

**LELYN LYPSYROBOTTIMALLIEN ROBOTTEHOKKUUS JA
KAPASITEETTIEN VERTAILU**

Joonas Tohni

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Maataloustieteiden laitos

Huhtikuu 2017



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Maataloustieteiden laitos	
Tekijä/Författare – Author Joonas Tohni			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Lelyn lypsyrobottimallien robottitehokkuus ja kapasiteettien vertailu			
Oppiaine /Läroämne – Subject Agroteknologia			
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year 4.2017	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 52	
Tiivistelmä/Referat – Abstract Tutkielman tavoitteena on vertailla Lelyn lypsyrobottimallien Astronaut A2 ja A3 tehokkuutta ja kapasiteettia Astronaut A4 malliin. A4 mallin uudistuneen rakenteen ja kehittyneen tekniikan ansiosta sen oletetaan olevan edellisiä malleja tehokkaampi. Varsinkin I-flow-konseptin myötä lehmien kulkeminen robottiin ja sieltä poistuminen on aikaisempaa nopeampaa. Näiden ansiosta lehmien omatoiminen kulkeminen robottiin oletetaan lisääntyvän robotin vaihdon myötä. Lisääntyneillä lypsyillä oletetaan olevan vaikutusta myös lehmien maitotuotokseen. Tutkielman aineisto kerättiin NHK:n tilaneuvonnan toimesta Lelyn benchmark toimintoa hyödyntäen kuudelta A2:sta A4:seen ja kuudelta A3:sta A4:seen vaihtaneelta tilalta. Jokaiselta tilalta otettiin 100 päivän jakso robotin tallentamaa dataa kaksi kuukautta ennen ja jälkeen robotin vaihdon. Aineistosta laskettiin keskiarvot vertailtavista muuttujista tarkasteltujen ajanjaksojen ajalta. Vertailtavia muuttujia olivat: lypsykertojen määrä vuorokaudessa per lehmä, ohikulkujen määrä vuorokaudessa, vedinkuppien kiinnitysyritysten määrä, lypsykäynninkesto, käsittelyaika, lypsy aika, maitomäärä per lypsy, maidonvirtaus sekä vapaa kapasiteetti. Merkittävimmät robotin vaihdosta aiheutuneet muutokset olivat tulosten mukaan lypsykertojen ja ohikulkujen määrän kasvu sekä lehmien päivätuotoksen kasvu robotin vaihdon jälkeen. Lypsykäyntien määrä kasvoi 11.9 % ja ohikulkujen määrä peräti 58 %. Varsinkin ohikulkujen määrään todennäköisesti vaikutti robotin vaihdon yhteydessä laajentaneet tilat, sillä osalla tiloista kapasiteetti ei ollut vielä täysin hyödynnetty. Lehmien päivätuotos kasvoi tulosten mukaan 3,9 kg. Tutkimuksessa keskityttiin vertailemaan robottien tekniikkaa niiden antamien tunnuslukujen perusteella. Olosuhteet ja ruokinta eivät olleet mukana tutkimuksessa. Tutkimuksen perusteella A4 malli lisää keskimäärin lehmien käyntejä robotilla. Tulosten mukaan lyhentynyt käynninkesto mahdollistaa useamman lypsykäynnin vuorokaudessa.			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Kapasiteetti, Automaattilypsy, Robottitehokkuus, Lely Astronaut			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Maataloustieteiden laitos ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Työtä ohjasivat: Jussi Savander, Mikko Hakojärvi, Laura Alakukku			



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos/Institution– Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä/Författare – Author Joonas Tohni			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Comparison of the efficiency and capacity of milking robot models by Lely			
Oppiaine /Läroämne – Subject Agrotechnology			
Työn laji/Arbetets art – Level Master`s thesis	Aika/Datum – Month and year 4.2017	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 52	
Tiivistelmä/Referat – Abstract <p>The objective of this study was to compare the efficiency and capacity of milking robot models manufactured by Lely. In this study, milking robot models Astronaut A2 and A3 were compared to the renewed model Astronaut A4. Renewed build and advanced technology of A4 model are expected to increase the efficiency and capacity compared to the previous models. Especially, the I-flow concept of cows entering and exiting to the milking parlor in renewed A4 model is faster than in the previous models. Due to this change the cows are supposed to visit the robot more frequently in case of the new model. Further, the increased number of the visits is expected to increase the milk yield of the cows.</p> <p>In this study, the data was collected with Lely's benchmark function by the NHK farm counseling. Data was collected from six farms where milking robot was changed from A2 to A4 and from six farms where the change was from A3 to A4. From each farm two periods of 100 days were gathered during two months before and after the change of the milking robot. The effect of the robot change was analyzed from average values calculated from the period before and after the change. In detail, the compared variables were: milking per cow per day, refusals per cow per day, connection attempts, box time per visit, handling time, milking time, milk yield per milking, the milk flow rate, and free capacity.</p> <p>According to the results, the change of robot increased clearly the number of milking visits, refusals, and milk yield per cow. Number of milking visit rose by 11,9% and refusals by 58%. The number of refusals was probably effected by the large number of free capacity that did exist on some analyzed farms after the milking robot change. Cows daily milk yield grew by 3.9 kg according to the results. The analysis of the results was done by comparing the robot technology and the data collected by the robots and therefore. Barn conditions and cows feeding were not considered in results. According to the results of the study the average number of visits to the robot was higher in A4 model. Also, the shortened box time was found to increase milking visits per day in A4 model.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Capacity, Automatic milking, robot efficiency, Lely Astronaut			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Supervisors: Jussi Savander, Mikko Hakojärvi, Laura Alakukku			

Sisällys	
SANASTOA	5
1 JOHDANTO	7
2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN	8
2.1 Automaattilypsy	8
2.2 Lely Astronaut robottilypsyjärjestelmä.....	9
2.3 Lypsyrobotin kapasiteettiin vaikuttavat tekijät	14
2.3.1 Lypsyrobotin vaikutus kapasiteettiin	15
2.3.2 Lehmien vaikutus kapasiteettiin.....	16
2.3.3 Eläinliikenteen vaikutus kapasiteettiin.....	18
2.3.4 Muut kapasiteettiin vaikuttavat tekijät	18
2.4 Lypsyrobottien tuotannonhallintajärjestelmän hyödyntäminen tiloilla	20
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	21
4 AINEISTO	22
5. TUTKIMUSMENETELMÄ	24
6. TULOKSET	25
6.1 A2:sta A4:seen vaihtaneet tilat.....	25
6.1.1 Lypsyjen määrä	27
6.1.2 Ohikulut	29
6.1.3 Lypsykohtainen lypsy aika.....	32
6.2 A3:sta A4:seen vaihtaneet tilat.....	34
6.2.1 Lypsyjen määrä	36
6.2.2 Ohikulut	39
6.2.3 Lypsykohtainen lypsy aika.....	41
7. TULOSTEN TARKASTELU	44
7.1 Lypsykäynnit ja ohikulut	44
7.2 Muutokset maitotuotoksessa	45
7.3 Lypsy aika ja käynnin kesto	46
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	47
LÄHTEET.....	50

SANASTOA

Lypsykarsina: on lypsyrobotin osa, jonne lehmä tulee lypsylle. Lypsykarsinassa on ruokkija, jolla lehmät houkutellessaan lypsylle, sillä automaattilypsy perustuu pääsääntöisesti lehmien omatoimiseen lypsyllä käyntiin (Rossing ym. 1997).

Robottikäsi: hoitaa lypsytapahtumaan liittyvät työvaiheet, kuten vedinten puhdistuksen, vedinkuppien kiinnittämisen ja vedinten desinfiointin (Rossing ym. 1997).

I-flow-konsepti: Lypsykarsina on tuotu lypsyrobotista ulos, mikä mahdollistaa lehmän kulkemisen suoraan robotin läpi (Lely Astronaut 2016).

MQC: (Milk Quality Control) Maidonlaadunvalvontajärjestelmä, joka mittaa maidon sähkönjohtavuutta, väriä, lämpötilaa ja virtausnopeutta neljänneskohtaisesti lypsyn ajan. Se mittaa myös maidon rasva-, valkuais- ja laktoosipitoisuuden (Lely Astronaut 2016).

MQC-C: Maidonlaadunvalvontajärjestelmän lisävaruste, joka mittaa somaattisten solujen määrää jokaisella lypsykerralla tuotetusta maidosta (Lely Astronaut 2016).

M4use: Maidonerotteluyksikkö, jonne poikkeava maito mittauksien mukaan tai asetuksin erotteluun laitettu maito ohjataan (Lely Astronaut 2016).

4effect tykytin: Neljänneskohtaisesti säätävä tykytys, joka mukautuu lehmän ominaisuuksien mukaan (Lely Astronaut 2016).

X-link: Lypsyrobotissa oleva tietokoneen käyttäjäliittymä (Lely 2012).

E-link: Lypsyrobotissa oleva käyttöliittymä, jolla pääsee T4C tuotannonhallinta järjestelmään (Lely 2012).

T4C: (Time for cows) Lelyn tuotannonhallintajärjestelmä, jonka avulla robotin tuottamaa tietoa analysoidaan ja säädetään robotin asetuksia.

InHerd: T4C:n mobiilikäyttöinen tuotantohallintajärjestelmän käyttöliittymä.

Lypsy lupa: Lypsyluvalla voidaan vaikuttaa lehmien lypsykertojen määrään. Lypsykertojen määrä pyritään optimoimaan sopivaksi lehmän tuotoksen mukaan.

Ohikulku: Lehmän tullessa robottiin ilman lypsyilupaa se päästetään heti pois. Syntyy Ohikulku.

Kiinnitysyritys: Yhden vedinkupin kiinnittämiseen tehty yritys.

Käsittelyaika: Käsittelyaika sisältää vetimien puhdistuksen, vedinkuppien kiinnityksen ja vedinkastoaineen suhkutuksen.

Lypsy aika: Maidonvirtauksen havaitsemisesta viimeisen vedinkupin irtoamiseen kulunut aika.

Käynnin kesto: Koko lypsy tapahtuman kesto lehmän havaitsemisesta lehmän poistumiseen asti.

Vapaa kapasiteetti: Aika jonka robotti on tyhjillään. Ei sisällä laitteiston pesuaikoja malleissa A3 ja A4. A2 mallissa vapaa kapasiteetti sisältää myös pesuajat. Suositus vapaan kapasiteetin määrästä on 10% vuorokaudesta.

1 JOHDANTO

Automaattilypsy alkoi yleistyä voimakkaasti vasta 2000-luvulla, vaikka ensimmäinen automaattinen lypsyjärjestelmä otettiin käyttöön Hollannissa jo vuonna 1992 (Suokannas ym. 2004). Suomessa ensimmäinen lypsyrobotti otettiin käyttöön vuonna 2000, minkä jälkeen automaattilypsy on yleistynyt nopeasti (Suokannas ym. 2004). Vuoden 2016 lopussa suomessa oli jo 997 automaattilypsytilaa, joilla oli yhteensä 1462 lypsyrobottia (Manninen 2017). Näistä Lelyn lypsyrobotteja oli 786 kappaletta yhteensä 533 lypsykarjatilalla. Lypsyrobotit ovat kehittyneet 25 vuoden aikana valtavasti tehokkuudeltaan ja ominaisuuksiltaan.

Automaattilypsyn yleistymisen syitä ovat mm. karjakoon kasvu, tilan tuottavuuden parantaminen sekä eläinten ja ihmisten hyvinvoinnin ja joustavuuden parantaminen (Heikkilä ym. 2014). Automaattilypsy perustuu lehmien omatoimiseen lypsylle kulkuun ympäri vuorokauden, jotta tavoiteltu hyöty automaattilypsystä toteutuu (Manninen ym. 2002). Tämän takia onkin tärkeää, että eläinliikenne on sujuvaa ja lypsypaikka miellyttävä, jotta lehmät hakeutuvat lypsylle riittävän usein (Manninen ym. 2002).

Automaattilypsyn myötä konkreettinen lypsytyö on muuttunut enemmän valvonta työksi, jolloin robottien antaman tiedon ymmärtäminen on tärkeää (Suokannas ym. 2004). Laittevalmistajat ovat kehittäneet omia tuotannonhallinta ohjelmia, joiden avulla automaattisen lypsyjärjestelmän toimintaa on helppo valvoa ja havaita poikkeavuuksia lehmien terveydentilassa (Suokannas ym. 2004). Olennainen osa automaattilypsyä on myös ennaltaehkäisevät työt etenkin utare- ja sorkkaterveydessä, sillä terveet lehmät käyvät aktiivisesti lypsyllä eivätkä ylimääräiset laitteiston pesut pienennä kapasiteettia erilleen lypsettävien lehmien jälkeen. Ruokinnalla ja rehunjakerroilla voidaan vaikuttaa lehmien aktiivisuuteen (Suokannas ym. 2004). Lisäksi lehmien jalostuksella voidaan parantaa lypsyrobottien tehokkuutta utarerakenteen ja lypsynopeuden kautta, sillä vetimien sijainnilla ja maidonvirtauksella on oleellinen vaikutus robotin tehokkuuteen (de Koning ja Ouweltjes 2000).

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla Lelyn A2 ja A3 lypsyrobottimallien suorituskykyä Lelyn A4 robottiin sekä selvittää onko eri mallien kapasiteetissa eroa. Etenkin Lelyn uusimmassa A4 lypsyrobotissa olevalla I-flow rakenteella pyrittiin helpottamaan robottiin kulkemista ja poistumista, jolloin lehmät kävisivät robotilla useammin. Tutkimuksessa käytettävä aineisto kerättiin robottimallia vaihtaneilta tiloilta, jolloin vertailua päästiin tekemään samalla karjalla. Tutkimus rajattiin vain robottien antamaan tietoon ja niiden käsittelyyn, sillä muutoksia rehuissa, olosuhteissa tai yms. ei voitu ottaa huomioon.

2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN

2.1 Automaattilypsy

Automaattilypsyssä karjanhoitotyö muuttuu luonteeltaan erilaiseksi siirryttäessä varsinaisesta lypsytyöstä toiminnan valvontaan, eläinten hoitoon ja parsien siivoamiseen (Rossing ym. 1997). Merkittävässä osassa robottilypsyssä on robotin antamat raportit ja huomiolistat, joiden pohjalta tehdään suurin osa päätöksistä, koska karjanhoitajalla ei ole enää päivittäistä kosketusta jokaiseen lehmään (Suokannas ym. 2004). Raporttien pohjalta tehdään päätöksiä liittyen ruokintaan, hoitoon ja muihin järjestelmän asetuksiin (Puumala ym. 2014). Automaattilypsy tuo myös joustavuutta karjanhoitoon, sillä työt eivät ole enää niin tiukasti sidottu lypsy aikaan. Toisaalta ympärivuorokautinen lypsy vaatii yhdeltä henkilöltä hälytysvalmiuden läpi vuorokauden.

Lehmien automaattinen lypsy perustuu lehmien omatoimiseen kulkemiseen lypsylle, sillä lehmien hakeminen lypsylle vie paljon aikaa, eikä tällöin tuo haettua työajan säästöä (Puumala ym. 2014). Lehmän mennessä robottiin, robotti tunnistaa lehmän ja aloittaa lypsyn, mikäli lehmällä on lypsylupa. Lehmä saa lypsyluvan yleisimmin 4-6 tunnin kuluttua edellisestä lypsystä asetuksista riippuen (Bruckmaier 2002). Mikäli lehmällä ei ole lypsylupaa, niin robotti päästää sen saman tien pois. Lypsy alkaa vedinten paikantamisella ja puhdistuksella. Tämän jälkeen vedinkupit kiinnitetään yksitellen, lasertekniikkaa hyödyntäen (Rossing ym. 1997). Lelyn uusimmassa A4 mallissa myös

3D-kamera seuraa lehmän liikkeitä, joka nopeuttaa käsivarren ohjausta (Lely Astronaut). Lypsyn aikana robotti seuraa maidonlaatua ja erottelee poikkeavan maidon, mikäli laatuvaatimus ei täyty (Suokannas ym. 2004). Robotti valvoo maidon laatua neljänneskohtaisesti mittaamalla maidon sähkönjohtavuutta ja väriä (Suokannas ym. 2004). Mikäli maidon laadussa havaitaan poikkeavuutta tavoitelluista arvoista tai jos robotilla on tieto lehmän lääkinnästä, lypsykäynnillä tuotettu maito ohjataan erotteluun. Lypsyn jälkeen robotti suihkuttaa vedinkastoaineen vetimiin ja päästää lehmän pois robotista (Bruckmaier 2002). Mikäli maito on mennyt erotteluun, robotti huuhtelee lypsyjärjestelmän ennen seuraavaa lypsyä. Robotti myös pesee järjestelmän kolmesti vuorokaudessa ennalta määrättyinä aikoina (Suokannas ym. 2004). Lukuisat anturit seuraavat robotin toimintaa ja tapahtumia jatkuvasti. Ne tallentavat tiedot hallintajärjestelmään, jonka avulla järjestelmän toimintaa voidaan seurata ja hallita.

2.2 Lely Astronaut robottilypsyjärjestelmä

Automaattilypsyssä lypsyrobotti korvaa ihmisen lähes täysin lypsytyössä, joten lypsyrobotin on kyettävä tekemään kaikki lypsyvaiheet itsenäisesti. Näihin vaiheisiin kuuluu mm. lehmän tunnistaminen, vedinten puhdistaminen, vedinkuppien kiinnitys sekä maidon laadun tarkkaileminen. Automaattinen lypsyjärjestelmä voidaan jakaa erilaisiin pääosiin, kuten lypsykarsina, robottikäsi, lypsyjärjestelmä sekä tuotannonhallintajärjestelmä. (de Koningin ym. 2002)

Vuonna 1992 Lely esitteli ensimmäisen prototyypin Astronaut lypsyrobotista, joka oli myös maailman ensimmäinen lypsyrobotti (Lely 2012). Lely Astronaut A2 (kuva 1) oli ensimmäinen Lelyn lypsyrobottimalli, joka tuotiin markkinoille vuonna 1995. A2 mallin käyttöikä on pystytty pidentämään, kun uudempien mallien ominaisuuksia on pystynyt asentamaan vanhaan malliin jälkikäteen. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi M4Use maidon erottelu, STDS laser vedinten paikannukseen ja MQC maidon laadun valvonta. Astronaut A2 Evolution malli perustuu pitkälti alkuperäiseen A2 malliin, mutta siihen kuuluu valmiina monia tekniikoita, jotka on kehitetty A3 mallin kehitystyön aikana. Edellä mainittujen lisäksi tällaisia ominaisuuksia ovat mm. vaakalattia,

neljänneskohtainen vedinspray ja ruostumattomasta teräksestä valmistetut komponentit (Lely 2012).



Kuva 1. Lelyn ensimmäinen lypsyrobottimalli Astronaut A2. Kuvan julkaisemiseen saatu lupa Jussi Savanderilta

Vuonna 2005 Lely julkaisi Astronaut A3 mallin (kuva 2), jossa oli muutamia kehittyneitä ominaisuuksia A2 malliin verrattuna. Suurin muutos oli tapahtunut käsivarressa, josta oli tehty pienempi ja sen rakenne mahdollisti pienemmät liikkeet (Lely 2012). Muita uusia ominaisuuksia oli mm. lehmän paikannus robotissa vaakalattian avulla, X-link tietokoneen käyttäjäliittymä ja maidonvirtauksen mukaan neljänneskohtaisesti mukautuva 4effect tykytin. Lisäksi A3 malliin saa lisävarusteena vedinkuppien höyrypuhdistuksen sekä MQC-C solumittauslaitteen sekä maidon näytteenottolaitteen. Näytteenottolaite Lely Shuttle on ollut käytössä A2 mallista alkaen (Lely 2012).



Kuva 2. Vuonna 2005 julkaistu Lely Astronaut A3 lypsyrobotti. Suurin muutos A2:seen verrattuna on käsivarren rakenne. Kuvan julkaisemiseen saatu lupa Jussi Savanderilta

A3Next (kuva 3) on A3:sta päivitetty versio, joka julkaistiin vuonna 2009. Uudistuneen ulkomuotonsa lisäksi A3Nextiin tuli muutamia teknisiä parannuksia kuten ruostumattomasta teräksestä valmistettu ruokintakaukalo, robottikäsivarteen asennettu maidon laatua ja virtausta mittaavat anturit, jotka parantavat mittaus nopeutta ja tarkkuutta (Lely 2012). Lisäksi A3Nextillä on mahdollista mitata maidon rasva ja valkuaispitoisuutta, sekä maitotuotos mitataan punnitsemalla maidonkokoaja. Maidon erottelu yksikkö oli myös uudistunut A3Next mallissa (Lely 2012).



Kuva 3. Lely Astronaut A3Next oli päivitetty versio A3:sta. Kuvan julkaisemiseen saatu lupa Jussi Savanderilta

Lelyn uusin lypsyrobotti Astronaut A4 malli (kuva 4) tuli markkinoille vuonna 2011. I-flow-konsepti eli uudistunut lypsykarsina oli yksi merkittävämmistä uudistuksista. Siinä lehmä kulkee robottiin ja sieltä pois suoraan, mikä tekee robottiin kulkemisen helpoksi. Lisäksi rakennetta oli muutettu moduulirakenteeksi, jossa lypsyrobotti koostuu robottiyksiköstä ja keskusyksiköstä. Keskusyksikkö pystyy hoitamaan kahta robottiyksikköä ja se voidaan sijoittaa etämmälle robottiyksiköistä. Uusia ominaisuuksia verrattuna aikaisempiin malleihin on lisäksi kääntyvä ruokintakaukalo, 3D-kamera lehmän sijainnin paikantamiseen lypsyrobotissa, hellävaraisempi maidon pumppaus ja E-link käyttöliittymä (Lely 2012).



Kuva 4. Lelyn uusiin lypsyrobotteihin Astronaut A4 tuli markkinoille vuonna 2011. Edellisistä malleista poiketen A4 koostuu kahdesta moduulista, robotista ja keskusyksiköstä. Kuvan julkaisemiseen saatu lupa Jussi Savanderilta

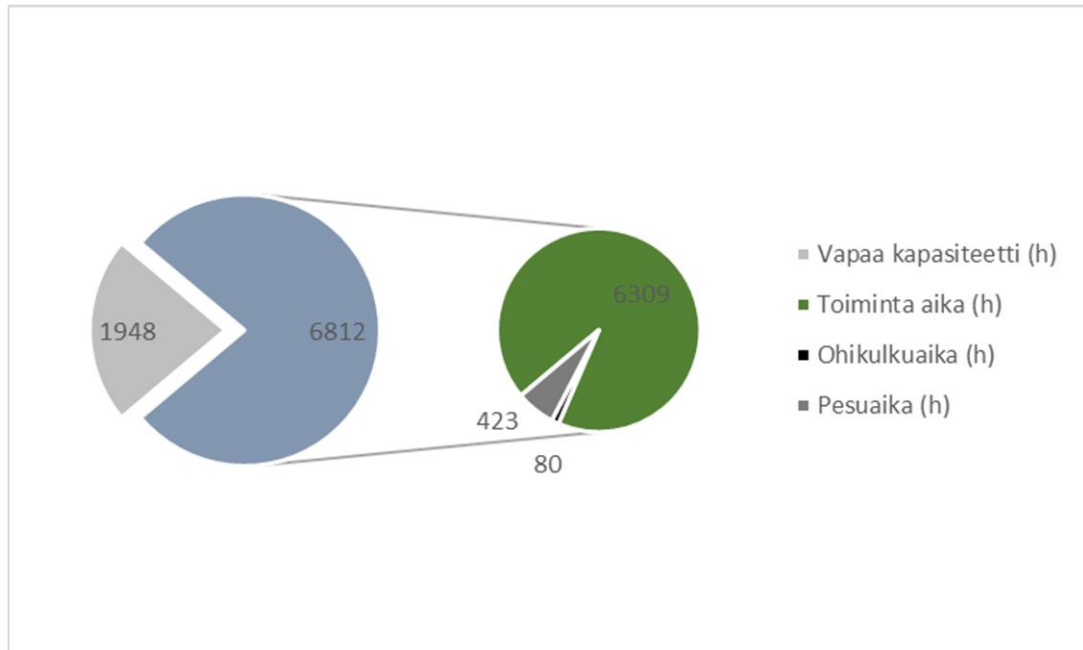
T4C on Lelyn tuotannonhallintajärjestelmä, jonka avulla voidaan hallita siihen kytkettyjä Lelyn laitteita. T4C kerää kaikkien laitteiden mittaaman tiedon ja muodostaa niistä erilaisia raportteja (Lely Astronaut 2016). T4C tärkeä ominaisuus on KPI (key performance indicator) eli tunnuslukujen seuranta mittaristolta. Tuottaja voi valita eri mittareita T4C ohjelmistoon. Yleisimmät käytössä olevat mittarit ovat lypsykäynnit, ohikulut, keskimaito, tuotetun maidon määrä, käynnin kesto, kiinnitysyrietykset, epäonnistuneet lypsyt, ja lypsynopeus. Lisäksi voidaan valita ruokintaan, syöntikäyttäytymiseen ja maidon laatuun liittyviä mittareita. Raporttien pohjalta voidaan seurata mm. tuotosta, muuttaa järjestelmän asetuksia ja käyttää tukena päivittäisessä päätöksenteossa liittyen eläinten hoitoon ja ruokintaan. Tuotannonhallintajärjestelmän on myös mahdollista yhdistää eri laitteilta saatuja tietoja, jonka pohjalta saadaan esimerkiksi rehunkäytön tehokkuutta kuvaavia tunnuslukuja. Tietojen yhdistäminen mahdollistaa myös esim. tuotoksen mukaan mukautuvan ruokinnan, jolloin lehmät saavat juuri oikean määrän rehua.

T4C-järjestelmälle on kehitetty kaksi käyttöliittymää; PC:lle ja mobiililaitteille. PC-liittymän avulla voidaan hallita kaikkea mitä T4C mahdollistaa ja tehdä syvällisempiä analyysejä raporteista. InHerd-työkalu on mobiililaitteille tehty käyttöliittymä. Sen kautta

on pääsy suppeampaan osaan T4C-järjestelmän tietoihin ja toimiin. InHerd-työkalun avulla on mahdollista tehdä nopeita tarkistuksia ja kirjata ylös eläinkohtaisia toimenpiteitä (Lely Astronaut 2016).

2.3 Lypsyrobotin kapasiteettiin vaikuttavat tekijät

Lypsyrobotin tehokkuus luo pohjan lypsyrobotin kapasiteetille. Lypsyrobotin kapasiteetti rajoittaa suurimman mahdollisen karjakoon lypsyrobotia kohden. Kapasiteetista puhuttaessa ei kuitenkaan ole tärkeintä maksimaalinen karjakoko, vaan robotilla tuotetun maidon määrä vuorokaudessa (de Koning ja Ouweltjes 2000). Järjestelmän tehokkaan toiminnan kannalta on tärkeää, että kapasiteetin käyttöaste on optimaalisella tasolla. Liian täydellä kapasiteetilla lypsykertojen määrä vähenee ja jonotusaika robottiin kasvaa. Tällä on negatiivinen vaikutus maitotuotokseen ja utareterveyteen (Halachmi 2009). Korkeasta vapaan kapasiteetin määrästä ei ole haittaa lehmille, mutta lypsyrobotin kapasiteetti kannattaa hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti, jotta päästään parempaan tuottavuuteen. Tehokkuutta parannettaessa on tunnettava tekijät, jotka vaikuttavat lypsyrobotin kapasiteettiin. Kuvassa 5 nähdään, kuinka aika jakautuu eri lypsyrobotin toimintojen välille. Tämän tiedon avulla voidaan keskittyä kehittämään toimintoja, joihin kuluu suurin osa ajasta. Tutkimuksen perusteella lypsyrobotin kapasiteettiin vaikuttavat lukuisat erilaiset ominaisuudet ja ratkaisut, kuten esimerkiksi tuotostaso, lypsykäynnit, maidonvirtausnopeus, rehunjako, eläinliikenne, sekä varsinainen lypsyrobotin toiminta (Suokannas ym. 2004).



Kuva 5. Lypsyrobotin toiminta-ajan jakautuminen eri toimintojen välillä vuoden aikana. (muokattu lähteestä Castro ym. 2012).

2.3.1 Lypsyrobotin vaikutus kapasiteettiin

Lypsyrobotin kapasiteetille varsinaisen pohjan antaa itse lypsyrobotin toiminta. Lypsyrobotin ominaisuuksista kapasiteettiin vaikuttaa vedinten pesu, vedinkuppien kiinnitys, lypsy sekä vedinsuihkeet (Suokannas ym. 2004). Käsittelyaikaan, johon kuuluu vedinten pesu, vedinkuppien kiinnitys ja vedinsuihkeet, vaikuttaa myös merkittävästi lehmän utarerakenne, vedinten sijainti sekä lehmän käyttäytyminen käsittelyn aikana. Tutkimusten mukaan käsittelyaika on noin 2,5 minuuttia (de Koning ja Ouweltjes 2000). Lypsyrobottien kehityksen myötä käsittelyaika on nykyisin jopa alle 2 minuuttia riippuen lehmästä (Puumala ym. 2014). Käsittelyajoissa voi olla suurtakin vaihtelua lehmien välillä. Puumalan ym. (2014) tutkimuksessa käsittelyajan lehmäkohtainen vaihtelu oli 77 sekunnista jopa 540 sekuntiin. Tästä johtuen robottitiloille onkin tärkeää keskittyä jalostuksessa utarerakenteeseen ja lehmien luonteeseen. Lypsynopeuteen vaikuttaa lypsykoneiston toiminta. Lypsynopeutta on pyritty nopeuttamaan tyktystoiminnoilla ja muuttuvalla alipainetasolla. Suurin vaikutus lypsynopeuteen on kuitenkin lehmän maidonantiominaisuuksilla, jotka tulee huomioida jalostuksen yhteydessä (de Koning ja Ouweltjes 2000).

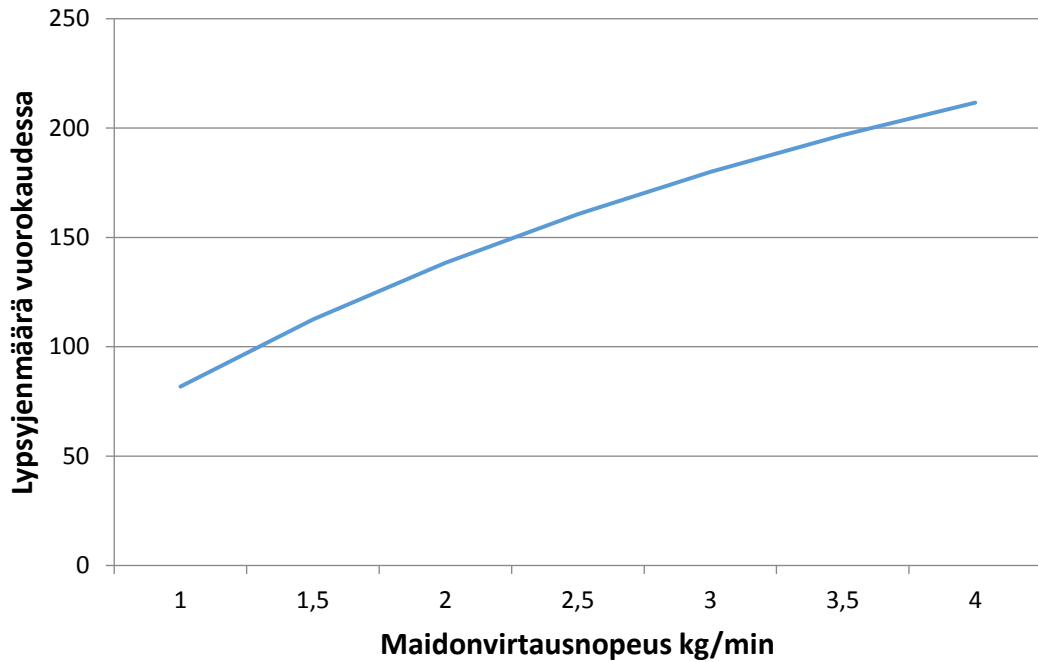
Lypsyrobotin käytössä oleva lypsyaika saadaan vähentämällä 24 tunnista lypsyrobotin pesuihin kuluva aika sekä vapaa kapasiteetti. Pääpesuja, joissa pestään koko lypsyjärjestelmä, on yleisimmin vuorokaudessa 3 kertaa noin 8 tunnin välein (Suokannas ym. 2004). Pääpesuihin kuluva aika vuorokaudesta on noin 1–1,5 tuntia riippuen laitteesta ja pesujen määrästä (Komiya ym. 2002). Pääpesujen lisäksi aikaa kuluu järjestelmän huuhteluihin ja pesuihin sellaisten lehmien jälkeen, joiden maito erotellaan liian korkean solupitoisuuden tai antibioottihoitojen takia. Nämä huomioiden lypsyaikaa jää vuorokaudesta noin 20 tuntia (de Koning ja Ouweltjes 2000, Suokannas ym. 2004, Puumala ym. 2014). Vapaaksi kapasiteetiksi lypsyroboteille suositellaan 10 % vuorokaudesta.

2.3.2 Lehmien vaikutus kapasiteettiin

Lypsyrobotin lisäksi kapasiteettiin vaikuttaa merkittävästi lehmien ominaisuudet. Lehmien ominaisuuksien huomioiminen on kuitenkin paljon haastavampaa kuin robottien, sillä yksilöiden välillä voi olla merkittäviä eroja. Karjan ominaisuudet on kuitenkin tunnettava hyvin, koska ne määrittävät esimerkiksi sen, kuinka monta lypsyä lypsyrobotin on mahdollista lypsää vuorokaudessa. Suuntaa antava eläinmäärä lypsyrobotia kohti voidaan laskea, kun tiedetään keskimääräinen aika, joka kuluu yhdeltä lehmältä lypsykäynnillä ja mikä on tavoiteltu lypsykäyntien määrä vuorokaudessa (Ipema 1997). Varsinkin suurituottoisissa karjoissa on kannattavampaa tavoitella keskimääräiseksi lypsykertojen määräksi kolmea kuin kahta. Lypsykertojen määrällä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia utareterveyteen, sillä pitkä lypsyväli altistaa herkemmin utaretulehdukselle (Hogeveen ym. 2000). Karkeana ohjeena voitaisiin pitää sitä, että pyrittäisiin optimoimaan lypsykäyntien määrää siten, että maitotuotos per lypsykäynti olisi noin 12 kg. Tiloille ei kuitenkaan voida antaa yksiselitteisiä ohjeita, vaan jokaisella tilalla on toimittava tapauskohtaisesti karjan ominaisuudet huomioon ottaen.

Lehmien osalta yksi merkittävimmistä kapasiteettiin vaikuttavista tekijöistä on lehmien maidonantiominaisuudet, eli maidonvirtausnopeus, jolla lehmä maitonsa laskee. Maidonvirtauksen vaikutusta kapasiteettiin voidaan havainnollistaa erilaisin kuvin ja taulukoin. Esimerkiksi maitotuotoksen per lypsy ollessa keskimäärin 12 kg ja

maidonvirtauksen 3,29 kg/min on lypsyrobotin mahdollista lypsää noin 190 lypsyä vuorokaudessa (kuva 6), Maitotuotoksena vuorokaudessa tämä tarkoittaisi noin 2280 kg. Mikäli karjan maidonvirtaus olisikin merkittävästi huonompi vain 1,82 kg/min, laskisi lypsykäyntien määrä vuorokaudessa 135:een, joka tarkoittaa vuorokaudessa tuotetun maidon määränä 1620 kg (de Koning ja Ouweltjes 2000).



Kuva 6. Maidonvirtausnopeuden vaikutus lypsykertojen määrään vuorokaudessa, kun maitotuotos lypsyä kohti on 12 kg (muokattu lähteestä Komiya ym. 2002).

Maidonantiominaisuuksien avulla voidaan myös tutkia maidonvirtauksen vaikutusta eläinmäärään. Esimerkiksi lehmien keskimääräisen päivätuotoksen ollessa 30 kg ja maidonvirtauksen ollessa 3,0 kg/min voisi yhtä robottia kohden olla hieman yli 70 lehmää. Jos maidonvirtaus olisikin vain 1,5 kg/min, niin robottia kohden voisi olla vain noin 45 lehmää (Komiya ym. 2002). Esimerkkien perusteella voidaan todeta, että lehmien maidonantinopeudella on erittäin suuri vaikutus lypsyrobotin kapasiteettiin. Tehokkaimmin maidonvirtauksen parantamiseen voidaan vaikuttaa jalostuksen keinoin, mutta esikäsittelyn onnistumisella on myös vaikutusta maidonvirtaukseen. Olennaisinta kapasiteetissa ei kuitenkaan ole maksimaalinen lehmämäärä, vaan pitäisi pyrkiä mahdollisimman suureen maitomäärään vuorokaudessa.

2.3.3 Eläinliikenteen vaikutus kapasiteettiin

Lypsyrobotin kapasiteettiin ja lypsykäyntien määrään vaikuttaa osittain navetan rakenteelliset ratkaisut. Rakenteellisista ratkaisuista lypsykäynteihin vaikuttaa oleellisesti eläinliikenteen toimiminen (Ipema 1997). Vaihtoehtoja eläinliikenteen järjestämiseksi on vapaa, ohjattu ja osittain ohjattu eläinliikenne (Suokannas ym. 2004). Lelyn automaattilypsy perustuu täysin vapaalle eläinliikenteelle. Vapaa eläinliikenne tarkoittaa, että lehmät pääsevät liikkumaan täysin vapaasti lypsyrobotille, makuualueelle ja ruokinta-alueelle. Ohjatussa eläinliikenteessä lehmät ohjataan aina lypsyrobotille, kun ne ovat menossa makuualueelta ruokinta-alueelle tai toisinpäin. Osittain ohjattu eläinliikenne poikkeaa ohjatusta eläinliikenteestä siten, että lehmät ohjataan lypsyrobotille vain silloin, kun niillä on lypsylupa. Vapaassa eläinliikenteessä lehmät pääsevät aina makaamaan ja syömään, mikäli lypsylle pääsy estyy ruuhkasta tai muusta ongelmasta johtuen. Vapaassa eläinliikenteessä lehmät käyvätkin useamman kerran syömässä vuorokaudenaikana kuin navetoissa, joissa on ohjattu eläinliikenne (Harms ym. 2002). Vapaassa eläinliikenteessä lypsyrobotin kapasiteetin kannalta on oleellista, että eläinliikenne on sujuvaa eli lehmät hakeutuisivat robotille omatoimisesti riittävän usein. Liikkumisaktiivisuuteen voidaan vaikuttaa tekemällä robottiin kulkeminen mahdollisimman helpoksi ja, myös karkearehun tai seosrehun jakokertojen määrä vaikuttaa lehmien liikkumisaktiivisuuteen (Suokannas ym. 2004).

2.3.4 Muut kapasiteettiin vaikuttavat tekijät

Lypsyrobotin kapasiteettiin vaikuttaa robotin ja lehmien ominaisuuksien, sekä eläinliikenteen lisäksi useat eri tekijät. Yksi oleellisimmista muista tekijöistä on lehmien ruokinta, sillä lehmien ravinnon tarve saa lehmät liikkeelle (Suokannas ym. 2004). Karkearehua tulee olla tarjolla lehmille vapaasti ympäri vuorokauden, jotta sen saatavuus ei rajoita syöntiä/energiansaantia ja alenna tuotosta. Väkiarehua lehmät saavat robotilta ja tai väkiarehuautomaateista. Robotilta saatava väkiarehun tehtävänä on houkuttaa lehmät hakeutumaan robotille, joten väkiarehun tulee olla hyvin maistavaa. Robotin väkiarehun suositus on olla energiapitoista rehua, minkä perässä lehmät hakeutuvat robotille. Valkuainen puolestaan väkiarehuautomaateista tai seosrehun seassa. Seosrehuruokintaa

käyttävillä tiloilla osa väkirehusta saadaan karkearehun seassa. Vapaassa eläinliikenteessä on suositeltavaa, että lehmät saavat väkirehua seosrehun lisäksi ainoastaan robotilta, jotta väkirehu houkuttelisi lehmiä riittävästi (Suokannas ym. 2004). Karkearehun tai seosrehun jakaminen lisää lehmien liikkumisaktiivisuutta, joten karkearehun jakokertojen määrällä voidaan vaikuttaa eläinten liikkumiseen ja sitä kautta lypsykertojen määrään (Suokannas ym. 2004). Varsinkin vapaan eläinliikenteen navetoissa ruokinnalla on merkittävä vaikutus lypsykertojen määrään.

Eläinten terveys on hyvin tärkeää robottilypsyn toiminnan kannalta. Erityisen tärkeää on huolehtia lehmien sorkka- ja jalkaterveydestä, sillä lehmien täytyy liikkua mielellään. Ontuvat lehmät eivät välttämättä hakeudu lypsylle, jolloin lypsyvälit saattavat venyä liian pitkiksi ja lisätä utaretulehduksen riskiä (Hogeveen ym. 2000). Lehmien utareterveyteen onkin kiinnitettävä huomiota, sillä robottilypsyssä ei voida ylläpitää lypsyjärjestystä. Tämä lisää utaretulehdusten leviämisen riskiä verrattuna perinteisempiin lypsymenetelmiin. Robottilypsyssä täytyykin lypsyjärjestelmä huuhdella jokaisen lypsyn jälkeen, kun maito menee erotteluun tai lehmä on antibiootihoidolla. Jokaisen lypsyn jälkeen vedinkupit huuhdellaan ja suurimmassa osassa Lelyn roboteista on höyrydesinfiointi, jolla vedinkupit desinfioidaan ennen seuraavaa lypsyä (Lely Astronaut 2016). Ylimääräiset pesut pienentävät myös oleellisesti lypsyrobotin kapasiteettia, mutta lehmien saapumisjärjestykseen robotille ei kuitenkaan voida vaikuttaa, ellei hoidossa olevia lehmiä pysty tuomaan ryhmänä lypsylle esimerkiksi takakierron avulla. Terveiden lehmien tuotos on myös korkeampi, joten lehmien terveyteen ja hyvinvointiin kannattaa kiinnittää huomiota (Suokannas ym. 2004).

Lypsyrobotin tehokkuuden kannalta on tärkeää, että lehmien on helppo kulkea robottiin ja sieltä pois. Lehmät saattavat jäädä robottiin vielä lypsytapahtuman jälkeenkin, mikäli väkirehua jää saataville portin aueutta. Tästä johtuen esimerkiksi Lelyn kaikissa lypsyrobotimalleissa on sähköinen ajolaitte, joka ajaa lehmän pois lypsykarsinasta, mikäli se ei ole poistunut riittävän nopeasti. Sähköisestä ajolaitteesta johtuen 90–95 % lehmistä lähteekin jo ennen ensimmäistä sähköiskua, kun roboteissa joissa ei ole ajolaitetta osa lehmistä oli robotin lypsykarsinassa vielä reilun minuutin jälkeen lypsyn päättymisestä (Oostra ja Sällvik 2000).

2.4 Lypsyrobottien tuotannonhallintajärjestelmän hyödyntäminen tiloilla

Lypsyrobotti mittaa ja tallentaa paljon tietoa navetan tapahtumista, jonka analysointia helpottaa robotin tuotannonhallintajärjestelmä. Tuotannonhallintajärjestelmän antamaa tietoa voidaan hyödyntää päivittäisessä työssä tai pidempiaikaisen suunnittelun tukena (Puumala ym. 2014).

Päivittäin tiloilla seurataan yleisimmin lehmäkohtaisia lypsykäyntejä, eli ovatko kaikki lehmät käyneet riittävän usein lypsällä, onko lypsytapahtuma onnistunut ja liittyykö siihen huomautuksia (Puumala ym. 2014). Lypsytapahtumaan liittyvät huomautukset ovat yleensä muutos maitomäärässä tai maidon laadussa. Utareterveyttä voidaan seurata maidon sähkönjohtavuuden, värin ja solumäärän perusteella (Hogeveen ja Ouweltjes 2003). Utareterveyttä ja lehmien terveyttä kuvaavia tunnuslukuja on hyvä seurata päivittäin, sillä nopea reagointi ja hoidon varhainen aloittaminen lyhentävät sairauden kestoja ja saattaa ennaltaehkäistä pahempien ongelmien syntymistä. Lisäksi päivittäin tiloilla seurataan lehmien aktiivisuutta, jota hyödynnetään kiimantarkkailun tukena.

Syvällisempää analyysia tiloilla tehdään viikoittain mm. rehunkulutuksesta, lehmien kulkuaktiivisuudesta, maitotuotoksen muutoksista ja robotin kapasiteetista (Puumala ym. 2014). Näiden tietojen pohjalta voidaan tarvittaessa säätää ruokintaa ja havaita hitaammin muuttuvia muutoksia esimerkiksi maitomäärässä, sillä hitaasti tapahtuvista muutoksista järjestelmä ei anna hälytystä automaattisesti (Suokannas ym. 2004). Tuotannonhallintajärjestelmään on mahdollista luoda myös omia raportteja, jotka helpottavat ja nopeuttavat tiedon analysointia. Oma raportti voidaan luoda esimerkiksi vastapoikineille lehmille, jolloin raportilla on vain lehmät, jotka ovat poikineet määritellyn ajan sisällä. Tällainen raportti helpottaa ja nopeuttaa poikineiden lehmien terveydentilan ja maitotuotoksen seuranta. Tuotannonhallintajärjestelmää voidaan hyödyntää myös jalostuksen tukena, sillä järjestelmästä nähdään lehmien tuotostietoja ja lypsynopeus, joihin pyritään vaikuttamaan myös jalostamisen keinoin.

Tuotannonhallintajärjestelmällä voidaan säätää myös koko automaattisen lypsyjärjestelmän asetuksia, kuten eläinten liikkumista, ruokintaa sekä lypsyasetuksia ja laitteiston pesuja. Lisäksi voidaan asettaa raja-arvoja, milloin järjestelmä tekee hälytyksen, tai luoda lehmille erilaisia ryhmiä, jolloin asetuksia voi muuttaa ryhmäkohtaisesti (Puumala ym. 2014). Asetuksiin tehtyjen muutosten vaikutus on kuitenkin syytä ymmärtää ja kirjata ylös mitä ja milloin on tehnyt, jotta tehtyjen asetusten vaikutusta voidaan seurata.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla Lelyn lypsyrobottimallien Astronaut A2 ja Astronaut A3 tehokkuutta ja kapasiteettia Lelyn uusimpaan lypsyrobottiin Astronaut A4 malliin. Tehokkuutta ja kapasiteettia tarkastellaan seuraavilla muuttujilla: lypsykertojen määrä vuorokaudessa per lehmä, ohikulkujen määrä vuorokaudessa, vedinkuppien kiinnitysyritysten määrä, lypsykäynninkesto, käsittelyaika, lypsy aika, maitomäärä per lypsy, maidonvirtaus sekä vapaa kapasiteetti.

Tutkimuksessa keskityttiin tarkastelemaan robottien tekniikasta ja rakenteesta johtuvia eroja, mutta tulosten tarkastelussa otettiin huomioon myös lehmien ominaisuuksia. Rakennusten ominaisuuksilla oli varmasti jonkinlainen vaikutus, mutta tutkimuksessa ei näitä pystytty ottamaan huomioon. Lisäksi tulosten analysoinnissa pohdittiin sitä, että onko olosuhteissa tapahtunut merkittävää muutosta, joka vaikuttaisi saatuihin tuloksiin, sillä tilalle ei jää vanhaa robottia. Näin ollen yhtäaikaista vertailuryhmää ei ole, joten ei voida varmasti sanoa olisiko jokin muutos tuloksissa tapahtunut, vaikka robottia ei olisi vaihdettu.

Tutkimuksen hypoteesina on, että uusi Astronaut A4 malli on edeltäjiään tehokkaampi kehittyneen tekniikkansa ja uudistuneen rakenteensa ansiosta, ja näin ollen se lisää lypsyrobotin kapasiteettia. Etenkin lehmien kulkemisen robottiin oletetaan parantuneen, koska lehmien kulku robottiin on tehty entistä helpommaksi i-flow konseptin avulla. I-flow rakenteen ansiosta lehmä voi kulkea robottiin suoraan. Lisäksi lypsykarsina on myös

entistä leveämpi, mikä tekee lypsykarsinan lehmälle entistä viihtyisämmäksi. Tämän pitäisi lisätä lehmien käyntejä robotilla ja parantaa lehmien omatoimista kulkemista robotilla. Lisääntyneiden lypsykäyntien seurauksena myös lehmäkohtaisen maitotuotoksen odotetaan nousevan.

4 AINEISTO

Tutkimuksen aineisto kerättiin yhteistyössä NHK:n tilaneuvonnan kanssa. Siinä hyödynnettiin Lelyn benchmark ominaisuutta, jolla voidaan vertailla Lelyn lypsyrobotia käyttävien tilojen tuloksia ja tuotantoraportteja. Tutkimusta varten raporteista kerättiin seuraavat tunnusluvut: lypsykertojen määrä vuorokaudessa per lehmä, ohikulkujen määrä vuorokaudessa, vedinkuppien kiinnitysyritysten määrä, lypsykäynninkesto, käsittelyaika, lypsyaika, maitomäärä per lypsy, maidonvirtaus sekä vapaa kapasiteetti. Tutkimuksessa käytettiin kahdeltatoista tilalta kerättyä aineistoa. Valituista tiloista kuusi vaihtoi A2 mallisen robotin A4 malliin sekä kuusi tilaa olivat vaihtaneet A3 mallisen robotin A4 malliin. Muutokset robottien ja lehmien määrissä, sekä robotin vaihtopäivä nähdään A2 tilojen osalta taulukossa 1 ja A3 tilojen osalta taulukossa 2.

Lypsyrobottimallien tehokkuutta päätettiin tutkia nimenomaan robottimallia vaihtaneilta tiloilta, jolloin karja, olosuhteet ja tilan toimintatavat olisivat mahdollisimman samanlaisia molempien robottimallien kohdalla. Osa tiloista oli tosin laajentanut robottien vaihdon yhteydessä, joten tämä on otettava huomioon tulosten analysoinnissa, sillä mahdollisesti muuttuneiden olosuhteiden vaikutusta ei voitu huomioida.

Tiloilta saadusta aineistosta otettiin 100 päivän jaksot tarkasteluun ennen ja jälkeen robotin vaihdon. Tarkasteltavat ajanjaksot pyrittiin ottamaan siten, että jaksot olisivat otettu samoilta kuukausilta ennen ja jälkeen robotin vaihtamisen. Tällä pyrittiin siihen, että ympäristöolosuhteet olisivat samankaltaiset sekä lehmien tuotoskaudenvaihe suunnilleen sama molemmilla ajanjaksoilla olettaen, että lehmät poikivat noin kerran vuodessa. Kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla tiloilla tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä osalla tiloista aineistoa ei ollut saatavilla riittävän pitkältä ajalta. Osalla

tiloista oli myös tietojen tallentamisessa tapahtunut jotakin virheitä, sillä tuloksia ei joko ollut tai ne olivat virheellisiä. Tästä johtuen tarkasteltavaa jaksoa ei kaikilta tiloilta saatu juuri halutulta ajanjaksolta, sillä virheelliset jaksot/päivät poistettiin aineistosta. Tarkasteltavat jaksot otettiin kuitenkin vähintään 1 kalenterikuukausi ennen ja jälkeen robotin vaihdon, jolla pyrittiin välttämään robotin vaihdosta johtuvat hetkelliset häiriöt. Osalta laajentaneista tiloista tarkasteltava jakso otettiin huomattavasti pidemmän ajan päästä robotin vaihdosta, jotta vapaan kapasiteetin määrä ei olisi tarpeettoman suuri ja vaikuttaisi näin ollen etenkin käyntimäärien tutkimiseen. Vertailtavat tunnusluvut laskettiin aineistosta otetusta 100 päivän jaksosta keskiarvona, jolloin yksittäisten päivien vaikutus saatiin minimoitua.

Taulukossa 1 esitetään A2 mallista A4 malliin vaihtaneiden tilojen tiedot robottien ja lypsyssä olevien lehmien määrästä tiloilla ennen ja jälkeen robotin vaihdon, sekä päivämäärä jolloin robotti on tilalle vaihdettu. Myös tutkimuksessa tarkastellut jaksot on merkitty taulukkoon. Taulukosta 1 nähdään, että aineiston tiloista kolme on laajentanut vaihdon yhteydessä, mutta kolmella tilalla on vaihdettu vain pelkkä robotti.

Taulukko 1. A2:sta A4:seen vaihtaneiden tilojen tiedot robottien ja lypsyssä olevien lehmien määrästä ennen ja jälkeen vaihdon, sekä robotin vaihto päivämäärä ja tarkastellut ajanjaksot

	Robottien määrä		Lypsyssä olevien lehmien määrä		Jakso ennen robotin vaihtoa	Vaihto pvm	Jakso robotin vaihdon jälkeen
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen			
Tila 1	1	2	57	93	1.3.14–8.6.14	2.12.14	1.3.15–8.6.15
Tila 2	1	3	55	140	23.8.13–30.11.13	17.12.13	23.9.14–31.12.14
Tila 3	1	1	58	58	19.11.14–27.2.15	10.6.15	1.8.15–8.11.15
Tila 4	1	1	52	54	1.8.13–8.11.13	29.4.14	1.8.14–8.11.14
Tila 5	1	2	55	106	9.3.13–20.6.13	18.7.13	31.3.14–26.7.14
Tila 6	1	1	63	63	1.1.15–10.4.15	14.9.15	27.10.15–3.2.16

Taulukossa 2 esitetään A3 mallista A4 malliin vaihtaneista tiloista vastaavat luvut kuin taulukossa 1 A2:sta A4:seen vaihtaneista tiloista. Taulukosta 2 todetaan, että A3 tiloista neljä oli laajentanut vaihdon yhteydessä ja kaksi oli vaihtanut pelkän robotin. Tilojen tiedoista nähdään, että sekä A2:sta A4:seen että A3:sta A4:seen vaihtaneista laajentaneista tiloista osalla oli vielä runsaasti vapaata kapasiteettia.

Taulukko 2. A3:sta A4:seen vaihtaneiden tilojen tiedot robottien ja lypsyssä olevien lehmien määristä ennen ja jälkeen vaihdon, sekä robotin vaihto päivämäärä ja tarkastellut ajanjaksot

	Robottien määrä		Lypsyssä olevien lehmien määrä		Jakso ennen robotin vaihtoa	Vaihto pvm	Jakso robotin vaihdon jälkeen
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen			
Tila 1	1	2	60	94	23.6.13–30.9.13	12.11.13	22.9.14–31.12.14
Tila 2	1	2	60	76	1.9.13–10.12.13	7.4.14	1.9.14–10.12.15
Tila 3	1	2	77	122	21.9.11–30.12.11	22.10.12	23.9.13–31.12.14
Tila 4	1	1	56	58	1.5.12–9.8.12	15.11.12	1.5.13–8.8.13
Tila 5	1	1	61	62	1.10.13–9.1.14	7.8.14	1.10.14–8.1.15
Tila 6	1	2	50	77	26.9.14–3.1.15	28.1.15	1.11.15–8.2.16

5. TUTKIMUSMENETELMÄ

Tulosten vertailemisen helpottamiseksi tilat ryhmiteltiin A2:sta A4:seen vaihtaneisiin ja A3:sta A4:seen vaihtaneisiin tiloihin. Lisäksi tiloja tarkasteltiin myös robottien vaihdon yhteydessä laajentaneina ja vain pelkän robotin vaihtaneina ryhminä, koska kapasiteetti ei ollut täynnä kaikilla laajentaneilla tiloilla.

Aineistosta luotiin 100 päivän mittaiset raportit Excelillä, jotka sisälsivät vertailtavia lehmä ja päivä kohtaisia kapasiteettiin vaikuttavia tunnuslukuja. Tarkasteltavista jaksoista laskettiin keskiarvot, jolloin tunnuslukujen vertailu on helpompaa. Tällainen aineiston käsittely tehtiin jokaisen tilan aineistosta ennen robotin vaihtoa sekä robotin vaihdon jälkeen. Aineistosta laskettiin myös keskiarvot koko tilaryhmälle ennen vaihtoa ja vaihdon jälkeen. Näiden tulosten pohjalta tehtiin varsinainen robottien mallikohtainen

vertailu, sillä yksittäisen tilan tuloksissa voi olla suurtakin hajontaa suuremman tilajoukon keskiarvoihin verrattuna. Lisäksi tuloksista laskettiin keskihajonta, keskiarvon keskivirhe sekä luottamusväli. Näiden pohjalta tuloksia voitiin analysoida entistä tarkemmin.

Tulokset laskettiin erikseen A2:sta A4:seen ja A3:sta A4:seen vaihtaneille tiloille. Lisäksi tuloksia tarkasteltiin vain robotin vaihtaneiden tilojen kesken sekä tilojen kesken jotka olivat vaihdonyhteydessä laajentaneet. Tällöin tulosten tarkastelussa oli analysoitava, olivatko muuttuneet olosuhteet vaikuttaneet tuloksiin merkittävästi vai olivatko tulokset verrattavissa vain robotin vaihtaneisiin tiloihin. Muuttuneiden olosuhteiden vaikutusta tuloksiin voitiin arvioida vertaamalla pelkän robotin vaihtaneiden tilojen tuloksia laajentaneiden tilojen tuloksiin.

Yksittäisten tilojen tuloksista keskiarvot laskettiin Excel taulukkolaskentaohjelmalla 100 päivän jaksoista. Taulukon 4 ja 6 tuloksista keskiarvo, keskihajonta ja keskivirhe on laskettu SPSS ohjelmalla käyttäen 95 % luottamusväliä. Prosentuaalinen muutos eri muuttujissa on laskettu Excel taulukkolaskentaohjelmalla.

6. TULOKSET

6.1 A2:sta A4:seen vaihtaneet tilat

Taulukossa 3 esitetään jokaisen A2:sta A4:seen vaihtaneen tilan tulokset keskiarvoina ennen ja jälkeen robotin vaihtamisen. Tilojen tulokset saatiin laskemalla keskiarvo 100 päivän jaksolta, jolloin yksittäisen päivän vaikutus tuloksiin oli pieni. Taulukon 3 avulla voitiin tarkastella tilojen välisiä eroja eri muuttujien välillä. Tuloksista nähdään myös kuinka eri kapasiteettia kuvaavat muuttujat ovat keskimäärin muuttuneet vaihdon jälkeen. Tuloksia tarkastellessa on huomioitava, että A2 mallin ja A4 mallin ilmoittama vapaan kapasiteetin määrä ei ole keskenään verrattavissa, sillä A2 malli laskee vapaaseen kapasiteettiin mukaan myös robotin pesuajat. Arviolta pesuajan osuus vapaasta

kapasiteetista on noin 8 prosenttiyksikköä pesuaikojen ollessa noin 2 tuntia vuorokaudesta.

Taulukko 3. A2:sta A4:seen vaihtaneiden tilojen tulokset ennen ja jälkeen robotin vaihdon. Muuttujien arvot laskettu 100 päivän jakson keskiarvona.

		Lypsyjä/ lehmä, kpl	Ohikulut/ lehmä, kpl	Maito/ lypsy, kg	Maito/ lehmä, kg	Käynnin- kesto, min	Käsittely- aika, min	Kiinnitys- yritykset, kpl	Lypsy aika, min	Lypsy- nopeus, kg/min	Vapaa kapasiteetti, %
Tila1	A2	2,3	1,3	10,5	24,6	7,4	1,9	1,2	5,5	2,2	31,9
	A4	3,0	1,8	11,5	34,7	7,5	2,1	1,4	5,4	2,4	19,7
Tila2	A2	2,7	1,2	12,2	33,9	6,9	1,8	.	5,1	2,7	27,0
	A4	2,9	2,5	11,0	31,9	7,1	2,1	1,3	5,0	2,5	24,3
Tila3	A2	2,7	2,2	11,7	31,7	6,5	1,9	1,6	4,5	2,8	29,5
	A4	3,0	2,0	11,2	33,4	6,8	2,2	1,3	4,6	2,6	12,3
Tila4	A2	2,7	1,4	12,4	34,1	7,4	2,1	1,4	5,3	2,6	26,2
	A4	2,9	1,8	11,7	34,0	7,3	2,2	1,4	5,2	2,5	16,7
Tila5	A2	2,9	1,5	11,3	33,1	6,6	1,9	1,3	4,7	2,6	25,2
	A4	3,2	4,2	11,8	38,6	6,3	1,8	1,4	4,4	2,9	16,9
Tila6	A2	2,3	0,5	14,3	33,1	8,0	1,8	1,6	6,2	2,5	17,7
	A4	2,6	1,5	11,5	31,3	6,6	1,9	1,2	4,7	2,7	16,1

Pelkän robotin vaihtaneiden tilojen, eli tilojen 3, 4 ja 6, tulokset ovat tutkimuksen kannalta mielenkiintoisimmat. Näillä tiloilla olosuhteet, karja sekä karjanmäärä pysyivät samanlaisina molempien robottien aikana, joten näistä muutoksista johtuvia vaikutuksia tuloksissa ei ollut. Tästä johtuen näillä tiloilla ei ollut laajennuksesta johtuvaa epävarmuutta mukana mahdollisessa muutoksessa.

Lypsyrobotin A2:sta A4:seen vaihtaneista tiloista tilat 1, 2 ja 5 olivat laajentaneet, eli lisänneet robottien määrää vaihdon yhteydessä. Laajentamisesta johtuen myös olosuhteet navetassa ovat muuttuivat, mikä oli huomioitava tulosten arvioinnissa. Lisäksi tuloksiin saattoi vaikuttaa se, ettei kapasiteettia ollut vielä täysin hyödynnetty. Laajentaneilla tiloilla vapaata kapasiteettia oli keskimäärin 20,3 % (taulukko 3). Tämän perusteella oli vielä mahdollista hyödyntää noin 10 %.

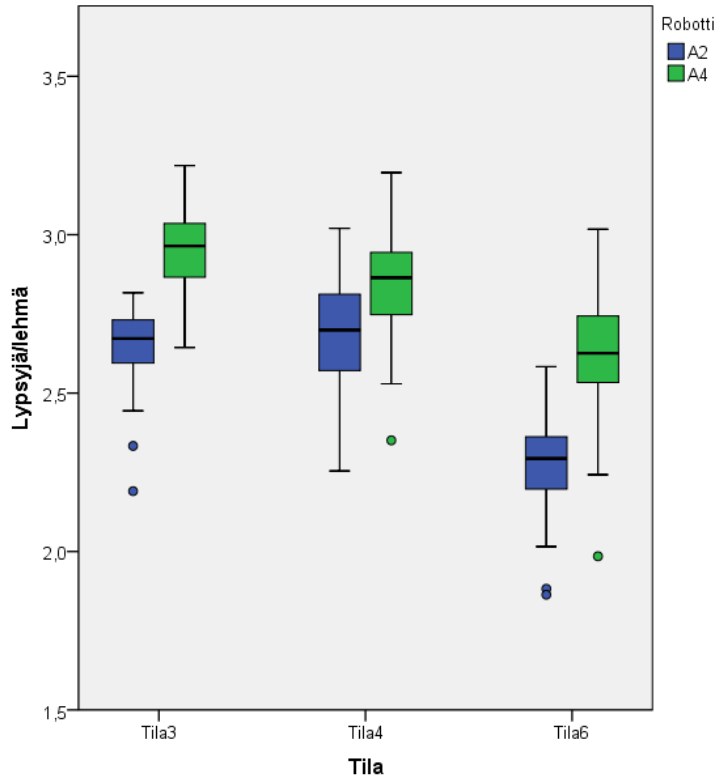
Taulukon 3 tulokset yksittäisinä lukuina eivät kuitenkaan kerro todellisista robotin vaihdon vaikutuksista juuri mitään lukijalleen, sillä luvut ovat sidoksissa toisiinsa. Muutos jossakin muuttujassa vaikuttaa todennäköisesti myös muihin muuttujiin. Taulukossa 4 on laskettu kaikkien tilojen tuloksista keskiarvo, keskihajonta, keskivirhe ja muuttujassa tapahtunut muutos prosentteina.

Taulukko 4. A2:sta vaihtaneiden tilojen muuttujien keskiarvot, keskihajonnat, keskivirheet sekä muuttujan prosentuaalinen muutos vaihdon jälkeen.

	Robotti	N	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskivirhe	Muutos%
Lypsyjä/lehmä, kpl	A2	600	2,6	0,3	0,01	12,9
	A4	600	2,9	0,2	0,01	
Ohikulut/lehmä, kpl	A2	600	1,3	0,7	0,03	71,2
	A4	600	2,3	1,1	0,04	
Maito/lehmä, kg	A2	600	31,8	3,8	0,15	7,0
	A4	600	34,0	2,8	0,11	
Maito/lypsy, kg	A2	600	12,0	1,4	0,06	-4,8
	A4	600	11,5	0,7	0,03	
Käynnin kesto, min	A2	600	7,1	0,7	0,03	-2,8
	A4	600	6,9	0,5	0,02	
Kiinnitysyrietykset, kpl	A2	500	1,4	0,3	0,01	-7,0
	A4	600	1,3	0,1	0,00	
Käsittelyaika, min	A2	600	1,9	0,2	0,01	6,7
	A4	600	2,1	0,2	0,01	
Lypsyaika, min	A2	600	5,2	0,7	0,03	-6,3
	A4	600	4,9	0,4	0,02	
Lypsynopeus, kg/min	A2	600	2,6	0,2	0,01	1,7
	A4	600	2,6	0,2	0,01	
Vapaa kapasiteetti, %	A2	600	26,2	6,4	0,26	-32,6
	A4	600	17,7	5,1	0,21	

6.1.1 Lypsyjen määrä

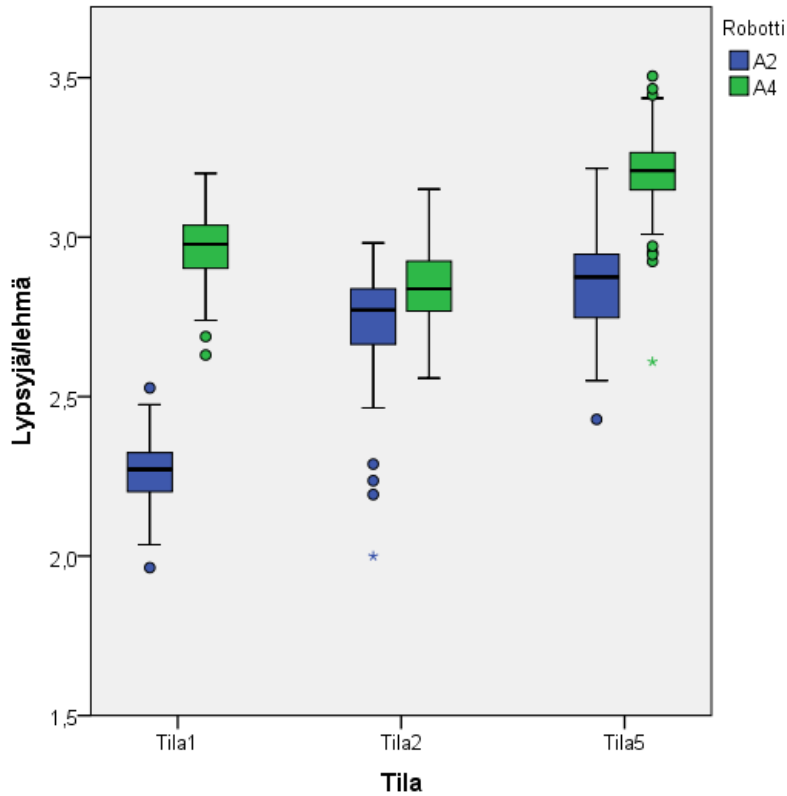
Lypsykäyntien määrä ennen lypsyrobotin vaihtamista oli keskimäärin 2,6 lypsyä lehmää kohden päivässä (taulukko 4). Vaihdon jälkeen tämä luku oli 2,9, eli lypsykäyntien määrä oli noussut 0,3 kpl, joka oli 12,9 % enemmän lypsyjä A4 mallilla kuin A2 mallilla. Kuvien 7 ja 8 avulla voidaan tarkastella, kuinka lypsykäyntien määrä on muuttunut pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla ja vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla.



Kuva 7. Lypsykäyntien muutos per lehmä tiloittain pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuten kuvasta 7 nähdään, on lypsykertojen määrä kasvanut kaikilla pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Etenkin tiloilla 3 ja 6 lypsykertojen määrän kasvu on ollut huomattavaa. Tilalla 4 lypsykertojen määrän kasvu jäi alhaisimmaksi ollen 0,16 kappaletta lehmää kohden. Pienempää lypsykertojen määrän muutosta saattaa selittää se, että tilalla 4 lehmien määrä oli kasvanut robotin vaihdon jälkeen kahdella lehmällä. Tiloilla 3 ja 6 lehmämäärä oli puolestaan pysynyt samana.

Kuvan 8 avulla voidaan tarkastella, kuinka lypsykertojen määrä muuttui tiloilla, jotka olivat laajentaneet robotin vaihdon yhteydessä. Laajentaneiden tilojen tuloksista on haastavampaa päätellä, kuinka paljon robottimallin muuttuminen on vaikuttanut lypsykäyntien määrään, koska navetan laajennuksen yhteydessä ovat todennäköisesti myös käytävät, makuualueet ja ruokintajärjestelyt muuttuneet.



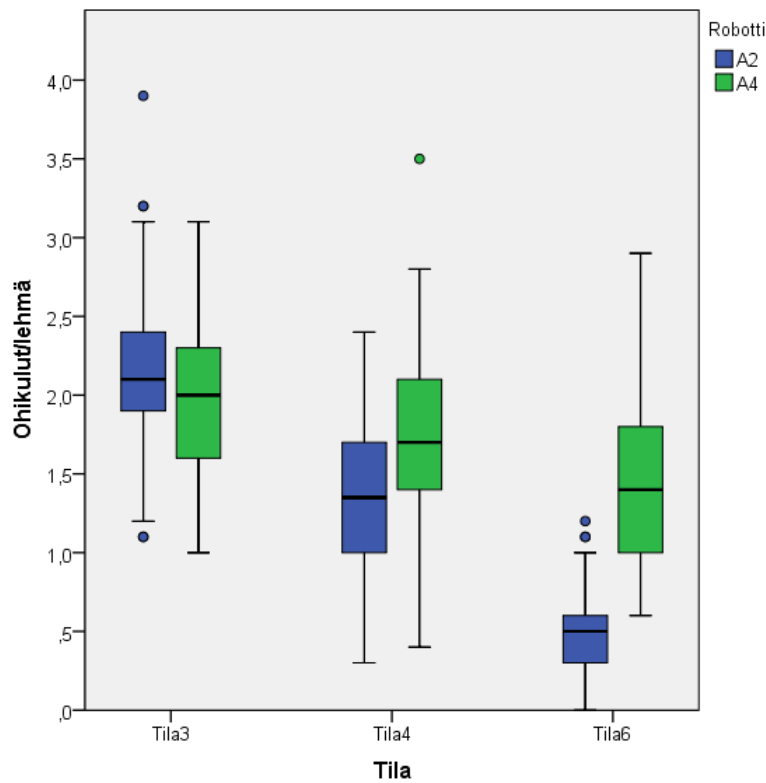
Kuva 8. Lypsykäyntien muutos per lehmä tiloittain robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla tiloittain. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 8 nähdään, että myös laajentaneilla tiloilla lypsykäyntien määrä on keskimäärin noussut. Lypsykäyntien määrän muutoksissa tilojen välillä on kuitenkin suuria eroja. Tilalla 1 lypsykertojen määrä on noussut robotin vaihdon myötä peräti 0,7 kappaletta lehmää kohden. Kuvasta 8 nähdään myös, että lypsykäyntien nousu oli erittäin suuri. Tiloilla 2 ja 5 lypsykertojen määrän kasvu oli pientä suhteessa hajontaan, mutta molemmilla tiloilla lypsykertojen määrä oli jo A2 mallin aikana suurempi kuin tilalla 1.

6.1.2 Ohikulut

Kaikilla tiloilla ohikulkujen määrä oli kasvanut robotin vaihdon jälkeen merkittävästi (Taulukko 4). Ohikulkujen määrä lehmää kohden oli kasvanut siis 1,0 kpl, joka oli peräti 71,2 % enemmän ohikulkuja A4 mallilla kuin A2 mallilla. On kuitenkin huomioitava, että

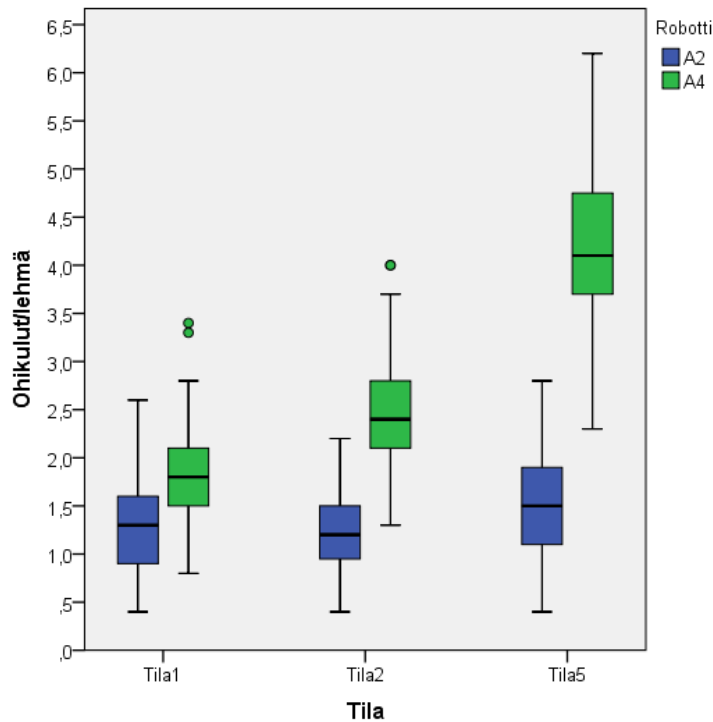
osa ohikulkujen määrän noususta johtuu siitä, että robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla oli enemmän vapaata kapasiteettia. Tällöin lehmillä on mahdollisuus kulkea robotin läpi useammin, kun robotti on pidemmän aikaa tyhjänä. Kuvassa 9 on esitetty ohikulkujen muutos tiloilla, jotka olivat vaihtaneet pelkän robotin.



Kuva 9. Ohikulkujen muutos per lehmä pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla tiloittain. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvan 9 perusteella voidaan todeta, että ohikulkujen määrän kasvu oli sitä suurempaa, mitä vähemmän niitä oli ollut ennen robotin vaihtamista. Tilalla 3 ohikulkujen määrä oli hieman laskenut, mutta ohikulkuja oli siitä huolimatta keskimäärin enemmän kuin tilalla 4 ja 6. Koska lehmämäärässä pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla ei ole merkittävää muutosta, voidaan todeta, että lehmäliikenne robotilla on kasvanut robotinvaihdon myötä.

Kuvassa 10 on puolestaan havainnollistettu ohikulkujen muutosta tiloilla, jotka laajensivat robotinvaihdon yhteydessä. Tilojen välillä on paljon hajontaa ohikulkujen määrissä, sillä osalla laajentaneista tiloista oli vielä paljon vapaata kapasiteettia, joka näkyy ohikulkujen määrässä.



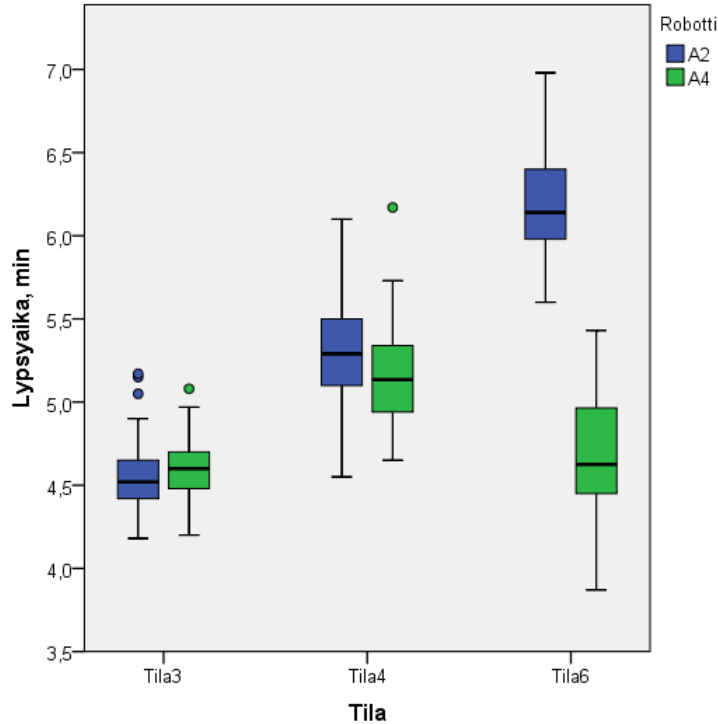
Kuva 10. Ohikulkujen muutos per lehmä robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 10 nähdään, että ohikulkujen määrä kasvoi kaikilla laajentaneilla tiloilla, mutta kasvun määrässä oli erittäin suurta vaihtelua tilojen välillä. Tilalla 1 ohikulkujen määrä oli ennen vaihtoa keskimäärin 1,3 ja vaihdon jälkeen 1,8. Ohikulkujen määrä kasvoi siis 0,5 kappaletta lehmää kohden. Tilalla 2 ohikulkuja oli A4 mallilla 1,3 kappaletta enemmän kuin A2 mallilla, sillä ennen vaihtoa ohikulkuja oli 1,2 ja vaihdon jälkeen 2,5. Selvästi suurin muutos ohikulkujen määrässä tapahtui tilalla 5. Ohikulkujen määrä kasvoi peräti 2,7:llä ohikululla lehmää kohden ollen ennen vaihtoa 1,5 ja vaihdon jälkeen 4,2 ohikulkuja.

6.1.3 Lypsykohtainen lypsy aika

Robotin vaihdon jälkeen maitomäärä lypsyä kohden laski tiloilla keskimäärin 0,6 kg johtuen todennäköisesti kasvaneesta lypsykäyntien määrästä (taulukko 4). Lehmien päivätuotokseen robotin vaihdolla ja lisääntyneillä lypsykerroilla oli sen sijaan positiivinen vaikutus. Ennen vaihtoa lypsyjä lehmää kohden oli 2,6 kpl ja maitotuotos/lypsy 12,0 kg, eli päivätuotos oli 31,8 kg. Vaihdon jälkeen maitomäärä/lypsy oli 11,5 kg/lehmä ja lypsyjä lehmää kohden oli 2,9 kpl, joten lehmien keskimääräinen päivätuotos oli robotin vaihdon jälkeen 34,0 kg. Lehmäkohtainen päivätuotos näin ollen kasvoi robotin vaihdon jälkeen keskimäärin 2,2 kg.

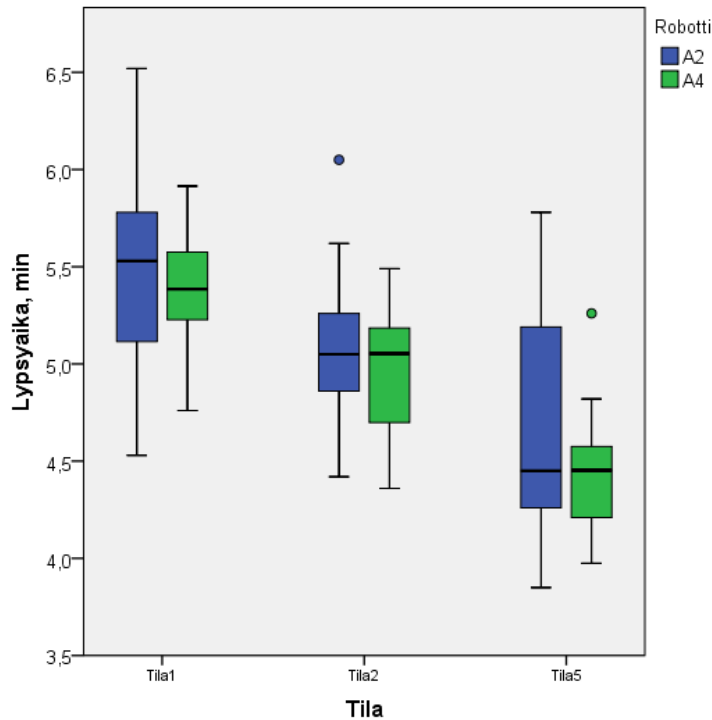
Lypsyrobotin tehokkuutta voidaan tarkastella vertailemalla eri toimintoihin kuluvia aikoja. Robotin vaihdon jälkeen verrattiin, kuinka käsittelyaika, lypsy aika sekä käynnin kesto oli muuttunut. Suuria muutoksia toiminta-ajoissa ei havaittu. Lypsykäynnin kesto oli lyhentynyt robotin vaihtamisen jälkeen keskimäärin 0,2 minuuttia eli 12 sekuntia (taulukko 4). Käynnin keston vaikuttaa kuitenkin useampi muuttuja, kuten maitomäärä per lypsy, maidon virtaus ja käsittelyaika, joten robotin vaikutusta käynnin keston on vaikea arvioida. Kuvassa 11 nähdään, kuinka lypsy aika on muuttunut eri tiloilla robotin vaihdon jälkeen.



Kuva 11. Lypsyajan muutos lypsyä kohden tiloittain pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuten kuvasta 11 nähdään, tilalla 3 ja 4 lypsy aika on pysynyt suunnilleen samana robotin vaihdon jälkeen. Tilalla 6 puolestaan lypsy aika lyheni 6,2 minuutista 4,7 minuuttiin. Tämä selittyy kuitenkin pienentyneellä lypsykerran maitomäärällä ja hieman nopeammalla maidonvirtauksella (taulukko 3).

Kuvassa 12 nähdään lypsyajan muutokset robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilta tiloilta. Keskimäärin lypsyajat ovat pysyneet suunnilleen samana, mutta kuvasta 12 nähdään, että hajonta lypsyajoissa on pienentynyt vaihdon myötä.



Kuva 12. Lypsyajan muutos lypsyä kohden robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

A2:sta A4:seen vaihtaneiden tilojen tuloksista vapaata kapasiteettia ei pystynyt vertailemaan, sillä A2 ja A4 robottimallit mittaavat vapaan kapasiteetin eri tavalla. Tuloksista nähdään kuitenkin, että kapasiteettia on kaikilla tiloilla riittävästi. Etenkin laajentaneilla kapasiteettia on vielä hyödyntämättä, eli lehmämäärää olisi mahdollista lisätä.

6.2 A3:sta A4:seen vaihtaneet tilat

Taulukosta 5 nähdään jokaisen A3:sta A4:seen vaihtaneen tilan tulokset keskiarvoina ennen ja jälkeen robotin vaihtamisen. Tilojen tulokset ovat keskiarvoja 100 päivän jaksolta, jolloin yksittäisen päivän vaikutus on pieni. Taulukon 5 avulla voitiin tarkastella tilojen välisiä eroja eri muuttujien välillä. Tuloksista nähdään myös kuinka eri kapasiteettia kuvaavat muuttujat ovat muuttuneet vaihdon jälkeen. A3:sta A4:seen

vaihtaneiden tilojen tuloksista voidaan vertailla myös vapaata kapasiteettia toisin kuin A2 mallista vaihtaneiden tilojen tuloksista, sillä A3 ja A4 mittaavat vapaan kapasiteetin samalla tavalla.

Taulukko 5. A3:sta A4:seen vaihtaneiden tilojen tulokset ennen ja jälkeen robotin vaihdon. Muuttujien arvot laskettu 100 päivän jakson keskiarvona.

		Lypsyjä/ lehmä, kpl	Ohikulut/ lehmä, kpl	Maito/ lypsy, kg	Maito/ lehmä, kg	Käynnin- kesto, min	Käsittely- aika, min	Kiinnitys- yritykset, kpl	Lypsy aika, min	Lypsy- nopeus, kg/min	Vapaa kapasiteetti, %
Tila1	A3	2,5	1,3	11,5	28,7	7,3	2,6	1,4	4,7	2,6	18,2
	A4	3,1	4,1	10,8	33,5	6,5	2,0	1,3	4,6	2,6	23,8
Tila2	A3	2,6	1,5	12,0	31,4	7,8	2,1	1,2	5,7	2,3	7,6
	A4	3,0	6,3	10,2	31,3	6,6	2,0	1,4	4,6	2,5	35,0
Tila3	A3	2,8	4,4	9,0	26,0	6,7	2,5	1,3	4,3	2,3	6,6
	A4	2,7	1,4	12,2	32,9	7,1	1,8	1,3	5,3	2,5	13,2
Tila4	A3	3,3	3,1	10,2	33,9	6,5	2,2	1,3	4,3	2,6	2,2
	A4	3,6	2,3	11,2	41,1	6,0	2,0	1,4	4,0	3,0	7,1
Tila5	A3	2,5	2,1	9,5	25,6	6,8	2,3	1,6	4,5	2,4	15,7
	A4	2,7	1,8	9,9	27,6	6,9	2,2	1,5	4,7	2,3	12,0
Tila6	A3	2,8	1,8	9,0	25,6	5,9	2,1	1,3	3,9	2,6	36,0
	A4	3,2	5,4	11,5	37,8	6,6	2,0	1,3	4,6	2,9	34,2

A3 mallista vaihtaneista tiloista tilat 4 ja 5 oli vaihtanut vain pelkän robotin. Eli näillä tiloilla olosuhteet, karja sekä lehmien määrä oli pysynyt samana molempien robottien aikana. Näin ollen saatuja tuloksia on helpompi arvioida, kuin tiloilla jotka ovat vaihdon yhteydessä laajentaneet.

Lypsyrobotin A3:sta A4:seen vaihtaneista tiloista tilat 1, 2, 3 ja 6 olivat laajentaneet vaihdon yhteydessä. Tulosten arvioinnissa onkin otettava huomioon, että näillä tiloilla olosuhteet ja lehmien määrä ovat muuttuneet. Laajentaneilla tiloilla kapasiteettia ei myöskään ollut vielä täysin hyödynnetty, sillä tiloilla vapaata kapasiteettia oli keskimäärin 26,5 % (taulukko 5). Eli kapasiteetista on hyödyntämättä noin 16 %.

Taulukon 5 tulokset yksittäisinä lukuina eivät kuitenkaan kerro todellisista robotin vaihdon vaikutuksista juuri mitään lukijalleen, sillä luvut ovat sidoksissa toisiinsa.

Muutos jossakin muuttujassa vaikuttaa todennäköisesti myös muihin muuttujiin. Lisäksi tilojen välillä on vaihtelua, jotka vaikuttavat saatuihin arvoihin, kuten esimerkiksi olosuhteet, ruokinta sekä karjan tuotostaso. Taulukossa 6 on laskettu kaikkien tilojen tuloksista keskiarvo, keskihajonta, keskivirhe ja muuttujassa tapahtunut muutos prosentteina.

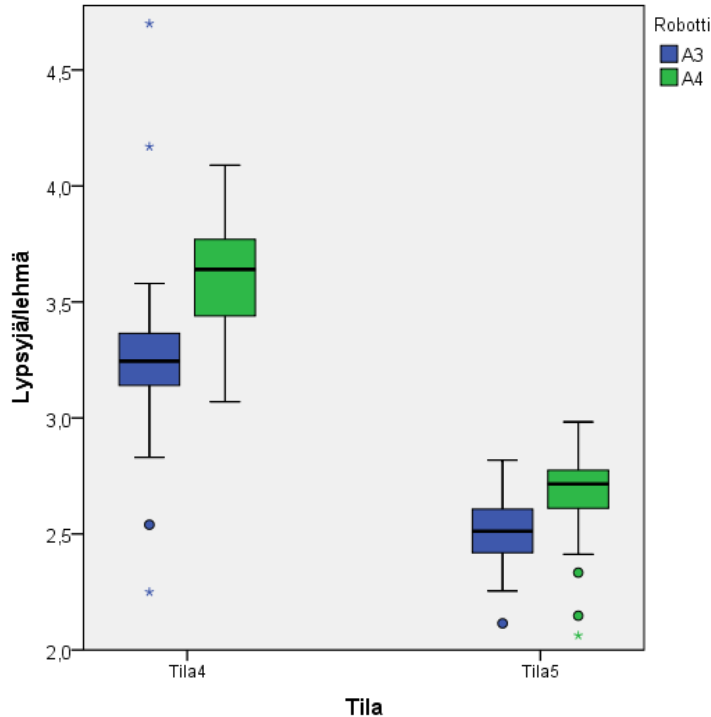
Taulukko 6. A3:sta vaihtaneiden tilojen muuttujien keskiarvot, keskihajonnat, keskivirheet sekä muuttujan prosentuaalinen muutos vaihdon jälkeen.

	Robotti	N	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskivirhe	Muutos%
Lypsyjä/lehmä, kpl	A3	600	2,7	0,3	0,01	11,0
	A4	600	3,0	0,4	0,01	
Ohikulut/lehmä, kpl	A3	600	2,4	1,2	0,05	50,8
	A4	600	3,6	2,0	0,08	
Maito/lehmä, kg	A3	600	28,5	3,6	0,15	19,4
	A4	600	34,1	4,5	0,19	
Maito/lypsy, kg	A3	600	10,2	1,3	0,05	7,6
	A4	600	11,0	0,9	0,04	
Käynnin kesto, min	A3	600	6,8	0,6	0,03	-3,3
	A4	600	6,6	0,4	0,02	
Käsittelyaika, min	A3	600	2,3	0,2	0,01	-13,8
	A4	600	2,0	0,1	0,01	
Kiinnitysrytykset, kpl	A3	600	1,4	0,2	0,01	0,1
	A4	600	1,4	0,1	0,00	
Lypsyaika, min	A3	600	4,5	0,6	0,02	2,0
	A4	600	4,6	0,4	0,02	
Lypsynopeus, kg/min	A3	600	2,5	0,1	0,01	6,8
	A4	600	2,6	0,2	0,01	
Vapaa kapasiteetti, %	A3	600	14,4	11,4	0,47	45,3
	A4	600	20,9	11,5	0,47	

6.2.1 Lypsyjen määrä

Lypsykäyntien määrä ennen lypsyrobotin vaihtamista oli keskimäärin 2,7 lypsyä lehmää kohden päivässä (taulukko 5). Robotin vaihtamisen jälkeen lypsykäyntien määrä oli noussut 3,0 lypsyyn/lehmä. Eli lypsykäyntejä lehmää kohden oli 0,3 kappaletta, joka on 11,0 % enemmän kuin ennen vaihtamista A3 mallilla. Kuvien 13 ja 14 avulla voidaan tarkastella, kuinka lypsykäyntien määrä on muuttunut eri tiloilla. Niiden perusteella

voidaan tarkastella myös, ovatko muutokset olleet samansuuntaisia pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla ja vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla.

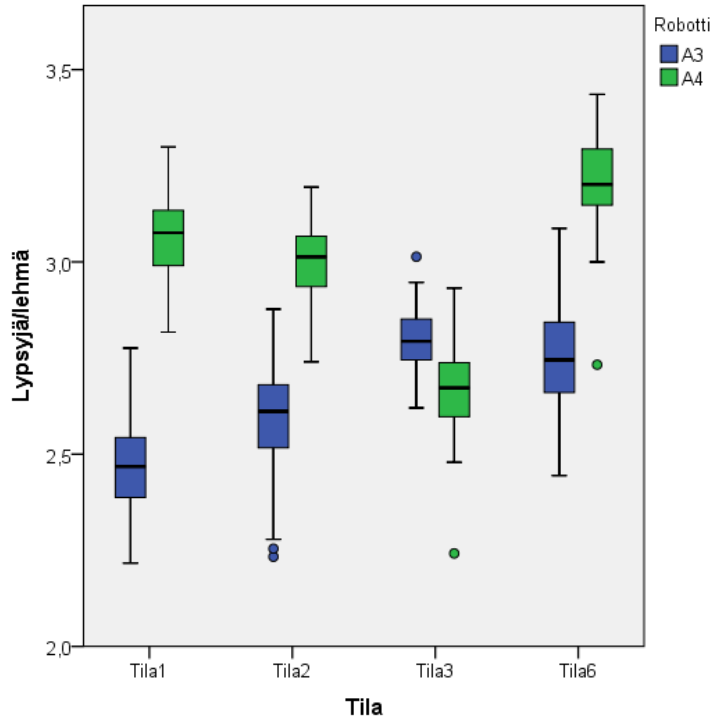


Kuva 13. Lypsykäyntien muutos per lehmä pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina ja tähtinä. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 13 nähdään, että lypsykertojen määrä on noussut molemmilla pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Tilalla 4 lypsykäyntejä oli jo entuudestaan peräti 3,3 lehmää kohden, mutta lypsykäyntien määrä oli vaihdon jälkeen noussut keskimäärin 3,6 lypsykertaan päivässä, joka on keskimäärin 0,3 lypsyä enemmän lehmää kohden kuin A2 mallilla. Tilalla 5 lypsykäyntien määrä oli jo lähtötilanteessa pieni. Lypsykäyntien määrä kuitenkin nousi vaihdon jälkeen 0,2 lypsyllä per lehmä (taulukko 5).

Kuvassa 14 on esitetty puolestaan robotinvaihdon yhteydessä laajentaneiden tilojen tulokset lypsykäyntien muutoksista. Laajentaneiden tilojen tuloksiin ovat saattaneet vaikuttaa myös mahdollisesti muuttuneet olosuhteet. Lypsykäyntien määrä ei kuitenkaan

voi rajattomasti nousta, sillä lypsyjen määrää voidaan rajoittaa lypsyrobotin asetuksien avulla.

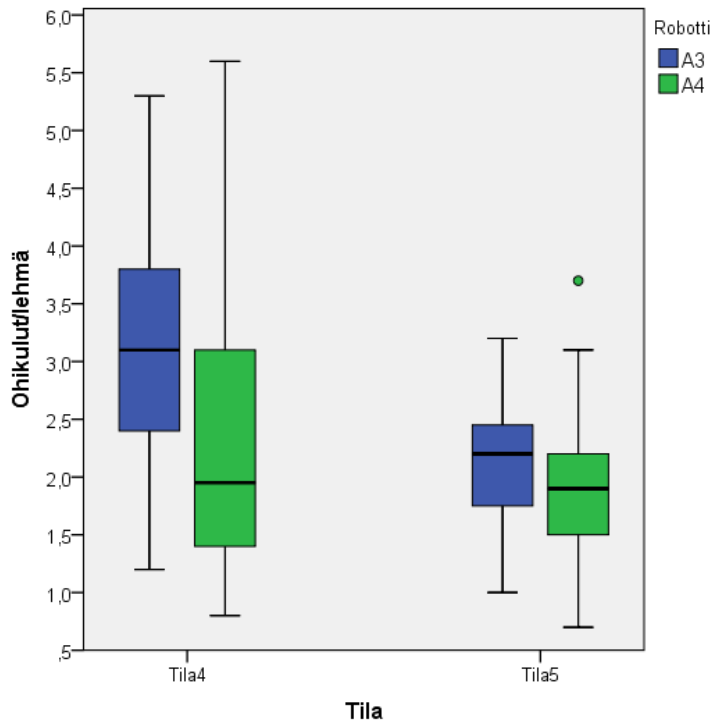


Kuva 14. Lypsykäyntien muutos per lehmä robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 14 nähdään, että laajentaneista tiloista tiloilla 1, 2 ja 6 lypsykäyntien määrä lehmää kohden oli muuttunut hyvin samansuuntaisesti. Tilalla 3 lypsykäyntien määrä oli puolestaan hieman laskenut. Laskua oli tapahtunut näin ollen 0,2 lypsyä lehmää kohden. Suurin muutos lypsykäyntien määrässä tapahtui tilalla 1, jolla lehmäkohtainen lypsykäyntien määrä nousi peräti 0,6 kappaletta. Tilalla 2 lypsykäyntien määrä kasvoi 2,6 lypsykerrasta per lehmä kolmeen lypsykertaan. Eli lypsykäyntien määrä kasvoi keskimäärin 0,4 kappaletta. Tilalla 6 lypsykäyntien määrä kasvoi myös 0,4 kappaletta. Tulosten perusteella näyttäisi, että laajentaneilla tiloilla lypsykäyntien määrä kasvoi enemmän kuin tiloilla, jotka vaihtoivat pelkän robotin.

6.2.2 Ohikulut

Ohikulujen määrää oli myös A3:sta A4:seen vaihtaneilla tiloilla kasvanut keskimäärin erittäin paljon (taulukko 6). Ohikuluja oli keskimäärin ennen robotin vaihtamista 2,4 ja robotin vaihdon jälkeen 3,6. Eli ohikulujen määrä oli kasvanut lehmää kohden 1,2 kappaletta. Kuvissa 15 ja 16 on esitetty, kuinka ohikulujen määrä on muuttunut pelkän robotin vaihtaneilla ja vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla.

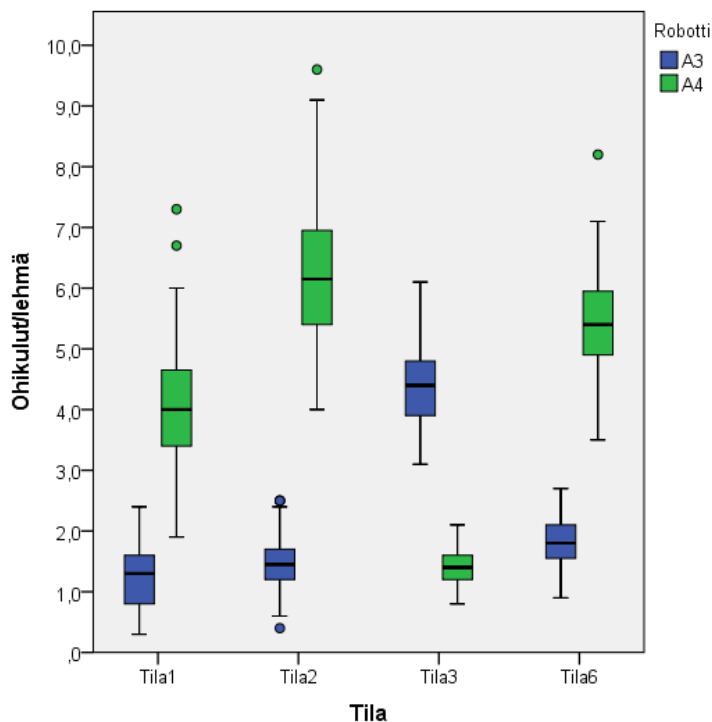


Kuva 15. Ohikulujen muutos per lehmä pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 15 nähdään, että ohikulujen määrä pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla oli keskimäärin laskenut robotin vaihdon jälkeen. Tilalla 4 ohikulut oli laskenut 3,1:sta 0,8 kappaletta, eli vaihdon jälkeen ohikuluja oli 2,3 per lehmä. Tilalla 5 ohikuluja oli

puolestaan robotin vaihtamisen jälkeen 1,8 per lehmä, kun ennen robotin vaihtamista niitä oli 2,1 per lehmä.

Kuvassa 16 on esitetty ohikulkujen muutos robotin vaihdon jälkeen tiloilla, jotka oli laajentanut robottien vaihdon yhteydessä. Laajentaneista tiloista lähes kaikilla oli vielä ylimääräistä vapaata kapasiteettia (taulukko 6), joka saattaa näkyä runsaana ohikulkujen määränä.



Kuva 16. Ohikulkujen muutos per lehmä robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

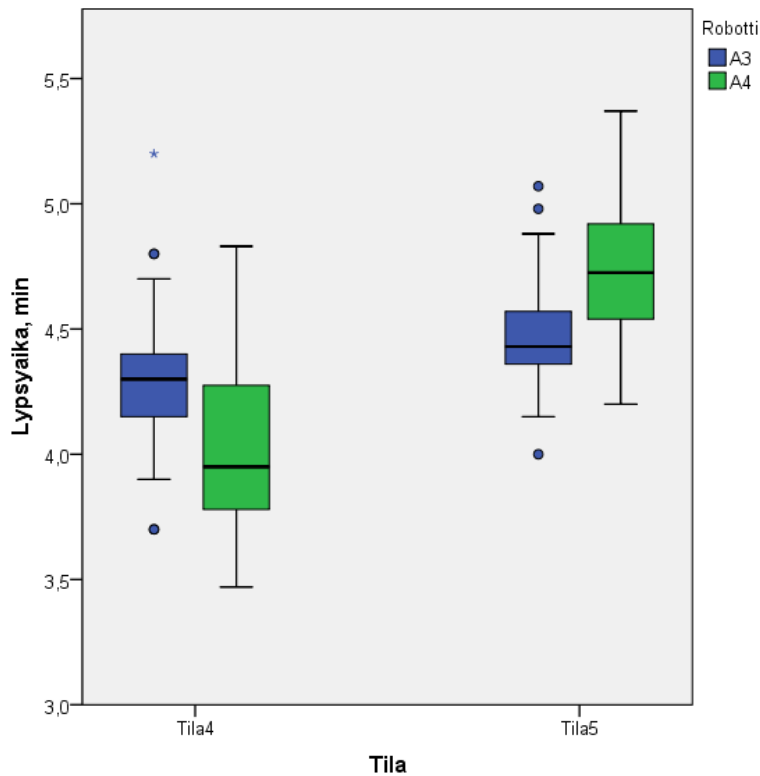
Kuvasta 16 nähdään, että varsinkin tiloilla 2 ja 6 oli robotin vaihdon jälkeen hyvin paljon ohikulkuja. Näillä tiloilla vapaata kapasiteettia oli robotin vaihdon jälkeen noin 35 %, joten robotti on paljon tyhjillään, jolloin ohikulkuja tulee helposti paljon. Tilalla 2 ohikulkujen määrässä tapahtunut muutos oli kaikkein suurinta, sillä ohikulkujen määrä kasvoi 4,8 ohikululla. Laajentaneista tiloista tila 3 oli poikkeus, sillä siellä ohikulkujen

määrä oli vaihdon myötä laskenut, mutta lypsykäynnit ja tuotos huomioiden kapasiteetti oli hyödynnetty tehokkaammin. Tilalla 6 ohikulkujen määrä kasvoi myös huomattavasti, sillä ohikulkujen määrä kasvoi 3,6 ohikulkua lehmää kohden.

6.2.3 Lypsykohtainen lypsy aika

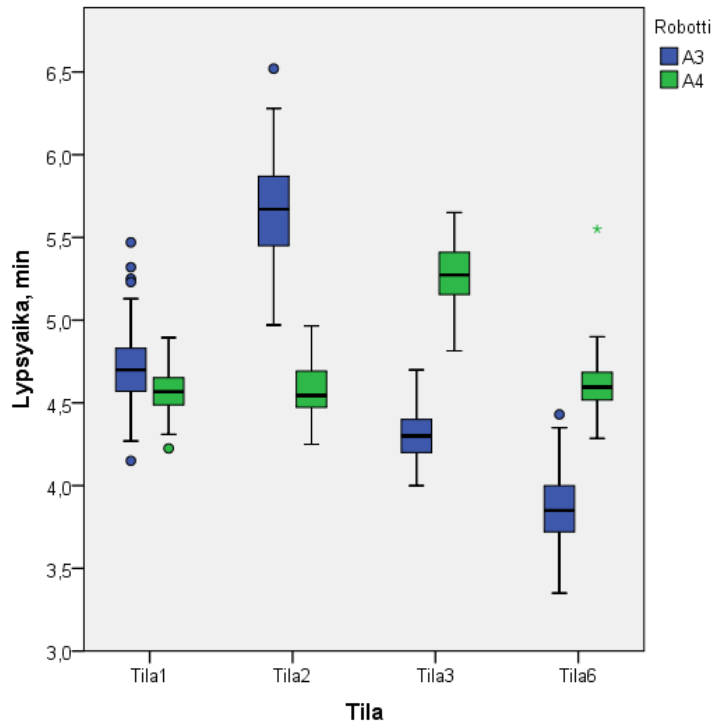
Tilojen tulosten mukaan, robotin vaihdon jälkeen oli tapahtunut muutosta myös lehmien päivätuotoksessa. A3 mallista A4 malliin vaihtaneilla tiloilla keskimääräinen päivätuotos oli noussut peräti 5,5 kg per lehmä per päivä (taulukko 6). Sillä ennen robottien vaihtoa maitotuotos per lehmä oli 28,5 kg päivässä ja robotin vaihdon jälkeen se oli noussut 34,1 kiloon per lehmä päivässä. Taulukosta 5 nähdään, että maitotuotoksen muutoksessa on suuriakin vaihteluita tilojen välillä, sillä esimerkiksi tilalla 2 maitotuotos pysyi käytännössä samana, kun taas tilalla 6 maitotuotos nousi 12,2 kiloa.

Lypsy aika per lypsy keskimäärin A3:sta A4:seen vaihtaneilla tiloilla ei robotin vaihdon jälkeen juurikaan muuttunut. Prosentuaalinen muutos lypsyajassa oli vain 2,0 %, joka selittyy jo pelkällä mittausten hajonnalla. Kuitenkin tarkemmin tilojen tuloksia tarkastellessa huomaa, että yksittäisillä tiloilla on tapahtunut suurempia muutoksia, kuin mitä tilojen välillä keskimäärin. Kuvassa 17 on esitetty lypsyajan muutosta pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla.



Kuva 17. Lypsyajan muutos per lypsy pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Tiloilla 4 ja 5 tapahtunut muutos on erisuuntainen (Kuva 17). Tilalla 4 lypsyyn kulunut aika on laskenut 4,3 minuutista 4,0 minuuttiin per lypsy. Lypsy aika laski siis 0,3 minuuttia eli 18 sekuntia lypsyä kohden. Tilalla 5 lypsy aika puolestaan kasvoi 0,2 minuuttia eli kasvoi keskimäärin 12 sekunnilla per lypsykerta. Lypsy aikojen tarkastelussa täytyy kuitenkin muistaa ottaa huomioon myös lypsykohtainen maitomäärä, sekä maidonvirtaus. Kuvassa 18 nähdään puolestaan lypsyajan muutos robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla.



Kuva 18. Lypsyajan muutos per lypsy robotinvaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla. Kuvassa laatikossa oleva vaakaviiva on mediaani, laatikon alareuna alakvartille ja yläreuna yläkvartille ja viikset min ja max. Poikkeavat havainnot, jotka poikkeavat huomattavasti muista tuloksista on esitetty palloina. Tulokset on laskettu 100 päivän mittausjakson perusteella.

Kuvasta 18 nähdään, että lypsy aika robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla vaihteli eri tilojen välillä melko runsaasti. Tilalla 1 lypsy aika laskenut vain hieman, kun ennen robotin vaihtamista lypsy aika oli 4,7 minuuttia ja robotin vaihtamisen jälkeen se oli 4,6 minuuttia. Eniten lypsy aika laski tilalla 2, jolla lypsy aika lyheni 1,1 minuuttia. Tilalla 3 lypsy aika puolestaan piteni yhdellä minuutilla. Myös tilalla 6 lypsy aika oli pidentynyt 0,7 minuuttia. Robotin vaikutusta lypsy aikaan ei tästä voida päätellä, sillä lypsy aikaan vaikuttaa merkittävästi myös lypsykohtainen maitomäärä ja maidonvirtaus.

7. TULOSTEN TARKASTELU

7.1 Lypsykäynnit ja ohikulut

Tutkimuksen hypoteesina oli, että Lelyn uusimmassa A4 lypsyrobottimallissa oleva I-flow -konsepti rakenne tekee lehmien kulkemisen robottiin helpommaksi ja näin ollen parantaisi lehmien omatoimista kulkemista robottiin. Vanhimman A2 mallin tiloilla lypsykäyntien lisääntyminen keskimäärin 13 prosentilla ja ohikulujen kasvu peräti 71 prosentilla osoittaa, että A2:sta A4:seen vaihtaneilla tiloilla lehmien käyntiaktiivisuus robotilla nousi robotin vaihtamisen jälkeen. A3:sta A4:seen vaihtaneilla tiloilla keskimäärin 11 prosentin lypsykäyntien ja 51 prosentin ohikulujen nousu osoittaa hyvin samanlaista muutosta robotin vaihtamisen jälkeen.

Tutkimuksessani molemmat tilaryhmät huomioiden lypsykertojen määrä päivässä oli keskimäärin 2,7 ennen robotin vaihtamista, joka on hyvin samaa luokkaa Castron ym. (2012) tutkimuksen kanssa. Castron ym. (2012) tutkimuksessa tutkittiin automaattilypsyn kapasiteettia lypsykertojen ja toiminta-aikojen kautta, jossa keskimääräiseksi lypsykertojen määräksi oli saatu 2,7. Tässäkin suhteessa 12 prosentin kasvu lypsykäynneissä tukee tutkimuksen hypoteesia, että A4-robotin I-flow läpikulurakenne lisää lehmien käyntimääriä robotilla. Puumalan ym. (2014) tutkimuksessa lypsykertoja oli keskimäärin 2,5 kappaletta päivässä ja vaihteluväli 2,3–2,7 lypsykertaa päivässä. Tutkimuksessani tiloilla ennen robotin vaihtamista lypsykertojen määrä tiloilla vaihteli välillä 2,3–2,9 lypsykertaa päivässä. Robotin vaihtamisen jälkeen lypsykertojen määrä vaihteli välillä 2,6–3,6. Tässäkin suhteessa näyttäisi siltä, että lypsykertojen määrä on noussut robotin vaihdon myötä, vaikka vaihteluväli on kasvanut.

Tuloksista kävi kuitenkin ilmi, että osalla robotin vaihdon yhteydessä laajentaneista tiloista oli vielä ylimääräistä kapasiteettia, joka osittain saattaa vaikuttaa lypsykäyntien ja varsinkin ohikulujen määrään. Laajentaneilla tiloilla myös navetan muuttuneilla olosuhteilla saattaa olla positiivinen vaikutus lehmien robotilla käyntitiheyteen. Pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla muutokset olivat kuitenkin samaa suuruusluokkaa

laajentaneiden tilojen kanssa ohikulkuja lukuun ottamatta, joten muuttuneiden olosuhteiden vaikutus olisi näiden tulosten perusteella pieni verrattuna robotin vaihdosta aiheutuneeseen muutokseen.

7.2 Muutokset maitotuotoksessa

Tutkimuksen kannalta yllättävimmät tulokset saatiin maitotuotoksen muutoksessa. Lypsykäyntien lisääntyessä voitiin olettaa hienoista maitotuotoksen nousua, mutta keskimäärin 12,9 prosentin maitotuotoksen kasvu oli yllättävä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan voitu sulkea pois mahdollisia muutoksia ruokinnassa tai rehujen laadussa, jotka vaikuttavat merkittävästi lehmien maitotuotokseen.

Lypsyrobotin vaihdolla voi kuitenkin todennäköisesti olla positiivinen vaikutus maitotuotokseen, sillä lypsykäynnit olivat keskimäärin lisääntyneet robotin vaihdon myötä. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu (Erdman ja Varner 1995), että lisääntyneillä lypsykerroilla on positiivinen vaikutus lehmien maitotuotokseen, joten sen suhteen tutkimuksessa saadut tulokset ovat linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa.

Yli neljän kilon keskimääräinen päivätuotoksen nousu lehmää kohden on kuitenkin paljon siinäkin suhteessa, että tutkimuksessa mukana olleista tiloista seitsemän oli laajentanut, jolloin ensikoiden määrä karjassa on todennäköisesti keskimääräistä suurempi. Ensikoiden tuotos on keskimäärin hieman pienempi kuin vanhempien lehmien (Kivinen 2014), joten tämäkin huomioiden tutkimuksessa havaittu tuotoksen nousu on yllättävää. Puumalan ym. (2014) tutkimuksessa todettiin lypsykertojen määrällä ja maitotuotoksella olevan positiivinen yhteys. Tutkimuksessa havaittiin, että maitotuotoksen ollessa 36 kg/päivä lehmät kävivät lypsyllä keskimäärin 2,7 kertaa. Maitomäärän laskettua alle 27 kg/päivä, oli myös lypsykertojen määrä myös vähentynyt 2,3 lypsyyden vuorokaudessa. Myös Hogeveen ym. (2001) tutkimuksessa havaittiin, että lyhyemmällä lypsyvälillä on nostava vaikutus lehmän maitotuotokseen.

Robotin vaihdon vaikutusta maitotuotokseen ei tämän tutkimuksen perusteella voida kuitenkaan aukottomasti osoittaa. Tutkimuksessa ei otettu huomioon merkittävästi tuotokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten ruokintaa ja sen voimakkuutta, tuotoskauden vaihetta ja olosuhdetekijöitä. Tästä huolimatta tämänkin tutkimuksen aineiston perusteella maitotuotosta voidaan lisätä sellaisella muutoksella, jolla saadaan lypsykertojen määrä vuorokaudessa kasvamaan. Samaan aikaan ei kuitenkaan saa tapahtua merkittävää heikkenemistä ruokinnassa, eläinten terveydessä tai navetan olosuhteissa.

7.3 Lypsy aika ja käynnin kesto

Lypsyrobotin vaihdon vaikutusta lypsy aikaan ja käynnin keston ei voida tarkastella pelkästään vertailemalla robottien mittaamia aikoja, sillä käynnin keston vaikuttaa oleellisesti lypsykohtainen maitomäärä ja lypsynopeus. Keskimääräisten tulosten perusteella lypsy aika lyheni, kun verrataan robotin mittaamaa aikaa ennen ja jälkeen robotin vaihdon. Kun tuloksia tarkastellaan tarkemmin, voidaan todeta, että samaan aikaan myös keskimääräinen maidonvirtaus on noussut. Tämä todennäköisesti selittää lypsyajan lyhenemisen, koska lypsykohtainen maitomäärä on pysynyt lähes samana. Lypsynopeuden muutoksessa ei havaittu robotin vaihdon jälkeen mitään selvää trendiä kummassakaan tilaryhmässä. Kuitenkin pelkän robotin vaihtaneista tiloista keskimääräinen lypsynopeuden muutos ei ollut merkittävä, joten lypsynopeuden nousu saattaa olla ennemmin jalostuksen kuin robotin ansiota. Tämän selvittämiseksi lypsynopeutta olisikin pitänyt tutkia täsmälleen samoilla lehmillä molemmissa robottimalleissa.

Hogeveen ym. (2001) tutkimuksessa selvitettiin lypsykertojen määrän vaikutusta lypsynopeuteen. He totesivat, että lypsynopeus laskee lypsyvälin lyhentyessä. Tutkimuksessani lypsykertojen määrä kasvoi (lypsyväli lyheni), joten Hogeveen ym. (2001) tutkimuksen perusteella olisi lypsynopeuden pitänyt hieman laskea. Tuloksista kuitenkin nähtiin, että lypsynopeus oli hieman parantunut lypsyvälin lyhentymisestä huolimatta, joka tämän perusteella voisi kertoa lypsytapahtuman kehittymisestä. Maidonvirtauksen muutos ei kuitenkaan tulosten kannalta ole merkittävä.

Vaikka robotin vaikutusta lypsyajan lyhentymiseen ei voida tämän tutkimuksen aineistolla aukottomasti osoittaa, niin tuloksista nähdään, että käynnin kesto laskee A4 mallissa enemmän kuin mitä lypsyajan muutos vaikuttaa käynnin keston eli lypsynopeus ei ole ainoa lypsytapahtumaa nopeuttava tekijä. Käynnin keston lyheneminen johtuu todennäköisesti nopeammasta käsittelyajasta. Käsittelyajan nopeutuminen voi puolestaan johtua A4 mallissa olevasta, lehmän liikkeitä seuraavasta 3D-kamerasta, jonka ansiosta käsivarren ohjaus ja vedinten paikantaminen on vanhempia malleja nopeampaa. Tämän perusteella voidaan olettaa, että käsivarren ohjausta tehostamalla on voitu tehostaa näin ollen koko lypsytapahtumaa.

Toinen käynnin keston vaikuttava tekijä on todennäköisesti lypsyrobotin rakenne. A4 mallissa lypsykarsina on tuotu robotista ulos, jolloin lehmä pääsee kulkemaan suoraa robottiin. Myös poistuminen robotista on nopeaa, kun ruokintakaukalo kääntyy pois lehmän edestä ja se pääsee poistumaan suoraa eteenpäin. Ruokintakaukalon kääntymisestä pois lehmän saatavilta on myös se etu, että lypsyn päätyttyä ja etuportin auettua lehmä ei jää syömään mahdollisesti ruokintakaukaloön jäänyttä rehua. Puumalan ym. (2014) tutkimuksessa todettiin, että lehmien siirtymisellä robottiin ja sieltä pois on yllättävän suuri vaikutus kapasiteettiin. Yhteensä minuutin pidempi aika robottiin siirtymiseen ja poistumiseen vähentää laitteen lypsykapasiteettia jopa 10–12 lehmää vuorokaudessa. Tutkimuksessani ei robottiin siirtymiseen ja poistumiseen kuluvia aikoja voitu tarkastella yksittäisinä lukuina, mutta käynnin keston lyhentymisen viittaisi siihen, että tulevat robottiin ja poistuvat sieltä nopeammin.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tiloilta kerätyn lypsyaineiston perusteella todettiin, että Lelyn A4 lypsyrobottimalliin kehitetyn I-flow konseptin ansiosta lehmät käyvät useammin lypsyrobotilla ja käynnit ovat nopeampia. Tulosten perusteella lypsykäyntien ja ohikulkujen määrä kasvoi sekä robotin vaihtaneilla, että robotin vaihtaneissa ja laajentaneilla tiloilla. Robotin vaihdon yhteydessä laajentaneilla tiloilla oli enemmän vapaata kapasiteettia, jolloin

lehmäkohtaiset käyntimäärät robotilla olivat nousseet enemmän kuin pelkän robotin vaihtaneilla tiloilla. Tulosten perusteella ei pystytty todentamaan, mikä osuus käyntimäärien noususta johtuu pelkästään robotista ja millainen vaikutus muuttuneilla navetan olosuhteilla kuten esimerkiksi käytävillä tai robottien sijoittelulla on ollut tuloksiin. Kaikilla robotin vaihtaneilla tiloilla lypsykäyntien määrä nousi keskimäärin lähes yhtä paljon, joten käyntiaktiivisuutta lisäävä vaikutus näyttäisi robotin vaihdolla olleen. Tulosten perusteella lisääntyneiden lypsykäyntien osalta tutkimuksen tavoitteissa asetettu hypoteesi näytti toteutuvan.

Tulosten mukaan lehmien päivätuotos nousi robotin vaihdon jälkeen. Ainakin osa päivätuotoksen noususta selittyy lisääntyneillä lypsykäynneillä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan voitu ottaa huomioon olosuhteiden muutosta tai onko ruokinnassa ja rehujen laadussa tapahtunut merkittäviä muutoksia. Aineiston mukaan lypsykäyntien määrä per eläin ja maitotuotos kasvoivat, mutta muutoksen ei voida yksiselitteisesti osoittaa johtuvan robotin vaihdosta.

Robottitehokkuuden vertaileminen eri toiminta-aikojen kautta oli haastavaa, sillä lisääntyneiden lypsykäyntien myötä lypsykohtainen maitomäärä oli laskenut tai maidon virtausnopeudessa oli tapahtunut muutoksia. Lisäksi A2 lypsyrobotti malli mittasi käsittelyajan hieman eri tavalla kuin A3 ja A4 mallit, mikä vaikeutti vertailua. Maidonvirtaus ja maitomäärä huomioiden käynnin kesto laski A4 mallilla verrattuna A2 tai A3 malliin. Suurin vaikutus lyhentyneeseen käynnin kesto on käsittelyajalla. Lypsynopeuden paranemiseen on voinut vaikuttaa karjan jalostus sekä A4 mallissa tehokkaampi utareen stimulointi ja kehittynyt tykytys toiminto. Käynninkestoon on todennäköisesti vaikuttanut positiivisesti myös I-flow rakenne, jolloin lehmien kulkeminen robottiin ja sieltä pois on nopeampaa.

Tuloksissa on paljon toisiinsa sidoksissa olevia muuttujia, sekä erilaisia tekijöitä joita ei tutkimuksessa voitu ottaa huomioon. Tästä syystä on vaikeaa päätellä, mitkä muutokset ovat johtuneet juuri robotin vaihdosta ja mitkä olosuhteiden tai karjan ominaisuuksien muutoksista. Useissa tuloksissa on kuitenkin selvä trendi tapahtuneesta muutoksesta,

minkä perusteella pääteltiin, että lypsyrobotin vaihdolla oli vaikutusta etenkin robotilla käyntien määriin ja sitä kautta maitotuotokseen. Käynninkeston nopeutumisella on voitu lisätä lypsyrobotin kapasiteettia.

LÄHTEET

- Bruckmaier, R. 2002. Udder Preparation and Milk Letdown in Robotic Milking Systems. North American Conference on Robotic milking. Wageningen Pers. Wageningen. s II26-II32.
- Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C. & Bueno, J. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 95: 929-936.
- de Koning, K. & Ouweltjes, W. 2000. Maximising the milking capacity of an automatic milking system. *Robotic milking: proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000.* s 38-46.
- de Koning, K., van der Horst, Y. & Meijering, A. 2002. Automatic Milking Experience and Development in Europe. *The First North American Conference on Robotic milking. Wageningen Pers. Wageningen.* s I1-I10
- Erdman, R. A. & Varner, M. 1995. Fixed Yield Responses to Increased Milking Frequency. *Journal of Dairy Science* 78: 1199-1203.
- Halachmi, I. 2009. Simulating the hierarchical order and cow queue length in an automatic milking system. *Biosystems Engineering* 102: 453-460.
- Harms, J., Wendl, G. & Schön, H. 2002. Influence of cow traffic on milking an animal behaviour in a robotic milking system. *The first North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002. Toronto, Canada.* s II8-II14.
- Heikkilä, A., Niskanen, O., Ovaska, S., Lappalainen, A. & Tauriainen, J. 2014. Maidontuotannon muutoksessa haasteita ja mahdollisuuksia. *Maitotilojen rakennemuutos hallintaan-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 159.* 33 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-563-9>

- Hogeveen, H. Miltenburg, J.D. den Hollander, S. & Frankena, K. A. 2000. Longitudinal study on the influence of milking three times a day on udder health and milk production. Robotic milking: proceedings of the international symposium held in Lelystad, the Netherlands, 17-19 August 2000. s 297-298.
- Hogeveen, H. & Ouweltjes, W. 2003. Sensors and management support in high-technology milking. *Journal of Animal Science* 81: 1-10.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., de Koning, C. & Stelwagen, K. 2001. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science* 72: 157-167.
- Ipema, A. H. 1997. Integration of robotic milking in dairy housing systems Review of cow traffic and milking capacity aspects. *Computers and Electronics in Agriculture* 17: 79-94.
- Kivinen, T. 2014. *Lypsykarjatilan eläinten ryhmittely*. Jokioinen: MTT. 1 verkkoaineisto 58 s.
- Komiya, M. Morita, S. Izumi, K & Kawakami, K. 2002. Mathematical simulation of milking capacity in automatic milking system. The first North American Conference on Robotic Milking – March 20-22, 2002. Toronto, Canada. s III89-III92.
- Lely 2012. Lely Astronaut models. <http://www.lelylife.com/2012/08/lely-astronaut-models/>. Viitattu: 14.12.2016
- Lely 2015. First Lely dairy robot is now 20 years old and still operating in Flanders Belgium. <http://www.lelylife.com/2015/09/first-lely-dairy-robot-is-now-20-years-old-and-still-operating-in-flanders-belgium/>. Viitattu: 13.12.2016
- Lely Astronaut 2016. Robotic milking system. https://www.lely.com/media/filer_public/21/62/2162079c-bd39-4706-aaa1-d8096b0b96d5/webres_lely_astronaut_lhqb06416_en.pdf. Viitattu: 23.2.2017

- Manninen, E. 2017. Automaattilypsytilasto – maitotilat ja käytössä olevat laitteet/lypsypaikat. Viitattu: 16.3.2017
- Manninen, E., Koskimäki, O., Laitinen, K., Pitkäranta, J., Kivinen, T., Lehtinen, J. & Tertsunen, S. 2002. Pihaton lypsyjärjestelmät. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT:n selvityksiä 17. 53 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-710-6>
- Oostra, H & Sällvik, K. 2000. Exit times for cows milked in an ams: preliminary re-sults. Robotic milking: proceedings of the international symposium held in Le-lystad, the Netherlands, 17-19 August 2000. s. 65.
- Puumala, L., Morri, S. & Mäntyharju, J. 2014. Keinoja lypsyrobotin käytön tehostamiseen. Työtehoseuran tiedote. Maataloustyö ja tuottavuus. 7/2014 (658). 20 s.
- 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: 15-31.
- Suokannas, A., Salovuo, H., Ronkainen, P., Heino, A., Hovinen, M., Kasanen, I., Raussi, S., Kaihilahti, J., Aisla, A., Saastamoinen, S., Alasuutari, S. & Manninen, E. 2004. Maidon laatu, eläinten utareterveys, käyttäytyminen ja hyvinvointi automaattilypsyssä. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Maa- ja elintarviketalous 62. 97 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-922-2>