



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

VEDINKUMIMALLIEN VERTAILU – SILIKONI JA NITRIILI

TEKIJÄ: Matias Muhonen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Matias Muhonen	
Työn nimi Vedinkumimallien vertailu – silikoni ja nitrili	
Päiväys	2.5.2019
Sivumäärä/Liitteet	38/2
Ohjaaja(t) Miika Kahelin, Heli Wahlroos	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) NHK Dairy Oy, Simo Jokinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Nitriilikuminen vedinkumi on Suomessa Lely-lypsyrobottiloilla vielä suhteellisen harvinainen vedinkumimalli. Maa-hantuojan käytäntönä on aloittaa automaattilypsy uusilla lypsyrobottiloilla silikonisella vedinkumilla. Silikoninen vedinkumi on käyttäjäystävällisempi ja sen vaihtoväli on neljä kertaa pidempi kuin nitriilikumisen vedinkumin. Nitriilikumista vedinkumia saa Suomessa yhtä kokoa. Vedinkumin kaulus on matala, kauluksen halkaisija 21 millimetriä ja vedinkumin sukka on muodoltaan kartiomainen. Silikonista vedinkumia saa Suomessa useita erilaisia ko-koja.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata nitriilikumisen vedinkumin ja silikonisen vedinkumin vaikutusta lypsyta-pahtumaan. Työ toteutettiin tavanomaisella lypsykarjatilalla pihattonavetassa. Kokeessa vaihdettiin silikonista ja nitriilikumista vedinkumia edestakaisin seitsemän vuorokauden välein. Molemmilla vedinkumimalleilla seitsemän päivän mittausjaksoja oli kaksi kappaletta. Ennen varsinaista koetta tehtiin esiselvitys, jossa selvitettiin viljelijöi-den mielipidettä nitriilikumisesta vedinkumista. Esiselvitys toteutettiin Webropol-kyselyllä, johon vastasi 57 nitriili-kumia käyttävää Lely-lypsyrobotti tilallista. Viljelijät totesivat melkein yksimielisesti nitriilikumisen vedinkumin nos-tavan maidon keskimääräistä virtausta.</p> <p>Opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin keväällä 2018. Toimeksiantaja toimi NHK Dairy Oy ja yhteyshenkilönä Simo Jokinen Pohjois-Savon robottimyynnistä. Käyttäjäkoe aloitettiin 3.1.2019, ja se kesti yhteensä 28 vuorokautta. Kokeen aikana lehmien rehustus ja yleisesti olosuhteet pyrittiin pitämään mahdollisimman tasaisina. Kokeeseen liittyi myös vetimien pituuksien mittaaminen. Mittaukset tehtiin kokeen aikana 14.1.2019.</p> <p>Kokeen tulokset olivat samanlaiset kuin esiselvityksen. Maidon keskimääräinen virtaus ja huippuvirtaus nousivat selvästi nitriilikumista vedinkumia käyttämällä. Nopealypsyisiä ovat lehmät, joilla on lyhyet ja ohuet vetimet. Kokeen perusteella juuri nopealypsyiset lehmät hyötyivät enemmän nitriilikumista kuin hidaslypsyiset lehmät. Ko-keen luotettavuus ei ole kovin korkea johtuen suuresta määrästä muuttujia. Kuitenkin kaksi kertaa todettu mai-don virtauksen nousu vaihdettaessa nitriilivedinkumi silikonisen tilalle vahvistaa näkemystä nitriilivedinkumin posi-tiivisesta vaikutuksesta maidon virtaukseen. Työtä suunnitellessa tiedettiin, että on riski vaihtaa toisistaan eroavia vedinkumimalleja nopeaan tahtiin, koska lehmät voivat stressaantua tai vetimet vaurioitua. Kokeen aikana ei kui-tenkaan havaittu merkittäviä muutoksia vetimien kunnossa tai solu- tai bakteerilukujen nousua. Myös keskimää-räinen päivämaito pysyi tasaisena.</p> <p>Opinnäytetyön tulokset vahvistivat toimeksiantajan näkemyksen ja tilallisten kokemuksen. Nitriilikuminen vedin-kumi lisää maidon virtausta ja lyhentää lypsyaikaa. Kun lypsy aika laskee, lypsyrobotin vapaa kapasiteetti kasvaa. Mitä nopeampilypsyisiä lehmät ovat, sitä enemmän voidaan samalla lypsyrobotilla lypsää lehmiä. Suomessa uu-den lypsyrobotin mukana tulee perusmallin silikoninen vedinkumi. Tulevaisuudessa voidaan pohtia, olisiko hyötyä siirtyä käyttämään suoraan nitriilikumista vedinkumia automaattilypsyä aloittaessa.</p>	
Avainsanat lypsy, automaattilypsy, vedinkumi	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and rural Industries			
Author(s) Matias Muhonen			
Title of Thesis Comparing teatcup liners – silicone and nitrile			
Date	2.5.2019	Pages/Appendices	38/2
Supervisor(s) Miika Kahelin, Heli Wahlroos			
Client Organisation /Partners NHK Dairy Oy, Simo Jokinen			
Abstract			
<p>The teatcup liner made from nitrile rubber is in Finland still a relatively rare model on Lely milking robot farms. Importers' practice is to start automatic milking with silicone liners. The silicone liner is more user-friendly and has four times longer replacement interval than the nitrile rubber liner. In Finland there is only one model of nitrile rubber liners. The collar of the nitrile rubber liner collar is low, the diameter is 21 millimetres and the liner's "sock" is conical. There are several different sizes of silicone rubbers in Finland.</p> <p>The purpose of this thesis was to compare the effect of nitrile and silicone liners on the milking process. The implementation was carried out on a conventional dairy farm. Silicone and nitrile rubbers were swapped back and forth every seven days. For both rubber models, there were two measurement periods of seven days. Prior to the actual experiment, a preliminary study was carried out to find out the farmers' opinion about nitrile rubbers. Pre-study was conducted with Webropol survey, 57 Lely farmers replied to the pre-study. Farmers almost unanimously noted that the average flow of milk rised because of the nitrile rubber.</p> <p>Planning of this thesis started in the spring of 2018. The client of this thesis is NHK Dairy and the contact person was Simo Jokinen from the North Savo robot sales. The user test started January 3, 2019 and lasted a total of 28 days. During the experiment the cows' feed and general conditions were kept as smooth as possible. The test also involved measuring the lengths of the teats. Measurements were made during the test on January 14, 2019.</p> <p>The results of the experiment were like the pre-study. The average milk flow and peak flow were clearly increased using nitrile rubber liners. The fastest cows are the ones with short and thin teats. The experiment showed that the fast cows were more likely to benefit more from the nitrile rubber than slow milk flow cows. The reliability of the test is not very high due to large number of variables. However, a two-fold increase of milk flow when changing the rubbers from silicone to nitrile strengthens the view of the positive effect of nitrile rubber on milk flow. When planning the thesis, it was known that there is a risk of changing the different types of liners can stress the cows and effect teats negative. However, no significant changes were shown in the teats or no increase in cell or bacterial counts were observed during the experiment. The average daily milk yields also remained stable.</p> <p>The results of the thesis confirmed the client's vision and the farmers' experience. Nitrile rubber liners increase milk flow and shorten milking time. When the milking time decreases, the free capacity of the milking robot increases. The quicker the cows are, the more cows can be milked with the same milking robot. In Finland a new milking robot comes with basic silicone liners. In the future it could be usefull to switch to using nitrile rubber directly when starting automatic milking on a new farm.</p>			
Keywords milking, automatic milking, liner			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	LYPSETTÄVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	6
2.1	Vedinkumin vaikutus lypsettävyyteen.....	6
2.2	Alipaine ja ylipaine	7
2.3	Tykytin.....	8
2.4	Lypsytapahtuma	8
2.5	Lehmien erot lypsettävyydessä.....	9
3	VEDINKUMI.....	11
3.1	Vedinkumien vaihtaminen	11
3.2	Nitriili ja silikoni.....	12
3.3	Lelyn vedinkumit.....	12
3.4	Vedinkumien kestävyys.....	13
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	14
4.1	Käyttäjäkoe	15
4.2	Koetila ja eläinten ruokinta	15
4.3	Kokeessa käytettävät vedinkumit.....	16
4.4	Vedinten pituuden mittaus ja kunnon tarkkailu	17
4.5	Vadia-mittaus	18
4.6	Tulosten käsittely ja tilastolliset analyysit.....	19
5	KOKEEN TULOKSET	20
5.1	Vetimien pituudet.....	20
5.2	Maidon virtauksen muutokset koko karjassa	22
5.3	Maidon virtauksen muutokset tuotoskauden mukaan.....	24
5.4	Vetimien mittasuhteiden vaikutus maidon virtaukseen	26
5.5	Lypsy aika, solut, lypsyt ja ohikulut päivittäin.....	30
5.6	Vadia-mittauksen tulokset ja Osk Tuottajainmaidon -neuvojen kommentit.....	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
7	POHDINTA	35
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	37
	LIITE 1: REHUANALYYSIT	39
	LIITE 2: LYPYROBOTIN KAPASITEETTI LASKURI	40

1 JOHDANTO

Koko ajan kiristynvä maitotilojen taloudellinen tilanne ja yrittäjätulon lasku (Luke 2018), ajaa maitotiloja tehostamaan toimintaansa. Samalla, kun kuluja karsitaan, on maitoa tuotettava aiempaa enemmän. Automaattilypsyä voidaan tehostaa lisäämällä eläinmäärää, jolloin maitomäärä kasvaa. Kuitenkin eläinmäärän liika lisääminen johtaa lypsyrobotin liian vähäiseen vapaaseen kapasiteettiin. Lypsyrobotille syntyy ruuhkaa ja lypsyvälit ovat epäsäännöllisiä. Pyrkimys on, että robotti lypsää mahdollisimman suuren osan ajasta. Puhdistusaika, lypsykäynnit, käsittely- ja lypsynopeus vaikuttavat eniten lypsyrobotin kapasiteettiin. (Hulsen 2009, 28.)

Opinnäytetyössä tutkitaan, lisääkö erilainen vedinkumimalli ja materiaali lehmien maidon virtausta samalla laskien lypsyaikaa. Lisäksi tarkastellaan maidon virtausta vetimien mittojen suhteen. Kun lehmien maidonvirtaus nousee, voidaan samalla lypsyrobotilla lypsää enemmän lemiä. Erilaiset tehostamistoimenpiteet ovat tällä hetkellä yleisiä. Aihe on ajankohtainen, mikä tekee siitä kiinnostavan. Kotitilallani on automaattilypsy ja olemme miettineet nitrilikumisten vedinkumien käyttöönottoa. Lypsyrobotit ovat nykyään Suomessa yleisiä ja uskon, että perehtyminen tarkemmin lypsyrobotin tekniikkaan ja lypsyyn on minulle hyödyllistä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on NHK Dairy Oy ja yhteyshenkilö Simo Jokinen. Hän vastaa lypsyrobottien ja Robora -navetoiden myynnistä Pohjois-Savon alueella. NHK Dairy Oy on suomalainen perheyriutus, joka on perustettu vuonna 1990. Yritys maahantuo Suomeen maatalouskoneita ja laitteita. Opinnäytetyön idean sain navetan avajaisissa Haukivuorella Hämeenlinnan Lely-Center päälliköltä Jussi Savanderilta. Hän esitteli kumisia vedinkumeja ja pohdimme, onko näillä jotakin eroja silikonisiin, muutakin kuin vedinkumien kestävyys. Tästä ryhdyin selvittämään, olisiko aiheesta mahdollista tehdä opinnäytetyö.

Silikoninen, väriltään punainen vedinkumi on lypsyrobottiloilla yleisesti käytetty vedinkumi. Nitrilikumista valmistettu uusi vedinkumimalli tekee tuloa suomalaisille lypsykarjatilaille. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten silikonisen vedinkumin vaihto nitrilikumiseen vaikuttaa maidon virtaukseen ja lypsy aikaan. Tutkimuksessa vertaillaan edellä mainittuja tunnuslukuja vedinkumimallien välillä. Tunnuslukuja selvitetään käytännön kokeella ja kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimuksella kartoitetaan jo nitrilikumista vedinkumia käyttävien tilallisten mielipiteitä ja kokemuksia vedinkumista verrattuna silikoniseen. Käytännön kokeessa testataan vedinkumimalleja käytännössä case-tilalla tavanomaisessa navettaympäristössä. Samalla perehdytään kokonaisvaltaisesti lypsytapahtumaan, ja mahdollisiin muutoksiin, mitä uusi vedinkumi tuo.

2 LYPSETTÄVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Vedinkumi on lypsykoneen tärkein osa ja samalla ainoa osa, joka koskettaa lehmää lypsyn aikana. Jos vedinkumi on mitoitettu väärin, lypsy ei suju hyvin. Väärinmitoitettu vedinkumi vaurioittaa vetimiä ja lisää utareterveysongelmien mahdollisuutta. Vedinkumien mittojen tulee olla mahdollisimman hyvä kompromissi karjan lehmien vetimien mittoihin nähden. (Manninen 2018, 46.)

2.1 Vedinkumin vaikutus lypsettävyyteen

Jos vedinkumin sukan halkaisija on liian suuri tai kaulus liian korkea suhteessa vetimeen, voi vetimen verenkierto estyä lypsyn aikana. (Hovinen, Laitinen, Manninen, Murto ja Nyman 2006, 54.) Tämän vuoksi vedinkumin koko on sovitettava mahdollisimman sopivaksi lehmille. Kuvassa 1 nähdään vedinkumien eri osat. Vedinkumien mitoituksessa tärkeitä ovat kauluksen aukon halkaisija, ja kauluksen syvyys. Kauluksen syvyys kertoo, miten lyhyttä vedintä vedinkumi pystyy hieromaan. Korkeakauluksinen vedinkumi ei pysty hieromaan lyhyttä vedintä. Jos kauluksen aukko on liian pieni, se kuristaa vetimen yläpäästä ja samalla estää vetimen verenkiertoa. Jos taas kauluksen aukon halkaisija on liian suuri, saa se aikaan "hörimistä" eli paineiskuja vetimeen, jolloin vetimen sisällä on korkeampi alipaine kuin vetimen ulkopuolella. (Manninen 2018, 46.)



KUVA 1. Vedinkumin osat. (Muhonen 2018-11-12.)

Vedinkumin sukan halkaisijan olisi hyvä olla 1–2 millimetriä pienempi kuin vetimen halkaisijan. Tämä vaikuttaa vetimen ja vedinkumin väliseen kitkaan: kun sukan halkaisija on sopiva, ei vedinkumi pääse niin sanotusti "kiipeämään". (MTT 2010a, 1–3.) Vedinkumin sukan aikaansaamalla puristuksella on suuri vaikutus vetimen kuntoon ja maidon virtaukseen (Mein ja Reinemann 2009, 12).

Vedinkumin puristus eli "liner compression" tarkoittaa lypsyn lepovaiheessa vedinkumin sukan aikaansaamaa puristusta vetimeen. Heti puristuneen vetimen alapuolelle jää aina pieni ilmatasku, joka on yhteydessä lypsyalipaineeseen pienistä raoista, jotka jäävät kiinni menneeseen vedinkumin sukaan. Puristava sukan vaikutus syntyy siis tästä pienestä ilmataskusta paine-erojen ansiosta. Mitä suurempi paine-ero, sitä suurempi puristava voima. Yleensä puristus heikkenee, kun kaulusalipaine vähenee korkean maidon virtauksen aikaan. Vedinkumin puristukseen vaikuttaa moni asia. Vetimen koolla on merkitystä: jos vedin on hyvin pitkä tai lyhyt, laskee puristus. Liian lyhyillä ja pitkillä vetimillä vedinkumin sukka ei välttämättä taivu vetimen pään ympärille, mikä laskee puristusta. (Mein ja Reinemann 2009, 3–7.)

Vedinkumien rakenteessa olevat erot vaikuttavat puristukseen. Korkea vedinkumin sukan jäykkyys parantaa hierovaa vaikutusta, ja sukan jäykkyys riippuu yleensä hylsyn ja vedinkumin pituuden eroavaisuuksista. Vedinkumin sukan paksuus 0,1 millimetristä 2 millimetriin parantaa sukan hierovaa vaikutusta. Kahdesta millimetristä ylöspäin hierova vaikutus heikkenee. Vedinkumin materiaalin kovuudella on myös merkitystä puristukseen. ShoreA mittauksessa välillä 35–50 oleva vedinkumi materiaalin kovuus parantaa puristusta, kun taas yli 50 ei enää paranna sitä. ShoreA-mittarilla mitataan erilaisten kumien kovuutta: mitä pienempi lukema, sen pehmeämpää on materiaali. (Mein ja Reinemann 2009, 3–7.)

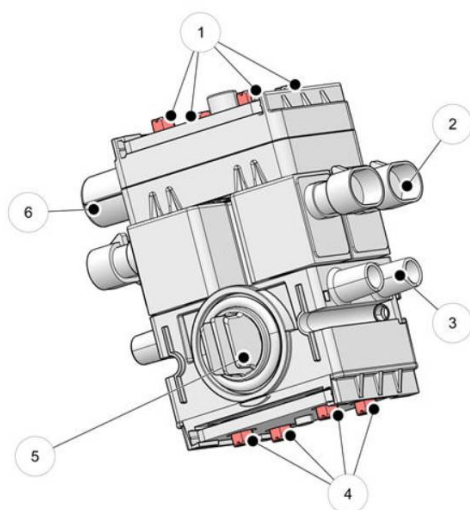
2.2 Alipaine ja ylipaine

Alipaineen avulla lypsykone erottaa maidon vetimestä. Alipaineen tasolla on suoraan merkitystä maidon virtausnopeuteen: mitä korkeampi alipaine, sitä suurempi maidonvirtaus. Liian korkea alipaine kuitenkin hidastaa vetimen verenkiertoa. Lypsykoneissa yleisin alipainetaso on 40–50 kilopascalialia. Alipaine tuotetaan alipainepumpulla. Alipaineen laskeminen lisää lehmän lypsyrobotissa viettämää aikaa eli maidon virtaus siis laskee. Erityisesti lypsyalipaineen laskeminen vaikuttaa lehmiin, jotka ovat korkean tuotoksen vaiheessa. Lypsykoneessa on kahta erilaista alipainetta: kaulusalipaine, joka mitataan vetimen alta, ja lypsyalipaine, mikä mitataan robotin maidonkeruusäiliöstä. Kaulusalipaine on alhaisempi kuin lypsyalipaine, mikä johtuu maitoputkista. Lypsyalipaine toimii puskurina kaulusalipaineelle. Jos lypsyllä oleva lehmä yhtäkkiä potkaisee lypsimen irti vetimestä, lypsyalipaine estää kaulusalipaineen suuret vaihtelut, mikä vähentää vetimiin kohdistuvaa räsitystä. (Lely s.a., 19.)

Välillä tutkijat puhuvat ylipaineesta ja vedinkumin sukan puristuksesta samana asiana. Erona ylipaineella ja vedinkumin puristuksella on se, että ylipainevaihe alkaa vasta kun maidon virtaus kokonaan loppuu lypsyn d-vaiheessa. Yleensä ylipaineen raja-arvoina pidetään 8–12 kilopascalialia. Ylipaine helpottaa lypsyn imuvaiheessa vetimen seiniin syntyvää veren tungosta. Maidon virtaus parantuu mitä korkeampi ylipaine on. Kuitenkin liian korkea ylipaine saa aikaan vetimen pään kovettumista. Eri vedinkumimalleilla ylipaineen arvot voivat erota hyvinkin paljon, jopa viidestä kahteenkymmeneen kilopascalialia. Tähän vaikuttavat sekä vedinkumien materiaalin paksuus ja kovuus, että sukan muotoilu. (Mein ja Reinemann 2009, 6–12.)

2.3 Tykytin

Maito lypsetään lehmästä lypsykoneen tuottaman alipaineen avulla. Tämä saa aikaan sen, että maito alkaa virrata pois utareesta. Vetimen verenkierto pysähtyy, jos vetimeen kohdistuu jatkuva alipaine. Ongelman takia kehiteltiin tykytin (kuva 2). Tykyttimen avulla säädelään alipainetta. (Manninen 2018, 46.) Tykytin on yksinkertaisesti paineen muuntaja, venttiili, joka toimii ilmanpaineella tai sähköllä. Se ohjaa alipaineen tykytyskammioon, joka saa vedinkumin sukan liikkumaan auki ja kiinni. Liike saadaan aikaan alipaineen ja normaalin ilmanpaineen vaihtelulla. (Lely s.a., 20.)



KUVA 2. Tykytin (Kukkola 2018-11-06b.)

Tykytin säättää neljänneskohtaisesti tykytys- ja alipaineasetuksia, millä saadaan jokaiselle lehmälle optimaalinen lypsytapahtuma. Tykyttimen perusasetuksena on yleensä imu-lepo tilan suhde 65:35 tai 60:40 ja tykytystiheys 60 kertaa minuutissa. Tykytyksen imu-lepotilan säädöillä on merkitystä lehmän terveyteen. Jos imusuhdetta nostetaan 60:40:stä esimerkiksi 75:25:een utaretulehduksen riski kasvaa. (MTT 2010b, 48.)

2.4 Lypsytapahtuma

Kun lypsykone kiinnitetään vetimeen, tärkeintä on, että vedinkumi saa hyvän otteen vetimestä hellävaraisesti, jotta vetimen verenkierto pysyy aktiivisena. Lypsyn aikana säännöllisesti liikkuva osa on vedinkumin sukka. Vedinkumin ulkopuolella kumin ja hylsyn välissä on tykytyskammio, jossa alipaine ja normaali-ilmapaine vaihtelevat. Tämä saa aikaan vedinkumin hierovan vaikutuksen, eli vedinkumin sukka liikkuu edestakaisin paineenvaihtelun mukaan. (Manninen ja Nyman 2003, 7–9.)

Lypsy on jaettu imu- ja puristusvaiheisiin. Imu koostuu a- ja b-vaiheista ja puristus c- ja d-vaiheista. Imuvaiheeksi kutsutaan lypsyn kohtaa, jossa tykytin ohjaa alipaineen tykytyskammioon. Vedinkumin sukan ulkopuolella on korkeampi alipaine kuin sisäpuolella, jolloin vedinkumi on auki. Imuvaiheen aikana vetimestä tulee maitoa ja vetimen sisällä on normaali ilmanpaine, kun taas vetimen pään alapuolella lypsyalipaine. (Manninen ja Nyman 2003, 7–9.)

Imuvaiheen jälkeen tulee puristus eli c-vaihe. Tykytin päästää tykytyskammioon normaalin ilmanpaineen, jolloin vedinkumin sukka puristuu vetimen ympärille, pysäyttää maidon virtauksen ja samalla hieroo vedintä. Vetimen pää jää edelleen alipaineen armoille. Puristusvaiheen jälkeen tulee vähimmäistyhjiövaihe eli lypsytyn d-vaihe, joka on viimeinen vaihe, ennen kuin lypsyalipaine valtaa taas tykytyskammion. Vähimmäistyhjiövaiheessa vedinkumi sulkeutuu kokonaan vetimen ympärille, jolloin vedinkumi hieroo vetimen päätä. Sulkeutunut vedinkumi pienentää puristus- ja vähimmäistyhjiövaiheessa jatkuvan alipaineen vaikutuspinta-alaa vetimessä. (Manninen ja Nyman 2003, 7–9.) Lypsytyn d-vaiheen aikaisella puristuksella tai toisinsanottuna ylipaineella on merkittävä vaikutus vetimen pään kuntoon (Mein ja Reineman 2009, 12).

2.5 Lehmien erot lypsettävyydessä

Lypsytyn kannalta tärkeintä on huolellinen lehmän esikäsitteily, jotta oksitosiinihormoni avaa lehmän vedinkanavan sulkijalihaksen. Kun sulkijalihas on auki, alkaa maito virrata utareesta. Kun lypsäjä on huolellinen, on lehmän esikäsitteily joka kerta samankaltainen. Tällöin erot lehmien lypsettävyydessä liittyvät utareen ja vetimen eroavaisuuksiin. (Lindholm 1978, 4.) Lelyn robottilypsyssä esikäsitteily on utareen ja vedinten puhdistus harjalla. Muiden robottivalmistajien lypsytyn esikäsitteily on erilainen, esimerkiksi yksi erillinen vedinkuppi, joka puhdistaa vetimet yksi kerrallaan.

Lypsy voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: alku-, keski- ja loppulypsytyn. Alkulypsytyn maidon virtaus nousee nopeasti ylös, keskilypsytyn virtaus pysyy tasaisena, loppulypsytyn maidon virtaus alkaa laskea ja maidon tulo lakkaa. Tuotoskauden vaihe vaikuttaa maitotuotokseen utare ja neljänneskohtaisesti niin, että korkein maitotuotos ja lypsyaika saavutetaan noin kaksi kuukautta poikimisen jälkeen. Lypsyaika, keskilypsytyn maitotuotos ja pituus sekä maidon keskimääräinen virtaus vastaavat hyvin maitotuotoksen muutoksiin lypsykauden edetessä. Maidon huippuvirtaus mitataan siitä missä maitotuotos on noussut eniten 30 sekunnin aikana, missä tahansa lypsytyn vaiheessa. Maidon huippuvirtaus pysyy suhteellisen tasaisena seitsemänteen kuukauteen poikimisesta, laskien hyvin hitaasti lypsykauden edetessä. Alkulypsytyn maidon virtauksen nopeutumisen vaihe pitenee lypsykauden edetessä. Vedinten sijainnilla on myös merkitystä maitotuotokseen ja maidon virtaukseen. Takavetimillä on korkeampi maitotuotos, korkeampi huippu- ja keskimääräinen maidonvirtaus kuin etuvetimillä. Etuvedinten alku- ja loppulypsytynvaihe on lyhyempi kuin takavetimillä. Etuvedinten tyhjälypsyaika on myös pidempi. Kyseinen koe toteutettiin lypsyasemalla, eikä tämä välttämättä päde robottilypsytyn, jossa on neljänneskohtainen irroitus. (Tancin, Ipema, Hogewerf ja Macuhova 2006, 978–988.)

Lypsäminen rasittaa vedintä ja vetimen päätä. Hovisen ym. (2006, 54) mukaan vetimiä voidaan jakaa kuntoluokkiin. Luokka yksi on paras ja luokka kolme huonoin. Luokkaa yksi olisi hyvä olla ainakin 70–80 prosenttia karjasta. Luokkaa kaksi 20–30 prosenttia ja luokkaa kolme alle kolme prosenttia. Luokassa yksi vetimen iho on siisti, sileä ja siinä ei ole värimuutoksia. Vetimen päässä voi olla valkoinen rengas. Luokassa kaksi vetimessä on selkeitä rasisuusmuutoksia. Vetimen väri voi olla punainen tai sininen. Vedinaukko pullottaa. Luokassa kolme vetimen iho on rikki, vetimenpää on kova ja pullottava, ja kudoksen jousto on kadonnut. Yleensä pelkät vetimen päähän tulevat muutokset johtuvat tyhjälypsytyn tai vedinkumin liian rajusta hieronnasta. Suippopäiset vetimet ovat arempia

vaurioille kuin tasapäiset vetimet. Hyperkeratoosi eli liiallinen keratiinin muodostuminen johtaa vetimen pään ympärille muodostuvaan valkoiseen renkaaseen. Tämän seurauksena vetimen pää ei välttämättä puhdistu kunnolla ja sen kimmoisuus vähenee. Kun kimmoisuus vähenee, voi vedinkanava jäädä tavallista pidemmäksi aikaa auki. Hyperkeratoosi johtuu yleensä liian korkeasta lypsyalipaineesta tai yksinkertaisesti epäsopivasta vedinkumista. Keratiinin muodostuminen sopivissa määrin on normaalia ja hyväksi lehmän vetimille. Keratiini on vedinkanavasta erittyvää hilsettä, mitä voisi verrata ikkunan tiivisteeseen. Sulkeutuneeseen vedinkanavaan jää aina pieniä aukkoja ja normaalisti erittyvä keratiini sulkee ne.

Vedinkanavan halkaisijalla on merkitystä maidon virtaamisnopeuteen. Kun vedinkanava on avara, maito virtaa utareesta pois nopeammin. (Lindholm 1978, 4 perustuu Schmitten ja Klusserath 1968 teokseen *Versuche zur Ermittlung der Melkbarkeit durch Ultraschallmessun.*) Lindholm (1978, 4) kertoo tutkimuksesta, jossa väitetään vedinkanavan sulkijalihaksen toiminnalla olevan myös vaikutusta maidon virtaukseen. Perustuu Andreae (1955) teokseen *Milchflussmessungen an Kuheutern zur Untersuchsung der Melkbarkeit*. Muita utareseikkoja, jotka vaikuttavat maidon virtaamisnopeuteen ovat vetimien pituus ja utareen sisäinen paine eli utareen täyttöaste (Lindholm 1978, 4, perustuu Donald, 1960 teokseen *Genetical aspects of maximal rate of flow during milking*). Vetimien pituuden ollessa alle 45mm, on se haaste lypsykoneelle. Etenkin jos vedinkumin kauluksen syvyys on yli 30mm, ei vedinkumi pysty kunnolla hieromaan vetimen päätä (MTT 2010b, 19–22).

3 VEDINKUMI

Vedinkumit valmistetaan pääasiassa synteettisistä kumimateriaaleista, kuten silikonista tai nitrilikumista, joskus myös luonnonkumista. Luonnonkumista valmistetut vedinkumit kestävät noin 600–800 lypsyä ja nitrilikumiset noin 2 500 lypsyä. Yhdysvalloissa nitrilikumiset vedinkumit kestävät noin 1 200 lypsyä, koska siellä rajoitetaan tietyn täyteaineen käyttöä. Silikoniset vedinkumit kestävät pidempään, noin 10 000 lypsyä, mutta ne ovat kalliimpia. (Mein, Reinemann, O’Callaghan ja Ohnstad 2003.) Yleensä vedinkumit ovat pyöreitä, mutta markkinoilla on myös kolmion ja neliön mallisia. (Belsito 2013.)

Vedinkumin sukan halkaisija mitataan 75 millimetriä vetimen yläosasta ja tässä kohdassa sukan halkaisijat vaihtelevat yli 24 millimetristä alle 21 millimetriin. Vedin venyy 140–150 prosenttia alkuperäisestä mitastaan lypsyn aikana. Suurin osa vetimistä on noin 55–60 millimetriä pitkiä, joten vetimen pää siis ylettyy todennäköisesti 75 millimetrin kohdalle jopa ylikin, mutta vetimen keskikohta mistä vetimen paksuus yleensä mitataan, ei yletä. Näin voidaan saada väärä tietoa sopivasta vedinkumista. On paljon vedinkumia, joiden sukka on kartiomainen, jolloin olisi hyvä ilmoittaa sukan halkaisija useammasta kohtaa, jotta olisi helpompi hahmottaa vedinkumin sukan muoto. Kartiomaiset vedinkumit sopivat todennäköisemmin paremmin koko karjalle, kuin sylinterimäinen vedinkumi. (Mein ym. 2003.)

Vedinkumin sukka ei pysty hieromaan vedintä koko matkalta täydellä teholla, mikä johtuu vetimien ollessa joko liian pitkiä tai liian lyhyitä. Eräällä vedinkumimallilla paras hierova vaikutus saatiin 90–100 millimetriä vedinkumin päästä. Vedinkumin sukan paine laskee samalla vedinkumimallilla jopa 60 prosenttia mitataessa 30 millimetriä vedinkumin päästä. (Mein ym. 2003.)

Vedinkumit asennetaan holkkeihin jännitykseen, mikä saadaan aikaan tekemällä vedinkumista lyhyempi kuin holkki. Jotkut kovasti jännitetyt kumit venyvät jopa 30 prosenttia. Yleensä ne kuitenkin venyvät 5–15 prosenttia. Vedinkumit löystyvät pikkuhiljaa, jolloin ne menettävät jännitystään. Tämän vuoksi vedinkumit tulee vaihtaa säännöllisesti. Löystyvillä vedinkumeilla lypettäessä maidon huippuvirtaus voi laskea 0,5 kiloa minuutissa ja keskimääräinen maidonvirtaus 0,2 kiloa minuutissa. (Mein ym. 2003.) Eräs keino vähentää vedinkumin tippumisia vetimestä on tehdä kauluksesta jäykempi ja hieman paksumpi. (Mein ym. 2003.)

3.1 Vedinkumien vaihtaminen

Vedinkumimallia vaihdettaessa on tärkeä huolehtia lypsyasetukset kuntoon, niin että tykytys ja alipaine ovat säädetty ohjeiden mukaisesti. Kun vedinkumia vaihtaa, ei navetassa saa tehdä muita muutoksia, esimerkiksi vaihtaa vedinkastoa tai parsien kuivikkeita. Lypsäjien on tehtävä työnsä samalla tavalla, vaihdettiin vedinkumia tai ei. Jos tehdään samaan aikaan muutoksia sekä olosuhteisiin että vedinkumeihin, voi saada väärän kuvan vedinkumin vaihdon vaikutuksesta karjaan. (Belsito 2013.)

Gálik, Bod’o ja Staroňová (2015, 74) viittaavat Tančin ja Tančinován tutkimukseen (2008) jonka mukaan vedinkumin sisäpuolella olevat pienet halkeamat ja säröt ovat hyvä kasvualusta erilaisille taudinaiheuttajille. Tämän vuoksi lypsylaitteisiin tulee kiinnittää paljon huomiota. Vedinkumien kunto on tarkastettava säännöllisin väliajoin. Koska vedinkumi koskettaa suoraan utareta, on sen muoto, koko ja materiaali otettava tarkasti huomioon, jotta se sopii mahdollisimman hyvin yhteen karjan kanssa.

3.2 Nitrili ja silikoni

Silikoni on polymeeri, jossa on silikonia, hiiltä, vetyä ja happea. Tärkein ero silikonin ja kumin välillä on, että kumit sisältävät hiilipolymeeriketjuja. Silikoneissa on hiilipolymeeriketjussa hiilen sijasta silikonia. Kumi ja silikoni ovat erittäin tärkeitä materiaaleja, ja niistä valmistetaan useita erilaisia tuotteita jokaiselle elämänalalle. Kumi on kuoleva materiaali, ja se alkaa muuttua heti kun se on valmistettu. Kumin ominaisuudet alkavat heikentyä paineesta, nopeista lämpötilan muutoksista ja UV-säteilystä. UV-säteily tai nopeat lämpötilan muutokset eivät vaikuta silikoniin. Silikoni kestää keskimäärin neljä kertaa kauemmin kuin kumi. (Westlab s.a.)

Erilaisten kumimateriaalien kovuutta mitataan yleensä Shoren kovuusmittarilla. Mitä korkeampi lukema, sitä kovempaa materiaali on. (MatWeb s.a.) Nitrilikumi on kovempaa kuin silikoni ja luonnonkumi. Shoren kovuusmittarilla mitaten luonnonkumin shorelukema oli noin 35, silikonin 40–45 ja nitriliin 48–55. Kovuudella on merkitystä vedinkumin sukan puristukseen. Kun ShoreA-lukema on 35–50 on puristusta parantava vaikutus. Lukeman noustessa yli 50 ei sukan puristusominaisuudet enää parane. (Mein ja Reinemann 2009, 6–7.)

3.3 Lelyn vedinkumit

Lelyllä on yhdeksän erilaista vedinkumimallia, näistä kahdeksan on silikonisia. Kauluksen aukon halkaisijat vaihtelevat 23 millimetristä 18 millimetriin. Sukan halkaisija mitattuna 75 millimetriä kauluksen päältä vaihtelee 24,5 millimetristä 21 millimetriin. Vedinkumien sukkia on kahdenlaisia, osa on sylinterimäisiä ja toiset kartiomaisia, kartiomaisissa vedinkumin sukka kapenee alaspäin mentäessä. Vedinkumin kauluksia on korkeita ja matalia, osaa kauluksia on vahvistettu niin sanotulla sormuksella, tällä pyritään vähentämään lypsijien tippumista kesken lypsyn. (Kukkola 2018-11-06a.)



KUVA 3. Nitriili- ja silikoniset vedinkumit. (Muhonen 2018-11-12.)

Kuvassa 3 on nitriili- ja silikoniset vedinkumit. Silikonisten vedinkumien kestävyys ja vaihto aika ovat pidempiä, kuin mustilla nitriilikumisilla vedinkumilla. Silikonisten vedinkumien vaihto aika on 10 000 lypsyä, nitriilikumisilla 2500. Vaihto nitriilikumisiin vedinkumeihin kasvattaa huoltotyön määrää robotilla. Nitriilikumiset vedinkumit tarvitsevat erilaiset holkit verrattuna silikonisiin, joihin vedinkumi vedetään kiinni jännitykseen. (Mein ym. 2003.) (NHK s.a.a.) Tällä hetkellä Suomessa mustaa nitriilikumista vedinkumia saa vain 21 millimetriä kauluksen halkaisijaltaan, silikonisia on 18:sta 23 millimetriin (NHK s.a.b).

Lypsyrobottilalla tavoitteena on kolme lypsyä päivässä. Tähän päästään, jos lypsykauden ensimmäisellä puoliskolla on 3,5 ja jälkimmäisellä on 2,5 lypsyä päivässä. Kun lypsykertoja on yli 2 päivässä, maitotuotos nousee. Tiheämpi lypsäminen edistää myös utareterveyttä, kunhan lypsyväli pysyvät säännöllisinä. Lypsyväli on sopiva, kunhan se ei ole alle 6 eikä yli 14 tuntia. (Hulsen 2009, 32.) Jos karjassa on 60 lehmää ja ne käyvät 3 kertaa päivässä lypsällä, tulee lypsyjä päivässä 180. Kun lypsyjä tulee 180 päivässä, kestävätkä silikoniset vedinkumit $10\,000 / 180 = 55,5$ päivää. Kumisilla vedinkumilla lypsypäiviä kertyy $2500 / 180 = 13,8$ päivää.

3.4 Vedinkumien kestävyys

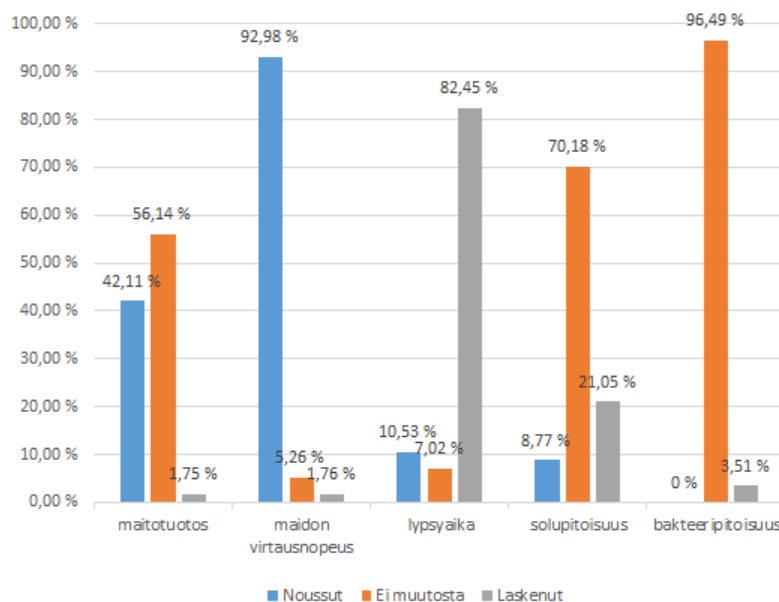
Gálik, Bod'ó ja Staroňová (2015, 75–76) tutkivat vedinkumien kestävyttä, mitaten vedinkumin pinnan karheutta kolmesta kohdasta. 20 millimetriä vedinkumin kaula-aukosta, vedinkumin keskeltä ja 20 millimetriä kumin alaosaan. Kokeessa vertailtiin silikonisia ja nitriilikumisista vedinkumia. Nitriilikumisilla vedinkumilla yhteys karheuden ja kokeen ajan välillä on selkeä. Nitriilikumisilla vedinkumeilla karheus nousi yhdeksän kuukauden aikana alun 0,68 mikrometristä 1,43 mikrometriin, kolmen alueen keskiarvot laskettuna. Silikonisilla vastaava luku oli 0,49 kokeen alussa ja 0,84 kokeen lopussa. (Gálik ym. 2015, 76–77.)

Kumin sisäpuolen karheuden määrittäminen sekä poikittais- että pitkittäissuuntaan kertoo, että nitriilikumisten vedinkumien karheus kasvoi huomattavasti nopeammin verrattuna silikoniseen vedinkumiin. (Gálik ym. 2015, 78.) Materiaalilla on vaikutusta eri vedinkumimallien kestävyteen. Silikonista tehty vedinkumi kestää pidempään ja siihen ei tule niin helposti pieniä halkeamia, joissa bakteerit viihtyvät (Belsito 2013.)

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Työn tarkoituksena on tutkia ja vertailla silikonista ja nitrilikumista valmistettuja vedinkumimalleja. Tutkimuksessa selvitetään, voiko erilaisella vedinkumimallilla ja materiaalilla vaikuttaa maidon virtaukseen positiivisesti. Samalla tutkitaan eripituisten ja -paksuisten vetimien eroja maidon keskimääräisessä ja huippuvirtauksessa.

Aiheesta tehdyssä esiselvityksessä kysyttiin viljelijöiden mielipidettä, nitrilikumisen vedinkumin vaikutuksista. Esiselvityksen Webropol -kyselyyn vastasi kaikkiaan 57 viljelijää. Kyselytutkimuksen mukaan lähes kaikki vastaajista, noin 93 % koki nitrilikumisen vedinkumin lisäävän maidon virtausnopeutta (kuvio 1). Samalla lypsyaika laski verrattuna silikoniseen vedinkumiin. Nitrilikumisen vedinkumi ei sen sijaan vastaajien mielestä vaikuttanut lainkaan maidon solu- tai bakteeripitoisuuteen verrattuna silikoniseen.



KUVIO 1. Vedinkumien vaihdon vaikutus (Onko vedinkumien vaihdolla silikonisista nitrilikumisiin ollut vaikutusta kysytyihin asioihin?) (n=57)

Luotettavuus tarkoittaa mittauksen kykyä tuottaa ei sattumanvaraisia tuloksia (Heikkilä 2014, 178). Kokeen luotettavuus saattaa olla alhainen, koska navetta-ympäristössä tehtävä koe on altis olosuhteiden muutoksille. Esimerkiksi lantakoneen tai ilmanvaihdon koneiden rikkoutuminen voi mahdollisesti vaikuttaa eläinten käyttökseen. Samalla on epäselvää, miten eläimet reagoivat nopeaan vedinkumien vaihtamiseen. Luotettavuutta parantaa koneen tekemät mittaukset ja lypsytapahtuma. Mittaus ja lypsytapahtuma ovat joka kerta hyvin samankaltaisia, mikä taas vähentää vaihtelua.

Tutkimus pyrittiin tekemään hyvän tutkimuskäytännön mukaisesti. Jos kokeen aikana tapahtuu jokin odottamatonta tai poikkeavaa kirjataan se ylös, jonka avulla voidaan pohtia vaikutuksia lopputulokseen. Vastaavanlaisen kokeen pystyy halutessaan toteuttamaan kuka tahansa lypsykarjatilallinen.

4.1 Käyttäjäkoe

Opinnäytetyön aineisto kerätään tammikuun 2019 aikana. Koe toteutetaan tavanomaisessa navetta-ympäristössä yhden lypsyrobotin lypsykarjapihatossa. Kokeessa vaihdetaan edestakaisin nitriliikumista ja silikonista vedinkumimallia 556. Yhtä vedinkumimallia käytetään seitsemän päivää kerrallaan. Seitsemän päivän jaksoja on molemmilla vedinkumimalleilla kaksi. Aineistoa kerätään jokaiselta lypsykerralta ja se tallentuu automaattisesti lypsyrobotin tuotannonohjausjärjestelmään Time For Cowsiin T4C:hen. Tähän aineistoon kuuluu taulukosta yksi nähtävät asiat. Tämän lisäksi tarkkaillaan lehmien vedinten kuntoa ennen ja jälkeen lypsyn. Työssä mitataan kaikkien lypsyssä olevien lehmien vetimien mitat. Tuotannonhallintajärjestelmään tallentuneet tiedot siirretään Excel-tilukkaan. Taulukkaan kerätyt tiedot muokataan erilaisiksi kuvaajiksi, jolloin tulosten tarkastelu on helpompaa. Tuloksia analysoidaan pääasiassa laskemalla keskiarvoja kokeen eri päiviltä. Tuloksista tutkitaan erimitaisten ja -paksuisten vetimien vaikutusta maidon keskimääräiseen ja huippuvirtaukseen. Lisäksi tutkitaan lehmän iän vaikutusta maidon virtaukseen vertailemalla eri tuotoskausien lehmiä.

TAULUKKO: 1. Lypsyrobotilta mitattavat asiat

Mitattavat asiat	esimerkki
Eläimen numero	350
Pvm ja kellonaika	27/11/18 23:47
Tuotoskausi	4
Tuotospäivät	128
Laatikkoaika	7:00
Lypsyaika neljänneksittäin	5:15
Aikaa viime lypsystä	8:20 tuntia: minuuttia
Maitomäärä (litraa)	13,0
Maidon keskimääräinen virtaus	2,7 kg/min
Huippuvirtaus	5,3 kg/min
Solut	110/1000 solua millilitrassa

4.2 Koetila ja eläinten ruokinta

Koetila on yhden robotin pihattonavetta, karjassa on yhteensä 60 holstein- ja ayrshire-rotuista lypsy-lehmää. Lehmät lypsetään Lely A4 -lypsyrobotilla. Ennen koetta vedinkumimallina käytetään silikonista vedinkumia. Lehmät ruokitaan esikuivatulla säilörehulla ja ruokintakioskeista lehmät saavat väkirehut. Tilalla käytetään kauran ja ohran seosta, puolitiivistettä ja kivennäisiä sekä robotilta lehmät saavat erikseen puolitiivistettä. Lehmien kahdentoista kuukauden keskituotos oli 11 800 litraa. Ennen koetta tilan tunnusluvut olivat seuraavat: keskimääräinen päivätuotos oli noin 38,0 kiloa maitoa ja lypsynopeus on 2,8 kiloa minuutissa, maidon rasva on 4,5% ja valkuainen on 3,68%. Lehmien keskimääräinen käsittelyaika eli aika, kun lehmä tulee lypsylle ja lähtee pois, on 7 minuuttia ja 12 sekuntia. Epäonnistuneita lypsyjä oli 24 vuorokaudessa keskimäärin 3.

Tilalla on kioskiruokinta, jokaisen eläimen tarkka väkirehun syönti saadaan selville. Jokainen ruokintakäynti tallentuu T4C:hen. Lehmät saavat väkirehut ruokintakioskeista. Väkirehun määrä riippuu lehmien maitotuotoksesta, kaikki lehmät saavat poikimisesta 120 päivään asti väkirehua vähintään sen verran, kuin ne lypsäisivät 45 kiloa maitoa päivässä, hiehoilla vastaava määrä on 35 kiloa. 120 lypsypäivästä eteenpäin väkirehun määrä perustuu maitotuotokseen.

4.3 Kokeessa käytettävät vedinkumit

Kokeessa käytettävät vedinkumit ovat Lelyn omia malleja. Koetilalla käytetään tällä hetkellä vedinkumimallia 556, joka on silikoninen vedinkumi. Kyseisessä mallissa kauluksen halkaisija on 19 millimetriä ja kaulus on matala. Sen sukan muoto on kartiomainen eli sukan halkaisija pienenee kauluksesta alaspäin mentäessä. Nitrilikumisen vedinkumin kauluksen halkaisija 21 millimetriä, eikä niitä saa muun kokoisina. Nitrilikumisen kaulus on matala, niin kuin mallissa 556. Nitrilikumisen vedinkumin sukka on kartiomainen ja kaulus matala.



KUVA 4. Vedinkumien vaihto (Muhonen 2018-12-10.)

Lely -lypsyroboteissa vedinkumi vaihdetaan irrottamalla vedinkumi hylsyineen robotin käsivarresta. Hylsyssä on kierteet, jolloin irrotus tapahtuu käsin vastapäivään kiertämällä. Alipaine- ja maitoputket jäävät edelleen käsivarteen kiinni. Kuvassa 4 käsivarresta on irrotettu oikeanpuoleiset etu- ja takalypsimet. Kuvassa näkyvät valkoisina vedinkumien hylsy, joihin vedinkumi vedetään sisään. Silikonisiin vedinkumeihin on olemassa laite, jolla vedinkumi on helppo asentaa paikalleen. Nitrilikumiset vedinkumit taas joudutaan asentamaan paikalleen ilman apuvälineitä.

4.4 Vedinten pituuden mittaus ja kunnan tarkkailu

Koska vetimien pituudella ja mittasuhteilla voi olla vaikutusta maidon virtaukseen (Butler 1990, 291 ja Lindholm 1978, 4) mitattiin kaikkien lehmien vasen etuvedin. Faban jalostettavien ominaisuuksien mukaan vetimien pituus mitataan toisesta etuvedimestä juuresta sen päähän, vetimien paksuus mitataan saman etuvedimen keskeltä (Faba s.a). Vetimien pituus mitataan ennen lypsä ja samalla mitataan etuvedimen paksuus myös vetimen tyvestä.

Mein ym. (2003) toteavat, että olisi järkevämpää mitata vetimen paksuus 10–15 millimetriä vetimen päästä, koska vetimen pään halkaisijan on suurennuttava 30–35 prosenttia, jotta vedinkanava avautuu kokonaan. Mittaamalla näin, saataisiin varmuus, että vedinkanava on kunnolla auki, eikä vedinkumin sukka olisi ahdas, kun maidon pitäisi virrata pois vetimestä. Tässä kokeessa käytetään Faban mallia, koska tällöin tuloksia voidaan verrata muiden tilojen kanssa paremmin. Vetimien pituudet kirjataan ylös Excel-taulukkoon, jossa on myös lehmän muut tiedot.

Vedinten kuntoa tarkkaillaan, jotta voidaan olla varmoja, että nitrilikuminen vedinkumi on sopiva suurimmalle osaa karjasta ja se tehdään ennen ja jälkeen lypsyn. Onko vetimen tyvässä rengasta, joka viittaa liian suureen vedinkumin sukan halkaisijaan. Jos vetimessä on värimuutoksia, tarkoittaa se liian korkeaa kaulusta tai liian suurta sukan halkaisijaa. Verenpurkaumat vetimen päässä viittavat lypsyn liian lyhyeen lypsyn lepovaiheeseen. Litistynyt vetimen pää johtuu liian pitkästä lypsyn lepovaiheesta tai vanhasta vedinkumista. (Valio s.a.)



KUVA 5. Tuottajain maidon vetimienmittauslaite (Muhonen 2019-12-14.)

Vetimet mitattiin 14. tammikuuta 2019 ja viimeiset jäljelle jääneet 18. tammikuuta 2019. Mittaukset tehtiin 14.1 yhdessä Osk Tuottajain Maidon neuvojan Kaija Laitisen kanssa. Laitinen opasti samalla vedinten kuntoluokittelussa. Vetimet mitattiin kuvassa 5 näkyvän laitteen avulla. Vetimien pituus mitattiin vasemmasta etuvedimestä, paksuus tyvestä ja suunnilleen vetimen keskeltä.

4.5 Vadia-mittaus

Vadia- alipainetallennin mittaa lypsyn aikana lypsykoneen alipaineen vaikutusta vetimeen. Laitteen avulla pystytään saamaan tilakohtaista tietoa lypsyalipaineesta, tyhjälypsystä ja vedinkumin sopivuudesta. Lypsyistä lasketaan keskiarvot lypsyalipaineelle, kaulusalipaineelle ja tyhjälypsyajalle. Laitte kertoo myös paineiskujen määrät. (Maito ja me 2017).

Vadia-mittari on tallennin, jossa on kaksi mittausletkua. Toinen letku asennetaan vedinkumin päähän vedinkumin kaulukseen, josta saadaan tarkka lypsyn aikainen kaulusalipaine. Toinen mittausletku asennetaan lyhyeen maitoputkeen, lähelle vedinkumia. Näin saadaan tarkempaa tietoa sekä kaulus- että lypsyalipaineesta. Kuvassa 6 on Vadia-mittari kiinnitettynä. Vasemmassa takalypsimeissä näkyy läpinäkyvä letku, joka on asennettu vedinkumin kaulukseen.



KUVA 6. Vadia mittari asennettuna vasempaan takalypsimeen (Muhonen 2018-12-28.)

Vadia-mittaus tehtiin koetilalla 28.1.2019. Osk Tuottajain Maidon neuvojista mukana olivat Kaija Laitinen ja Eija Järvinen. Laitinen ja Järvinen ovat tuotantoneuvoja. Samalla kuntoluokiteltiin kaikkien lehmien vetimet, jotka olivat lypsyllä mittauksen aikana. Mittari oli lypsimeissä kiinni reilu kolme tuntia, jonka aikana mitattiin 20 eläintä. Vadia-mittaus ei vaikuta lypsytapahtumaan millään lailla.

4.6 Tulosten käsittely ja tilastolliset analyysit

Tulokset esitetään kuvioissa ja taulukoissa, ja tutkitaan keskiarvoja maidon keskimääräisestä virtauksesta ja huippuvirtauksesta. Virtauksen muutoksia esitellään kuvioissa, ja pyritään tuomaan esille vedinkumien vaihdon jälkeen tapahtuvia muutoksia. Vetimien mittasuhteiden eroja ja vaikutusta maidon virtaukseen tarkastellaan kuvioin ja kaavioin. Lasketaan keskiarvoja lypsyajasta kokeen vaiheen mukaan. Keskiarvo eli aritmeettinen keskiarvo on lukujen summa jaettuna niiden määrällä (Tilastokeskus s.a).

T-testillä tutkitaan, onko otannan keskiarvojen erotus merkitsevä, eli keskiarvojen ero ei johdu esimerkiksi otantavirheestä. T-testi kertoo tuloksena p-arvon. P-arvo kertoo todennäköisyyden, että tulos selittyy pelkästään otantavirheenä. Mitä pienempi p-arvo on, voidaan olettaa keskiarvojen välisen eron olevan merkitsevä. Yleinen käytäntö on, että jos p-arvo on 0,05 tai alle, niin voidaan todeta eron olevan merkitsevä. (Taanila s.a.) T-testiä varten kokeen aikana kerättävää dataa rajataan ja jokaiselta koepäivältä otetaan sattumanvaraiset 50 lypsyä. Näin nitrilikumin ja silikonin tuloksia on molempia 700 kappaletta. T-testillä verrataan maidon keskimääräistä- ja huippuvirtausta nitrilikumin ja silikonisen vedinkumien välillä.

Keskihajonta kuvaa, miten hajallaan luvut ovat keskiarvosta. Variaatiokerroimen avulla voidaan vertailla eri suuruusluokissa olevien arvojen hajontaa. Variaatiokerroin lasketaan jakamalla keskihajonta keskiarvolla, tulos kertaa 100. (Heikkilä 2014, 86-87.)

5 KOKEEN TULOKSET

Kokeen tuloksissa esitellään koetilan karjan vetimien mittoja monesta eri näkökulmasta. Samalla tuodaan esille kahden eri vedinkumimallin erot maidon keskimääräiseen- ja huippuvirtaukseen. Tuloksissa pyritään myös tuomaan esille ja pohtimaan vetimien mittasuhteiden vaikutusta maidon virtaukseen. Tuloksia esitellään erilaisilla taulukoilla ja kuvioilla niiden tutkimisen helpottamiseksi.

Kaikki neljä mittausjaksoa olivat noin seitsemän vuorokautta pitkiä. Kokeessa analysoitavat lypsyt alkoivat 3. tammikuuta heti vuorokauden vaihduttua. Tästä eteenpäin kirjautui kaikki lypsytapahtumasta mitattava tieto suoraan tuotannonhallintajärjestelmään. Tammikuun 10. päivänä kello 17.05 vaihdettiin lypsyrobottiin nitrilikumiset vedinkumit. Seuraavan kerran vedinkumit vaihdettiin takaisin silikonisiin 17.1 noin kello 17.00. Tästä taas seitsemän päivää eteenpäin 24.1 kello 19.00 siirryttiin nitrilikumisiin vedinkumeihin. Mittausjakso päättyi tasan seitsemän vuorokautta myöhemmin, jonka jälkeen koe oli suoritettu 31.1.

5.1 Vetimien pituudet

Lehmien vetimien pituudet vaihtelivat 30 millimetristä 70 millimetriin, paksuudet vetimien tyvestä 19–30 millimetriin ja paksuudet vetimien keskeltä 15–28 millimetriin. Rotujen välillä ei ollut suuria eroja vetimien mittasuhteissa (taulukko 2). Holsteinien vetimet olivat yleisesti hieman pidempiä, mutta samalla ohuempia kuin ayrshire-lehmien vetimet.

TAULUKKO 2. Vetimien mittojen keskiarvot

	Vetimien paksuus keskeltä	Paksuus tyvestä	Vetimen pituus
Karjan keskiarvo	21,8	24,6	47,5
Holstein	21,2	23,8	48,2
Ayrshire	22,8	26,1	46,5

Karjan eläimet on jaoteltu vetimien pituuksien mukaan ryhmiin taulukkoon 3. Vetimien mitat vaihtelevat paljon. Kuitenkin suurin osa vetimistä, noin 65 prosenttia, on 41–60 millimetriä pitkiä. Yli 60 millimetriä pitkiä vetimiä ei ollut kuin kolmella lehmällä, joista kaksi oli holstein-rotuista. Rotukohtaisia eroja ovat holstein-rodun suurempi osuus yli 50 millimetriä pitkissä vetimissä. Alle 30 millimetriä pitkät vetimet on vain yhdellä lehmällä.

TAULUKKO 3. Vetimien pituudet ja niiden osuudet karja- ja rotukohtaisesti

millimetriä	karja kpl	%	holstein kpl	%	aysrhire kpl	%
alle 30	1	1,8	1	2,8	0	0,0
31–40	15	26,3	8	22,2	7	33,3
41–50	20	35,1	11	30,6	9	42,9
51–60	18	31,6	14	38,9	4	19,0
yli 61	3	5,3	2	5,6	1	4,8
yhteensä	57	100	36	100	21	100

Karjasta noin neljäsosalla vetimen paksuus oli pienempi kuin nitrilikumisen vedinkumin sukan halkaisija 21 millimetriä (taulukko 4). Näin ollen vedinkumin kauluksen halkaisija sopii suurimmalle osalle karjasta. Koetilan karjassa on eroja: aysrhire-rotuisten lehmien vetimet ovat keskimäärin paksumpia utareen tyvestä mitattuna kuin holstein-lehmien.

TAULUKKO 4. Vetimien paksuus utareen tyvestä mitattuna

millimetriä	karja kpl	%	holstein kpl	%	aysrhire kpl	%
alle 20	13	22,8	12	33,3	1	4,8
21–25	25	43,9	15	41,7	10	47,6
yli 25	19	33,3	9	25,0	10	47,6
yhteensä	57	100	36	100	21	100

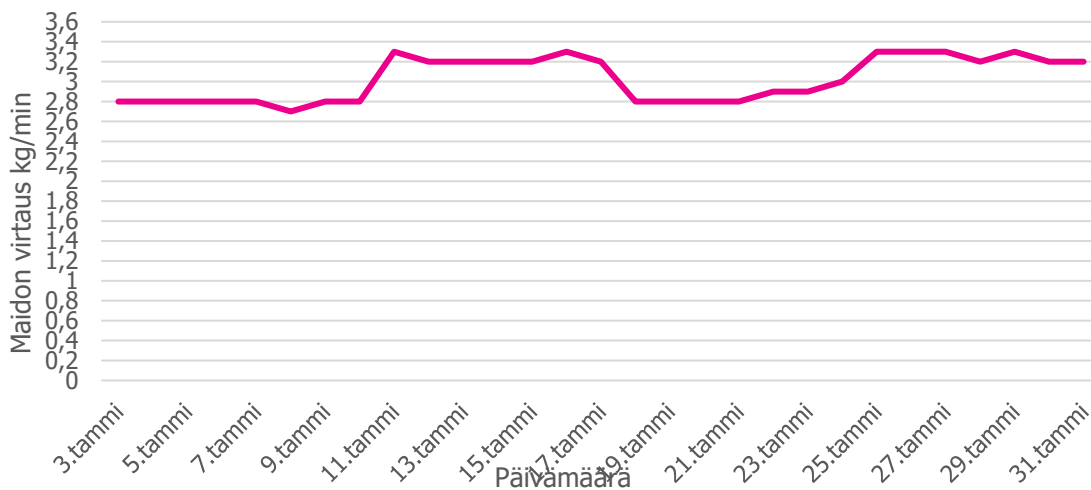
Ayrshirejen vetimet ovat keskimäärin hieman paksumpia kuin holstein-rotuisilla lehmillä (taulukko 4 ja 5). Ohuita vetimiä on erityisen paljon holstein-rotuisilla lehmillä. Koko karjasta kahdella aysrhirelehmällä vetimien paksuus on yli 25 millimetriä vetimen keskeltä.

TAULUKKO 5. Vetimien paksuus vetimien keskeltä

millimetriä	karja kpl	%	holstein kpl	%	aysrhire kpl	%
alle 20 mm	30	52,6	23	63,9	7	33,3
21–25	24	42,1	12	33,3	12	57,1
yli 25	3	5,3	1	2,8	2	9,5
yhteensä	57	100	36	100	21	100

5.2 Maidon virtauksen muutokset koko karjassa

Maidon keskimääräinen virtaus, eli maitomäärä jaettuna lypsyajalla, vaihteli silikonisen ja nitrilikumisen vedinkumin välillä. Keskimäärin koko karjalta päivää kohti laskettuna maidon virtaus oli 2,8 maitokiloa minuutissa silikonisella vedinkumilla. Vastaava lukema nitrilivedinkumilla oli 3,2. Silikonista vedinkumia käytettiin päivien 3–10 ja 17–24 ja nitrilivedinkumia päivien 10–17 ja 24–31 välisenä aikana.



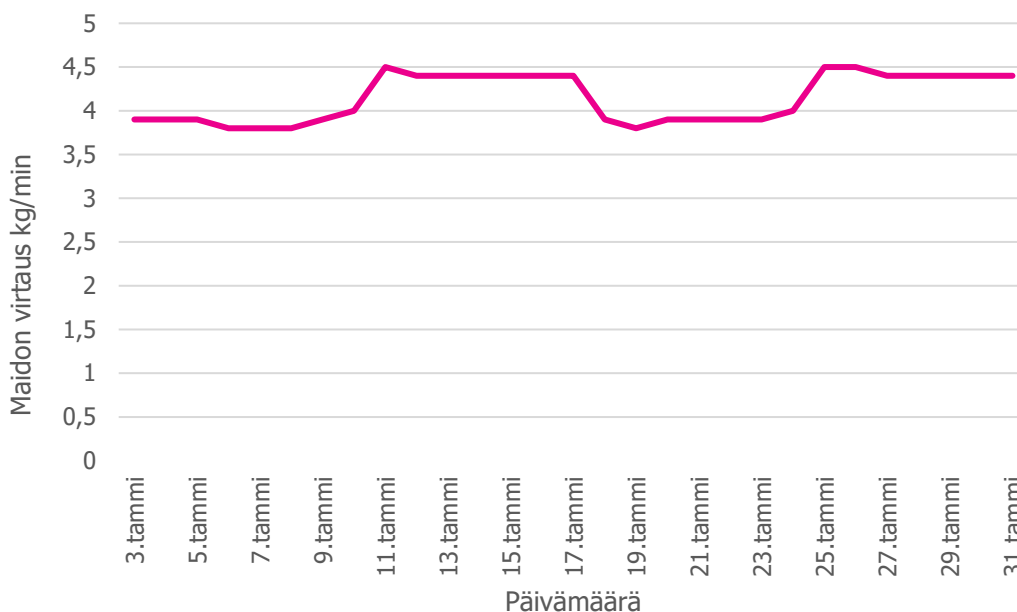
KUVIO 2. Keskimääräisen maidonvirtauksen muutokset

Kuviossa 2 on esitetty keskimääräinen maidonvirtaus koko karjalta jokaiselta päivältä. Kuvioista voidaan helposti nähdä vedinkumien vaihdon ajankohdat: maidonvirtaus nousee heti korkeammaksi, kun vaihdetaan nitrilivedinkumiin 10. päivä tammikuuta. Sama ilmiö voidaan todeta uudestaan 24. päivä, kun nitrilikumiset vedinkumit vaihdetaan toisen kerran käyttöön. Myös vedinkumin vaihtamisen nitrilikumista silikoniseen on helppo erottaa 17. tammikuuta, kun maidonvirtaus laskee noin 3,2 maitokilosta minuutissa 2,8 kiloon minuutissa.

TAULUKKO 6. Keskimääräinen maidon virtaus

	silikoni 1+2	silikoni 1	silikoni 2
Keskiarvo kg/min	2,79	2,75	2,83
Keskihajonta	0,84	0,87	0,82
Variaatiokerroin %	30,21	31,49	28,88
	nitrili 1+2	nitrili 1	nitrili 2
Keskiarvo kg/min	3,19	3,16	3,21
Keskihajonta	0,93	0,92	0,94
Variaatiokerroin %	29,10	29,08	29,10
P-arvo (silikoni vs nitrili)	<0,001	<0,001	<0,001

Taulukossa 6 on tilastollisen analyysin tuloksia maidon keskimääräisestä virtauksesta. Joka lypsypäivältä on valittu 50 lypsyä, jolloin saadaan yhteensä 700 lypsyä molemmilta vedinkumimalleilta. Näistä lypsistä on laskettu keskimääräisen maidonvirtauksen keskiarvo silikonilla ja nitrilikumilla. Silikonisella vedinkumilla 700 lypsyn otoksesta keskimääräisen maidonvirtauksen keskiarvo on 2,79 ja nitrilivedinkumilla 3,19 maitokiloa minuutissa. Keskihajonta silikonilla 0,84 ja nitrilikumilla 0,93. T-testin avulla keskimääräisen virtauksen ero vedinkumimallien välillä osoittautui merkitseväksi. T-testi yksisuuntaisena erisuurilla variansseilla antoi tulokseksi p -arvon alle 0,001. Erittäin merkitsevä ero kertoo siitä, että vedinkumeilla on eroa keskimääräisessä virtauksessa.



KUVIO 3. Maidon huippuvirtaus päiväkohtaisesti.

Vedinkumeilla oli vaikutusta myös maidon huippuvirtaukseen. Kokeen aikana huippuvirtaus oli keskimäärin silikonisella vedinkumilla 3,88 ja nitrilivedinkumilla 4,39. Huippuvirtauksen muutokset ovat samanlaisia kuin keskimääräisen virtauksen (kuvio 3). Huippuvirtaus nousi selvästi 10.1 kun silikoninen vedinkumi vaihdetaan nitrilivedinkumiin. Huippuvirtaus myös laski heti alemmas, nitrilivedinkumi vaihdettiin silikoniseen vedinkumiin 17.1.

TAULUKKO 7. Maidon huippuvirtaus

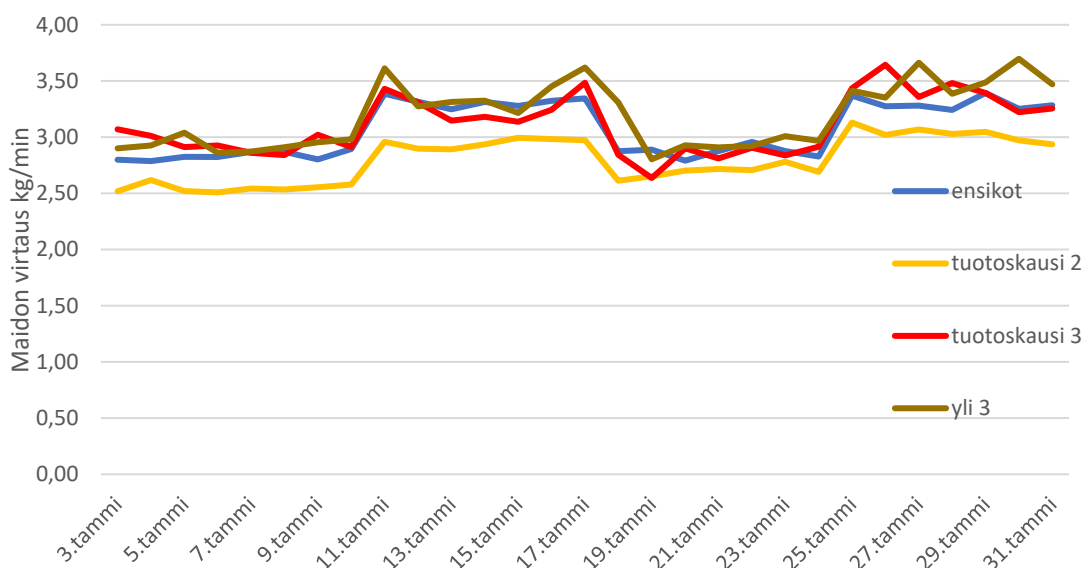
	silikoni 1+2	silikoni 1	silikoni 2
Keskiarvo kg/min	3,88	3,89	3,86
Keskihajonta	1,06	1,07	1,05
Variaatiokerroin %	27,38	27,52	27,23
	nitriili 1+2	nitriili 1	nitriili 2
Keskiarvo	4,39	4,34	4,43
Keskihajonta	1,13	1,12	1,15
Variaatiokerroin %	25,84	25,75	25,87
P-arvo (silikoni vs nitriili)	<0,001	<0,001	<0,001

Huippuvirtauksesta koostettiin samanlainen otos kuin keskimääräisestä virtauksesta. T-testillä saatava p-arvo on alle 0,001, eli ero silikonin ja nitriilivedinkumin välillä on erittäin merkitsevä. Huippuvirtauksen keskihajonta silikonisilla vedinkumeilla on 1,06 ja nitriilikumilla 1,13 (taulukko 7).

Rotujen välinen vertailu osoittaa holstein-rotuisten olevan nopeampilypsyisiä kuin ayrshire-rotuisten lehmien. Silikonisella vedinkumilla ayrshire-rotuisten lehmien keskimääräinen maidonvirtaus oli 2,5 kiloa minuutissa ja holsteineilla 3,0. Nitriilivedinkumilla ayrshirejen keskimääräinen maidonvirtaus nousi 2,8 kiloon minuutissa, holsteinella virtaus nousi 3,5 kiloon minuutissa. Huippuvirtaus ayrshireillä oli silikonilla 3,5 ja nitriilikumilla 3,9. Holsteineilla huippuvirtaus nousi nitriilikumia käyttäessä 4,7 kiloon minuutissa, silikonisella vedinkumilla huippuvirtaus oli 3,8. Ayrshireillä keskimääräinen maidonvirtaus nousi nitriilikumia käyttämällä noin 13 prosenttia, holsteineilla 17 prosenttia. Huippuvirtaus nousi ayrshireillä 12 prosenttia, holsteineilla 24 prosenttia.

5.3 Maidon virtauksen muutokset tuotoskauden mukaan

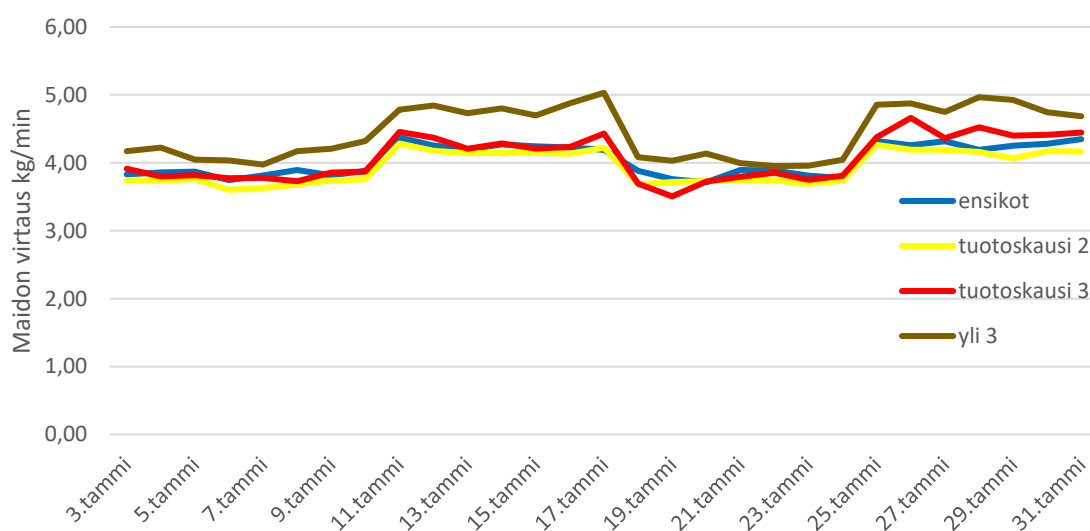
Kokeen aikana karjassa oli 57 lehmää lypsyssä. Näistä ensikoita oli 19 kappaletta, 2 kertaa poikineita 14, 3 kertaa poikineita 7. Yli 3 kertaa poikineita oli 17. Kun tutkittiin maidon virtauksen muutoksia lehmien tuotoskausien mukaan sekä keskimääräinen- että huippuvirtaus muuttuivat samansuuntaisesti kuin koko karjan keskiarvot. Kuvioihin 4 ja 5 on eritelty ensikot, tuotoskauden kaksi, kolme ja yli kolme tuotoskautta lypsäneet lehmät.



KUVIO 4. Maidon keskimääräinen virtaus tuotoskauden mukaan.

Ensikoilla maidon keskimääräinen virtaus oli kokeen aikana silikonisilla vedinkumeilla keskimäärin 2,80 ja nitrilivedinkumilla 3,30 kiloa minuutissa. Kaksi kertaa poikineilla lehmillä keskimääräinen maidonvirtaus oli silikonisilla vedinkumeilla 2,62 ja nitrilivedinkumilla 2,99. Kolme kertaa poikineilla silikonisilla 2,89 ja nitrilikumilla 3,34. Neljä kertaa tai enemmän poikineilla silikonisella 2,95 ja nitrilikumilla 3,45.

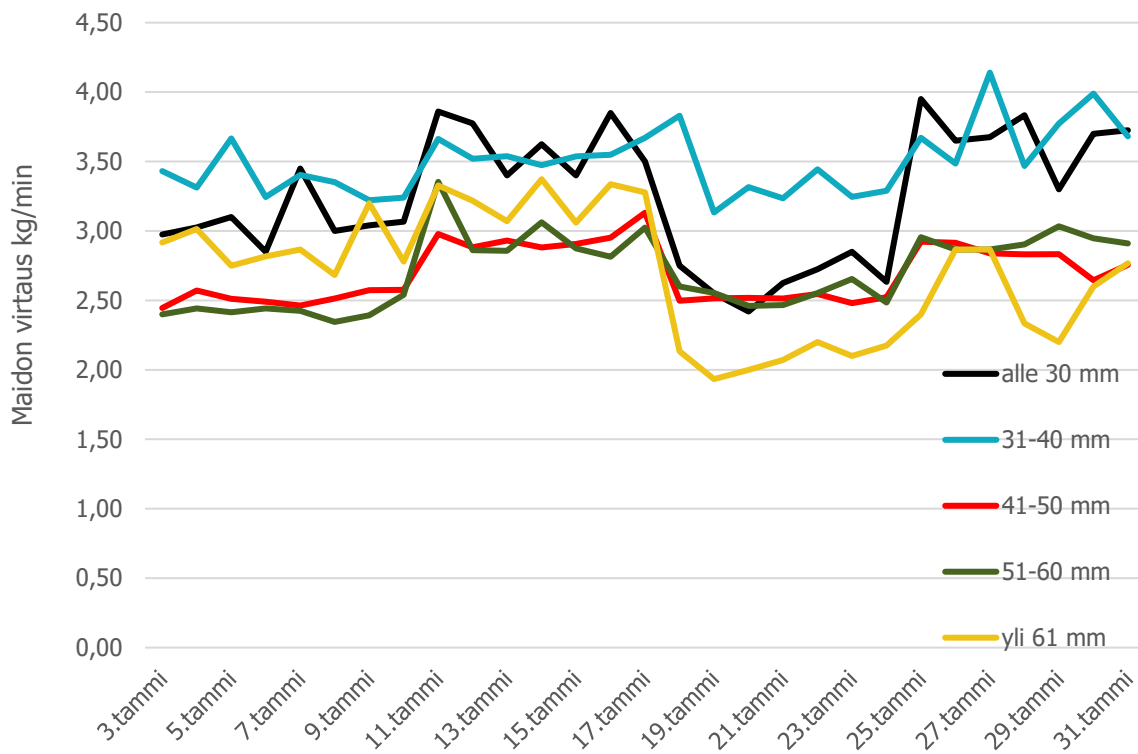
Huippuvirtaus oli ensikoilla kokeen aikana silikonisilla vedinkumilla keskimäärin 3,83 ja nitrilivedinkumilla 4,20. Kaksi kertaa poikineilla silikonilla 3,71 ja nitrilillä 4,18. Kolme kertaa poikineilla silikonilla 3,78 ja nitrilillä 4,38. Yli kolme kertaa poikineilla silikonilla 4,09 ja nitrilillä 4,83. Prosentuaalisesti maidon keskimääräinen virtaus nousi eniten vanhoilla yli neljä kertaa poikineilla lehmillä, noin 17 prosenttia. Vähiten nitrilikumista hyötyivät toisen tuotoskauden lehmät, joilla keskimääräinen virtaus nousi 14 prosenttia. Myös huippuvirtauksen osalta vanhat lehmät hyötyivät eniten, huippuvirtaus kohosi nitrilikumilla 18 prosenttia verrattuna silikoniin. Vähiten huippuvirtausta tarkastellessa hyötyivät ensikot, joilla huippuvirtaus kohosi 11 prosenttia nitrilikumia käyttäessä verrattuna silikoniin.



KUVIO 5. Maidon huippuvirtaus tuotoskauden mukaan.

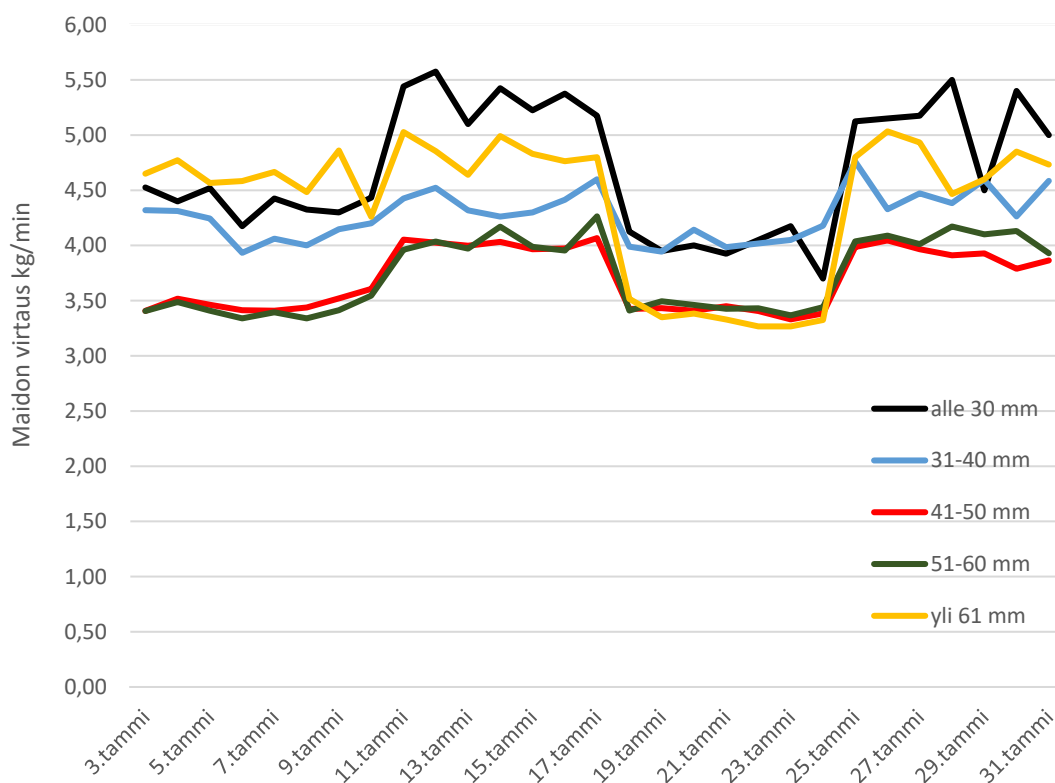
5.4 Vetimien mittasuhteiden vaikutus maidon virtaukseen

Lehmillä, joiden vetimet ovat alle 30 millimetriä pitkät nitrilivedinkumi lisää keskimääräistä maidonvirtausta (kuvio 6). Sen sijaan 31–40 millimetriä pitkillä vetimillä tulos ei ole selkeä. Pieni maidonvirtauksen tippuminen voidaan huomata 17–18 päivien välillä, kun nitrilikuminen vedinkumi vaihdetaan silikoniseen. Samalla tavoin alle 30 millimetriä pitkillä vetimillä vaihdettaessa takaisin silikoniseen vedinkumiin, ei maidonvirtaus palaa ensimmäisen mittauksen lukemiin, vaan tippuu jopa sen alle. Koko karjalla keskimäärin maidonvirtauksen ollessa noin 2,8 kiloa minuutissa, voi lyhyiden vetimien omaavien lehmien todeta oleva keskimäärin muuta karjaa nopeampilypisyisiä.



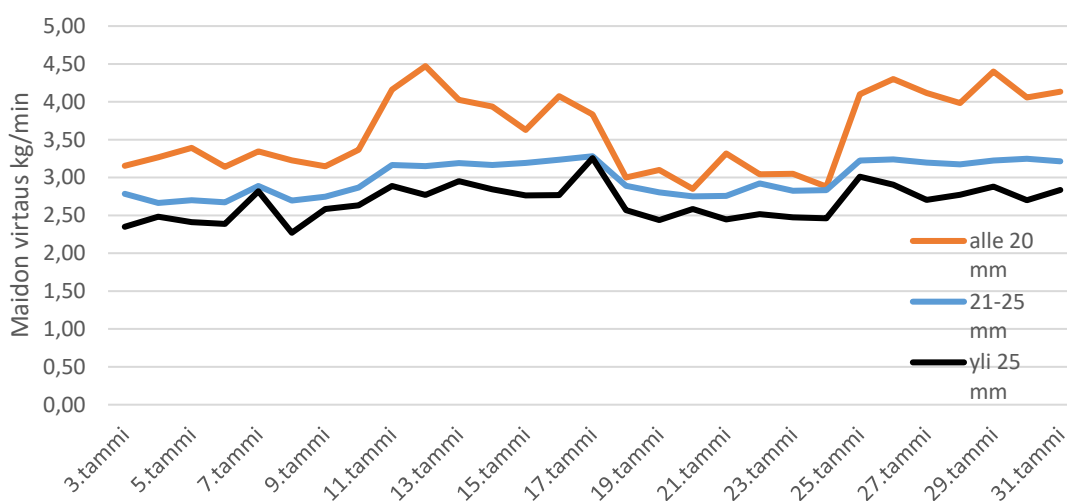
KUVIO 6. Maidon keskimääräinen virtaus vetimien pituuksien mukaan

Keskimääräinen maidonvirtaus nopeutuu lehmillä, joiden vetimet ovat 41–60 millimetriä pitkiä, kun silikoninen vedinkumi vaihdetaan nitrilivedinkumiin 10.1. Lehmillä, joiden vetimet ovat 31–40 ja yli 61 millimetriä pitkiä, ei havaittu samankaltaista selkeää muutosta 10.1 kuin muilla ryhmillä, maidon keskimääräinen virtaus ei selkeästi nouse. Kuitenkin 17.1 vaihdettaessa takaisin silikoniseen vedinkumiin tippuu keskimääräinen virtaus radikaalisti lehmillä, joiden vetimet ovat yli 61 millimetriä pitkät. Vetimien pituus on 66 prosentilla karjasta 41-60 millimetriä. Näin suurimmalla osaa karjasta nitrilikuminen vedinkumi vaikutti positiivisesti keskimääräiseen maidon virtaukseen.



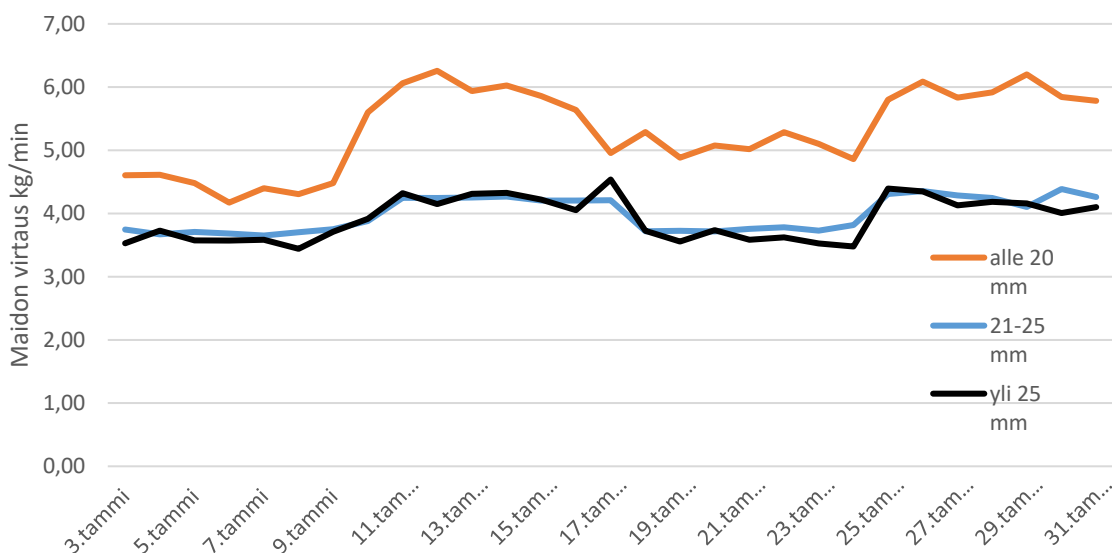
KUVIO 7. Maidon huippuvirtaus vetimien pituuksien mukaan

Maidon huippuvirtauksen muutokset ovat samansuuntaisia kuin keskimääräisen virtauksen muutokset (kuvio 7). Kaikista selvimmin vedinkumien vaihto näkyy lehmillä, joiden vetimet ovat 41–50 ja 51–60 millimetriä pitkät. Näillä lehmillä maidon huippuvirtaus virtaus ei juurikaan heittelehti päivien välillä. Myös lyhyet alle 30 millimetriä pitkillä vetimillä muutokset ovat selkeitä. Jostain syystä 31–40 millimetriä pitkillä vetimillä tulos on hyvin epäselvä, huippuvirtaus vaihtelee paljon, eikä vedinkumien vaihtoa pysty erottamaan kunnolla. Yli 61 millimetriä pitkillä vetimillä huippuvirtaus ei juurikaan nouse, kun nitrilivedinkumi vaihdetaan ensimmäisen kerran, kuitenkin kun vaihdetaan silikoninen vedinkumi uudestaan 17.1 tippuu huippuvirtaus vieläkin alemmas kuin silikonisen vedinkumin ensimmäisellä mittausjaksolla.



KUVIO 8. Maidon keskimääräinen virtaus ja vetimen paksuus vetimen tyvestä

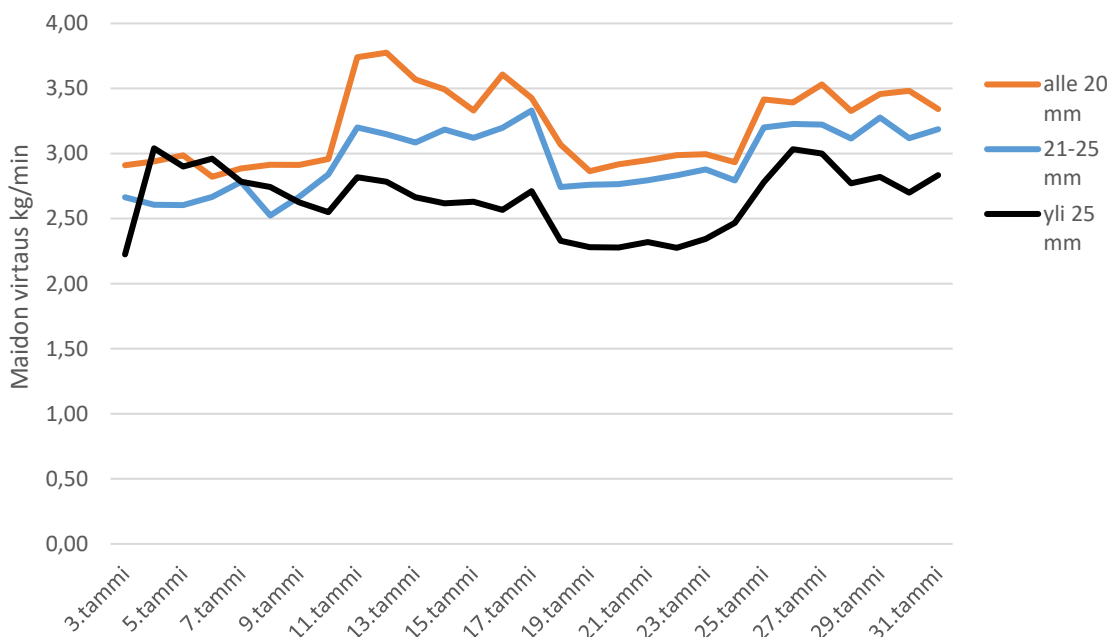
Vetimet on jaoteltu paksuutensa mukaan kolmeen eri ryhmään. Maidon keskimääräinen virtaus nousee selvästi enemmän alle 20 millimetriä tyvestä paksuilla vetimillä kuin 21–25 millimetriä paksuilla vetimillä (kuvio 8). Myös 21–25 millimetriä paksuilla vetimillä näkyy pieni ero nitrili- ja silikonivedinkumin välillä, kun tarkastellaan keskimääräistä virtausta. Yli 25 millimetriä paksuilla vetimillä heilailua on jonkin verran keskimääräisessä virtauksessa mutta aivan selviä eroja vedinkumien välillä ei ole.



KUVIO 9. Maidon huippuvirtaus ja vetimen paksuus vetimen tyvestä

Toisinkuin keskimääräinen virtaus, huippuvirtaus on tasaisempi, muutokset päivien välillä eivät ole suuria, jos ei huomioida vedinkumien vaihdon aikaan tapahtuvaa virtauksen muutosta. Eniten nitrilivedinkumista ovat hyötäneet lehmät, joilla on kaikista ohuimmat alle 20 millimetriä paksut vetimet (kuvio 9). Huippuvirtaus on noussut parhaimmillaan alun 4,5 noin 6 maitokiloon minuutissa. Paksummilla vetimillä virtaus on noussut hieman alle 4:stä noin 4,5 kiloon minuutissa. Kun silikoniset vedinkumit vaihdettiin nitrilivedinkumin tilalle 17.1, ei virtaus laskenut ohuimmilla vetimillä alkupe- räiseen vaan pysyi hieman korkeampana. Paksummilla vetimillä virtaus on hyvin tasainen silikonisen vedinkumin kahden mittausjakson välillä, samoin nitrilivedinkumilla.

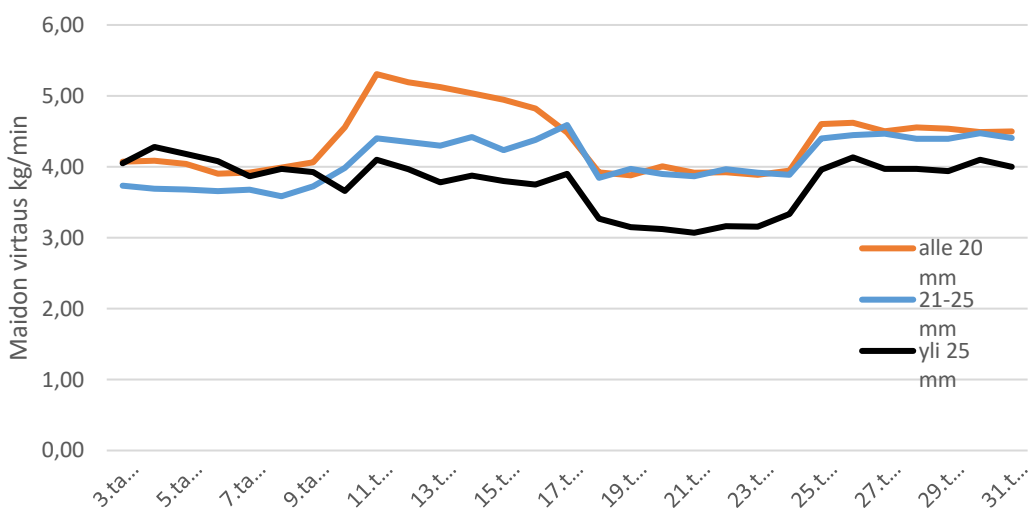
Vetimen paksuus mitattiin myös vetimen keskeltä, koska useilla lehmillä vetimet olivat utareen tyvestä paksumpia kuin vetimen keskeltä. Vetimet ovat siis hieman kolmion muotoisia osalla eläimistä. Edellä mainituissa taulukoissa 4 ja 5 voidaankin nähdä, kuinka prosenttiosuuksissa suurempi osuus vetimistä siirtyy pienempään luokkaan verratessa vetimen tyvestä ja keskeltä tehtyjä mittauksia.



KUVIO 10. Maidon keskimääräinen virtaus ja vetimen paksuus vetimen keskeltä

Maidon keskimääräinen virtaus nousee suuremmaksi nitrilivedinkumilla kuin silikonisilla vedinkumeilla lehmillä, joiden vetimet ovat keskeltä alle 25 millimetriä paksut. Kun silikoninen vedinkumi otetaan käyttöön 17.1 laskee virtaus taas alemmaksi (kuvio 10). Ohuilla alle 20 millimetriä keskeltä paksuilla vetimillä maidon virtaus on korkeampi nitrilivedinkumilla, samoin 21–25 millimetriä paksuilla vetimillä. Yli 25 millimetriä paksuilla vetimillä virtaus näyttää olevan korkeimmillaan kokeen alussa silikonisilla vedinkumeilla, eikä etenäkään nitrilivedinkumien ensimmäinen mittausjakso näy positiivisena virtauksen suhteen.

Maidon huippuvirtaus on hieman korkeampi ohuilla vetimillä (kuvio 11). Ensimmäinen vaihto nitrilivedinkumiin kohotti maidon huippuvirtausta paljon ohuilla alle 20 millimetriä paksuilla vetimillä. Lehmillä, joiden vetimet ovat 21–25 millimetriä paksut vetimen keskeltä huippuvirtaus kohoaa, mutta ei niin paljoa kuin alle 20 millimetriä paksuilla vetimillä. Yli 25 millimetriä paksuilla vetimillä virtaus hieman laski nitrilikumi otettaessa käyttöön 10.1.



KUVIO 11. Maidon huippuvirtaus ja vetimen paksuus vetimen keskeltä

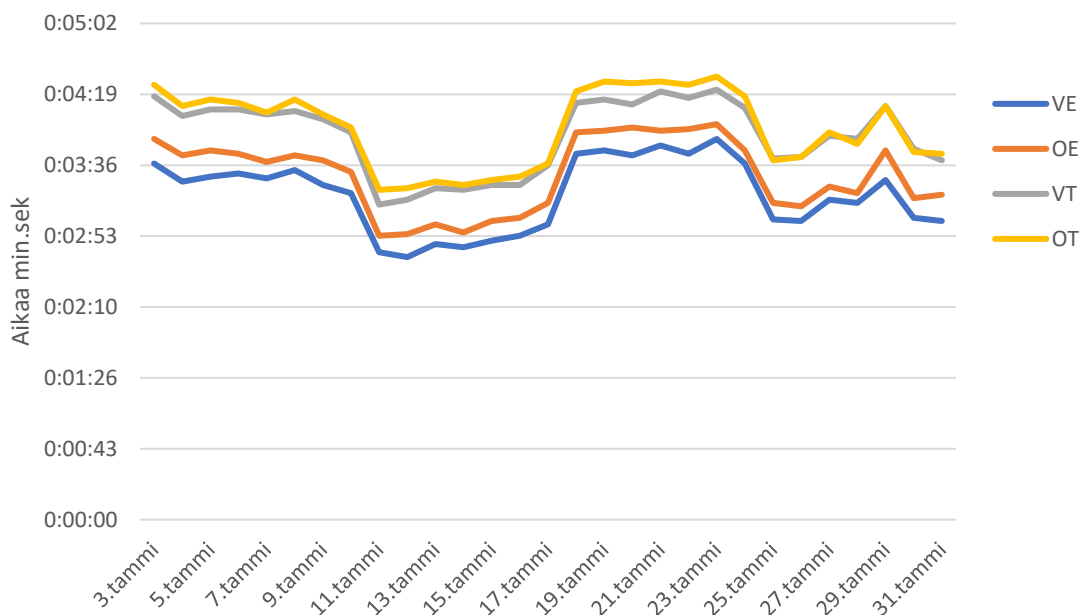
5.5 Lypsy aika, solut, lypsyt ja ohikulut päivittäin

Lypsy aika on aika, kun lypsyrobotti kiinnittää lypsimen vetimeen siihen hetkeen, kun lypsin irroiteetaan vetimestä. Taulukosta 8 nähdään kokeen neljän eri vaiheen keskimääräiset lypsyajat minuuttia ja sekuntia. Neljänneksittäin vertailtuna nitrilivedinkumilla lypsy aika on lyhyempi kuin silikonisen vastaavilla. Yleisesti takavetimien lypsy aika on pidempi kuin etuvedinten.

TAULUKKO 8. Keskimääräiset lypsyajat neljänneksittäin kokeen vaiheen mukaan

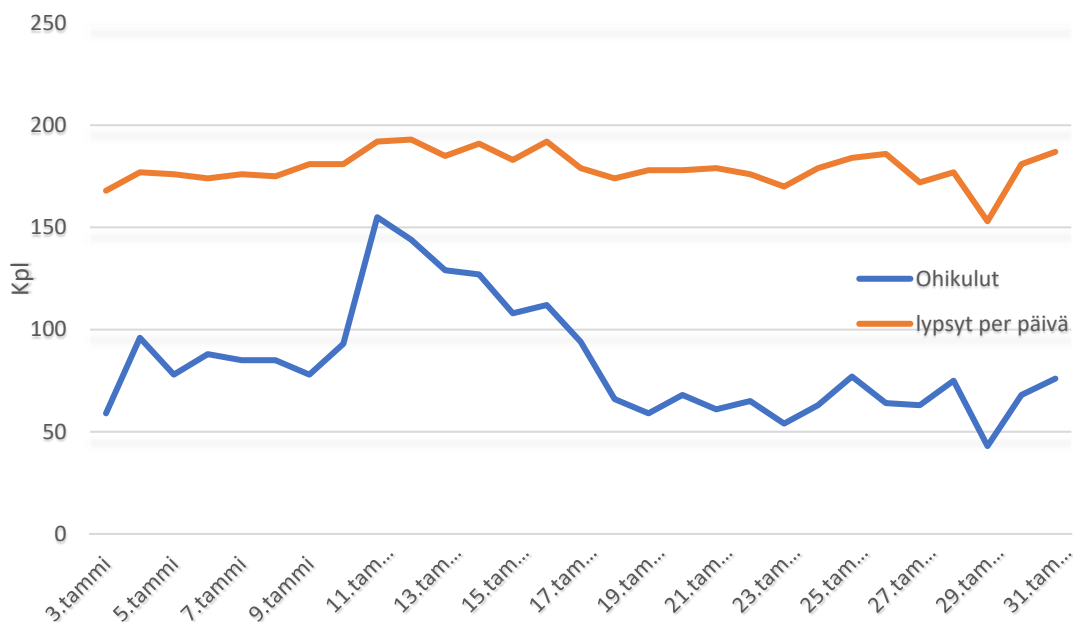
Kokeen vaihe	oikea etu	oikea taka	vasen etu	vasen taka
1. silikoni	03.42	04.09	03.29	04.06
1. nitrili	03.03	03.29	02.51	03.25
2. silikoni	03.55	04.24	03.43	04.17
2. nitrili	03.18	03.47	03.08	03.47

Lypsy aika laskee kaikilla neljänneksillä vaihdettaessa nitrilikumiset vedinkumit 10.1. (kuvio 12). Vaihdettaessa silikoniset vedinkumit takaisin 17.1 lypsy aika pitenee. Kun nitrilivedinkumit otetaan uudelleen käyttöön 24.1 laskee lypsy aika. Koko kokeen aikana takavetimien lypsy aika laskee noin neljästä minuutista kolmeen ja puoleen minuuttiin ja etuvedinten lypsy aika laskee noin kolmesta puolesta kolmeen minuuttiin, kun nitrilivedinkumi otetaan käyttöön.



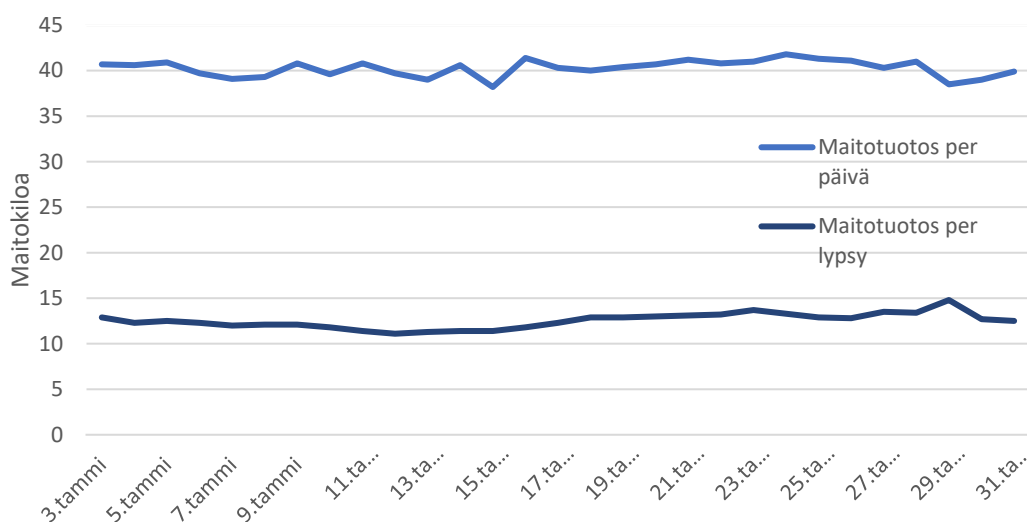
KUVIO 12. Keskimääräinen lypsy aika neljänneskohtaisesti

Kuviossa 13 on lypsykertojen määrä joka päivältä oranssilla viivalla. Suuria eroja ei päivien välillä ole, kuitenkin pieni lisäys lypsymääriin nähdään 11. päivänä, ja toisaalta erikoinen lasku 29. päivä. Muuten lypsymäärät ovat melko tasaisesti 180 lypsyn paikkeilla päivää kohti. Sen sijaan ohikulkujen määrässä eli se kun lehmät kävelevät robottiin, mutta eivät pääse lypsylle on enemmän muutoksia. Etenkin 10.1 kun nitrilivedinkumit vaihdetaan ensimmäistä kertaa silikonisten tilalle, ohikulut lisääntyvät paljon verrattuna aiempiin päiviin. Tammikuun 11. päivä ohikulkuja lypsyrobotille on 150 kappaletta, josta me alkavat laskea 8 päivän aikana noin 60: neen. Ohikulkujen määrä ei lisäännä uudestaan samalla tavoin 24.1, kun nitrilivedinkumit vaihdetaan silikonisten vedinkumien tilalle.



KUVIO 13. Lypsymäärät ja ohikulut

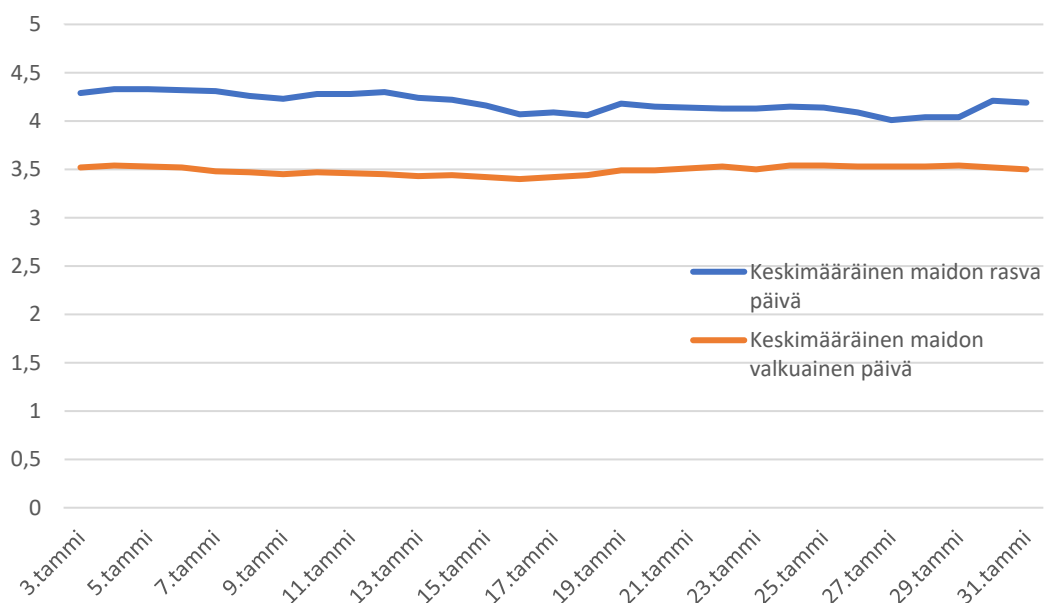
Päivätuotoksen keskiarvo oli kokeen aikana 40,3 kiloa per lehmä ja se vaihteli noin 38 kilosta 41,8 kiloon (kuvio 14). Mediaani päivätuotos oli 40,6 maitokiloa. Maitotuotos lypsyä kohti pysyi kokeen ajan melko tasaisena ja se vaihteli korkeimmillaan 14,9 ja alimmillaan 11,1 kiloon. Maitotuotoksen keskiarvo oli lypsyä kohden 12,5 kiloa.



KUVIO 14. Päivätuotos ja maitotuotos per lypsy

Silikonista vedinkumia käytettäessä lehmien päivätuotoksen keskiarvo oli 40,5 maitokiloa, nitrilivedinkumia käytettäessä 40,0. Silikonisella vedinkumilla lehmät lypsivät hieman enemmän maitoa yhtä lypsyä kohden kuin nitrilikumisella vedinkumilla. Silikonisen vedinkumin keskimääräinen maitotuotos yhtä lypsyä kohden oli 12,5 ja nitrilikumilla 12,3.

Maidon rasva ja valkuainen eivät vaihdelleet kokeen aikana kovin paljoa (kuvio 15). Rasva oli kokeen aikana suurimmillaan 4,30 ja pienemmillään 4,05, mutta vedinkumilla ei huomattu olevan vaikutusta maidon rasvapitoisuuteen. Silikonisella vedinkumilla rasva oli kokeen aikana keskimäärin 4,22 ja nitrilikumilla 4,16. Valkuainen oli kokeen aikana suurimmillaan 3,54 ja pienimmillään 3,40. Valkuainen oli silikonisella vedinkumilla keskimäärin 3,50 ja nitrilikumilla 3,48



KUVIO 15. Maidon keskimääräinen rasva ja valkuainen

5.6 Vadia-mittauksen tulokset ja Osk Tuottajainmaidon -neuvojen kommentit

Vadia-mittaus tehtiin nitrilikumisella vedinkumilla 28.1 kokeen neljännen vaiheen aikana. Vadia-mittari oli käytössä 20 lypsyn ajan. Yleisesti neuvojat toteavat nitrilikumisen vedinkumin sopivan karjalle. Kaulusalipaineen suositus on alle 30 kilopascaliala ja tämä ylittyi kolmella lehmällä. Keskimäärin kaulusalipaine oli 15,9 kilopascaliala mikä on hyvä. Kolmella lehmällä oli pieniä vedinvaurioita ennen lypsyä ja 7 lypsyn jälkeen. Lypsyälipaine oli keskimäärin 44,4 kilopascaliala. Tyhjälypsy aika vadia-mittauksen aikana 21 sekuntia, sen suositus on alle 30 sekuntia. (Järvinen 2019-02-20.)

Lypsyn imu-lepo suhde on 65,2: 34,8. Imuvaiheen a-osa eli vaihe, kun vedinkumi aukeaa oli 13,5 % yhdestä tykytyskierrroksesta tai 135 millisekuntia. B-vaihe eli kun vedinkumin sukka on kokonaan auki 51,7 %, kesto 518 millisekuntia. Lypsyn lepovaiheen c-osa, eli kun vedinkumi alkaa mennä kiinni kestää 124 millisekuntia tai 12,4 %. Lepovaiheen D-osa kesti 225 millisekuntia, 22,5 %. (Järvinen 2019-02-20.) Järvinen (2019-01-28) toteaa että nitrilivedinkumi sopii suurimmalle osaa karjasta hyvin. Solut ovat hallinnassa ja lypsy- ja kaulusalipaineet kunnossa. Järvinen ei vaihtaisi nitrilikumista vedinkumia enää pois.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vaikuttaako nitrililikuminen vedinkumimalli positiivisesti maidon virtaukseen. Lyhyen, yhteensä 28 vuorokauden käyttäjäkokeen perusteella voidaan todeta, että nitrililikumisilla vedinkumeilla on positiivinen vaikutus maidon keskimääräiseen- ja huippuvirtaukseen. Etenkin tarkasteltaessa tuloksia koko karjan osalta voidaan tulosta pitää hyvin selkeänä. Vaihdettaessa nitrilivedinkumi silikonisen vedinkumin tilalle alkoi lehmien maidon keskimääräiset virtaukset nousta. Myös huippuvirtauksella tulos oli samanlainen. Sekä keskimääräisen- että huippuvirtauksen osalta t-testi osoitti, että ero vedinkumimallien keskiarvojen välillä oli erittäin merkitsevä. Keskimääräisen virtauksen nopeutumisella on samalla vaikutusta lehmien lypsyaikaan lyhyempänä lypsyrobotissa vietettynä aikana. Lypsyaikojen lyheneminen oli koko karjaa tarkastellessa hyvin selkeä lypsetäessä nitrilivedinkumilla verrattuna silikoniseen vedinkumiin.

Yleisesti kokeen perusteella karjan hitaimpia lehmiä ovat kaksi kertaa poikineet eläimet ja tämä todettiin sekä silikoni- että nitrilivedinkumilla. Kaksi kertaa poikineet hyötyivät vähiten nitrililikumisista vedinkumeista verrattuna muiden tuotoskausien eläimiin. Karjan vanhat lehmät näyttivät hyötyvän eniten nitrililikumisista vedinkumista etenkin huippuvirtauksen osalta. Joka tapauksessa jokaisen eläinryhmän tulokset ovat samankaltaisia, maidon virtaus nousee nitrilistä vedinkumia käyttämällä.

Maidon virtauksen muutoksia tarkasteltiin lehmien vetimien pituuksien mukaan. Maidon virtauksesta laskettiin keskiarvot päiväkohtaisesti. Etenkin hyvin lyhyillä ja hyvin pitkillä vetimillä maidon virtaus vaihteli hyvin paljon, joten tulokset olivat hieman epäselviä. Lyhyillä alle 30 millimetriä pitkillä vetimillä maidon virtaus nousee nitrilivedinkumilla. Toisaalta virtaus tippuu todella paljon, kun vaihdetaan silikoninen vedinkumi toisen kerran lypsyy, paljon alemmas kuin silikonisen vedinkumin ensimmäisen mittausjakson virtaukset. 31–40 millimetriä pitkillä vetimillä maidon virtaus nousee nitrililikumilla. Kuitenkin vain hyvin vähän, ettei tämän kokeen perusteella uskalla sanoa sen enempää. Lehmillä, joiden vetimet ovat 41–60 millimetriä pitkiä maidon virtausnopeudet eivät heilahtele paljoa päivien välillä ja myös tulos on hyvin selkeä, keskimääräinen virtaus nousee 2,5 noin 2,9 kiloon minuutissa. Yli 61 millimetriä pitkillä vetimillä maidon virtaus vaihtelee hyvin paljon päivien välillä, joten nitrilivedinkumin vaikutuksesta virtaukseen positiivisesti ei voi tehdä johtopäätöksiä. Huippuvirtauksen tulokset olivat hyvin samankaltaisia, lyhyillä ja pitkillä vetimillä virtauksen vaihtelu päivien välillä oli suurta. Kuitenkin yleinen trendi oli korkeampi virtaus nitrililikumisilla vedinkumeilla.

Maidon keskimääräistä- ja huippuvirtausta vertailtiin jakamalla lehmiä ryhmiin vetimen paksuuden mukaan. Vetimien paksuudet mitattiin vetimen tyvestä sekä suunnilleen vetimen keskeltä. Tyvestä mitattuna, lehmillä, joiden vetimet ovat ohuet maidon virtaus nousee eniten käytettäessä nitrilivedinkumia. 21–25 millimetriä paksuilla vetimillä virtauksessa ei juurikaan tapahdu muutoksia. Samoin yli 25 millimetriä paksuilla vetimillä. Vetimen keskeltä mitattuna maidon virtaus nousi nitrililikumisilla vedinkumeilla eniten alle 20 millimetriä paksuilla vetimillä. Myös 21–25 millimetriä paksuilla vetimillä virtaus nousi, ei kuitenkaan yhtä paljoa kuin ohuemmillä vetimillä. Yli 25 millimetriä paksuilla vetimillä ei tapahdu selviä muutoksia, oli sitten käytössä silikoninen tai nitrililikuminen vedinkumi.

Yleisesti ohuiden vetimien maidon keskimääräinen virtaus on korkeampi kuin paksuilla vetimillä. Tämä voi johtua osittain myös kokeessa käytettävistä vedinkumeista, jotka on tarkoitettu pienille vetimille. Suurin osa karjasta on pieni vetimisiä. Paras vaihtoehto on käyttää kauluksen halkaisijaan ja syvyydeltään pientä vedinkumia. Kokeessa käytettyjen vedinkumien sukan malli on kartio-mainen mikä palvelee paremmin pieniä kuin suuria vetimiä. Tämä voi osittain johtaa siihen, että tämän kokeen tulosten mukaan pienet vetimet olisivat parempia maidon virtauksen suhteen kuin isot vetimet.

Kun silikonisen vedinkumin kauluksen halkaisija on 19 millimetriä ja nitrilikuminen 21 millimetriä tuo jo tämä muuttuja eroja lypsyyn, eikä pelkästään vain vedinkumin materiaali. Vedinkumin kauluksen tulisi olla sopivan tiukka eli noin yksi – kaksi millimetriä pienempi kuin vetimen halkaisija tyvestä. Kun vedin on 21-25 millimetriä paksu tyvestä sopii se melko hyvin molemmille vedinkumimalleille, joten heilahtelua maidonvirtaus nopeudessa päivien välillä ei ole paljon. Alle 20 millimetriä paksu vedin taas alkaa olla hieman liian ohut nitrilivedinkumille, mutta silikonille se on melko sopiva. Lehmillä, joiden vetimet ovat alle 20 millimetriä paksut on maidonvirtauksen nopeudessa paljon heilahtelua etenkin 10–17.1 päivien välillä nitrilivedinkumin olessa käytössä. Liian suuri vedinkumin kauluksen halkaisija saa aikaan hörimistä etenkin loppulypsyyn aikana. Näin ollen tuloksia tarkastellessa vetimien paksuuden perusteella on heittelehdyntää virtauksessa paljon päivien välillä.

Lypsyn maitomäärä, päivämaito ja mahdollisesti maidon rasvapitoisuus vaikuttavat maidon virtaukseen. Kokeen aikana lehmien päivämaitot vaihtelivat noin 38 litrasta 40 kiloon ja yhden lypsyn maitomäärä vaihteli 15 kilosta 11 kiloon. Tällä ei havaittu olevan merkitystä keskimääräiseen virtaukseen. Virtaus pysyi koko karjaa kohden tarkasteltuna silikonilla 2,8 kiloa ja nitrilikumilla 3,2 kiloa minuutissa, vaikka päivämaitot vaihtelivat hieman. Maidon rasvapitoisuuden pienellä vaihtelulla ei koko karjaa tarkastellessa ollut merkitystä maidon virtaukseen.

Kokeen aikana käytettiin kesän 2018 ensimmäisen rehusadon paaleja. Kokeen ajaksi pyrittiin saamaan mahdollisimman samankaltaista rehua joka päivälle. Paalirehun ongelmana on suuri vaihtelu paalien välillä. Kokeen aikana paalit tulivat kahdelta lohkolta. Paalit syötettiin järjestäen niin että saman pellon paalit syötettiin peräkkäin.

Kokeen luotettavuus on melko alhainen. Koe oli lyhyt, ja kaikkien maidon virtaukseen mahdollisesti vaikuttavien muuttujien rajaaminen on vaikeaa, ellei mahdotonta. Tuloksia pitää edelleen tulkita kriittisesti etenkin eri vetimien pituuksien ja paksuuksien vertailujen osalta. Osassa pituus- ja paksuusryhmistä ei lemiä ollut montaa. Tämä osittain varmasti aiheutti isomman vaihtelun virtausta tarkasteltaessa päiväkohtaisesti. Toisaalta kokeessa toistettiin kaksi mittausjaksoa molemmilla vedinkumimalleilla, mikä lisää luotettavuutta. Saman vedinkumin kahden eri mittausjakson keskiarvot ovat hyvin lähellä toisiaan, kertoo kokeen onnistuneen. Nitrilikuminen vedinkumi vaihdettaessa maidon virtaus nousi molemmilla vaihtokerroilla hyvin nopeasti korkeammalle kuin silikonilla lypsettäessä.

7 POHDINTA

Nitriilikuminen vedinkumi voi olla ratkaisu automaattilypsytiloilla, joilla on ongelmia lypsyrobotin kapasiteetin kanssa. Suositus vapaasta kapasiteetista on vähintään 10 prosenttia. Kokeen aikana kapasiteetti laski alle 10 prosenttiin kolmena päivänä silikonisen vedinkumin ollessa käytössä. Tällä ei kuitenkaan huomattu olevan merkitystä maitomäärään ainakaan lyhyellä aikavälillä. Kokeen toisella viikolla, kun nitriilikumiset vedinkumit vaihdettiin käyttöön, nousi vapaa kapasiteetti yli 20 prosenttiin. Tämä tarkoitti robotin olevan usein vapaana, ja kulku sille helpottui, mikä huomattiin hyvin paljon kohonneina ohikulkuina lypsyrobotille.

Vedinkumien mitoilla kuten kauluksen halkaisijalla ja korkeudella on merkitystä lypsyn onnistumiseen. Kokeessa käytetyt vedinkumimallit olivat hyvin samankaltaisia. Kaulus on näissä malleissa matala ja vedinkumin sukka kartiomainen. Eroina oli erilainen materiaali ja nitriilikumisen vedinkumin kaksi millimetriä halkaisijaltaan suurempi kaulus. Lypsyasetuksia ei muutettu mitenkään kokeen aikana, joten vedinkumien fyysiset erot tulivat esiin. Jotta saataisiin mahdollisimman hyvä lypsytapah-tuma, joudutaan vedinkumien vaihdon yhteydessä yleensä säätämään lypsyasetuksia kuten alipainetta tai tykytyssuhteita, jolloin saadaan kaikista paras tulos. Kokeen nopean aikataulun vuoksi ei kuitenkaan ollut järkevää tehdä muutoksia lypsyasetuksiin. Jos ennen koetta lehmät olisivat tottuneet silikoniseen vedinkumiin, jossa on korkea kaulus ja kauluksen halkaisija on iso, todennäköisesti silloin nitriilikuminen vedinkumi vain aiheuttaisi haittaa lypsymyölle, koska se on tehty ensisijaisesti pienille vetimille.

Kun maidon virtausta tarkasteltiin vetimien mittojen mukaan, heittelehti virtaus paljon eri päivien kesken etenkin lyhyillä ja erittäin pitkillä vetimillä. Tämä varmasti pääasiassa johtuu siitä, että alle 30 millimetriä lyhyitä vetimiä ei ollut kuin yhdellä lehmällä koko karjassa. Myös yli 60 millimetriä pitkiä vetimiä ei ollut kuin kolmella lehmällä. Pituus ryhmissä 31–40, 41–50 ja 51–60 taas maidon virtaus ei heitellyt niin paljoa. Tämä ehkä johtui osittain suuremmasta määrästä lehmiä ja myös rotujen välillä jako oli melko tasainen. Vetimien paksuuden perusteella jaoteltuna lehmiä oli tasaisesti joka ryhmässä, paitsi vetimen keskeltä mitattuna ei hyvin paksuja yli 25 millimetrisiä vetimiä ollut kuin kolmella lehmällä. Vetimet mitattiin navettaolosuhteissa ennen lypsyä. Mittauslaite ei ollut kovin tarkka ja olosuhteet vaikeahkot, joten mittausvirheitä tuli varmasti. Sen vuoksi oli mielestäni järkevämpää jakaa eläimiä ryhmiin vetimen mittojen mukaan kuin tarkastella tarkasti yhden millimetrin tarkkuudella. Pituuksia tarkasteltiin kymmenen- ja paksuutta viiden millimetrin tarkkuudella. Kokeen ongelmana oli myös, että vetimien pituus mitattiin vain vasemmasta etuvetimestä. Takavetimien lypsy aika on yleensä hieman pidempi, joten tämä vaikuttaa jollain lailla tuloksiin varmasti. Jälkikäteen ajateltuna esimerkiksi toinen takavedin olisi myös pitänyt mitata. Lypsyaikaa saadaan neljänneskohtaisesti, joten siitä olisi voinut olla hyötyä. Maidon virtaus ilmoitetaan vain lehmäkohtaisesti, siitä ei saa vedinkohtaista tietoa.

Yksi sarja nitriilikumisia vedinkumeja maksavat 44,99 euroa, silikoniset vedinkumit maksavat 101,01 euroa (NHK s.a.b). Silikonisten vedinkumien kestävyys on neljä kertaa pidempi. Silikonisten on 10 000 lypsyä, nitriilikumisten 2500 lypsyä. Kun nitriilikumisia vedinkumeja täytyy ostaa neljä sarjaa

silikonisten yhden sijaan, saadaan laskelma, $44,99 \text{ euroa} \times 4 = 179,96 \text{ euroa}$. Kun silikoniset vedinkumit maksavat $101,01 \text{ euroa}$ säästää tällöin silikonisia vedinkumeja käyttämällä $179,96 - 101,01 = 78,95 \text{ euroa}$ $10\,000$ lypsyn aikana. Näin ollen lehmien tuotoksen ja/tai maidon virtauksen on nousetava, jotta kulut katettaisiin. Jos oletetaan että tuottaja saa tuotetusta maitolitrasta esimerkiksi $34,50$ senttiä, on tilan maitotuotoksen nouseva $78,95 / 0,3450 = 228,8$ litraa per $10\,000$ lypsä. Liitteen 2 laskurin mukaan tähän päästään helposti. Jos maidon virtaus nousee kokeen mukaisesti, pysyy samalla lypsyrobotilla lypsämään koetilän lähtötiedoilla 5 lehmää enemmän, lypsyrobotin kapasiteetin laskematta. On myös huomioitavaa, että nitrilikumia joutuu vaihtamaan neljä kertaa useammin, jolloin työn määrä kasvaa. Kuitenkin työn määrän kasvu ei ole suuri ja uskon että se kuitataan kasvaneella kapasiteetilla ja mahdollisuudella ottaa lisää lehmiä lypsyy. Olettaen navettaan mahtuvan lisää lehmiä.

Kokeen tuloksiin kerättiin myös ruokintatietoja. Jos kokeen tulokset eivät olisi olleet selkeitä, vastauksia olisi voinut etsiä lisää ruokinnan muutoksista, tai tutkia yksittäisten lehmien rehujäännöstä. Tämä olisi ollut aikaa vievää. Myös vetimien kuntoa tarkasteltiin ennen ja jälkeen lypsyn. Silmämääräisesti suuria muutoksia ei havaittu vedinkumimallien välillä. Toisaalta vedinkumimalleja vaihdettiin tiheämmin kuin on tavallista, joten vetimet joutuivat jo tästä tavallista suuremmalle rasitukselle. Mielestäni ei ollut järkevää tuoda näitä tuloksia tämän takia esille sen tarkemmin.

Nitrilikumista vedinkumia käytetään yleisesti Keski-Euroopassa. Maahantuojan käytäntö Suomessa on ollut, että tilalle toimitetaan perusmallin silikoninen vedinkumi automaattilypsyä aloittaessa. Silikoninen vedinkumi on aloittavalle tilalle helpompi vaihtoehto kuin nitrilikuminen vedinkumi. Nitrilivedinkumin vaihtoväli on neljä kertaa tiheämpi ja sen vaihto on vaikeampaa kuin silikonisen vedinkumin. Automaattilypsyä aloittaessa onkin tärkeää saada perusasiat kuntoon. Kun perusasiat ovat kunnossa voidaan alkaa miettiä tehostamista ja pieniin asioihin paneutumista. Nitrilikumisen vedinkumin käyttö vaatii karjalta keskimäärin pienempiä vetimiä ja karjanhoitajalta lisää vaihtotyötä. Kun perusasiat ovat kunnossa ja halutaan panostaa entistä tehokkaampaan tuotantoon voi nitrilikumista valmistettu vedinkumi olla vaihtoehto. Se lisää maidon virtausta ja vapauttaa lypsyrobotin kapasiteettia. Kun kapasiteettia on enemmän voisi olettaa, että korkean tuotoksen vaiheessa olevat lehmät pääsevät helpommin lypsylle ja tämä lisää maitotuotosta. Kokeen perusteella ei kuitenkaan voida sanoa, että lisääntynyt kapasiteetti nostaisi lehmien tuotosta. Jos kapasiteetin vapautuminen ei nosta yksittäisen lehmän tuotosta niin ainakin se avaa tilaa lypsää enemmän lehmiä yhdellä robotilla. Tämä mahdollistaa tuottaa enemmän maitoa meijeriin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- ANDREAE, U. 1955. Milchflussmessungen an Kuheutern zur Untersuchsung der Melkbarkeit. Zuchtungskunde 27. 238-244.
- BELSITO, Jessica 2013. [verkkojulkaisu] Which liner is best for my herd's teats? Progressive Dairyman. Topics [Viitattu 2018-11-06.] Saatavissa: <https://www.progressivedairy.com/topics/barns-equipment/which-liner-is-best-for-my-herds-teats>
- BUTLER, M, C. 1990. A Model of the relationship between liner movement, liquid flow rate and pressures in milking machine teatcup. Journal of agricultural engineering research, volume 46, 291-305.
- DONALD, H.P. 1960. Genetical aspects of maximal rate of flow during milking. J. Dairy Res.
- FABA s.a. Jalostettavat ominaisuudet. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-30.] Saatavissa: <http://www.faba.fi/fi/tietopankki/jalostettavat-ominaisuudet>
- GALIK, R., BODO, S. ja STARONOVA, L. 2015: Monitoring the inner surface of teat cup liners made from different materials. Res. Agr. Eng. [digilehti], vol 61, 74-78. [Viitattu 2018-09-10.] Saatavissa: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/171054.pdf>
- HEIKKILÄ, Tarja 2014. Tilastollinen tutkimus. Espoo: Edita Publishing Oy.
- HOVINEN, Mari, LAITINEN, Kaija, MANNINEN, Esa, MURTO, Ilkka ja NYMAN, Kaj. 2006. Lypsillä parressa ja pihatossa. [verkkojulkaisu] MTT Maitokoneet-yksikkö. [Viitattu 2018-10-23.] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Lypsilla%20parressa%20ja%20pihatossa.pdf>
- HULSEN, Jan. 2009. Robotic milking. Alankomaat: RoodBont Publishers.
- JÄRVINEN, Eija 2019-01-28. Valion tuotantoneuvoja. [Haastattelu.] Kerimäki: Muhosen tila.
- JÄRVINEN, Eija 2019-02-20. Vadia -mittauksen tulokset [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Matias Muhonen. [Tulostettu 2019-01-20.] Saatavissa: Matias Muhonen, Kerimäki.
- KUKKOLA, Juuso 2018-11-06a. Lely huoltopäällikkö. [Puhelinhaastattelu.]
- KUKKOLA, Juuso 2018-11-06b. Tykysin. [kuvatiedosto]. [Sähköpostiviesti.]
- LELY s.a. Farm Managemet, Milk production on robot farms, 1-63. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-02.] Saatavissa: https://www.lely.com/media/filer_public/72/d4/72d4ae24-7f7b-440c-84af-01d2d7a80715/fms_melkwinning_brochure_en.pdf
- LINDHOLM, Solveig. 1978. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Helsingin yliopisto. Kotieläinten jalostustieteen laitos. Laudaturtyö. [Viitattu 2018-10-16.] Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/52207358.pdf>
- LUKE 2018. Taloustohtori. Maa- ja puutarhatalous. [verkkojulkaisu] Yrittäjätulo tuotantosuunnittain. [Viitattu 2018-09-18.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/kannattavuuskirjanpito/aikasarja/Yrittajatulo_tuotantosuunnittain
- MAA- JA ELINTARVIKETALOUDEN TUTKIMUSKESKUS 2010a. Lypsy-yksikön toiminta. [verkkojulkaisu]. Nännikumien mitat, paine-erot ja kauluksien syvyydet ja taipumat [Viitattu 2018-04-17.] Saatavissa: http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Nannikumimittauksien_periaatteita.pdf
- MAA- JA ELINTARVIKETALOUDEN TUTKIMUSKESKUS 2010b. Lypsy-yksikön toiminta. [verkkojulkaisu]. Utareterveyskampanjan kurssit. [Viitattu 2018-10-25.] Saatavissa: https://www.ett.fi/sites/default/files/user_files/terveydenhuolto/utareterveys/F3%20aa%20Lypsy-yksikon%20toiminta%20-%20UT%20kurssit.pdf
- MAITO JA ME 2017. Uutta mittaustekniikkaa utareterveyden ja lypsyn edistämiseksi. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-08-07] Saatavissa: <http://www.maitojame.fi/articles/uutta-mittaustekniikkaa-utareterveyden-ja-lypsyn-edistamiseksi/1857639>

- MANNINEN, Esa ja NYMAN, Kaj. 2003. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [verkkojulkaisu]. Maidonkäsittelyn teknologiaa. [Viitattu 2018-07-05.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/5024961-Maidonkäsittelyn-teknologiaa.html>
- MANNINEN, Esa. 2018. Lypsykoneen tärkein osa. Maito ja Me 2018/2, 46-47.
- MATWEB s.a. Material property data. [Verkkojulkaisu]. Shore durometer hardness testing of plastics. [Viitattu 2018-12-05.] Saatavissa: <http://www.matweb.com/reference/shore-hardness.aspx>
- MEIN, Graeme ja REINEMANN, Doug. 2009. Biomechanics of milking. [verkkojulkaisu]. Teat – liner interactions. University of Wisconsin. [Viitattu 2018-11-05.] Saatavissa: <https://milkquality.triforce.cals.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/10/teat-liner-interactions.pdf>
- MEIN, Graeme, REINEMANN, Doug, O'CALLAGHAN, Eddie ja OHNSTAD, Ian. 2003. Where the rubber meets the teat and what happens to milking characteristics. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-06.] Saatavissa: <https://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/10/where-the-rubber-meets-the-teat.pdf>
- MUHONEN, Matias 2018-11-12. Vedinkumin osat. [valokuva]. Sijainti: Iisalmi: Matiaksen valokuva albumi 2018.
- MUHONEN, Matias 2018-11-12. Nitriili- ja silikoniset vedinkumit. [valokuva]. Sijainti: Iisalmi: Matiaksen valokuva albumi 2018.
- MUHONEN, Matias 2018-12-10. Vedinkumien vaihto. [valokuva] Sijainti: Iisalmi: Matiaksen valokuva albumi 2018.
- MUHONEN, Matias 2019-12-14. Tuottajain maidon vetimienmittauslaite. [valokuva] Iisalmi: Matiaksen valokuva albumi 2019.
- MUHONEN, Matias 2019-12-28. Vadia mittari asennettuna vasempaan takalypsimeen. [valokuva] Iisalmi: Matiaksen valokuva albumi 2019.
- NHK s.a.a Ajankohtaista. Mustilla vedinkumeilla tehoa automaattilypsyyn. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-04-17.] Saatavissa: <http://www.nhk.fi/ajankohtaista/289/mustilla-vedinkumeilla-lisaa-tehoa-automattilypsyyn.html>
- NHK s.a.b Vedinkumit. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-04-17.] Saatavissa: <http://www.nhk-verkko-kauppa.fi/search/?q=vedinkumit>
- SCHMITTEN, F. ja KLUSSE RATH, D. 1968. Versuche zur Ermittlung der Melkbarkeit durch Ultrashallmessung. Tierzucht 20:34
- TAANILA, Aki. s.a. Akin menetelmäblogi. [verkkojulkaisu] Kahden riippumattoman otoksen vertailu. [Viitattu 2019-02-22.] Saatavissa: <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/02/10/kahden-riippumattoman-otoksen-vertailu/>
- TANCIN V., TANCINOVA D. 2008: Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka. Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu Nitra Slovakia.
- TANCIN, V., IPEMA, B., HOGWERF, P. ja MACUHOVA, J. 2006 Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. American Dairy science association. Journal of dairy science. Vol. 89 No. 3. 978-988.
- TILASTOKESKUS s.a. Menetelmäkäsitteet. [verkkojulkaisu] Aritmeettinen keskiarvo. [Viitattu 2019-03-11] Saatavissa: https://www.stat.fi/meta/kas/aritmeet_ka.html
- WESTLAB s.a. Silicone vs rubber. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-20.] Saatavissa: <https://www.westlab.com/blog/2018/02/05/silicone-vs-rubber>
- VALIO s.a. Valma. Lypsy. [verkkojulkaisu]. Vedinten kansainvälinen kuntoluokitus. Heti lypsyn jälkeen havaittavat muutokset vetimissä. Saatavissa: <http://valma.valio.fi/> kirjautumalla valman sivuille.

LIITE 1: REHUANALYYSIT

säilörehu 1.1.2019 -
17.1.2019

Säilönnällinen laatu	Tulos	Yksikkö	Tavoitearvot
pH	3,97		alle 4,52 (ka 351 g/kg)
Ammoniakkityppi	66	g/kg N	alle 40
Maito- ja muurahaishappo	72	g/kg ka	19,75-59,69 (Kuiva-aine 351 g/kg)
Haihtuvat rasvahapot	9	g/kg ka	alle 10
Sokeri	73	g/kg ka	50 - 150

Koostumus

Kuiva-aine	351	g/kg	300 - 450
Raakavalkuainen	144	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF)	516	g/kg ka	500 - 600
D-arvo	707	g/kg ka	680 - 700
Sulamaton kuitu (iNDF)	42	g/kg ka	60 - 90
Tuhka	62	g/kg ka	50 - 100

Rehuarvot

ME (energia-arvo)	11,3	MJ/kg ka	10,8 - 11,2
OIV	84	g/kg ka	71 - 88
PVT	18	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi	113		yli 105
ME-indeksi	114		yli 105

säilörehu 17.1 --->

Säilönnällinen laatu	Tulos	Yksikkö	Tavoitearvot
pH	4,3		alle 4,88 (ka 439 g/kg)
Ammoniakkityppi	50	g/kg N	alle 40 1,65-40,99 (Kuiva-aine 439
Maito- ja muurahaishappo	18	g/kg ka	g/kg)
Haihtuvat rasvahapot	7	g/kg ka	alle 10
Sokeri	118	g/kg ka	50 - 150

Koostumus

Kuiva-aine	439	g/kg	300 - 450
Raakavalkuainen	167	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF)	503	g/kg ka	500 - 600
D-arvo	728	g/kg ka	680 - 700
Sulamaton kuitu (iNDF)	56	g/kg ka	60 - 90
Tuhka	56	g/kg ka	50 - 100

Rehuarvot

		MJ/kg	
ME (energia-arvo)	11,6	ka	10,8 - 11,2
OIV	89	g/kg ka	71 - 88
PVT	36	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi	121		yli 105
ME-indeksi	126		yli 105

LIITE 2: LYPYROBOTIN KAPASITEETTI LASKURI

	Silikoni	Nitriili						
maitomäärä lypsy kg	12	12						
maidon virtaus kg/min	2,8	3,2						
lypsyaika sek	257,1429	225						
puhdistus ja kiinnitys sek	120	120						
"laatikko aika" min	6,285714	5,75						
Tilalla lehmiä	54	59						
lypsyjä per lehmä vrk	3,3	3,3						
Vuorokaudessa	1440 min							
pesut 12 min kerta 3xpv	36 min					vapaa kapasiteetti suositus väh. 10%		
muut toimenpiteet noin	45 min							
	1359	lypsyaikaa min vrk						
lypsyjä per päivä	178	195						
lypsyn min aikaa silikoni	1120				18 % vapaa kapasiteetti			
lypsyn min aikaa nitriili		1120			18 % vapaa kapasiteetti			
Kokonaismaitomäärä/pv	2138,4	2336,4						
kokonaismaitomäärä lisäys	198	litraa						
tuottajahinta	0,37	€						
euroja lisää päivässä	73,26	€						