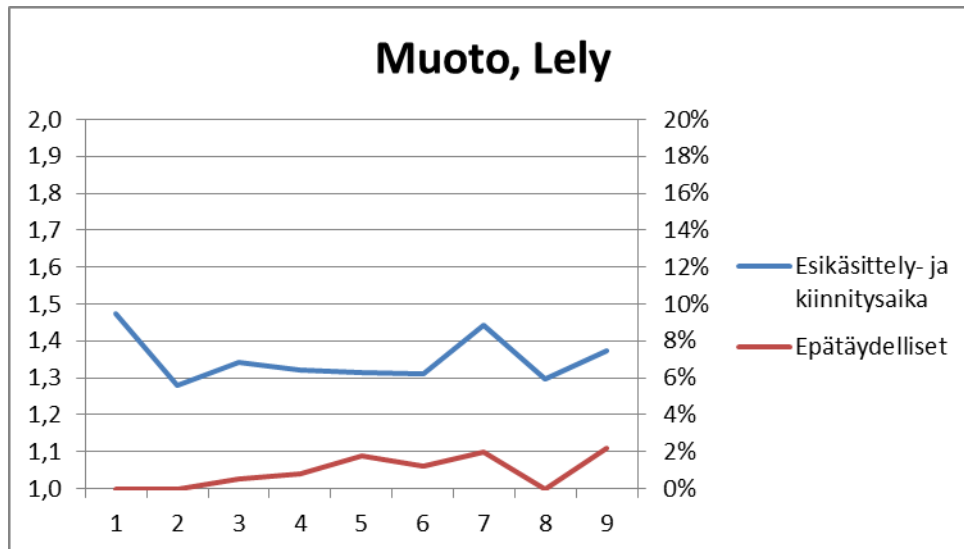
Kuviossa 25 esitetään kuinka utareen muoto vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista voidaan havaita, että DeLavalin lypsyrobotti toimii parhaiten keskimääräisellä utareen muodolla. Ääripäät haittaavat robotin toimintaa. Kiinnitysajan suurimmat muutokset ovat pistearvoilla kaksi ja seitsemän. Pistearvossa kahdeksan on vain yksi eläin, joten sen pohjalta ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Nopeimmillaan kiinnitys tapahtuu pistearvolla kahdeksan ja hitaimmillaan

pistearvolla kaksi. Hitaimman ja nopeimman pistearvojen tulosten vaihtelu on minuutti ja 21 sekuntia. Pistearvolla kaksi epätäydellisten lypsyjen määrä on suurin ja pistearvolla kahdeksan epätäydellisiä ei ole tapahtunut. Muutoin epätäydellisten lypsyjen määrä pysyy melko tasaisena. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 19,5 %.



Kuvio 25. Muodon vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 26 esitetään utareen muodon vaikutusta Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista käy ilmi, ettei muoto vaikuta suuresti kyseisen robotin toimintaan. Voidaan havaita Lelyn kiinnityksen onnistuvan nopeimmin lähellä keskimääräistä utareen muotoa. Epätäydellisten lypsyjen määrä kuitenkin kasvaa, mitä korkeammalla utare on. Muodon parantuessa suuria muutoksia ei tapahdu kiinnitysajassa, paitsi pistearvolla seitsemän. Suurin osa ristissä olevista takavetimistä on jakautunut pistearvolle seitsemän. Pistearvolla yksi kiinnitykseen kuluu eniten aikaa, kun jo pistearvolla kaksi kiinnitys on nopeinta. Hitaimman ja nopeimman kiinnitysajan vaihtelu on 11,4 sekuntia. Pistearvolla yhdeksän tapahtuu eniten epätäydellisiä lypsyjä. Pistearvoilla yksi, kaksi ja kahdeksan ei aineiston eläimillä ole tapahtunut epätäydellisiä lypsyjä. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 2,22 %.

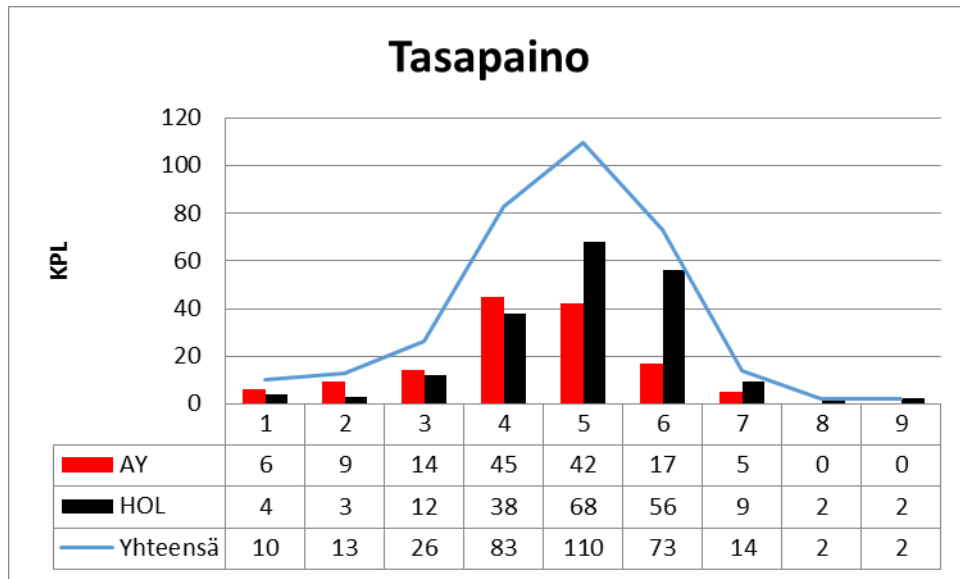


Kuvio 26. Muodon vaikutus Lelyn toimintaan.

Molempien robottimerkkien tuloksista voidaan päätellä hyvin matalalla olevan utareen hidastavan lypsinten kiinnittämistä. Tulosten eroavaisuus voidaan huomata epätäydellisten lypsyjen jakautumisesta. Lelyn epätäydelliset lypsyt ovat jakautuneet keskimääräistä korkeammalla oleville utareille, kun taas DeLavalin epätäydelliset lypsyt ovat painottuneet matalalla oleville utareille. Matalalla olevat utareet haittaavat lypsyyrobotin toimintaa, kun utareen ja lattian väliin ei jää tarpeeksi tilaa. Lelyn käsivarsi pysyy suorassa vetimeen nähden utareen korkeuden vaihdellessa. DeLavalin käsivarsi muuttaa laserin kulmaa utaremuotojen ääripäissä vetimiin nähden, mikä vaikeuttaa vetimien löytämistä.

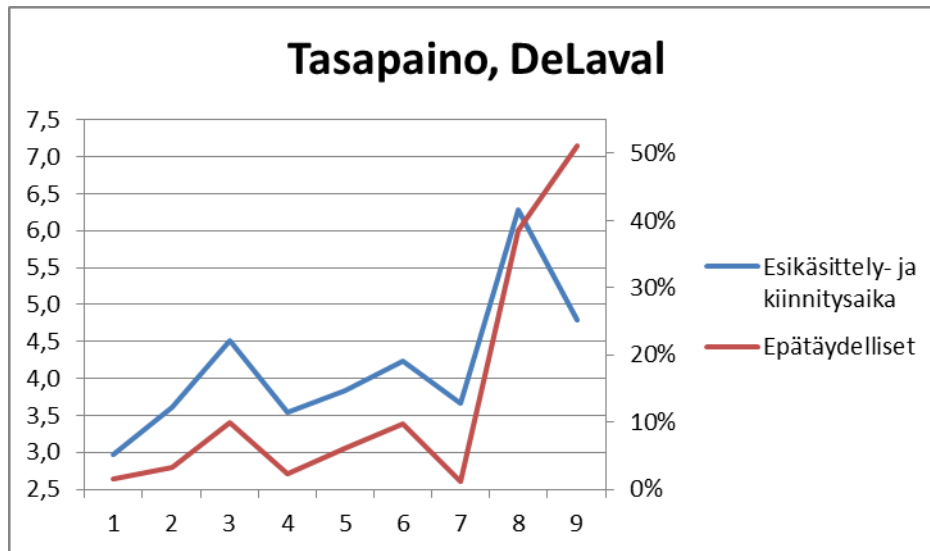
6.7 Tasapaino

Kuviossa 27 esitetään tulosten jakautuminen roduittain utareen tasapainon osalta. Tulokset jakautuivat tasapainoisen utareen molemmille puolin. Suurin osa eläimistä sai tuloksen 4-5. Holsteinien utareet olivat etupainoisempia kuin Ayrshiren. Optimi-pistearvon sai 33 % tutkimukseen kuuluneista eläimistä.



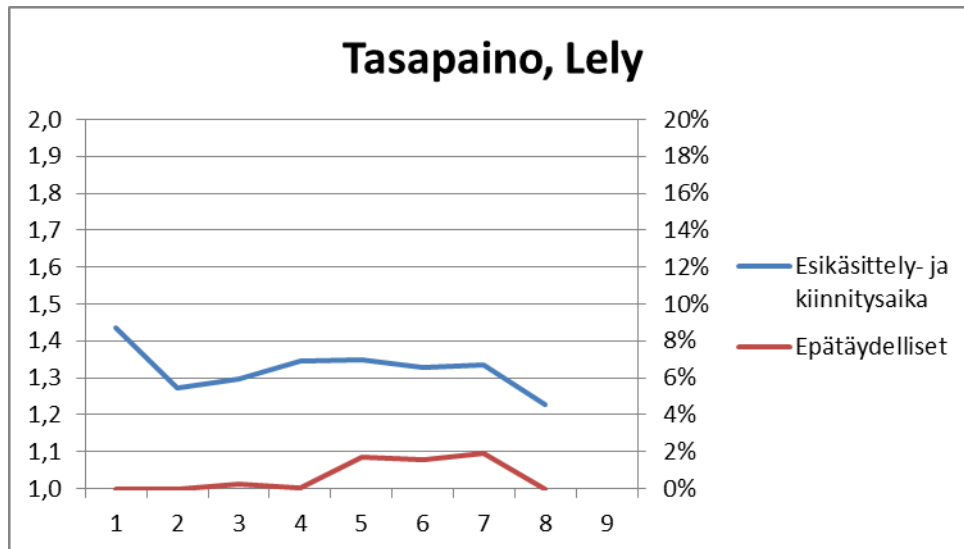
Kuvio 27. Tasapainon pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 28 esitetään kuinka utareen tasapaino vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista käy ilmi, että etupainoinen utare vaikeuttaa lypsyrobotin toimintaa huomattavasti. DeLavalin lypsyrobotti suoriutuu parhaiten takapainoisilla utareilla. Kiinnitysaika hidastuu mitä etupainoisempi utare on. Samalla epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa. Suurimmat muutokset tuloksissa tapahtuvat pistearvoilla kahdeksan ja yhdeksän, muutoin tulokset ovat melko tasaisia. Pistearvoilla kolme ja kuusi DeLavalin lypsyrobotin toiminta heikkenee. Kiinnitysaika on heikoimmillaan pistearvolla kahdeksan ja parhaimmillaan pistearvolla yksi. Hitaimman ja nopeimman pistearvon väli on kolme minuuttia ja 20 sekuntia. Epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu vähiten pistearvolla seitsemän ja eniten pistearvolla yhdeksän. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 49,7 %.



Kuvio 28. Tasapainon vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 29 esitetään utareen tasapainon vaikutusta Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista käy ilmi, että Lelyn lypsyrobotti toimii parhaiten hieman takaraskaalla utareella. Tällöin kiinnitykseen kuluu vähiten aikaa ja epätäydellisten lypsyjen määrä on vähäinen. Liian takaraskas utare kuitenkin lisää kiinnitykseen kuluvaa aikaa. Lypsyrobotin toiminta vaikeutuu myös tasapainoisilla tai hieman etupainoisilla utareilla. Tällöin kiinnitysajassa ei tapahdu suuria vaihteluita, mutta epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa. Pistearvolla kahdeksan kiinnitysaika on matalin ja pisin pistearvolla yksi. Nopeimman ja hitaimman pistearvon vaihtelu on 12,6 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä on korkeimmillaan pistearvolla seitsemän. Epätäydellisiä lypsyjä ei tapahdu pisteillä kahdeksan, yksi ja kaksi. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 1,89 %.

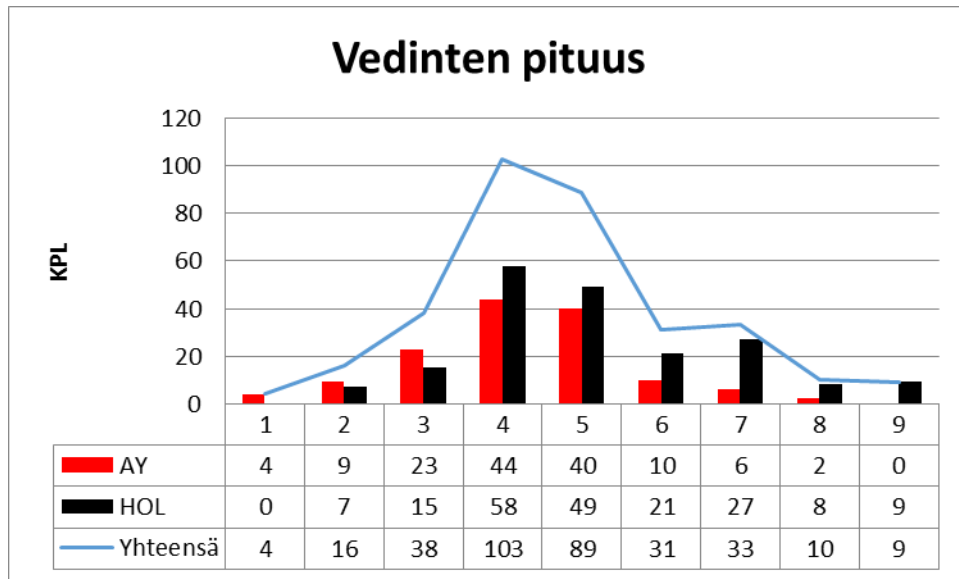


Kuvio 29. Tasapainon vaikutus Lelyn toimintaan.

Tuloksista huomataan molempien lypsyrobottimerkkien toimivan parhaiten hieman takaraskailla utareilla. Molempien robottien toiminta vaikeutuu, mitä etupainoisempi utare on. DeLavalilla vaikutus on suurempi. DeLavalin aineistossa on mukana enemmän hyvin eturaskaita utareita. Vaikka niitäkin on hyvin vähän, niin tuloksista näkee etupainoisten utareiden aiheuttavan suuria ongelmia. Lelyn aineiston yhden pistearvon kahdeksan eläimen pohjalta ei voida tehdä johtopäätöksiä.

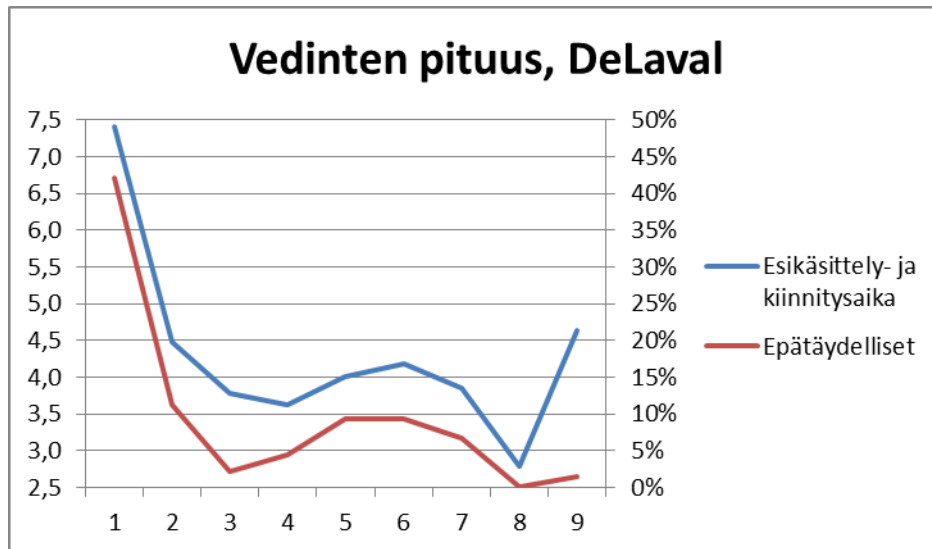
6.8 Vedinten pituus

Kuviossa 30 esitetään vedinten pituuden jakautuminen roduittain. Suurin osa tuloksista on jakautunut pisteille neljä ja viisi. Holsteineilla on enemmän pitkiä vetimiä ja Ayrshireillä enemmän lyhyitä vetimiä. Optimipistearvon eli 5-6 saivat yhteensä 36 % tutkimuksen eläimistä.



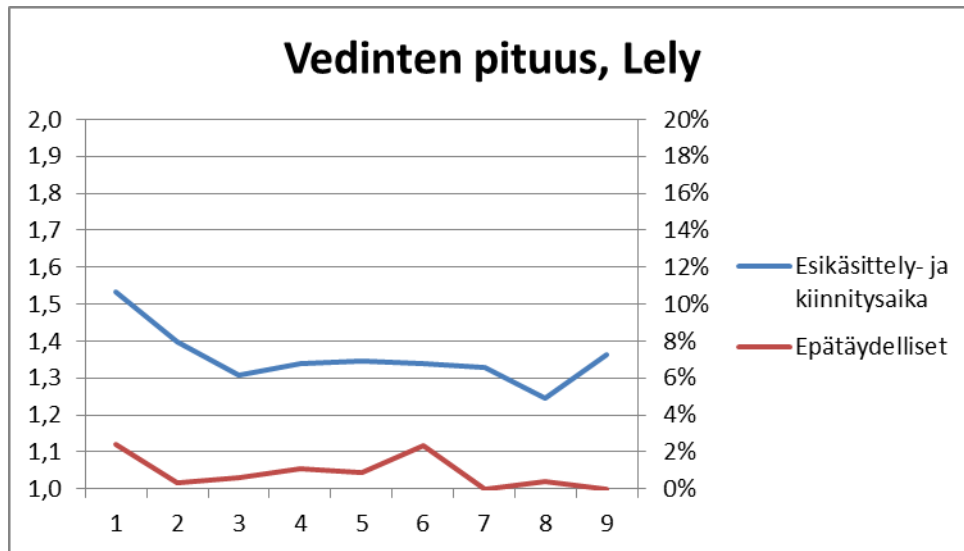
Kuvio 30. Vedinten pituuden pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 31 esitetään vedinten pituuden vaikutusta DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Mitä pidemmät vetimet ovat, sitä paremmin lypsyrobotti kiinnittää niihin. Vedinten on oltava vähintään 4 cm eli yli pistearvon kolme, jotta robotti pystyy toimimaan tehokkaasti. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa pistearvoilla 4-7, jolloin myös kiinnitysaika kasvaa. Hyvin pitkillä vetimillä kiinnitysaika kasvaa, mutta samalla epätäydellisten määrä on vähäinen. Pistearvon yksi ja kaksi vetimet lisäävät kiinnitysaikaa ja epätäydellisten lypsyjen määrää. Pistearvolla kahdeksan tulokset ovat parhaat. On kuitenkin huomioitava, että pistearvossa on mukana vain kaksi eläintä. Tulosten nopeimman ja hitaimman pistearvon vaihtelu on 2 minuuttia ja 37 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 42,1 %.



Kuvio 31. Vedinten pituuden vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 32 esitetään kuinka vedinten pituus vaikuttaa Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tulosten pohjalta voidaan havaita lyhyiden vetimien hidastavan lypsinten kiinnittämistä. Kuvioista huomataan myös pitkien vetimien hidastavan lypsinten kiinnittämistä. Pistearvoilla 3-8 kiinnitysaika pysyy hyvin tasaisena. Eniten aikaa kiinnitykseen kuluu pistearvolla yksi ja vähiten pistearvolla kahdeksan. Hitaimman ja nopeimman kiinnityksajan vaihtelu on 16,8 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrässä ei tapahdu suuria muutoksia. Pistearvolla yksi on mukana vain kaksi eläintä, joista toinen tekee epätäydellisiä lypsyjä. Pistearvon kuusi eläinryhmässä on mukana eläin, joka tekee eniten epätäydellisiä lypsyjä. Tämä nostaa kyseisen pisteen keskiarvoa. Pistearvoilla yksi ja kuusi tapahtuu eniten epätäydellisiä lypsyjä. Epätäydellisten lypsyjen määrän vaihtelu on 2,38 %. Tulosten pohjalta voidaan havaita vedinten pituuden ääripäiden hidastavan lypsinten kiinnittämistä.

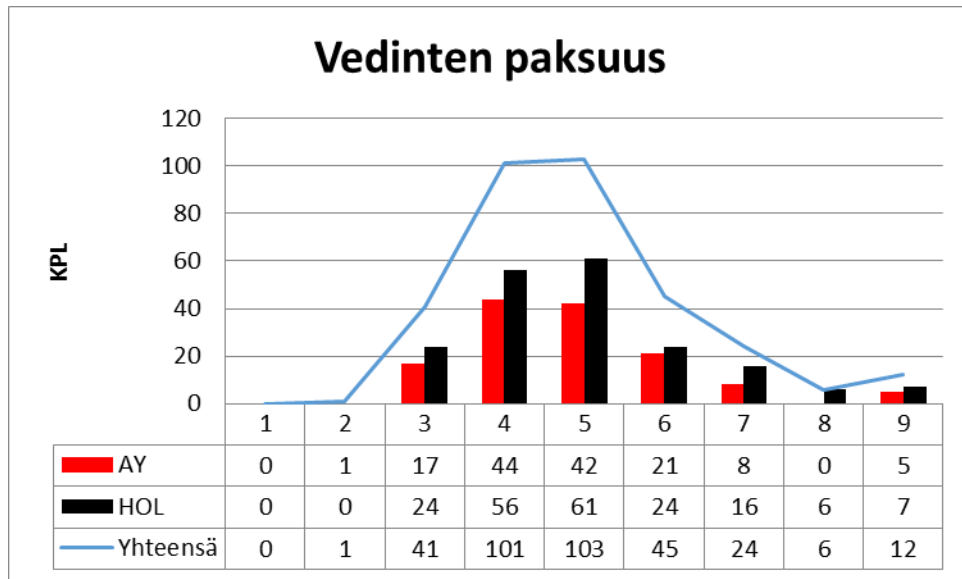


Kuvio 32. Vedinten pituuden vaikutus Lelyn toimintaan.

Tutkimuksessa havaittiin erittäin lyhyiden vetimien vaikeuttavan molempien lypsyrobottien toimintaa. Lyhyet vetimet lisäävät kiinnitysaikaa ja epätäydellisten lypsyjen määrää. Pitkien vetimien ei tutkimuksessa havaittu vaikuttavan suuresti lypsyrobotin toimintaan. Pitkillä vetimillä epätäydellisten määrä oli vähäisin, vaikka kiinnitysaika kasvoi. Selvää kuitenkin on, että alle 4 cm pitkät vetimet vaikeuttavat lypsyrobottien toimintaa.

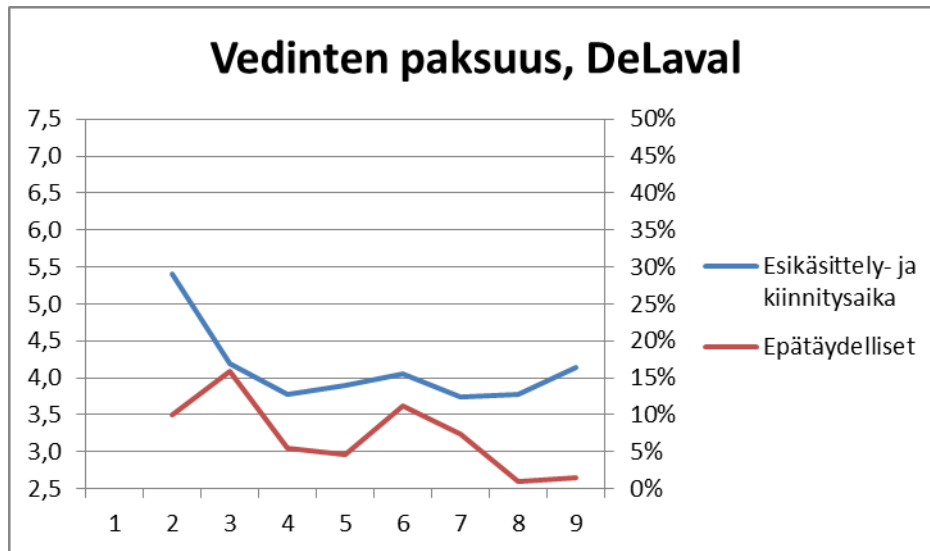
6.9 Vedinten paksuus

Kuviossa 33 esitetään miten vedinten paksuus on jakautunut roduittain. Suurin osa pisteistä on jakautunut pisteille neljä ja viisi. 21 Ayrshire-eläintä ja 61 Holstein-eläintä on saanut optimipistearvon. Hyvin kapeita vetimiä ei tutkimuksessa juurikaan ollut. Paksuja vetimiä oli 18 eläimellä. Tulokset jakoutuivat roduittain melko tasaisesti. Hyvin paksuja vetimiä oli Holsteineilla enemmän.



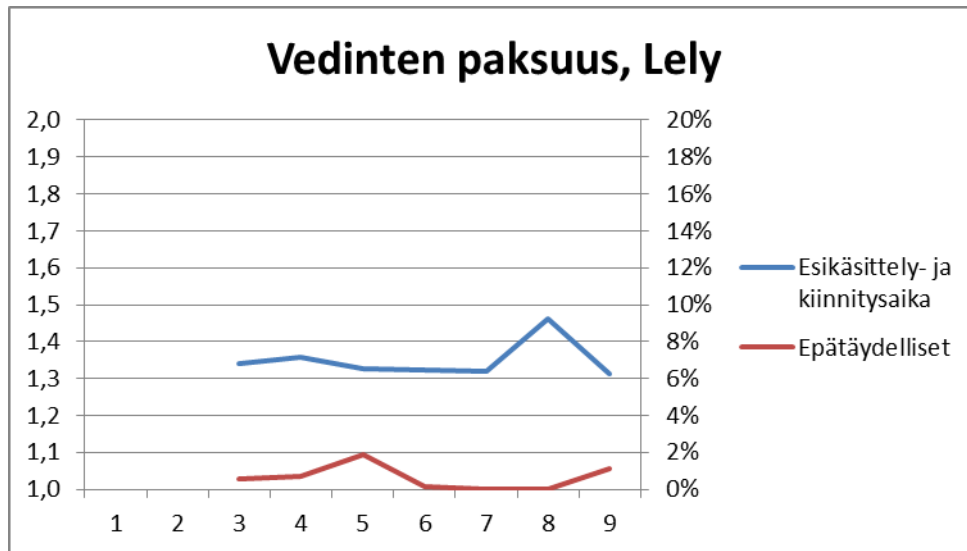
Kuvio 33. Vedinten paksuuden pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 34 esitetään miten vedinten paksuus vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Tulosten pohjalta huomataan vetimien paksuuden vaikuttavan hieman kyseisen lypsyrobotin toimintaan. Lypsyrobotti kiinnittää paremmin, mitä paksummat vetimet ovat. Ohuet vetimet lisäävät kiinnitysaikaa. Kiinnitysaika on melko tasainen pistearvosta kolme pistearvoon yhdeksän. Kiinnitys tapahtuu nopeimmin pistearvolla neljä ja hitaimmin pistearvolla kaksi. Nopeimman ja hitaimman pistearvon vaihtelu on minuutti ja 40 sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen määrä laskee, mitä paksummat vetimet ovat. Epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu eniten pistearvolla kolme ja vähiten pistearvolla kahdeksan. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 14,8 %.



Kuvio 34. Vedinten paksuuden vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 35 esitetään vedinten paksuuden vaikutus Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Vedinten paksuus vaikuttaa Lelyn kiinnitysaikaan hyvin vähän. Vedinten paksuuden vaikutusta epätäydellisten määrän ei voida tässä tutkimuksessa havaita. Pistearvolla kahdeksan on mukana vain yksi eläin. Tämä eläin tekee suuren muutoksen kiinnitysaikassa. Jos pistearvon kahdeksan tulosta ei huomioida, kiinnitysaika laskee hieman mitä paksumpi vedin on. Kiinnitys on nopeimmillaan pistearvolla yhdeksän ja hitaimmillaan pistearvolla kahdeksan. Hitaimman ja nopeimman pistearvon tulos vaihtelee 9 sekuntia. Jos pistearvon kahdeksan eläintä ei huomioida, vaihtelu on vain 3 sekuntia. Suurimmalla epätäydellisten lypsyjen määrällä, mikä on pistearvo viisi, on mukana kolme eniten epätäydellisiä lypsyjä tekevää eläintä. Pistearvolla yhdeksän, kaksi kuudesta eläimestä tekee hieman epätäydellisiä lypsyjä, mikä näkyy tuloksessa. Pistearvot seitsemän ja kahdeksan eivät tee epätäydellisiä lypsyjä. Epätäydellisten lypsyjen määrä vaihtelee 1,91 %.

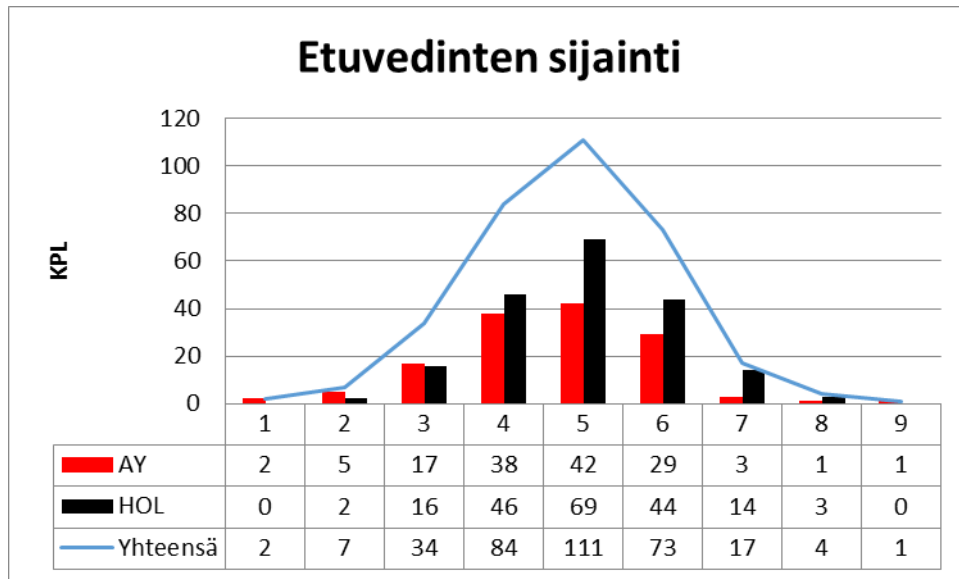


Kuvio 35. Vedinten paksuuden vaikutus Lelyn toimintaan.

Vedinten paksuus vaikuttaa DeLavalin kiinnitysnopeuteen. Kiinnitysaika vähenee, mitä paksummat vetimet ovat. Vedinten paksuus vaikuttaa DeLavalin lypsyrobotin epätäydellisten määrään. Lelyn epätäydellisten lypsyjen määrään ei tutkimuksessa vedinten paksuudella havaittu olevan vaikutusta. Vedinten pituudella ja paksuudella havaittiin olevan yhteyttä toisiinsa. Näiden kahden ominaisuuksien tulokset ovat hyvin samankaltaiset.

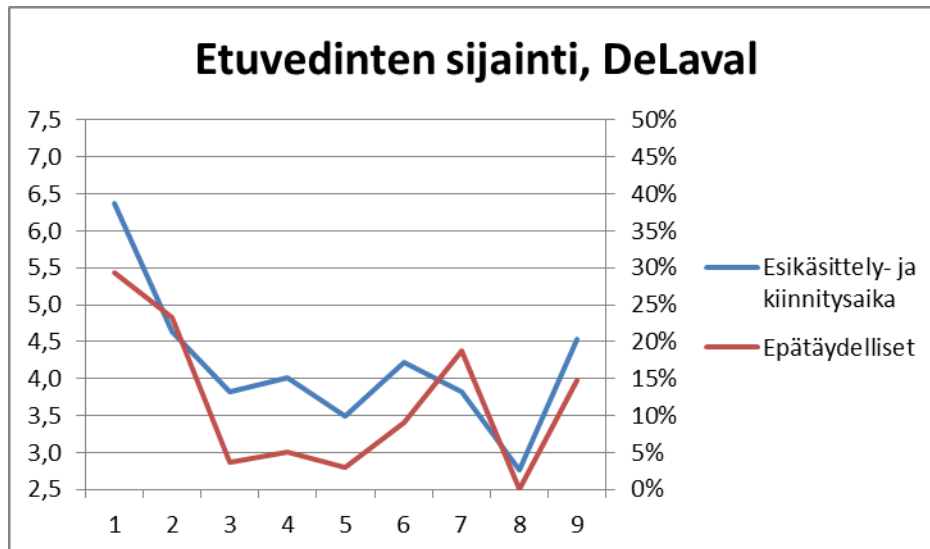
6.10 Etuvedinten sijainti

Kuviossa 36 esitetään miten etuvedinten sijainti jakautui roduittain. Suurin osa etuvedimistä sijaitsi utarelohkon keskellä tai hyvin lähellä sitä. Pistearvojen ääripäitä oli hyvin vähän. Ayrshireillä vetimet olivat hieman kauempana toisistaan kuin Holsteineilla. Optimipistearvon sai yksi Ayrshire ja kolme Holsteinia.



Kuvio 36. Etuviedinten sijainnin pisteiden jakautuminen roduittain.

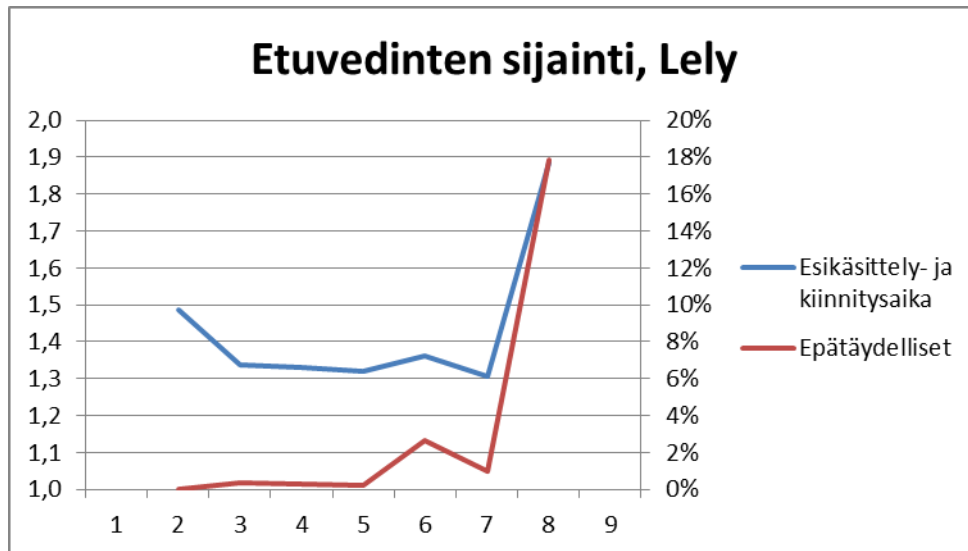
Kuviossa 37 esitetään etuviedinten sijainnin vaikutus DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Kuvioista käy ilmi, että hyvin kaukana tai lähellä toisiaan sijaitsevat etuviedimet vaikeuttavat lypsinten kiinnittämistä. Ero on selkeämpi kaukana olevilla etuviedimillä, joiden nähdään lisäävään epätäydellisten lypsyjen määrää. Epätäydellisten määrä kasvaa pisteillä seitsemän ja yhdeksän. Optimipistearvossa kahdeksan on mukana kaksi eläintä, joille ei tapahtunut epätäydellisiä lypsyjä. Eniten epätäydellisiä lypsyjä tapahtui pistearvolla yksi. Epätäydellisillä lypsyillä on vaihtelua 29,4 %. Pistearvojen kolme ja seitsemän välillä ei tapahdu suuria muutoksia kiinnitysaajassa. Kiinnitys on nopeimmillaan optimipistearvossa kahdeksan ja hitaimmillaan pistearvossa yksi. Nopeimman ja hitaimman pistearvon väli on kolme minuuttia ja 36 sekuntia.



Kuvio 37. Etuviedinten sijainnin vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 38 esitetään etuviedinten sijainnin vaikutus Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Lähekkäin tai hyvin etäällä toisistaan sijaitsevat etuviedimet kasvattavat kiinnitysaikaa. Ääripäiden tulosten vaihtelua lisää eläinten vähäinen määrä. Pistearvolla kaksi on mukana kaksi eläintä ja pistearvolla kahdeksan vain yksi eläin, jolla on myös hyvin lähekkäiset takaviedimet. Muutoin tuloksissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia kiinnitysaikassa. Lely kiinnittää nopeimmin pistearvolla seitsemän ja hitaimmin pistearvolla kahdeksan. Nopeimman ja hitaimman pistearvon tulosten vaihtelu on 34,8 sekuntia. Jos ääripäiden tulokset jätetään pois tarkastelusta vähäisen eläinmäärän vuoksi, eroa on vain 3 sekuntia.

Epätäydellisten lypsyjen määrä on melko tasainen. Ainut pistearvon kahdeksan eläin nostaa epätäydellisten lypsyjen määrää pistearvossa kahdeksan, jossa epätäydellisten lypsyjen määrä on suurin. Vähiten epätäydellisiä lypsyjä tapahtuu pistearvolla kaksi. Epätäydellisten lypsyjen määrä vaihtelu on 17,8 %. Jos pistearvon kahdeksan eläin poistetaan, vaihtelua jää vain 2,63 %. Tulosten mukaan optimipistearvolla Lelyn lypsyrobotti toimii huonointen.

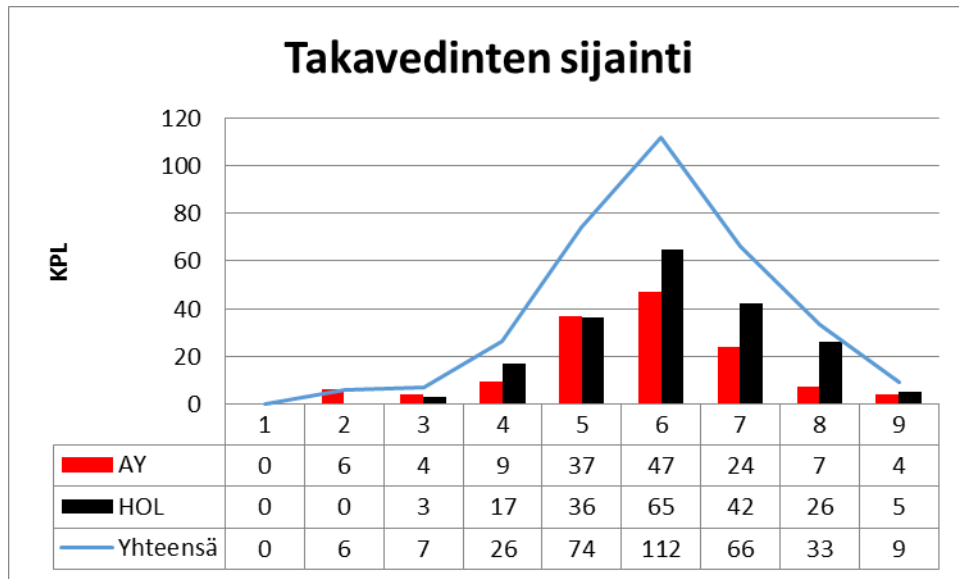


Kuvio 38. Etuviedinten sijainnin vaikutus Lelyn toimintaan.

Robottimerkkien tulokset ovat ristiriitaiset toisiinsa nähden. Optimipistearvo kahdeksan eläimet toimivat DeLavalin lypsyroboteilla parhaiten, kun taas Lelyn lypsyroboteilla ne toimivat huonointen. Eläinmäärän vähäisyys laskee pisteen kahdeksan luotettavuutta. Toisistaan etäällä tai lähellä sijaitsevat etuvetimet vaikeuttivat molempien lypsyrobottien toimintaa. Muutoin tuloksista ei tule ilmi suuria poikkeamia.

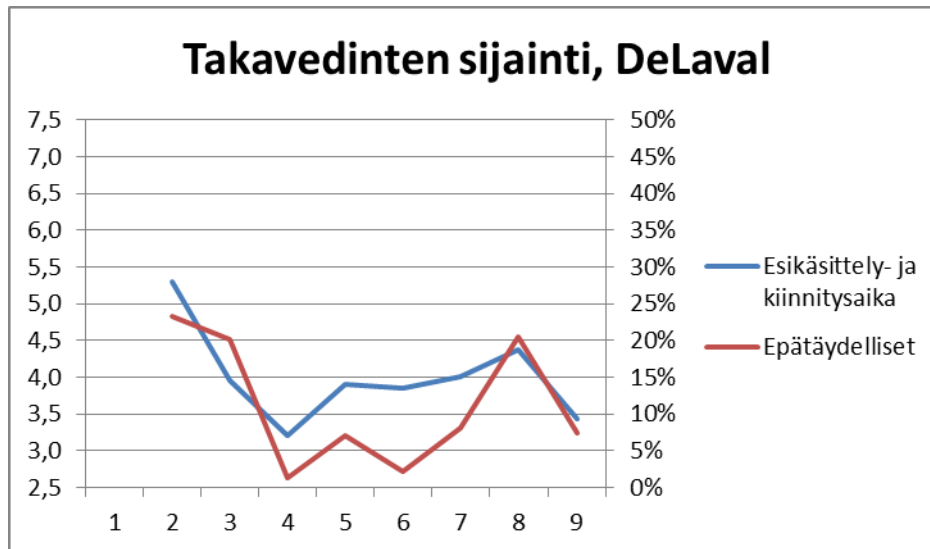
6.11 Takavedinten sijainti

Kuviossa 39 esitetään takavetimien sijainnin pisteiden jakautuminen roduittain. Pisteet jakautuivat keskimääräistä lähempänä sijaitseviin takavetimiin. Etäällä ja hyvin lähellä sijaitsevia takavetimiä oli vähän. Holsteinien takavetimet sijaitsevat toisiinsa lähempänä kuin Ayrshireiden takavetimet.



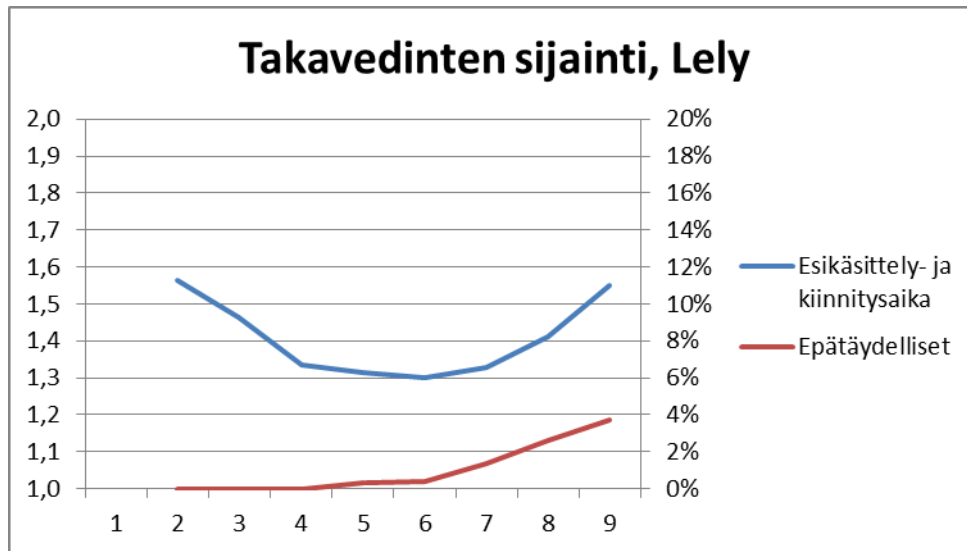
Kuvio 39. Takavedinten sijainnin pisteiden jakautuminen roduittain.

Kuviossa 40 esitetään takavetimien sijainnin vaikutus DeLavalin lypsyrobotin toimintaan. Takavetimien sijainti vaikuttaa paljon kiinnityksen onnistumiseen. Utarelohkon keskellä tai hieman sen lähellä sijaitseviin vetimiin lypsyrobotti kiinnittää hyvin. Pistearvon kahdeksan jälkeen toiminta vaikeutuu. Hieman kaukana toisistaan sijaitsevat vetimet vaikeuttavat kiinnitystä enemmän kuin hieman lähempänä sijaitsevat. Pistearvon yhdeksän takavetimet ovat usein ristissä ja niitä kiinnitetään usein käsin. Käsin kiinnittäen kiinnitys onnistuu paremmin ja nopeammin, mikä laskee kiinnitysaikaa ja epätäydellisten lypsyjen määrää kyseisessä pisteessä. Pistearvon neljä kiinnitysaika on nopein ja epätäydellisten määrä matalin. Pistearvo kahdessa tulokset ovat heikoimmat. Nopeimman ja hitaimman kiinnityksen vaihtelu on kaksi minuuttia ja viisi sekuntia. Epätäydellisten lypsyjen vaihtelu on 22,1 %.



Kuvio 40. Takavedinten sijainnin vaikutus DeLavalin toimintaan.

Kuviossa 41 esitetään takavetimien sijainnin vaikutus Lelyn lypsyrobotin toimintaan. Tuloksista käy hyvin ilmi, kuinka kiinnittäminen nopeutuu, kun takavetimet ovat sijoittuneet lähelle optimia. Kiinnitys on nopeimmillaan pistearvolla kuusi. Tällöin epätäydellisten lypsyjen määrä on alkanut nousta. Kiinnitysnopeus laskee mitä lähemmäksi ääripäätä takavetimet sijoittuvat. Epätäydellisten lypsyjen määrä kasvaa, mitä lähempänä takavetimet ovat toisiaan. Kiinnittäminen alkaa vaikeutua, kun vetimet ovat kauempana toisiaan, kuin pistearvolla neljä. Kaukana olevat vetimet eivät kuitenkaan aiheuta epätäydellisiä tutkimukseen kuuluvilla eläimillä. Lähellä olevat vetimet vaikeuttavat kiinnittämistä huomattavasti, kun vetimet ovat lähempänä pistearvoa 7. Kiinnitys tapahtuu nopeimmin pistearvolla kuusi ja hitaimmin pistearvolla kaksi. Nopeimmalla ja hitaimmalla pistearvolla on vaihtelua 15,6 sekuntia. Vähiten epätäydellisiä lypsyjä tapahtui pistearvoilla kaksi ja kolme ja eniten pistearvolla yhdeksän. Epätäydellisillä lypsyillä on vaihtelua 3,7 %.



Kuvio 41. Takavedinten sijainnin vaikutus Lelyn toimintaan.

Hyvin sijoittuneet takavetimet todettiin tutkimuksessa tärkeäksi ominaisuudeksi lypsyn onnistumisen kannalta. Optimaalinen vedinsijainti mahdollisti molempien ro-bottimerkkien kiinnittämisen parhaalla mahdollisella tavalla. Etäännyvät vetimet vai-keuttivat molempien lypsyrobotin toimintaa. Hieman lähemmäs sijaitsevat takave-timet haittaavat hiukan lypsyrobotin toimintaa ja liian lähellä sijaitsevat merkittävästi. Yli pistearvon seitsemän vetimet lisäävät huomattavasti epätäydellisten määrää ja kiinnitystä voi joutua avustamaan.

7 YHTEENVETO

7.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella utarerakenneominaisuuksien todettiin vaikuttavan suoraan tai välillisesti lypsyrobotin toimintaan. Toimintaan suoraan vaikuttavat ominaisuudet näkyivät tuloksissa selvinä muutoksina. Välillisesti toimintaan vaikuttavien ominaisuuksien vaihtelu oli vähäistä ja vaikeasti tulkittavaa rakennearvostelun piste-arvojen välillä. Näillä ominaisuuksilla ei tällä aineiston määrällä todettu olevan suoraa vaikutusta lypsyrobotin toimintaan, mutta niillä havaittiin olevan korrelaatioita suoraan lypsyrobotin toimintaan vaikuttaviin ominaisuuksiin.

Vedinsijaintien todettiin vaikuttavan merkittävästi lypsyrobotin toimintaan, ja ne ovatkin yksi tärkeimmistä toimintaan vaikuttavista ominaisuuksista. Muutoksia havaittiin molempien piste-arvojen ääripäitä lähestyttäessä. Lähellä optimipiste-arvoa sijaitsevat takavetimet antoivat parhaan tuloksen. Etuvedinten sijainnin optimipiste-arvon tulokset olivat robottimerkkien välillä hyvin erilaiset, johtuen tutkimusotoksen vähäisestä määrästä. Vedinsijainnit ovat hyvin periytyviä ominaisuuksia (Pedersen Aamand 2013). Näihin kannattaa kiinnittää huomioita jalostuspäätöksiä tehtäessä.

Vedinten pituus on yksi tärkeimmistä utarerakenteen ominaisuuksista esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumisen kannalta. Liian lyhyet vetimet vaikeuttavat molempien robottimerkkien toimintaa selkeästi. Vedinten on oltava vähintään 4 cm pitkiä, jotta lypsyrobotit voivat toimia tehokkaasti. Hyvin pitkien vetimien ei todettu juurikaan vaikeuttavan lypsyrobottien toimintaa. Vedinten paksuudella todettiin olevan DeLavalin robottiin enemmän vaikutusta. Lelyn tuloksista ei voida tehdä suoria johtopäätöksiä. Vedinten paksuus ja pituus korreloivat keskenään. Muihin ominaisuuksiin ei löydetty yhtäläisyyksiä. Vedinten pituus on parhaiten periytyvä ominaisuus ja vedinten paksuus hyvin periytyvä ominaisuus. Vedinten pituus on syytä huomioida eläinvalinnassa.

Utareen tasapainon todettiin vaikuttavan suoraan lypsyrobotin toiminnan tehokkuuteen. Molemmat lypsyrobotit toimivat parhaiten hieman takaraskailla utareilla. Etupainoinen utare vaikeuttaa lypsyrobottien toimintaa. Jalostuksessa kannattaa kiinnittää huomiota utareen tasapainoon. On myös syytä muistaa tasapainoon liittyvien ominaisuuksien vaikutus, kuten etukiinnitys ja takakiinnityksen korkeus. Utareen tasapaino on utarerakenneominaisuuksista heikoiten periytyvä ominaisuus. Tasapainoon voimakkaasti korreloivilla ominaisuuksilla on korkeampi periytymisaste. Tällöin välillisesti lypsyrobottien toimintaan vaikuttavien ominaisuuksien vaikutus jalostuksessa korostuu.

Utareen muoto vaikuttaa suoraan kiinnityksen onnistumiseen. Matalat utareet haittaavat molempien robottimerkkien toimintaa. DeLavalin käsivarren laserin kulma muuttuu korkealle tai matalalle kiinnitettäessä. Tuloksissa tämä näkyy hieman keskimääräistä matalamman utareen toimivan parhaiten. Liian matala utare kuitenkin vaikeuttaa kiinnittämistä. Lelyn käsivarren laser pysyy vaakasuorassa joka korkeudella. Muodon kanssa korreloi moni ominaisuus, joten myös niiden vaikutus on huomioitava jalostuspäätöksiä tehtäessä. Utareen muodolla on korkea periytymisaste.

Myös keskiside vaikuttaa suoraan kiinnityksen onnistumiseen. Lypsyrobotit toimivat tehokkaimmin keskimääräisellä keskisiteellä. Liian heikko keskiside vaikeuttaa molempien lypsyrobottien toimintaa. Keskiside vaikuttaa merkittävästi vedinsijainteihin.

Välillisesti lypsyrobottien toimintaan vaikuttavien ominaisuuksien todettiin olevan etukiinnitys ja takakiinnityksen korkeus sekä leveys. Nämä ominaisuudet korreloivat kiinnitykseen vaikuttavien ominaisuuksien kanssa voimakkaasti. Etukiinnitys sekä takakiinnityksen korkeus ja leveys vaikuttavat utareen tasapainoon ja muotoon. Näiden ominaisuuksien ei havaittu vaikuttavan suoraan kiinnityksen onnistumiseen. Ne ovat kuitenkin tärkeitä kiinnityksen onnistumista tukevia ominaisuuksia. Lypsyrobottien toimintaan välillisesti vaikuttavien ominaisuuksien periytymisaste on hyvä. Näillä ominaisuuksilla voidaan tukea suoraan robotin toimintaan vaikuttavien, mutta heikosti periytyvien ominaisuuksien vaikutusta.

7.2 Optimaalinen utarerakenne

Taulukkoon 6 on koostettu tutkimuksen tulosten perusteella, millainen utarerakenne toimii robottimerkeittäin parhaiten. Taulukosta käy ilmi, että DeLavalin ja Lelyn tulokset ovat keskenään erilaiset. Taulukossa on mukana rakenneominaisuuksien optimit ja tutkimuksen parhaat pistearvot. Lypsyrobottien tulokset on valittu sen pistearvon perusteella, jolla kiinnitys tapahtuu nopeimmin. Valitulla pistearvolla on oltava vähintään viisi eläintä. Muutaman pistearvon kohdalla nopein tulos oli parempi, kuin taulukossa 6 ilmoitetuilla robottimerkkikohtaisilla pistearvoilla, mutta nämä karsittiin pois vähäisen otannan vuoksi. Tällöin tulosten luotettavuus parani. Samalla tarkastettiin, että epätäydellisiä lypsyjä on vähän. Useissa ominaisuuksissa ei tutkimuksessa ollut mukana yhtään optimiominaisuuden omaavaa eläintä.

Taulukko 6. Optimaalinen utarerakenne pohjoismaisen jalostusohjelman ja lypsyrobotin kiinnitysnopeuden mukaan (Nordic Cattle Genetic Evaluation 2014).

	Optimi	DeLaval	Lely
Etukiinnitys	9	6	5
Takakiinnityksen leveys	9	5	8
Takakiinnityksen korkeus	9	7	5
Keskiside	8/9	6	5
Muoto	9	1	2
Tasapaino	5	4	2
Vedinten pituus	5,5	4	8
Vedinten paksuus	6	7	9
Etuvedinten sijainti	8	5	7
Takavedinten sijainti	5	4	6

Pohjoismaisessa jalostusohjelmassa tavoitteena on mahdollisimman vahva etukiinnitys, mutta tulosten perusteella lypsyrobotit kiinnittävät nopeimmin keskimääräi-

sellä etukiinnityksellä. Myös takakiinnityksen leveyden tulisi olla mahdollisimman leveä ja utareen takakiinnityksen kiinnittyä korkealle. Lelyn lypsyrobotti kiinnittää nopeimmin leveällä ja keskimääräisen korkealla takakiinnityksellä, kun taas DeLavalin robotti on nopeimmillaan keskimääräisen leveällä ja korkealla takakiinnityksellä. Näiden ominaisuuksien havaittiin vaikuttavan välillisesti kiinnityksen onnistumiseen.

Keskisiteen tulisi olla mahdollisimman vahva ja utareen muodon mahdollisimman korkea. Tulosten perusteella lypsyrobotit kuitenkin toimivat parhaiten keskimääräisellä keskisiteellä ja matala utareen muoto mahdollistaa tehokkaan toiminnan. Utareen tulisi olla myös tasapainossa. Lypsyrobotit kiinnittävät parhaiten takapainoiseen utareeseen.

Lelyn lypsyrobotit kiinnittivät parhaiten pitkiin vetimiin ja DeLavalin lypsyrobotit lähellä optimia oleviin vetimiin. Molempien lypsyrobottien havaittiin suosivan optimia paksumpia vetimiä. Optimivedinsijainnit vastasivat hyvin tutkimuksen perusteella saatuja optimivedinsijainteja. DeLavalilla utarelohkon keskellä sijaitsevat etuvetimet antoivat parhaan tuloksen.

Suurin osa utarerakenneominaisuuksista heikkenee tuotoskausien myötä. Tämä on otettava huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Ei ole järkevää lähteä tavoittelemaan tutkimuksessa saatuja tuloksia, jotta eläin soveltuisi vielä myöhempien tuotoskausiansa aikana hyvin robottilypsyyn. Utarerakenneominaisuuksissa, joihin tuotoskaudet vaikuttavat, tulee tavoitella jalostuksessa mahdollisimman korkeaa pistearvoa. Kuitenkin niin, että ominaisuus pysyy lypsyrobotin kannalta toimivien pistearvojen rajoissa. Tämä mahdollistaa eläinten toimivuuden vielä utarerakenneominaisuuksien heikentyessä.

7.3 Kapasiteetti

Kapasiteetin tuloksissa käsitellään millainen vaikutus esikäsitteily- ja kiinnitysnopeudella on sekä DeLavalin että Lelyn robottien kapasiteettiin. Muita kapasiteettiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. lypsettävyys, maitomäärät ja lypsykäynnit. Tunnuslukuja tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon tilojen väliset erot eläinaineksessa sekä

managementissa eli johtamisessa. Robottimerkkejä ei voida tämän tutkimuksen perusteella vertailla paremmuuden osalta keskenään eikä se ole ollut tutkimuksessa tarkoituksenakaan. Vertailua ei voida suorittaa, koska tilojen välinen eläinainees ja olosuhteet vaihtelivat. Lisäksi vertailua vaikeutti se, että esikäsitteily- ja kiinnitysajat saatiin erilailla ilmoitettuna robottimerkeittäin.

7.3.1 Erot tunnusluvuissa

Taulukossa 7 esitetään robottimerkkien eroavaisuuksia tunnusluvuissa. DeLavalin ja Lelyn tulosten välillä on suurta vaihtelua kaikkien tunnuslukujen osalta. DeLavalin lypsyrobotit tekivät 5,83 % enemmän epätäydellisiä lypsyjä kuin Lelyn robotit. DeLavalin laskennallinen esikäsitteily- ja kiinnitysaika on lähes kolminkertainen Lelyn robottiin verrattuna. Lelyn roboteilla on vapaata kapasiteettiä kymmenen prosenttia enemmän, kuin DeLavalin roboteilla, mikä näkyy sekä maidon että lypsykäyntien määrässä. Lypsyrobotia kohden Lelyllä on kahdeksan lehmää vähemmän kuin DeLavalilla.

Taulukko 7. Tunnusluvut.

	DeLaval	LELY	Ero
Epätäydelliset	6,78 %	0,95 %	-5,83 %
Esikäsitteily- ja kiinnitysaika	3,91	1,34	-2,57
Lypsyjä/vrk	2,47	3,27	0,80
mkg/vrk	30,08	37,08	7,00
Kapasiteettia käytössä	72 %	62 %	-10 %
Lehmiä kpl/robotti	52	44	-8
mkg/robotti/vrk	1574	1632	58

7.3.2 Esikäsitteily- ja kiinnitysaajan vaikutus kapasiteettiin

Tulokset on koostettu siten, millaisia maitomääriä lypsyrobotit voivat lypsää, kun kapasiteetti hyödynnetään optimaalisesti. Tulokset on järjestetty esikäsitteily- ja kiinnitysaajan mukaan sekä jaoteltu osiin, esimerkiksi esikäsitteily- ja kiinnitysaajaltaan 25

prosenttia hitaimmista eläimistä ja 75 prosenttia nopeimmista. Tuloksia käsitellään siten, miten robottien toiminta tehostuu, kun tietty määrä esikäsitteily- ja kiinnitysajaltaan hitaimpia eläimiä korvataan nopeammilla eläimillä. Tuloksissa tarkastellaan kuinka paljon lypsyrobotin toiminta tehostuu, kun esikäsitteilyyn- ja kiinnitykseen kuluu lypsyä kohden vähemmän aikaa. Mitä vähemmän esikäsitteilyyn- ja kiinnitykseen kuluu aikaa, sitä enemmän lypsyrobotit pystyvät lypsämään päivässä. Tuloksissa on otettu huomioon eläinryhmien maitomäärät, kokonaislypsy aika sekä lypsykerrat vuorokaudessa. Tuloksissa esitetään myös epätäydellisten lypsyjen määrä robottia kohden vuorokaudessa. Rakenneominaisuuksia ei taulukossa tarkastella, mutta kuitenkin tuloksia tarkemmin tarkasteltaessa käy ilmi, että useimmalla hitaimmista lehmistä on joitain kiinnitystä haittaavia ominaisuuksia mm. lyhyitä tai lähekkäin sijaitsevia vetimiä.

Taulukossa 8 esitetään, miten DeLavalin lypsyrobotin kapasiteetti lisääntyy, kun esikäsitteily- ja kiinnitysaikaa vapautuu lypsyihin. Taulukosta käy ilmi, että esikäsitteily- ja kiinnitysnopeudeltaan hitaiden eläinten karsinta tehostaa huomattavasti DeLavalin lypsyrobotin toimintaa. Kun esikäsitteily- ja kiinnitysajaltaan hitaimmat 10 % poistettaisiin ja korvattaisiin jäljelle jääneillä keskiverto lehmillä, epätäydelliset lypsyt laskevat neljällä lypsyllä. Hitaimman puolikkaan korvattaessa nopeimmalla puolikkaalla epätäydellisten lypsyjen määrä laskee jo yhteen epätäydelliseen lypsyyn. Jos kaikki eläimet esikäsiteltäisiin ja kiinnitettäisiin yhtä nopeasti, kuin mitä paras kymmenen prosenttia, eläinmäärä voisi olla jopa 89 kappaletta ja vuorokautinen maitomäärä lähes 2500 litraa. Jotta vuorokaudessa voitaisiin tuottaa yli 2000 litraa maitoa, on esikäsitteily- ja kiinnitysajaltaan hitaimpia lehmiä karsittava yli neljännes. DeLavalin tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava esikäsitteily- ja kiinnityksajan olevan laskennallinen ja siinä olevan mukana myös vedinsprayn laitto sekä lehmän tunnistus ja vapautus.

Taulukko 8. Kiinnitysajaltaan hitaimpien eläinten poistamisen vaikutus DeLavalin kapasiteettiin.

DeLaval	Lypsy aika %/pv	Epätäydellisiä lypsyjä kpl/pv	Kiinnitysaika min/lehmä/lypsy	Lypsyjä päivässä	Lehmiä	Maitoa/vrk
Nykyinen	85 %	10	3,91	153	61	1849
Hitain 10% -> Nopein 90%	85 %	6	3,61	159	65	1961
Hitain 25% -> Nopein 75%	85 %	6	3,60	159	66	1967
Hitain 50% -> Nopein 50%	85 %	1	3,02	179	72	2229
Hitain 75% -> Nopein 25%	85 %	1	2,70	185	78	2339
Hitain 90% -> Nopein 10%	85 %	2	2,45	202	89	2448

Taulukossa 9 esitetään, miten Lelyn lypsyrobotin kapasiteetti lisääntyy, kun esikäsitteilyyn ja kiinnitykseen kuluva aika vapautuu lypsyille. Esikäsitteily- ja kiinnitysnopeudeltaan heikkojen eläinten karsinta ei juurikaan lisää vuorokautista maitomäärää Lelyn lypsyrobotilla.

Taulukko 9. Kiinnitysajaltaan hitaimpien eläinten poistamisen vaikutus Lelyn kapasiteettiin.

Lely	Lypsy aika %/pv	Epätäydellisiä lypsyjä kpl/pv	Kiinnitysaika min/lehmä/lypsy	Lypsyjä päivässä	Lehmiä	Maitoa/vrk
Nykyinen	85 %	2	1,34	196	60	2226
Hitain 10% -> Nopein 90%	85 %	1	1,29	197	60	2239
Hitain 25% -> Nopein 75%	85 %	1	1,26	197	60	2257
Hitain 50% -> Nopein 50%	85 %	1	1,21	202	62	2275
Hitain 75% -> Nopein 25%	85 %	1	1,17	204	63	2291
Hitain 90% -> Nopein 10%	85 %	1	1,12	215	65	2289

Lelyn tuloksissa ei suuria muutoksia havaittu. Epätäydellisten lypsyjen määrä puolittuu, kun hitain kymmenen prosenttia eläimistä karsitaan. Esikäsitteily- ja kiinnityssajassa voidaan säästää vain 13 sekuntia lypsyä kohden, jos kaikkien eläinten esikäsitteily- ja kiinnitys tapahtuisi yhtä nopeasti kuin nopeimmalla kymmenellä prosentilla. Tällöin robotti pystyy lypsämään 19 lypsykertaa enemmän vuorokaudessa ja eläinmäärää voidaan nostaa viidellä. Vuorokautisessa maitomäärässä ei suuria muutoksia tapahdu.

Lelyn aineiston eläinaines soveltuu DeLavalin aineiston eläimiä paremmin robotilypsyyn. Lelyn eläimet mahdollistavat jo nykyisellään yli 2000 litran vuorokautisen

maitomäärän. DeLavalin eläimistä on karsittava yli neljännes, jotta pystyttäisiin lypsämään yli 2000 litraa maitoa vuorokaudessa ja puolet, jotta tunnusluvut vastaisivat Lelyn tutkimuksessa saatuja tunnuslukuja. Vuorokauden maitomäärään vaikuttaa myös olennaisesti eläinkohtainen päivätuotos, joka on Lelyllä jo huomattavasti suurempi. Laskelmissa on käytetty ryhmäkohtaista nykyistä maitomäärää. Eläinaineksen ja managementin vaikutus näkyy selvästi Lelyn eduksi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää utarerakenteen ongelmakohtien vaikutus lypsyrobotin kapasiteettiin. Tässä onnistuttiin suurelta osin. Tutkimuksessa saatuja tuloksia ei voida kuitenkaan pitää täysin paikkaansa pitävinä, koska tutkimuksen otanta jäi melko vähäiseksi, varsinkin utarerakenteen hajonnan ääripäiden osalta. Tulokset ovat kuitenkin hyvin suuntaa-antavia ja vastasivat osittain käytännön havaintoja sekä yhden aiemmin tehdyn tutkimuksen tuloksia esimerkiksi siten, että takavetimien sijaitessa lähekkäin ja etuvetimien sijainnin ollessa toisiinsa nähden suuri lypsyrobotin esikäsitteily ja kiinnitys vaikeutuivat. Aihetta on syytä tutkia laajemmin suuremmalla ja luotettavammalla otannalla.

Tutkimuksen avulla saatiin vastaukset kysymyksiimme. Utarerakenneominaisuuksien todettiin vaikuttavan joko suoraan tai välillisesti esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen. Merkittävimmät ominaisuudet, jotka aiheuttivat ongelmia, olivat vedin-sijainnit, vedinten pituus ja utareen tasapaino. Myös keskiside ja utareen muoto aiheuttivat ongelmia lypsyrobotin toimintaan. Suurinta osaa esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen vaikuttavia ominaisuuksia voidaan jalostuksen keinoin helposti kehittää. Välillisesti vaikuttavien ominaisuuksien merkitystä ei kuitenkaan voida vähätellä. Niiden merkitys korostuu varsinkin heikosti periytyviä, mutta suoraan esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen vaikuttavia ominaisuuksia tukevin ominaisuuksina.

Lypsyn onnistuminen automaattilypsyssä vaatii toimivaa utarerakennetta. Tutkimuksessa havaittiin utarerakenteen vaikuttavan DeLavalin VMS:än toimintaan enemmän kuin Lelyn Astronaut 4:n. Tämä voi johtua siitä, että Lelyn keskimääräinen eläinainees oli automaattilypsyyn sopivampaa. Lisäksi Lelyltä saatu esikäsitteily- ja kiinnitysaika vastaa todellisuutta toisin, kuin DeLavalin, jonka laskennallinen esikäsitteily- ja kiinnitysaika kärjistää tuloksia.

Tutkimuksessa keskityttiin utarerakenteeseen ja muut lypsyrobotin kiinnitysnopeuteen vaikuttavat seikat jätettiin vähäiselle tarkastelulle. Olisi ollut hyvä käsitellä poikimakertojen vaikutusta utarerakenteeseen sekä esikäsitteilyn ja kiinnityksen onnistumiseen. Aineiston luotettavuutta ja otantaa olisi voinut parantaa tekemällä yhteistyötä jalostusyritysten kanssa. Lisäksi tutkimuksen olisi voinut rajata tutkimaan vain

yhtä robottimerkkiä. Kyseisestä aiheesta ei löytynyt juurikaan vastaavia tutkimuksia, joten tutkimuksessa saaduille tuloksille ei saatu kunnollista vertailevaa tutkimusta.

Tutkimukseen osallistuneet tilat seuraavat epätäydellisten lypsyjen määrää ja hakevat sekä avustavat lehmiä päivittäin. Utarerakenteen parantamisella voidaan vähentää epätäydellisten lypsyjen määrää. Maatalousyriyksissä voidaan täten työmäärää säästää ja siirtää tuottavampaan työhön, kuten johtamiseen. Epätäydelliset lypsyt ja viivästyneet kiinnitykset aiheuttavat utaretulehduksia ja maitomäärän laskua. Utarerakenteen parantamisen myötä voidaan parantaa maatalousyriyksien taloudellista tulosta.

Jotta lypsyrobottien kapasiteetti tulisi hyödynnettyä mahdollisimman hyvin, on utarerakenteeseen kiinnitettävä huomiota. Tärkeimpiin utarerakenteen ominaisuuksiin on kiinnitettävä huomiota jalostuspäätöksiä tehtäessä. Utarerakenteen kokonaisindeksi ei ole riittävä työkalu kehittämään robottilypsyyn soveltuvaa eläinainesta, koska tutkimuksessa havaittujen tärkeiden ominaisuuksien painoarvo utarerakenteen kokonaisindeksissä on matala. On muistettava, että toimiva utarerakenne on avain tehokkaaseen automaattilypsyyn.

LÄHTEET

- Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Niemi, A.-M., Toivonen, M. & Vahlsten, T. 2012. Mitata ja valitse: lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Helsinki: Opetushallitus.
- Bach, A. & Busto, I. 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *Journal of Dairy Research* 72 (1), 101-106.
- Bruckmaier, R.M., Macuhova, J. & Meyer, H.H.D. 2001. Specific aspects of milk ejection in robotic milking: a review. *Livestock Production Science* 72, 169-170.
- Carlén, E., Fogh, A., Johansson, K. & Paakala, E. Ei päiväystä. Uudistuksia rakenteen jalostusarvon ennusteisiin. [Verkojulkaisu]. NAV. [Viitattu 11.3.2016]. Saatavana: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/Improved-NAV-breeding-values-for-conformation_FIN.pdf
- DeLaval vapaaehtoinen lypsyjärjestelmä VMS. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. DeLaval. [Viitattu 21.4.2016]. Saatavana: http://www.topmilker.com/pdf/FI/53570536BR2ver3_VMS_PremiumBrochure_lowres.pdf
- DeLaval VMS-lypsyrobotti vapaaehtoiseen lypsyyn. 2011. [Verkkosivu]. DeLaval. [Viitattu 5.3.2016]. Saatavana: http://www.delaval.fi/-/Tuotteet/Lypsy/Tuotteet/Stallwork/VMS-station/DeLaval_voluntary_milking_system_VMS/
- Heino, A., Ronkainen, P. & Salovuori, H. 2004. Maidon laatu. Teoksessa: A. M. Aisla, S. Alasuutari, A. Heino, M. Hovinen, J. Kaihilahti, I. Kasanen, E. Manninen, S. Raussi, P. Ronkainen, S. Saastamoinen, H. Salovuori & A. Suokannas (toim.) Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä. Helsinki: MTT. Maa- ja elintarviketalous 62, 24.
- Hovinen, M., Laitinen, K., Manninen, E., Murto, I. & Nyman, K. 10.4.2006. Lypsyllä parressa ja pihatossa. [Verkojulkaisu]. MTT. [Viitattu 29.4.2016]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Lypsylla%20parressa%20ja%20pihatossa.pdf>
- Hulsen, J. 2007a. Automaattilypsy. Teoksessa: J. Kyntäjä & H. Teräväinen (toim.) Lehmähavaintoja. Porvoo: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto, 85.
- Hulsen, J. 2007b. Lypsyllä. Teoksessa: J. Kyntäjä & H. Teräväinen (toim.) Lehmähavaintoja. Porvoo: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto, 81.
- Hulsen, J. 2009. Automaattilypsy. Suomentaja Riina Leppänen & Leena Määttänen. Roodbont: Vetvice.

- Hulsen, J & Lam, T. 2011. Lypsy. Teoksessa: L. Green, T. Huhtamäki, T. Mäkinen & M. Tirkkonen (toim.) Utareterveys Hedelmällisyys. Vantaa: ProAgria Keskusten Liitto, 30.
- Hyvät toimintatavat automaattilypsyssä. 15.5.2007. Hyvät toimintatavat automaattilypsyssä: hygieniaohjeet. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen Meijeriyhdistys. [Viitattu 6.5.2016]. Saatavana: <http://www.maitohygienialiitto.fi/images/tiedostot/HTP-ohje2007.pdf>
- Hämäläinen, M. & Karttunen, J. 2003. Automaattilypsyn työmenekki ja toiminnallisuus: työn luonteen muutos lypsyrobotin myötä. Forssa: Työtehoseura. Työtehoseuran maataloustiedote 12/2003.
- Jacobs, J.A. & Siegford, J.M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health and welfare 95 (5), 2230, 2233, 2237-2238.
- Kapasiteetti. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. NHK. [Viitattu 1.5.2016]. Saatavana: <http://www.nhk.fi/kapasiteetti.html>
- Karttunen, J. 2015. Maidontuottajan työterveys ja –turvallisuus automaattilypsyssä. Nurmijärvi: Työtehoseura. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 2/2015.
- Kasurinen, O. <xxx.xxx@xxx.fi> 22.2.2016. Solution Manager. Oy DeLaval Ab. Vastaus sähköpostiin. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Ville Sillanpää. [Viitattu 22.2.2016].
- Korrelaatio ja riippuvuusluvut. Päivitetty 28.1.2004. [Verkkosivu]. Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. [Viitattu 9.5.2016]. Saatavana: <http://www.fsd.uta.fi/menetaelmaopetus/korrelaatio/korrelaatio.html>
- Korrelaatiot NTM:n ja osaominaisuuksien välillä. 2015. [Verkkajulkaisu]. NAV. [Viitattu 27.2.2016]. Saatavana: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/05/Correlations-between-NTM-and-sub-indices_FIN.pdf
- Käyttöohjekirja: VMS-vapaalypsyjärjestelmä. 2002. [Verkkajulkaisu]. Oy DeLaval Ab. [Viitattu 9.5.2016]. Saatavana: http://www.delaval.fi/ImageVault-Files/id_25414/cf_5/VMS_2-3-1-FIN.PDF
- Lely Astronaut Automaattinen lypsyjärjestelmä. Ei päiväystä. Lely Astronaut Automaattinen lypsyjärjestelmä: luo tulevaisuus lypsykarjatilallesi. [Verkkajulkaisu]. Lely. [Viitattu 22.4.2016]. Saatavana: http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Lely_Astronaut_A3_NEXT_FI.pdf

- Lely Astronaut Robottilypsyjärjestelmä. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Lely. [Viitattu 22.4.2016]. Saatavana: [http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Lely_Astronaut_A4/Lely_Astronaut_A4 - FI.pdf](http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Lely_Astronaut_A4/Lely_Astronaut_A4_-_FI.pdf)
- Lineaarinen rakennearvostelu. 28.1.2015. [Verkkajulkaisu]. NAV. [Viitattu 6.3.2016]. Saatavana: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/05/Conformation_recording_pictures_FIN.pdf
- Lohenoja, S. 2012. Tuotosarvostelu uudistui, luvassa lisää sonninemisiä. Nauta 42 (2), 16.
- Miller, R.H., Fulton, L.A., Erez, B. Williams, W.F. & Pearson, R.E. 1995. Variation in distances among teats of Holstein cows: Implications for automated milking. Journal of Dairy Science 78 (7), 1456, 1459-1460.
- Morri, S., Mäntyharju, J. & Puumala, L. 2014. Keinoja lypsyrobotin käytön tehostamiseen. Nurmijärvi: Työteho-seura. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 7/2014.
- Nokka, S. 2011. Utareterveyden ja hedelmällisyyden hallinta ovat karjanhoidon avainasioita. Teoksessa: L. Green, T. Huhtamäki, T. Mäkinen & M. Tirkkonen (toim.) Utareterveys Hedelmällisyys. Hämeenlinna: ProAgria Keskusten Liitto, 3.
- Nordic Cattle Genetic Evaluation. 2014. [Verkkajulkaisu]. NAV. [Viitattu 6.3.2016]. Saatavana: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/05/Conformation_optimums_weights_FIN1.pdf
- Närvä, M., Rajakorpi, J., Ryhänen, M. & Tuuri, H. 2012. Yhteistyö, resurssit ja resurssitarve. Teoksessa: E. Laitila & M. Ryhänen (toim.) Yhteistyö ja resurssit maitotiloilla: verkostomaisen yrittämisen lähtökohtia ja edellytyksiä. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja. B. Raportteja ja selvityksiä 59. [Viitattu 27.2.2016]. Saatavana: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47837/B59.pdf?sequence=2>
- Oksa, A. & Paakala, E. 2015. FabaJasu uudistui!: sopivat sonnit helposti. Nauta 45 (3), 14-15.
- Paakala, E. 2014. Näin tulkitset rakenneindeksejä. Nauta 44 (4), 23.
- Pedersen Aamand, G. 5.12.2013. NAV routine genetic evaluation of Dairy Cattle – data and genetic models. [Verkkajulkaisu]. General Manager NAV. [Viitattu 27.2.2016]. Saatavana: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/General-description_from-old-homepage_06052015.pdf
- Rehnström, K. 2012a. Lypsyrobotin kapasiteettia ei aina hyödynnetä kokonaan. KMVET 18 (1), 25-27.

- Rehnström, K. 2012b. Lypsyrobotin pesutulokseen vaikuttaa moni asia. KMVET 18 (4), 25-26.
- Rossing, W., Hogewerf, P.H., Ipema, A.H., Ketelaar-De Lauwere, C.C. & De Koning, C.J.A.M. 1997. Robotic milking in dairy farming. Netherlands Journal of Agricultural Science 45 (1), 17–19.
- Semex. 2015. [Verkkajulkaisu]. Semex Finland. [Viitattu 15.3.2015]. Saatavana: http://www.semex.fi/kuvat/Semex%20Uutiset/Sonniopasvihko_2015_selattava/FLASH/index.html
- Tirkkonen, M. 2012. Solut kuriin robotilla: hyvä utareterveys ei synny automaattisesti. KMVET 18 (7), 20-21.
- Toivonen, M. 2006. Lypsettävyydestietoja robotilta. Nauta 36 (1), 20.
- VMS-robottikäsi toimii kuten ihmiskäsi. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. DeLaval. [Viitattu 22.4.2016]. Saatavana: http://www.topmilker.com/pdf/FI/53570536BR1ver3_VMS_BasicBrochure_lowres.pdf
- WwwSonni. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Faba. [Viitattu 1.4.2016]. Saatavana: <https://fabaweb.mloy.fi/SKJOWeb/wwwJasu/Bull-Data.asp?strLang=FI&strBreed=3&strHBNo=97890&uuteenikkunaan=1&Medelko=1>