



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# MAIDONTUOTANNON SYKSYISET PULLONKAULAT

Kuukausittaisiin maitomääriin ja solupitoisuuksiin vaikuttavat tekijät suomalaisilla tuotosseurantatiloilla vuosina 2017–2019

TEKIJÄ: Satu Jääskeläinen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Satu Jääskeläinen	
Työn nimi Maidontuotannon syksyiset pullonkaulat. Kuukausittaisiin maitomääriin ja solupitoisuuksiin vaikuttavat tekijät suomalaisilla tuotosseurantatiloilla vuosina 2017–2019	
Päiväys	14.2.2022
Sivumäärä/Liitteet	78
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Maatila 2030 -hanke	
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Maidontuotannon kannattavuus on heikentynyt Suomessa merkittävästi jo useiden vuosien ajan tuotantopainosten hintojen nousun, maitokiintiöjärjestelmän purkautumisen sekä Venäjän viennin tyrehtymisen vuoksi. Maitomarkkinoiden epävakaus näkyy myös tuottajalle maksettavan raakamaidon hinnassa. Maidontuottajien tulisi kyetä ennakoimaan kuukausittaiset tulonsa ja menonsa mahdollisimman tarkasti, jotta rahaa riittäisi myös laskujen maksuun. Edellytyksenä talouden tasapainolle on maidontuotannon tasaisuus ympäri vuoden. Tilastot kuitenkin osoittavat, että tuotetun maidon määrä vähenee vuosittain syksyä kohden.</p> <p>Maidontuotantoon vaikuttavat monet eri tekijät, ja edellytykset kehittyä hyväksi lypsylehmäksi luodaan jo vasikka-aikana. Tasapainoinen ruokinta ja oikeanlaisten rehujen tarjoaminen tuotosvaiheen mukaisesti muodostavat maidontuotannon perustan. Onnistunut umpikausi ja poikimisen jälkeinen aika ovat pohja maidontuotannon käynnistymiselle ja tuotantokapasiteettia vastaavalle herumiselle. Erilaiset sairaudet sekä heikentynyt sorkkaterveys vaikuttavat lehmän maitotuotokseen negatiivisesti. Maidontuotantoa rajoittavia tekijöitä saattavat olla myös riittämätön valon määrä tai häiritsevä melu sekä ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat säiden ääri-ilmiöt, kuten pitkät hellejaksot.</p> <p>Tutkimuksessa selvitettiin ProAgrian tuotosseurantatiloilta vuosina 2017–2019 kerätyn aineiston perusteella rodun, poikimakerran, lypsytavan sekä poikimisen ajankohdan vaikutusta tuotettuihin maitomääriin ja solupitoisuuksiin. Lisäksi aineiston avulla pyrittiin selvittämään maantieteellisten alueiden eroja kuukausittaisissa maitotuotoksissa. Faban SorkkaMobiili-aineiston avulla tarkasteltiin sorkkaterveyden ja maitotuotoksen yhteyttä eri vuodenaikoina.</p> <p>Kesällä poikineiden herumishuippu jäi alhaisemmaksi verrattuna lehtiin, jotka poikivat muina vuodenaikoina. Vastaavasti maidon solupitoisuus oli korkein kesäaikaan poikineilla lehmillä. Ensikot lypsivät vähemmän kuin useamman kerran poikineet lehmät. Niiden maitotuotoksen vuodenaikaiset vaihtelut eivät olleet kuitenkaan yhtä merkittäviä kuin useamman kerran poikineilla. Sorkkaterveys heikkenee syksyisin, mikä näkyy etenkin aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien lisääntymisenä. Tuotetuissa maitomäärissä oli huomattavaa vaihtelua eri maantieteellisten alueiden välillä, mutta vuodenaikojen väliset erot tuotoksissa voitiin havaita kaikkialla.</p> <p>Säilörehun laatu vaihtelut olivat suuria tilojen ja maantieteellisten alueiden välillä. Säilörehun oikea korjuuajankohta ja hyvä säilönnällinen laatu ovat onnistuneen maidontuotannon perusta. Varsinkin kesäisin hyvän syöntikyvyn ylläpitäminen saattaa olla haasteellista, koska säilörehun lämpeneminen ruokintapöydällä vähentää sen maittavuutta. Mahdollinen lämpöstressi passivoi lehmiä, jolloin syöntikyvyn heikentymisen myötä myös märehäily vähenee. Jo lyhytaikaisen hellejakson seurauksena maitotuotos voi etenkin korkeatuottoisella lehmällä vähentyä useita litroja vuorokaudessa. Lypsylehmien hoidosta vastaavien henkilöiden tulisikin jo ennakoivasti pyrkiä vaikuttamaan niihin tekijöihin, joiden tiedetään alentavan maitotuotosta.</p>	
Avainsanat maito, maidontuotanto, maitotuotos, maitomäärä, lypsylehmä	

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author(s) Satu Jääskeläinen	
Title of Thesis Autumnal bottlenecks in milk production of dairy cows. Factors affecting monthly milk volumes and number of somatic cells on Finnish dairy farms in 2017-2019	
Date 14.2.2022	Pages/Appendices 78
Client Organisation /Partners Farm 2030 Project	
<p><b>Abstract</b></p> <p>The profitability of milk production in Finland has weakened significantly for several years due to rising input prices, the abolition of the milk quota system and the stagnation of Russian export. The instability of the milk market is also reflected in the price of raw milk paid to producers. Milk producers should be able to forecast their monthly income and expenditure as accurately as possible so that there is enough money for paying the bills. Steady milk production throughout the year is a prerequisite for economic balance. However, statistics show that the amount of milk produced is declining every autumn.</p> <p>Milk production is affected by many different factors, and the conditions for developing into a good dairy cow are already created during the calf period. Balanced feeding and the right kind of feed at a certain stage of production form the basis of milk production. The successful dry season and the time after calving are the basis for the start of milk production that corresponds the production capacity. Various diseases as well as poor hoof health have a negative effect on the cow's milk yield. Insufficient light or disturbing noise, as well as extreme weather conditions such as long periods of heat, may also limit milk production.</p> <p>Based on the data collected from dairy farms that belonged to ProAgria's advisory organization in 2017–2019, the study examined the effect of breed, the number of calvings, milking method and the time of calving on the amount of milk and cell concentrations produced. In addition, the data were used to find out the differences between the geographical areas in the monthly milk yields. Faba's SorkkaMobiili-data was used to examine the relationship between hoof health and milk production at different times of the year.</p> <p>The milking peak of cows that calved in summer was lower than in cows that calved in some other season. Correspondingly, the somatic cell content of milk was highest in cows calving during the summer. Primiparous cows produced less milk than multiparous cows, but their milk production did not vary so significantly. Hoof health weakens in autumn, especially metabolic diseases are increasing clearly. The amount of milk produced vary significantly between different geographical areas in Finland, but changes in seasonal milk production could be observed everywhere.</p> <p>Variations in silage quality are large between farms and geographical areas. The correct time to harvest the silage and its preservative quality are the basis of successful milk production. Maintaining good eating ability is challenging especially in summer, because warming of silage on feeding table affects its palatability. Possible heat stress deactivates cows and in addition to the loss of appetite also the ruminating reduces. Even a short heat cycle decreases milk volumes by several liters a day. The persons who take care of the dairy cows should anticipate and affect those factors, which are known to reduce milk yield.</p>	
<p><b>Keywords</b> milk, milk production, dairy, milk yield, dairy cow</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	MAIDONTUOTANTO SUOMESSA .....	8
2.1	Tuotosseuranta lypsykarjatiljoilla .....	9
2.2	Maidon laatu.....	9
3	MAITOTUOTOKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	11
3.1	Lypsylehmän ruokinta .....	11
3.1.1	Säilörehun laatu .....	12
3.1.2	Laiduntamisen hyödyt ja haitat .....	14
3.2	Onnistunut umpikausi ja poikimisen jälkeinen aika .....	16
3.3	Utaretulehdukset tuotantoon vaikuttavana tekijänä .....	17
3.4	Sorkkaterveyden vaikutukset maidontuotantoon .....	18
3.5	Valon määrä ja valojaksot .....	20
3.6	Melun vaikutus maidontuotantoon .....	21
3.7	Lämpötila tuotantoon vaikuttavana tekijänä.....	22
3.8	Maitotuotoksen vaihtelu kuukausittain ja siihen vaikuttavat tekijät .....	24
4	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	31
4.1	Tutkimusmenetelmät .....	31
4.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys .....	32
5	TUTKIMUSTULOKSET .....	34
5.1	Poikimiset vuosittain ja kuukausittain .....	34
5.2	Lypsykäyrät eri vuosina .....	36
5.3	Poikimisen ajankohdan vaikutukset maitomääriin ja solupitoisuuteen .....	38
5.3.1	Rotu maitomääriin ja solupitoisuuteen vaikuttavana tekijänä.....	42
5.3.2	Tuotoskauden vaikutukset maitomääriin ja solupitoisuuksiin .....	44
5.3.3	Tuotettu maitomäärä ja solupitoisuudet eri lypsytavoilla .....	46
5.4	Alueelliset erot maidontuotannossa .....	48
5.4.1	Säilörehun laatuvaihtelut ja niiden merkitys alueittain.....	51
5.4.2	Lämpötila maidontuotantoon ja solupitoisuuteen vaikuttavana tekijänä .....	53
5.5	Sorkkasairauksien esiintyvyys eri vuodenaikoina ja niiden vaikutukset maidontuotantoon .....	55
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	59
7	POHDINTA.....	67

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Tilojen ja lypsylehmien määrän kehitys vuosina 2017–2021 (Luke 2021) .....	8
KUVA 2. Tuotosseurantatilojen rotujakauman kehitys vuosina 2011–2020 (ProAgria 2021) .....	9
KUVA 3. E-luokan maidon osuudet kuukausittain vuosina 2016–2019 (Maitohygienialiitto s. a.) .....	10
KUVA 4. Solupitoisuuden kuukausittaiset vaihtelut tuotosseurantatiloilla vuosina 2017–2020 (ProAgria 2021)	10
KUVA 5. Lypsylehmien rehustuksen koostumus % kuiva-aineesta vuonna 2020 (ProAgria 2021) .....	12
KUVA 6. Säilörehun D-arvon vaihtelut heikoimpien ja parhaiden tilojen välillä vuosina 2016–2020 (ProAgria 2021) .....	13
KUVA 7. D-arvon alenemisen vaikutus lehmän kuiva-aineen syöntikykyyn (Sairanen ja Juutinen 2012).....	13
KUVA 8. Karjojen laiduntaminen ja ulkoilutus vuonna 2020 (Ruokatieto 2021) .....	15
KUVA 9. Utaretulehdusten esiintyminen vuodenaajoittain (Penev ym. 2014) .....	17
KUVA 10. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut EU-maissa vuosina 2017–2020 (European Comission 2021)	25
KUVA 11. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut Ruotsissa vuosina 2016–2020 (LRF 2021).....	25
KUVA 12. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut Suomessa vuosina 2017–2020 (Luke 2021) .....	26
KUVA 13. Maitomäärien kuukausittaiset vaihtelut Australiassa vuosina 2018–2020 (Dairy Industries International 2020) .....	26
KUVA 14. Energiakorjatun maidon määrä tuotosseurantatiloilla kuukausittain 2017–2020 (ProAgria 2021)..	27
KUVA 15. Hiehojen maitotuotokset poikimaiän mukaan (ProAgria 2021) .....	28
KUVA 16. Toisella lypsykaudella olevien eri vuodenaikoina poikineiden lehmien lypsykäyriä (Heikkilä 1999)	29
KUVA 17. Ote ProAgrian tuotosseurantatiloilta kerätystä aineistosta (Mtech 2017) .....	32
KUVA 18. Ote SorkkaMobiiliin aineistosta (Faba 2019) .....	32
KUVA 19. Eri tuotoskausilla olevien lehmien osuudet prosentteina vuosina 2017–2019 .....	34
KUVA 20. Poikimiset kuukausittain vuosina 2017–2019 .....	35
KUVA 21. Poikimisten määrät eri kuukausina ensikoilla ja vanhemmilla lehmillä roduittain vuosina 2017–2019	36
KUVA 22. Lypsykäyrät vuonna 2017, 2018 ja 2019 eri vuodenaikoina poikineilla .....	37
KUVA 23. Maitotuotosten vaihtelut eri kuukausina poikineilla kolmen ensimmäisen mittalypsyksen perusteella (TM1, TM2, TM3 = mittalypsyksen järjestysnumero).....	39
KUVA 24. Kolmen ensimmäisen mittalypsyksen maitomäärien keskiarvot eri kuukausina poikineilla .....	39
KUVA 25. Solupitoisuuden vaihtelut eri kuukausina poikineilla kolmen ensimmäisen mittalypsyksen perusteella (TM1, TM2, TM3 = mittalypsyksen järjestysnumero).....	41
KUVA 26. Kolmen ensimmäisen mittalypsyksen solupitoisuuden keskiarvot eri vuodenaikoina poikineilla.....	42
KUVA 27. Ayrshire- ja holstein-rotuisten eri kuukausina poikineiden lehmien maitotuotokset.....	43
KUVA 28. Solupitoisuuden vaihtelut vuodenaajoittain ayrshire- ja holstein-rotuisilla lehmillä .....	43
KUVA 29. Eri tuotoskausien maitomäärien vaihtelut vuodenaajoittain .....	44
KUVA 30. Somaattisten solujen vaihtelut eri kuukausina poikineilla lehmillä tuotoskausittain .....	45

KUVA 31. Eri lypsytavoilla lypsettävien lehmien osuudet prosentteina .....	46
KUVA 32. Eri vuodenaikoina poikineiden lehmien maitotuotosten erot putki-, automaatti- ja asemalypsyssä	47
KUVA 33. Solupitoisuuden vaihtelut lypsytavan mukaan vuodenajoittain .....	48
KUVA 34. Maantieteellisten alueiden erot tuotetuissa maitomäärissä eri kuukausina ja vuosina poikineiden lehmien välillä .....	49
KUVA 35. Ayrshire- ja holstein-rotuisten lehmien prosentuaaliset osuudet eri alueilla.....	49
KUVA 36. Eri lypsytapojen prosentuaaliset osuudet eri alueilla .....	50
KUVA 37. Solupitoisuuden vaihtelut eri alueiden välillä vuodenajoittain.....	51
KUVA 38. Lämpötilan ja maitomäärien yhteys eri alueilla vuosina 2017–2019.....	54
KUVA 39. Sorkkahoidot ja diagnosoidut sorkkasairaudet vuosina 2017–2019 (SorkkaMobiili).....	55
KUVA 40. Toteutuneet sorkkahoidot sekä aineenvaihdunnallisten ja tartunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys kuukausittain vuosina 2017–2019.....	56
KUVA 41. Aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys vuodenajoittain vuosina 2017–2019.....	57
KUVA 42. Tartunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys vuodenajoittain vuosina 2017–2019.....	57
KUVA 43. Sorkkasairauksien esiintyvyys roduittain vuosina 2017–2019.....	58

## 1 JOHDANTO

Maidontuotannon kannattavuus on heikentynyt niin Suomessa kuin koko Euroopan unionin alueella jo usean vuoden ajan. Merkittävimpiä syitä ovat olleet maitokiintiöjärjestelmän loppuminen ja viennin ehtyminen Venäjälle Krimin valloituksesta johtuneiden vastapakotteiden vuoksi. (Kytölä 2016; Lahti 2019.) Vuoden 2021 haasteellinen kasvukausi ja ennalta-arvaamattomat tuotantopanosten hintojen korotukset heikensivät maatilojen taloudellista tilannetta entisestään (Lappalainen ja Åberg 2021). Maitotuotteiden hinnat vaihtelevat nykyään voimakkaasti, mikä hankaloittaa maitomarkkinoiden ennustamista (Brandt s. a.). Koronapandemia on toistaiseksi vaikuttanut niihin vain vähän, mutta jatkossa kuluttajien ostovoiman heikkeneminen saattaa vähentää etenkin arvokkaampien maitotuotteiden kysyntää (Auer, Karikallio ja Yrjölä 2020).

Maidontuotannon tulisi jatkossakin olla tuottajilleen kannattavaa ja kustannustehokasta, joten se pitäisi saada pysymään mahdollisimman tasaisena ympäri vuoden. (Rintamäki 2020, 21; Huhtamäki ja Taurén 2020, 6–9.) Tuotannon jakaantuminen tasaisesti eri kuukausille helpottaa tilan tulojen ja menojen ennakkointia, koska kuukausittainen maitotili on tällöin entistä paremmin ennustettavissa (Huhtamäki ja Taurén 2020, 6–9). Kassavirran tasaisuus helpottaa tilan maksuvalmiuden ylläpitämisessä ja mahdollistaa esimerkiksi tuotantopanosten hankinnan silloin, kun ne ovat halvimmillaan. Kun tulot ja menot voidaan budjetoida, vähenee samalla epävarmuus siitä, löytyykö rahaa laskujen maksuun vai ei. (Sirkko 2020, 32–35.)

Lypsylehmiä tasainen tuotos ympäri vuoden lisää eläinten hyvinvointia ja tasoittaa poikimisten ruuhkahuippuja. Yrittäjän työmäärä pysyy tasaisena, ja esimerkiksi lypsyrobotti ei pyöri hiljaisina kuukausina vajaakäytöllä. Poikimisten ajoittuminen vuoden jokaiselle kuukaudelle pienentää myös navetan tautipainetta, koska karjatilat eivät ole liian täynnä missään vaiheessa. Tavoiteltava poikimisten määrä olisi yhden lypsyrobotin yksikössä 6–7 poikimista kuukaudessa. (Huhtamäki ja Taurén 2020, 6–9.)

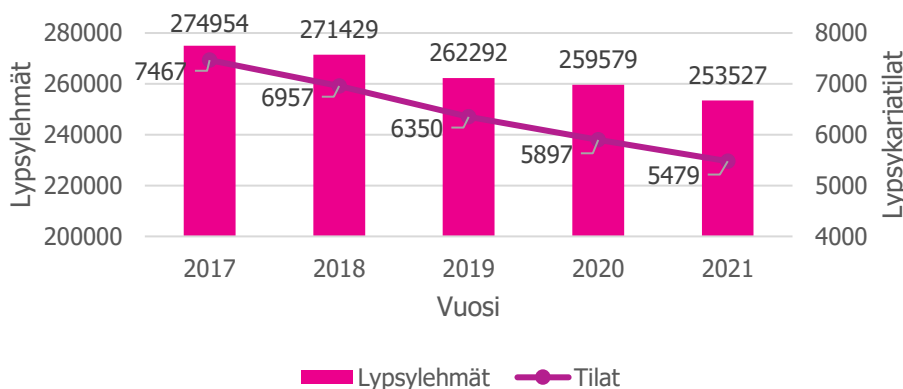
ProAgrian tuotosseurantatiloilta kootun aineiston perusteella on havaittu, että maitomäärät eivät jakaudu tasaisesti kuukausittain. Maitomäärä alenee kesäkuun jälkeen ja syksyllä maitoa tuotetaan vähiten. Osa maidontuotannon kuukausittaisista vaihteluista selittyy poikimisten epätasaisena jakaantumisena eri kuukausille, mutta se ei kuitenkaan yksinään selitä syksyistä maitomäärien laskua. (Huhtamäki ja Taurén 2020, 6.) Kuukausittaisen maitomäärien vaihtelun aiheuttaa jokin sisäinen tai ulkoinen tuotokseen vaikuttava tekijä, koska maitomäärien aleneminen on havaittavissa joka syksy vuodesta toiseen.

Opinnäytetyö toteutetaan osana Maatila 2030-hanketta. Tutkimustyössä selvitetään maidontuotannon vuodenaikaisia vaihteluita Mtechin ProAgrian tuotosseurantatiloilta kerätyn aineiston sekä SorkkaMobiliin tallennettujen sorkkahoitotietojen perusteella vuosina 2017–2019. Pääasiallisena tarkoituksena on selvittää, onko poikimisen ajankohdalla, rodulla, tuotoskaudella, navettatyypillä, maidon solupitoisuudella, säilörehun laadulla, lämpötilalla tai maantieteellisellä sijainnilla merkitystä maitomäärien vähenemiseen syksyisin. Tutkimuksessa selvitetään, millä tavoin nämä tekijät vaikuttavat tuotokseen eri vuodenaikojen ja vuosien välillä.

## 2 MAIDONTUOTANTO SUOMESSA

Vuonna 2020 noin 12 %:lla maatiloista oli päätuotantosuuntanaan maidontuotanto ja Suomessa tuotettiin 2 293 miljoonaa litraa maitoa (Ruokatieto 2021, 27; Luke 2020). Meijereiden vastaanottaman maidon määrä onkin pysynyt kohtuullisen vakaana 1990-luvulta lähtien, vaikka maitotilojen lukumäärä on puolittunut kymmenessä vuodessa (Kiviranta 2021). Maidontuottajia oli vuoden 2020 lopussa noin 5 400, joista tuotosseurantaan kuului 72 % (Kiviranta 2021; Nokka 2021). Vuoden aikana oli lopettanut lähes 370 maitotilaa (Ala-Siurua 2021). Tuoreiden ennusteiden mukaan maitotilojen lukumäärä on vuoden 2022 alkuun mennessä jo alle 5 000. Myös maidontuotanto on vähentynyt 4 % vuoden 2021 alusta lähtien. Tuottajahinta oli syyskuussa 2021 keskimäärin 40,60 senttiä/litra. (Kiviranta 2021, 7.)

Lypsylehmien lukumäärä on viimeisten kymmenen vuoden aikana vähentynyt vain muutamilla prosenteilla vuosittain (kuva 1; Lehtonen 2020). Tuotosseurantaan lehmistä kuuluu noin 80 % (Nokka 2021). Vuoden 2020 tilastojen mukaan lypsylehmistä 68 % elää pihatoissa ja 32 % parsinavetoissa (Ruokatieto 2021, 19).

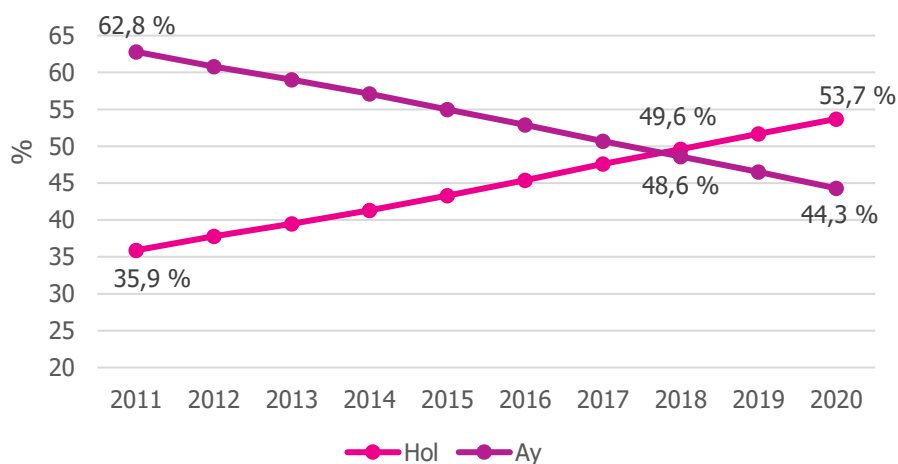


KUVA 1. Tilojen ja lypsylehmien määrän kehitys vuosina 2017–2021 (Luke 2021)

Suomalaisella lypsykarjatilalla oli vuonna 2020 keskimäärin 49 lehmää. Tuotosseurantatiloilla lehmiä oli 50,5 eli hieman keskimääräistä enemmän. (Mattio 2020; Nokka 2021.) Suurimmat karjat ovat ProAgrian alueista Ahvenanmaalla ja Pohjanmaalla, joissa keskilehmäluku on yli 60 (Nokka 2021). Lehmien tuotokset ovat kasvaneet tasaisesti, ja vuonna 2020 meijeriin tuotetun maidon määrä lehmää kohden oli 8 890 litraa (Mattio 2020). Tuotosseurantatilojen keskituotos vuonna 2020 oli 10 168 kg/lehmä eli ensimmäistä kertaa ylitettiin 10 000 kilon raja. Suomalaisten karjojen keskituotos on kansainvälisesti katsottuna varsin korkea, ja esimerkiksi Pohjoismaista Suomen edellä oli vuoden 2020 tilaston mukaan ainoastaan Tanska. (Nokka 2021.)

Suomen yleisimmät lypsyrodut tuotosseurantatiloilla vuonna 2020 olivat holstein, ayrshire ja suomenkarjarodut sekä jersey. Myös muita rotuja ja risteytyksiä oli muutamia yksilöitä. (Nokka 2021; Faba s. a.) Holstein-rodun määrä on kasvanut viimeisten viiden vuoden aikana noin 8 %, kun vastaavasti ayrshiren populaatio on laskenut saman verran (kuva 2). Ayrshirella puolestaan on korkeammat maidon pitoisuudet ja parempi kestävyys verrattuna holsteiniin (Taurén, Tiira ja Paakala 2021, 16–17).





KUVA 2. Tuotosseurantatilojen rotujakauman kehitys vuosina 2011–2020 (ProAgria 2021)

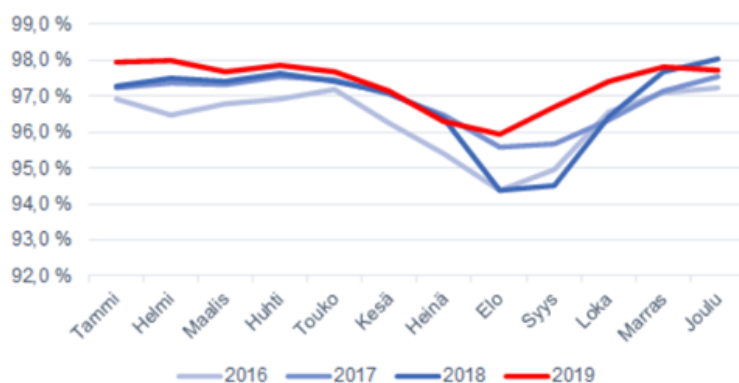
## 2.1 Tuotosseuranta lypsykarjatiloilta

Tuotosseurannan historia johtaa yli 120 vuoden taakse, jolloin Suomen ensimmäinen karjantarkastusyhdistys perustettiin Urjalaan vuonna 1898. Tarkastusyhdistyksen perimmäisenä ajatuksena oli, että ruokinnasta, hoidosta ja eläinten uudistamisesta riippuu karjasta saatavan maidon ja lihan määrä. Tuotosseurannan alkuvuosina luotiin perusta järjestelmälliselle tiedonkeruulle sekä tilojen kehittymismahdollisuuksille erilaisten vertailutietojen avulla. Nykyisin tuotosseuranta noudattaa kansainvälisen vuonna 1957 perustetun *The International Committee for Animal Recording* (ICAR) -järjestön ohjesääntöä, jonka sertifioitu jäsen ProAgria Keskusten Liitto on. Sertifikaatilla osoitetaan, että toiminta on sääntöjen mukaista ja vertailukelpoista eri maiden välillä. (ProAgria 2018, 2021.)

Maitotiloista 72 % kuuluu tuotosseurantaan. Tiloilta säännöllisesti kerättävät maidontuotantotiedot, niiden tulokset ja analysointi muodostavat yhdessä tuotosseurannan. Kerätyistä tiedoista saadaan arvokasta apua oman tilan kehittämiseen sekä vertailutietoja niin Suomen tasolla kuin kansainvälistikin. Tuotosseurannasta saatuja tietoja voidaan hyödyntää karjan jalostuksessa, tuotannon ja ruokinnan ohjauksessa sekä tilan talouden seurannassa. Tuotostietojen virallisuus perustuu säännölliseen näytteenottoon ja koelypsyihin sekä maitomittarien testaukseen kahden vuoden välein. (ProAgria 2021.)

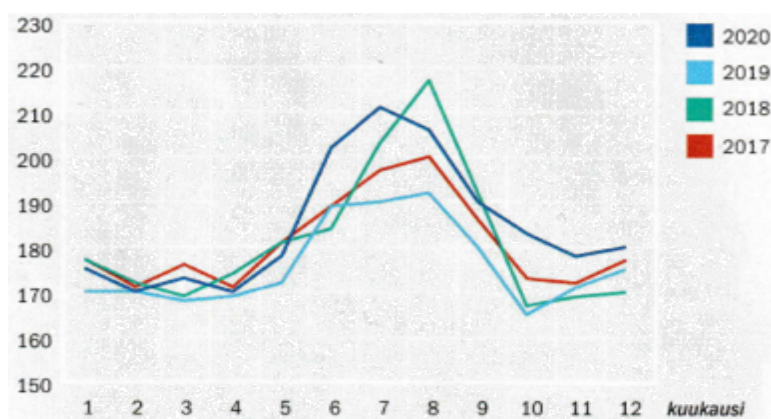
## 2.2 Maidon laatu

Tuottajamaidon laatu määräytyy Suomessa kolmen laatuluokan perusteella. Maito on E-luokassa, jos somaattisten solujen geometrinen keskiarvo on kolmen kuukauden liukuvalla jaksolla alle 250 000 kpl/ml ja bakteerien alle 50 000 kpl/ml. Maidossa ei saa olla myöskään mikrobijäämiä tai muita vieraita aineita. Meijeriin toimitetusta maidosta 97,4 % kuului E-luokkaan vuonna 2019. Raakamaidon laatu on parantunut merkittävästi viimeisten 30 vuoden aikana, mutta maidon laatu heikkenee jonkin verran aina kesäisin ja syksyisin. (kuva 3; Maitohygienialiitto s. a.)



KUVA 3. E-luokan maidon osuudet kuukausittain vuosina 2016–2019 (Maitohygienialiitto s. a.)

Vuonna 2019 keskimääräinen meijereiden vastaanottaman maidon solupitoisuus oli 129 200 kpl/ml kolmen kuukauden geometrisena keskiarvona (Maitohygienialiitto s. a.). Tuotosseurantatilojen keskimääräinen solupitoisuus oli vuonna 2020 jonkin verran korkeampi ollen 180 000 kpl/ml, kun se edellisenä vuonna oli 171 000 kpl/ml. (Nokka 2021). Solupitoisuuden on todettu vaihtelevan vuodenaikojen mukaan, ja solujen määrä on usein korkeampi kesällä kuin talvella (kuva 4; Maitohygienialiitto s. a.).



KUVA 4. Solupitoisuuden kuukausittaiset vaihtelut tuotosseurantatiloilla vuosina 2017–2020 (ProAgria 2021)

Karjakoolla on todettu olevan vaikutusta solujen määrään. Matalimpia soluluvut olivat alle 46 lehmän ja korkeimpia yli 100 lehmän karjoissa. Lypsyrobotilla lypsetyn maidon solupitoisuudet olivat korkeammat kuin parsi- ja asemalypsyssä. (Maitohygienialiitto s. a.) Lypsyrobotit lypsivät tuotosseurantatiloilla lypsetystä maidosta vuonna 2020 jo 40 %, ja määrä on noussut 8 % viimeisten viiden vuoden aikana (Nokka 2021). Luomutuotannossa maidon soluluvut olivat hieman korkeampia kuin tavanomaisen tuotannon tiloilla. Syynä korkeampaan solupitoisuuteen ei ole yksinomaan luomutuotanto, vaan keskimääräistä suurempi tilakoko. (Maitohygienialiitto s. a.)

### 3 MAITOTUOTOKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lypsylehmän maidontuotannon edellytykset luodaan jo vasikka-aikana. Kun saavutetaan hyvät päiväkasvut, ovat hiehot valmiita siemennettäväksi 13–15 kuukauden iässä. Maidontuotannon yksi tärkeimmistä kannattavuustekijöistä on hiehojen poikiminen ensimmäisen kerran kahden vuoden iässä. Kasvaakseen vasikka tarvitsee laadukkaita ja energiapitoisia rehuja, hyvän hoidon sekä kasvua edesauttavat olosuhteet. Ruokinnalla on tärkeä merkitys etenkin mahojen kehittymisen kannalta. Vasikka voidaan turvallisesti vieroittaa juotolta vasta silloin, kun sen pötsi on kehittynyt käyttämään aineenvaihdunnassa hyväkseen haihtuvia rasvahappoja. (Karlström ja Mäkinen 2012, 39; Kemppi 2012, 10; Kurkela 2012, 7.)

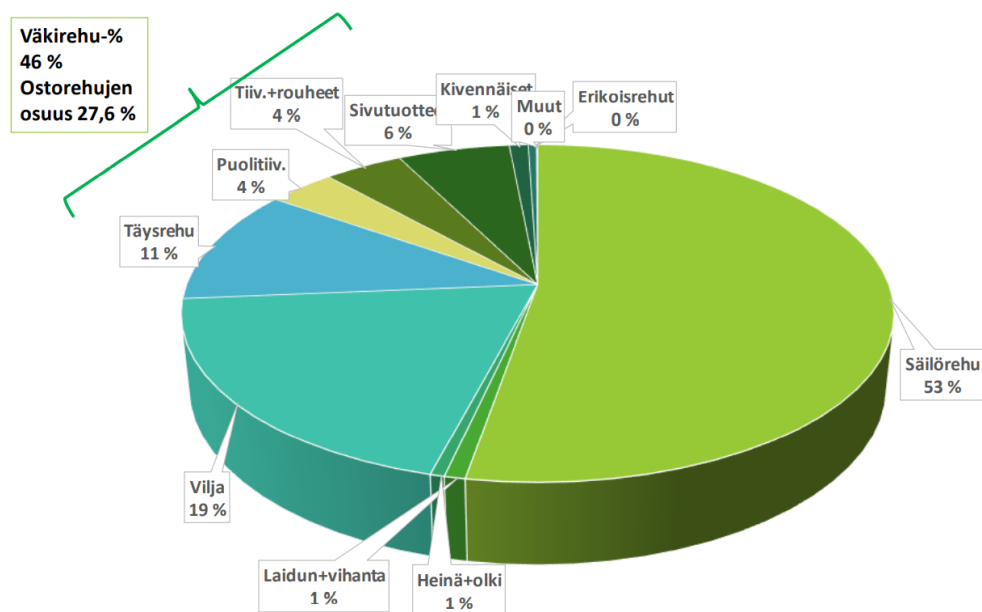
Tärkein maitotuotosta säätelevä tekijä on utaresolujen glukoosin saanti. Utaresolut tuottavat glukoosin avulla laktoosia, joka erittyy utareeseen. Tuotettuun maitomäärään vaikuttaa käytännössä utareen tuottaman laktoosin määrä. Laktoosipitoisuutta vähentävät energian puute sekä maidon korkea solupitoisuus. Lehmän maitomäärän lisääntymiseen voidaan vaikuttaa niin sanotuilla glukogeenisillä eli paljon glukoosia sisältävillä ravintoaineilla, joita ovat esimerkiksi nopeasti ja hitaasti sulava tärkkelys sekä pektiinit. Etenkin vastapoikineet lehmät muuttavat valkuaisista glukoosiksi pitääkseen verenokerin oikealla tasolla. Valkuainen muuttuu glukoosiksi aminohappojen hajotuksessa. Rehujen mukana annettavalla lisävalkuaisella onkin herumisvaiheessa lypsättävä vaikutus. (Hulsen ja Aerden 2014, 64.)

Suomessa tuotantoeläimet viettävät valtaosan elinajastaan sisätiloissa. Niiden hyvinvointiin vaikuttavat ruokinnan lisäksi myös erilaiset ympäristötekijät. Ilmanvaihdon tulee olla niin tehokas, että olosuhteet pysyvät mahdollisimman optimaalisina ympäri vuoden. Ilmanvaihdon toimivuus korostuu etenkin lämpiminä vuodenaikoina. Valaistuksen on todettu vaikuttavan merkittävästi maitotuotokseen ja lisääntymiseen. Parren hyvät ominaisuudet vaikuttavat makuaikaan sekä sorkka- ja utareterveyteen. Kuivikkeet pitävät eläimet puhtaina, mutta parantavat myös ilmanlaatua ammoniakkaa sitomalla. Kuivikkeet voivat likaisina ja märkinä olla selkeä riskitekijä eläinterveydelle. Ne tarjoavat bakteereille otollisen kasvualustan, jolloin esimerkiksi utaretulehdusten ja erilaisten hiertymien mahdollisuus kasvaa. Eläinten pitopaikassa melun määrän tulee pysyä kohtuullisena, koska lehmät stressaantuvat helposti kovista äänistä. (Alasuutari, Manni ja Rautala 2013, 15–19.)

#### 3.1 Lypsylehmän ruokinta

Maidontuotantoa rajoittavat korkean tuotannon vaiheessa lypsylehmän saaman energian ja ravintoaineiden määrä sekä näiden oikea suhde (Kyntäjä ym. 2010, 41). Jotta lehmän pötsi pysyy täynnä ja pH:n vaihtelut mahdollisimman pieninä, tulee lehmän syödä ihannetilanteessa 12 pientä ateriaa päivässä (Hulsen ja Aerden 2014, 14–15). Kerta-annoksen koko ja annosten välinen aika on merkittävä. Jos kerta-annokset ovat suuria, kuormittuu pötsi enemmän ja pH:n vaihtelut korostuvat. Piilevä hapanpötsi eli *subacute ruminal acidosis* (SARA) ei aiheuta kliinisiä oireita, mutta sitä esiintyy noin 10–40 % lypsylehmistä. (Kuiri ja Anttila 2020, 47.) Kun rehua jaetaan usein, se pysyy maittavana, koska valikointi vähenee eikä rehumassa ehdi lämmetä. Se myös aktivoi lehmiä syömään entistä useammin. (Hulsen ja Aerden 2014, 14–15.)

Lypsylehmän ruokinnan periaatteena on antaa oikeaa rehua oikeille eläimille. Ruokinta tulisi tehdä mahdollisimman samalla tavalla joka päivä. (Hulsen ja Aerden 2014, 26.) Lehmän monipuoliseen rehuvalikoimaan kuuluu karkearehujen, eli pääasiassa säilörehun lisäksi, väkirehuja sekä kivennäisiä ja vitamiineja (Alasuutari ym. 2013, 88–89; Kyntäjä ym. 2010, 41). Pötsimikrobeilla tulee olla jatkuvasti käytettävissään sekä energiaa että valkuaista oikeassa suhteessa. Karkearehuja lehmän pitää saada niin runsaasti, että noin 10 % niistä jää syömättä. (Alasuutari ym. 2013, 88; Hulsen ja Aerden 2014, 37.) Tuotosseurantatilojen lypsylehmien rehustus koostuu pääosin säilörehusta sekä sitä täydentävistä väkirehuista (kuva 5; Huhtamäki 2021).



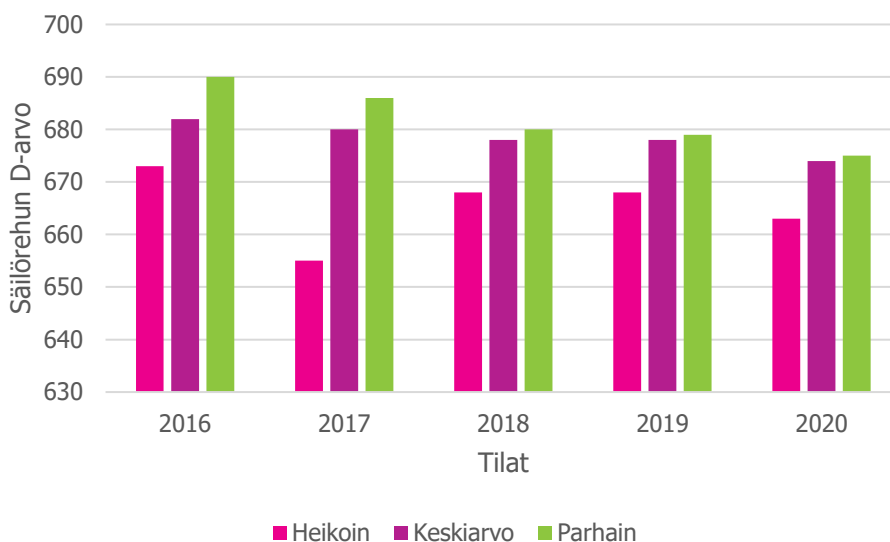
KUVA 5. Lypsylehmien rehustuksen koostumus % kuiva-aineesta vuonna 2020 (ProAgria 2021)

Rehujen kuiva-aineen syöntiin vaikuttavat eläimen ominaisuudet, kuten koko ja lypsykauden vaihe sekä rehun koostumus. Myös navettaolosuhteilla, kuten lämpötilalla ja kosteudella, on merkitystä syöntikykyyn (Alasuutari ym. 2013, 88; Kyntäjä ym. 2010, 41.) Normaalikokoinen lehmä syö kuiva-ainetta vuorokaudessa keskimäärin 3–4 % elopainostaan. Se tarkoittaa keskimäärin 21 kuiva-ainekiloa päivässä, mutta yksilöiden väliset vaihtelut ovat suuria. (Alasuutari ym. 2013, 88; Hulsen ja Aerden 2014, 12.) Rehun sulavuus, tilavuus, maku ja eläimen mahdolliset sairaudet vaikuttavat syöntimääriin (Hulsen ja Aerden 2014, 15). Runsaan syömisen edellytyksenä on lisäksi riittävä veden saanti. Lehmä juo normaaliolosuhteissa noin 80–120 litraa vuorokaudessa, ja sen on laskettu tarvitsevan tuottamaansa maitolitraa kohden 4–5 litraa vettä. Ellei lehmä saa riittävästi vettä, sen syönti ja maitotuotos vähenevät. (Alasuutari ym. 2013, 89; Hulsen ja Aerden 2014, 14–16.)

### 3.1.1 Säilörehun laatu

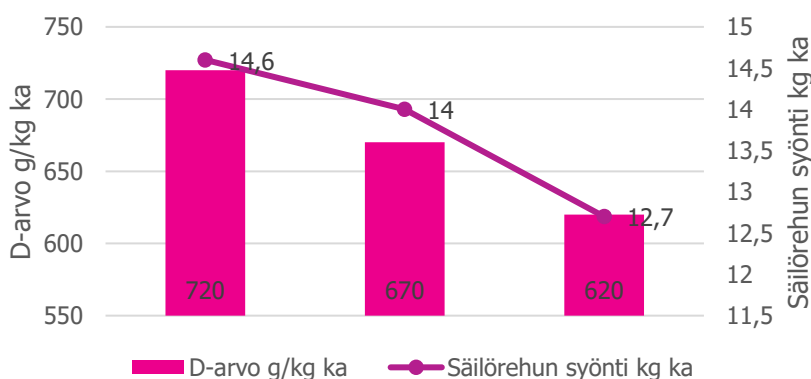
Hyvälaatuinen säilörehu on lypsylehmän ruokinnan ja pötsin terveyden perusta, joten karkearehua tulisivin olla aina saatavilla (Kuiri ja Anttila 2020, 48; Sairanen ja Juutinen 2012, 11). Lehmät saavat kuiva-aineen syönnistään 53 % säilörehusta (Huhtamäki 2020). Tärkein syöntiin, terveyteen, maitotuotokseen ja ravintoaineiden tehokkaaseen hyväksikäyttöön vaikuttava tekijä on säilörehun D-arvo (Hyrkäs, Sairanen, Virkajärvi ja Suomela 2012, 4; Rantala 2008, 38–39; Sairanen ja Juutinen 2012, 11). Nurmi tulisi korjata mahdollisimman sulavana, koska sulavuus parantaa säilörehun syöntiä ja si-

tä kautta maitotuotosta (Sairanen ja Juutinen 2012). D-arvo kuitenkin vaihtelee tilakohtaisesti paljon. Analyysitulosten mukaan säilörehun D-arvot ovat selvästi paremmat korkeatuottoisissa yli 12 000 kiloa/lehmä lypsävissä karjoissa kuin niissä, joissa tuotos jää alle 6000 kilon (kuva 6). Korkeatuottoisissa karjoissa säilörehut myös analysoidaan useammin kuin kerran kuukaudessa, jolloin ruokintasuunnitelman pohjaksi on käytettävissä ajan tasalla olevia tuloksia (Huhtamäki 2021).



KUVA 6. Säilörehun D-arvon vaihtelut heikoimpien ja parhaiden tilojen välillä vuosina 2016–2020 (ProAgria 2021)

Paras ajankohta korjata säilörehusato on silloin, kun D-arvo on 680–700 g/kg ka (Hyrkäs ym. 2012, 4). Vuonna 2020 ensimmäisen säilörehusadon D-arvo oli keskimäärin 674 g/kg ka (Huhtamäki 2021). D-arvon aleneminen vaikuttaa lehmän kykyyn syödä säilörehun kuiva-ainetta (kuva 7). Alhaista D-arvoa voidaan ruokinnassa korjata lisäämällä väkirehuruokintaa, mutta korkeaa tuotostasoa ei kuitenkaan saavuteta huonosti sulavalla säilörehulla (Sairanen ja Juutinen 2012, 12).



KUVA 7. D-arvon alenemisen vaikutus lehmän kuiva-aineen syöntikykyyn (Sairanen ja Juutinen 2012)

D-arvon laskiessa kuidun määrä lisääntyy. Kuitu on lypsylehmälle tärkeä energianlähde, joka lisää märehtimistä ja vaikuttaa positiivisesti pötsin toimintaan. Liian aikaisin korjattu säilörehu saattaa sisältää liian vähän kuitua ja rajoittaa ruokintaa, koska sillä on negatiivinen vaikutus eläinten terveyteen ja maidon pitoisuuksiin. (Hyrkäs ym. 2012, 4; Rantala 2008, 40.) Herutusruokinnan aikana hy-

vä ohjesääntö säilörehun kuituprosentin optimaaliseksi määräksi on sama kuin suositeltava väkirehuprosentti, mutta riittävälle kuitupitoisuudelle ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää (Kuiri ja Anttila 2020, 47; Rantala 2008, 40). Väki rehujen osuus lypsylehmien kuiva-aineen syönnistä oli noin 46 % vuonna 2020 (Huhtamäki 2021).

Säilörehun säilöntälaadun tulee olla hyvä, koska muuten se muodostuu ruokintaa rajoittavaksi tekijäksi (Sairanen ja Juutinen 2012, 13). Rehun tavoiteltava kuiva-ainepitoisuus on 35–40 %, mutta tähän ei aina päästä epävakaiden sääolosuhteiden vuoksi (Sairanen 2020, 31; Sairanen ja Juutinen 2012, 11–12). Vuoden 2019 säilörehu saatiin korjattua kuiva-aineen suhteen optimaaliseen aikaan, mutta vuoden 2018 helteinen kesä oli haasteellinen ja nopea kuivuminen lisäsi kuiva-aineen määrää (taulukko 1; Huhtamäki 2020). Maidontuotantovaikutuksen on kuitenkin todettu säilyvän hyvänä vielä yli 50 %:n kuiva-ainepitoisuuksilla (Heikkilä, Saarisalo, Jaakkola ja Taimisto 2008).

TAULUKKO 1. Säilörehun laatu vuosina 2017–2019 (ProAgria 2021)

	Nurmisäilörehu (1. sato)		
	2017	2018	2019
D-arvo	687	698	675
Kuiva-aine	332	432	360
Raakavalkuainen	144	139	147
Kuitu	546	514	558
Syönti-indeksi	107	115	106

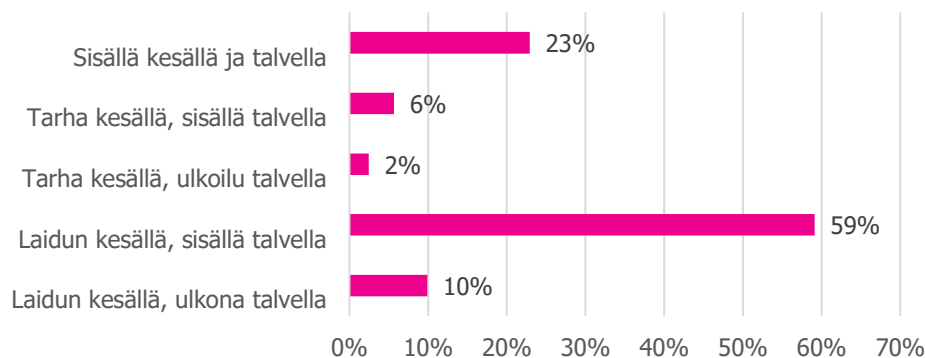
Ruokinnallinen laatu ei aina kulje käsi kädessä säilönnällisen laadun kanssa, vaan ne voivat olla ristiriidassa keskenään (Rantala 2008, 38). Aerobista pilaantumista voi tapahtua hapen läsnä ollessa niin korjuun, säilönnän kuin ruokinnan aikana. Aluksi pilaantuminen havaitaan rehun lämpenemisenä ja myöhemmin myös näkyvinä mikrobikasvustoina. (Kärkkäinen 2020, 25.) Virhekäyminen vaikuttaa rehun maittavuuteen ja maidon laatuun esimerkiksi voi happoitiöiden määrän nousuna (Rantala 2008, 41).

Pilaantumista voivat aiheuttaa myös hiivat ja homeet (Heikkilä ym. 2008). Homemyrkyt eli mykotoksiinit aiheuttavat säilörehun laadulle omat haasteensa, koska niitä ei voi havaita aistinvaraisesti. Ne saattavat muodostua jo kasvin kasvuvaiheessa tai vasta syötettäessä säilörehua eläimille. Pitkäaikainen altistuminen mykotoksiineille heikentää pötsimikrobien kapasiteettia niiden hajottamiseen, jolloin pötsin heikentyneet olosuhteet voivat aiheuttaa eläimille monenlaisia yleisoireita, jotka näkyvät niiden syönnissä, tuotoksessa, hedelmällisyydessä ja sairastumisalttiudessa. Koska säilörehun laatuun ei juurikaan voida vaikuttaa enää korjuun jälkeen, on tekovaiheessa kiinnitettävä huomiota hyviin viljelykäytäntöihin ja huolellisuuteen. (Manni, Rämö ja Huuskonen 2021, 30–32.) Rehunäytteitä tulisikin ottaa sekä korjuun yhteydessä että ruokintakauden aikana keskimäärin kerran kuukaudessa, mutta minimissään ainakin siinä vaiheessa, kun rehuerä vaihtuu (Pulkkinen 2021, 22–24).

### 3.1.2 Laiduntamisen hyödyt ja haitat

Laiduntaminen on harvoin Suomessa kokopäiväistä, mutta ns. terapialaidunnus on nykyään varsin yleistä (Liespuu 2021, 21). Valtaosa lehmistä pääsee kesäisin joko laitumelle tai jaloittelemaan (kuva

8; Ruokatieto 2021, 18). Vuonna 2019 laidunruokinnan osuus kuiva-aineen syönnistä oli Suomessa lypsylehmillä ainoastaan 1 % ja ummessa olevilla 2 %, vaikka laiduntaminen olisikin edullinen tapa ruokkia lehmii kesäisin (Alasuutari ym. 2013, 78; Huhtamäki 2020). Ruotsissa kaikki lehmät laiduntavat navettatyypistä riippumatta, ja ruotsalaisilla on hyviä kokemuksia myös täyden sisäruokinnan ja osittaisen terapialaidunnuksen yhdistämisestä (Liespuu 2020, 20–21).



KUVA 8. Karjojen laiduntaminen ja ulkoilutus vuonna 2020 (Ruokatieto 2021)

Laidunruokinta on periaatteessa yksinkertaista, mutta koska ruohon kasvu ja lehmien syönti vaihtelee päivittäin, tulee lehmien laidunkäyttäytymistä ja maitotuotosta seurata huolellisesti (Hulsen ja Aerden 2014, 23). Kun laidun on hyvä, hoitavat lehmät ruokintansa itse, mutta laadukkaan laidunruohon riittäminen koko kesäksi edellyttää laidunkierron suunnittelua. Lehmää kohden tulee varata hyvää laidunta keskimäärin aari päivää kohden. (Sairanen 2010, 106.) Lehmä voi syödä maittavaa ja hyvälaatuista laidunruohoa jopa yhden kuiva-ainekilon tunnissa (Hulsen 2009, 29). Lehmät käyttävät laitumella syömiseen jopa 68 % ajastaan, kun vastaavasti navetassa syömiseen käytetty aika on 22 % (Arnott, Ferris ja O'Connell 2016, 265). Myös riittävästä puhtaan veden saannista on huolehdittava ympäri vuorokauden (Hulsen 2009, 36).

Laidunruoho on parhaimmillaan energia- ja valkuaispitoista, sokereita sekä vitamiineja sisältävää ravintoa, mutta vanhentuneen laitumen sulavuus ja maittavuus on heikko (Alasuutari ym. 2013, 78). Lehmien kuntoluokkia tulee tarkkailla etenkin korkean tuotosvaiheen lehmillä, koska ne eivät välttämättä saa riittävästi energiaa laidunruhosta, vaan alkavat laihtua ilman lisärehua (Hulsen ja Aerden 2014, 23). Usein lehmien tuotokset notkahtavat laidunkauden alkaessa muutaman päivän ajaksi, mutta hyvässä laitumessa maitomäärä palaa takaisin vähitellen. Maidon määrä voi kuitenkin jäädä pysyvästi alhaisemmaksi, jos sisäruokinnan rehumäärää pienennetään liian nopeasti. (Sairanen 2010, 108.) Tutkimukset osoittavat, että maitotuotos alenee kesäisin myös sellaisilla tiloilla, jotka eivät laidunna, joten yksinomaan laidunnus ei ole maitomäärien alenemisen syynä (Liespuu 2020, 20–21).

Laiduntamisen on todettu parantavan lehmien hyvinvointia ja terveyttä. Laiduntavilla lehmillä on mahdollisuus toteuttaa lajinomaista laumakäyttäytymistään. (Hulsen 2009, 28–33.) Jos lehmälle tarjotaan mahdollisuus valita vapaasti sisätilojen ja laitumella olemisen välillä, ne viettävät jopa 70 % ajastaan laiduntaen. Merkille pantavaa on, että mieluiten ne laiduntavat öisin. (Arnott ym. 2016, 261–266.) Onnistunut laidunnus vaikuttaa positiivisesti sorkkaterveysteen, utareterveyteen ja hedelmällisyyteen (Arnott ym. 2016, 261; Hulsen 2009, 32–37). Auringonvalon on todettu lisäävän eläin-

ten sydän- ja verisuonten terveyttä, alentavan verenpainetta ja vaikuttavan positiivisesti immuunijärjestelmien toimintaan. Auringonvalo on myös lehmälle tärkeä D-vitamiinin lähde. Laiduntavien lehmien kuolleisuus on alhaisempi kuin ympäri vuoden sisätiloissa elävien lehmien. (Arnott ym. 2016, 269–270.)

Laidunkaudella eläimellä on suuri riski suolisto- ja keuhkoinfektioille sekä loistartunnoille. Myös paarmat ja kärpäset aiheuttavat niille kiusaa etenkin lämpimällä ja tyynellä säällä. Pienen riskin muodostavat myös myrkylliset kasvit, kuten myrkkyykeiso. (Hulsen 2009, 30–36.) Vaikka utaretulehdukset laidunkaudella keskimäärin vähenevät, lehmillä on kuitenkin riski sairastua ns. kesämastiittiin. Se on kärpästen levittämä ympäristöperäisten bakteerien aiheuttama utaretulehdus, jota esiintyy yleisimmin ummessa olevilla lehmillä tai poikimattomilla hiehoilla. (Arnott ym. 2016, 264; Pyörälä ja Tiihonen 2005.) Tulehdus on yleensä niin voimakas, että koko sairastunut utareneljännes tuhoutuu (Pyörälä ja Tiihonen 2005).

### 3.2 Onnistunut umpikausi ja poikimisen jälkeinen aika

Umpikausi on lehmän kuntoutumis- ja palautumisaikaa kuluneen lypsykauden rasituksista. Umpikauden aikana myös utarekudos lepää. (Alasuutari ym. 2013, 93.) Stressin ja utareongelmien välttämiseksi lehmän maitotuotoksen tulisi olla alle 15 kiloa umpeen laitettaessa (Hulsen ja Aerden 2014, 66). Ihanteellinen umpikausi kestää 6–8 viikkoa (Alasuutari ym. 2013, 93; Hulsen ja Aerden 2014, 66). Liian pitkä umpikausi johtaa usein lehmän lihomiseen, mikä altistaa poikimisen jälkeen esimerkiksi poikimahalvaukselle, ketoosille ja rasvamaksalle. Liian lyhyen umpikauden on puolestaan todettu aiheuttavan maitotuotoksen laskua seuraavalla lypsykaudella. (Hulsen ja Aerden 2014, 66.)

Vaikka umpilehmä on herkkä lihomiselle, tulee sen pötsin täyteisyydestä kuitenkin huolehtia maittavan korsirehun avulla, jotta sen syöntikyky säilyy hyvänä myös poikimisen jälkeen. Väkirehua umpilehmä ei tarvitse välttämättä lainkaan ja nurmirehua voidaan täydentää oljella ja kuivaheinällä. Poikimisen aikaan lehmä on altis poikimahalvaukselle, jonka vuoksi kalsiumin saantia tulee rajoittaa umpikauden aikana. (Alasuutari ym. 2013, 93; Hulsen ja Aerden 2014, 66–67.)

Umpikauden aikainen vähäinen syönti laskee seuraavan tuotoskauden maitomäärää ja nostaa esimerkiksi kohtutulehdusten esiintymisen kolminkertaiseksi. Liikkumismahdollisuus ja auringonvalo lisäävät lehmän aineenvaihduntaa ja helpottavat poikimista. Huomiota tulee kiinnittää myös hyvään sorkkaterveyteen, koska kivuliaat sorkkavaivat altistavat lehmän poikimisen jälkeen erilaisille sairauksille ja laskevat syöntikykyä. Onnistunut poikiminen edellyttää onnistuneen umpikauden lisäksi hyviä ja rauhallisia olosuhteita sekä hoitajan valvontaa ongelmien ilmetessä (Hulsen ja Aerden 2014, 67). Lehmän tulee antaa nuolla vastasyntynyttä vasikkaansa, koska jälkeläisen läheisyys lisää oksitosiini-hormonin eritystä, mikä taas supistaa kohtua ja saa maidon laskeutumaan (Hänninen 2012, 8).

Heti poikimisen jälkeen on pyrittävä siihen, että lehmän kokonaissyönti pysyy mahdollisimman hyvänä, koska sen energian ja valkuaisen tarve on suuri. Usein lehmä joutuu kuluttamaan rasvakudokseen energiavajeensa ja lihaskudosta valkuaisvajeensa täyttämiseksi, koska sen maidontuotanto käynnistyy syöntikykyä nopeammin. Runsaasta energian saannista on huolehdittava, vaikka negatiivinen energiatase poikimisen jälkeen onkin suhteellisen normaalia. Tietyn arvon ylittäessään se joh-



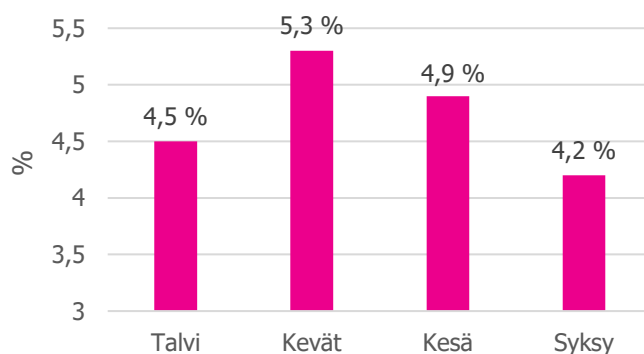
taa kuitenkin helposti piilevään ketoosiin. Lehmällä on suuri riski myös juoksumahan siirtymään ja hapanpötsiin. (Alasuutari ym. 2013, 91; Hulsen ja Aerden 2014, 68.)

Tavoitteellinen väkirehutaso tulisi saavuttaa 2–4 viikon kuluttua poikimisesta ja väkirehun määrää voidaankin lisätä melko nopeasti jopa kaksi kiloa päivässä, mikäli lehmä sen syö (Kokkonen 2010, 114). Jos energiavaje kestää pitkään, hedelmällisyys heikkenee ja maitotuotos laskee (Alasuutari ym. 2013, 91). Negatiivisen energiataseen seuraukset näkyvät usein lyhytmaitoisuutena tai liian pienenä herumisena (Hulsen ja Aerden 2014, 65). Lypsykauden hyvän maitotuotoksen perustana on onnistunut siirtymäkausi, joka alkaa kuusi viikkoa ennen kuin lehmä poikii ja jatkuu saman ajanjakson myös poikimisen jälkeen (Hulsen ja Aerden 2014, 68).

### 3.3 Utaretulehdukset tuotantoon vaikuttavana tekijänä

Utaretulehdus on yksi lypsylehmien yleisimmistä sairauksista, joka aiheuttaa merkittäviä tuotosmenetyksiä (Penev ym. 2014, 231). Utaretulehdus tarkoittaa bakteerin pääsyä vedinkanavan kautta maitotilaan tai utarekudokseen asti, jolloin syntyy infektio (Liespuu 2020, 34). Utaretulehdukset voidaan jakaa ympäristöperäisiin, kuten *Escherichia coli* ja *Streptococcus uberis* sekä tarttuviin tulehduksiin, kuten *Streptococcus aureus* ja koagulaasi-negatiiviset stafylokokit (KNS) (Movet s. a.; Penev ym. 2014, 235). Utaretulehduksen syyt löytyvät usein navettaolosuhteista, kuten kuivitukselta ja ilmastoinnista sekä yleisestä työhygieniasta ja ruokinnasta (Liespuu 2020, 34; Penev ym. 2014, 231). Myös sorkkaongelmilla on vaikutusta utareterveyteen. Ontuva lehmä seisoo paljon parressa valuttaen maitoa alleen, mikä tarjoaa hyvän kasvualustan bakteereille. (Liespuu 2020, 34.)

Utaretulehduksia on todettu esiintyvän enemmän keväällä ja kesällä kuin talvella ja syksyllä (kuva 9; Guinn ym. 2018, 11781). Kolmannen ja neljännen tuotoskauden lehmillä utaretulehduksia tilastoidaan enemmän kuin ensimmäisellä ja toisella tuotoskaudella olevilla (Penev ym. 2014, 234). Erot on yhdistetty vanhempien lehmien nopeaan herumiseen ja korkeampiin maitomääriin sekä mahdolliseen infektoitumiseen jo edellisellä tuotoskaudella tai ummessa olon aikana (Liespuu 2020; Penev ym. 2014, 235–237). Utaretulehdus alentaa sairastuneen lehmän maitotuotosta 4–10 %. Eri patogeenit vaikuttavat maitotuotoksen laskuun eri tavoin ja esimerkiksi kolitulehdus saattaa laskea tuotoskauden maitomäärää jopa 1000 kg. Usein maitotuotos ei palaa enää utaretulehdusta edeltäneisiin lukemiin. Tuotosmenetyksissä tulee huomioida myös eroon lypsetyn maidon määrä, mikä saattaa olla lehmäkohtaisesti jopa satoja litroja. (Lohenoja 2018.) Menetetyn maidon määriin vaikuttaa, missä vaiheessa tuotoskauttaan lehmä sairastuu utaretulehdukseen (Penev ym. 2014; 232).



KUVA 9. Utaretulehdusten esiintyminen vuodenaajoittain (Penev ym. 2014)

Korkeimmillaan somaattiset solut ovat tutkimusten mukaan elokuussa ja alimmillaan tammikuussa. Solujen lisääntyminen yhdistetään usein kuumuuden ja kosteuden aiheuttamaan lämpöstressiin, joka vaikuttaa lehmien hormonaaliseen järjestelmään, energiataseeseen, nestetasapainoon ja ruumiin lämpötilaan. (Yang, Yang, Yi, Pang ja Xiong 2013, 6865.) Mitä korkeampi lämpötilan ja kosteuden aiheuttama ns. tukaluusindeksi on, sitä suurempi vaikutus sillä näyttäisi olevan lisääntyneeseen solujen määrään (Guinn ym. 2019, 11781).

Utaretulehdus voi esiintyä lypsylehmällä myös piilevänä, eikä aiheuta välttämättä kliinisiä oireita tai merkittäviä tuotosmenetyksiä, mutta lisää koko karjan tartuntapainetta. Kriittisimmät hetket utaretterveyden kannalta ovat umpeutus ja poikiminen. Umpilehmää ei saa unohtaa, vaan sen utareita tulee seurata päivittäin mahdollisten turvotusten tai valutusten huomaamiseksi. Tutkimukset osoittavat, että myös hiehojen neljänneksistä jopa 40 % voi olla poikimisen aikaan infektoitunut. Utaretulehdus alkaa oireilla pian poikimisen jälkeen, ja kliininen tulehdus puhkeaa todennäköisesti kahden viikon kuluessa poikimisesta. (Liespuu 2020.)

Utaretulehduksen riski on korkea 120 tuotospäivään asti. Nopea heruminen ja poikimisesta aiheutunut stressi lisäävät riskiä sairastua utaretulehdukseen. Jos lehmän heruminen käynnistyy poikimisen jälkeen hitaasti, se ei ole niin herkkä utaretulehdukselle kuin lehmä, jonka tuotos käynnistyy nopeasti. Tuotoskauden alussa esiintyvä tulehdus aiheutuu usein siitä, että edellisellä lypsykaudella sairastettu utaretulehdus ei ole parantunut umpikaudella. (Penev ym. 2014, 235–236.)

Ensimmäisen 60 tuotospäivän aikana utaretulehdukseen sairastunut lehmä, ei tuotoskaudellaan todennäköisesti yllä siihen maitotuotokseen, johon sen kapasiteetti riittäisi. Neljännes utaretulehduksesta todetaan alkulypsykaudella ja kaikista rekisteröidyistä utaretulehdushoidoista jopa puolet ajoittuu lypsykauden alkuun. Myöhemmässä tuotosvaiheessa utaretulehduksen syynä on useammin vetimen mekaaninen vammautuminen, esimerkiksi vedinpolkema, kuin maidontuotannosta aiheutunut stressi. (Penev ym. 2014, 235–236.) Tuotosseurantatilojen lehmistä 23,5 % ja ensikoista noin 10 % poiston syynä on utaretulehdus (Nokka 2021).

### 3.4 Sorkkaterveyden vaikutukset maidontuotantoon

Sorkkaongelmien syiden on havaittu johtuvan suurimmaksi osin liiallisesta seisomisesta, jolloin riski erilaisille vaurioille kasvaa (Liespuu 2020, 14). Tapaturmat ja niveltulehdukset voivat aiheuttaa ontumista, mutta valtaosa eli noin 90 % ontumista johtuu kuitenkin sorkista (Lehkonen 2021, 94). Ympäristötekijät, kuten navettatyypit, lattiapinnat ja vuodenaika vaikuttavat sorkkaterveyteen. Tutkimukset osoittavat, että ontumista ja sorkkasairauksille altistavia tekijöitä esiintyy jonkin verran enemmän kesäisin. (Sanders, Shearer ja De Vries 2009, 3165.) Pahimmillaan sorkkasairaus johtaa lehmän ontumiseen, jolloin se syö ja liikkuu vähemmän. Huono syöntikyky johtaa jatkuessaan maitotuotoksen vähenemiseen. (Paakala, 2019, 20.) Tutkimusten mukaan niin Suomessa kuin maailmanlaajuisesti jopa 20–35 % lehmistä ontuu, mutta maiden välillä on suuria eroja johtuen esimerkiksi laiduntamisen yleisyydestä (Lehkonen 2021, 94; Liespuu 2020, 15).

Vaikka pihaton yleisesti katsotaan parantavan lehmien hyvinvointia ja terveyttä, sorkkaterveyden kanssa saatetaan kohdata ongelmia. Lehmän tulee itse liikkuu syömään, juomaan ja lypsylle. Ellei tämä ole mahdollista kipeiden jalkojen takia, saattaa tuotos laskea ontuvaa eläintä kohden 160–570

kg. (Lehkonen 2021, 94; Paakala 2019, 20.) Sorkkasairauksien hankaluutena on, että kipu ja tulehdus pahenevat vähitellen, joten lieviä ontumia saattaa olla hankala tunnistaa. Tästä syystä hoito voi viivästyä ja kipu muuttua vähitellen krooniseksi. (Hokkanen 2021, 28–29.) Pihatossa sorkkasairauksien tartuntavaara on suurempi kuin parsinavetoissa (Paakala 2019, 20). Ontuminen altistaa eläimen myös muille sairauksille, kuten utaretulehdukselle ja energiavajeelle. Myös kiimakäyttäytyminen heikkenee, jolloin tiinehtyminen viivästyy ja hedelmällisyyshoitojen määrä voi kasvaa. (Lampinen, Manninen ja Niemi 2006, 18; Lehkonen 2021, 94.)

Holstein-rotuiset lehmät ovat jonkin verran herkempiä sorkkasairauksille kuin ayrshire. Useissa tutkimuksissa onkin todettu, että punaiset rodut ovat terveysominaisuuksiltaan holsteinia parempia. Myös tuotoskausien määrällä on vaikutusta sorkkaongelmien syntymiselle. Yli kolme kertaa poikineella, on jopa viisinkertainen riski sairastua sorkkasairauteen verrattuna ensikoihin. Lehmällä, jolla on ollut ongelmia sorkkaterveyden kanssa aikaisemmillä lypsykausilla, on suuri riski kärsiä niistä myös seuraavan poikimisen jälkeen. (Häggman ja Juga 2012.)

Luonnonoloissa sorkat kuluvat samaa vauhtia kuin kasvavat, mutta eläinsuojissa kuluminen on epätasaista. Lypsylehmän paino rasittaa sorkkia etenkin kovalla alustalla. (Sirkkola ja Tauriainen 2017, 28.) Lehmän sorkat voivat sitä paremmin, mitä enemmän se makaa. Makuullaan lehmän ruoansulatus toimii, se märehtii ja maito kehittyy maitorauhasissa. Sorkat eivät ole tällöin rasituksessa lantaisella lattialla, vaan levossa painon rasituksesta. Märkä lattia ja lanta ärsyttävät sorkan sarveiskudosta, jolloin bakteerit altistavat sorkka-aluetta erilaisille tulehduksille. Lantakäytävien tuleekin olla puhtaita, jolloin bakteerien määrä pysyy mahdollisimman pienenä. (Lehkonen 2021, 94; Yli-Hynnilä, Manninen, Tolonen ja Pitkäranta 2006, 64–65.)

Jaloittelutarhan ja laitumen sekä kulkureittien tulisi olla pohjaltaan joustavia ja pehmeitä, mutta ei kuitenkaan upottavia ja liukkaita. Esimerkiksi teräviä kivilohkareita sisältävä soramurske voi vahingoittaa sorkka-alueen ihoa ja sarveiskudosta. (Yli-Hynnilä ym. 2006, 64–65.) Sorkkaterveyttä saattaa heikentää esimerkiksi lämpöstressin helpottamiseksi käytetyt viilennyssuihkut, joiden vuoksi kosteus karjatiloihin lisääntyy. Kosteus edistää sorkkien sarveisaineksen ohenemista, mikä puolestaan johtaa pitkään jatkuessaan esimerkiksi valkoviivan repeämiin ja anturahaavaumiin. (Sanders ym. 2009, 3173.) Erityisen herkkiä anturahaavaumien synnylle ovat hiehot ja useita kertoja poikineet lehmät (Lehkonen 2021, 94–95).

Ruokintaa ja korkeaa tuotostasoa on yleisesti pidetty riskinä sorkkaterveydelle etenkin aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien osalta (Lehkonen 2021, 94; Sanders ym. 2009, 3165). Viimeisimmät tutkimustulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että ympäristön merkitys saattaa olla ruokintaa merkittävämpi tekijä. Ruokinnan ja sorkkasairauksien yhteyttä ei voida kuitenkaan kokonaan sulkea pois. Varsinkin ennen poikimista, herumisvaiheessa ja korkean tuotannon vaiheessa lehmät ovat hyvin alttiita esimerkiksi hapanpötsille ja sorkkakuumeelle. Voimakas väkirehuruokinta ja kuidun puute nähdään suurimpana syynä ruokinnasta aiheutuville sorkkaongelmille. (Kujala 2006, 59–60; Lehkonen 2021, 94.) Sorkkahoidon säännöllisyydellä sorkkien vaurioita voidaan ehkäistä ja korjata (Lehkonen 2021, 95; Sirkkola ja Tauriainen 2017, 28).

### 3.5 Valon määrä ja valojaksot

Tutkimusten mukaan lypsylehmä toistaa päivittäisiä ja kuukausittaisia syklejä melko säännönmukaisesti vuodesta toiseen. Lehmän on todettu reagoivan esimerkiksi valoisan ja pimeän ajan vaihteluihin. (Salfer, Dechow ja Harvatine 2019, 748–751.) Valon määrä vaikuttaa niiden hyvinvointiin, kasvuun, hedelmällisyyteen ja maitotuotokseen (Nylander ym. 2004).

Valoa tulee eläimen näkemisen mahdollistamiseksi olla niin paljon, että se läpäisee silmän ja kohteen kuva piirtyy verkkokalvolle. Lehmän verkkokalvossa on tappisoluja, jotka mahdollistavat myös värien näkemisen. (Nylander ym. 2004.) Lehmän optimaalinen pitkän päivän valaistus on 16 tuntia valoisa ja 8 tuntia pimeää aikaa. Valorytmin tarkoituksena on selkeästi erottaa päivä ja yö toisistaan. (Tanner s. a.) Tutkimukset osoittavat, että valoisan ajan lisääminen 12 tunnista 16 tuntiin, lisää maidontuotantoa keskimäärin 2,5 kg/vrk. Lehmät tuottavat 5–16 % enemmän maitoa kuin ne, joiden valoisan ajan pituus jää alle 12–13 tunnin. (Barash, Silanikove, Shamay ja Ezra 2001, 2319; Nylander ym. 2004; Salfer ym. 2019, 751.)

Valoisa aika saa olla maksimissaan 18 tuntia, koska naudat tarvitsevat myös riittävän hämärän jakson. Lehmälle tulee antaa mahdollisuus levätä hämärän aikaan, mutta täysin pimeässä eläimiä ei saa pitää. (Sirkkola ja Tauriainen 2017, 371; Timonen 2020.) Valaistuksella on positiivinen vaikutus hedelmällisyyteen ja tuotantoon (Sirkkola ja Tauriainen 2017, 370). Käpyrauhasesta hämärässä erittyvä melatoniini parantaa hedelmällisyyttä edistämällä munasolujen kypsymistä ja vapautumista (Timonen 2020). Myös hiehoilla pitkän päivän valojakso lisää syöntiä ja parantaa kasvua sekä lisää ensimmäisen lypsykauden maitotuotosta (Van Eetvelde ym. 2020, 11522; Nylander ym. 2004; Salfer ym. 2019, 746–747; Timonen 2020).

Ummessa olevalla lehmällä valojakso on päinvastainen. Se tarvitsee 16 tuntia pimeää aikaa ja kahdeksan tuntia valoa päästäkseen poikimisen jälkeen optimaalisiin maitotuotoksiin. (Van Eetvelde ym. 2020, 11522; Nylander ym. 2004; Salfer ym. 2019, 751–752; Timonen 2020.) Tutkimukset osoittavat, että lyhyen päivän valaistuksen myötä lehmä syö poikimisen jälkeen kuiva-ainetta 12 % enemmän ja sen maitotuotos voi olla vuorokaudessa jopa 3 kiloa korkeampi verrattuna pitkän päivän valaistukseen umpikaudella (Timonen 2020).

Yleisvalaistukseksi karjasuojassa suositellaan 100 luksia, mikä riittää, jos valaistuksen teho on 4–6 wattia/lattianeliometri (Nylander ym. 2004). Jotta lehmän aktiivisuus ja syöntikyky saataisiin optimoitua, tulee valaistuksen kuitenkin olla lehmän silmän tasossa 200 luksia. Lehmä kulkee mielellään valoa kohti, joten esim. ruokintapöydällä ja lypsyrobotilla valaistuksen voimakkuus voi ylittää 250 luksia. Päivän ja yön eron tunnistamiseksi riittää valaistuksen voimakkuudeksi yöllä 50 luksia. Sävyllään yövalaistus voi olla punaista, jolloin aivoja ei stimuloida turhaan. (Timonen 2020.) Ruotsin maatalousyliopiston (SLU) tekemien tutkimusten mukaan valon värillä ei kuitenkaan ole todettu olevan merkitystä lehmän aktiivisuuteen, vuorokausirytmiiin tai maitotuotokseen. Valon värin ei ole todettu vaikuttavan myöskään melatoniinin määrään. Aikaisemmat tutkimukset ovat väittäneet sinisen valon lisäävän lehmien aktiivisuutta, mutta uusimman tiedon mukaan valon värillä ole merkitystä. (Niittymaa 2021, 7.)

Luonnonvaloa kannattaa hyödyntää keväällä ja kesällä mahdollisimman paljon, koska sen voimakkuus ylittää pilviselläkin säällä 500 luksia, mihin edes tehokkaalla valaistuksella ei päästä (Timonen 2020; Tanner s. a.). On tutkittu, että keinotekoisien valon lisääminen kahdeksalla tunnilla ei korvaa edes neljää tuntia luonnonvalon määrästä (Barash ym. 2001, 2319). Valaistuksen haasteet kohtaankin talviaikaan, kun luonnonvaloa saadaan vain vähän. Valaistus tulisi suunnitella osastoittain ja ryhmittäin, kullekin eläinryhmälle oikein rytmitettyinä, jotta valon puute ei muodostu rajoittavaksi tekijäksi tuotos- ja terveystavoitteisiin pääsemisessä. (Timonen 2020.)

### 3.6 Melun vaikutus maidontuotantoon

Melun merkitystä maitotuotokseen vaikuttavana tekijänä ei useinkaan huomioida (Esmail 2017). Ihminen ei kykene havaitsemaan niin heikkoja äänen taajuuksia ja voimakkuuksia kuin lehmä (Nylander 2004). Nautojen kuuloalue on huomattavasti laajempi ja erityisen herkkiä ne ovat korkeille äänille, joita ihminen ei välttämättä pysty kuulemaan lainkaan. Lisäksi äänen paikallistaminen on eläimille vaikeaa. (Hokkanen 2021, 20–22.)

Eläimet kuitenkin altistuvat usein melulle, joka tulee joko karjarakennuksen sisä- tai ulkopuolelta (Pšenka, Šistkova, Mihina ja Gálik 2016, 185). Melua aiheuttavat esimerkiksi ilmastointi, koneet ja laitteet, kalusteet sekä eläimet itse (Esmail 2017; Nylander ym. 2004; Pšenka ym. 2016, 185–186). Äänet liittyvät suurelta osin päivittäisiin rutiineihin, kuten ruokintaan, lypsämiseen tai lannan poistoon (Pšenka ym. 2016, 185–186). Etenkin äkillinen ja voimakas melu voi aiheuttaa lypsylehmälle stressireaktion (Nylander ym. 2004). Metallin kolina, huutaminen ja viheltäminen saattavat tuntua lehmästä epämiellyttäviltä (Hokkanen 2021, 20–22). Stressaavien äänien minimointi tulisikin suunnitella jo karjarakennuksen toteuttamisvaiheessa. Työkoneisiin ja laitteisiin kuuluvia ääniä ei kuitenkaan voida milloinkaan täysin eliminoida. (Brouček 2014, 119.)

Maitorodut ovat erityisen herkkiä koville äänille, joten lehmä ei saisi altistua jatkuvasti yli 65 dB:n melulle (Esmail 2017; Nylander ym. 2004). Jo 40–60 dB:n melu vähensi lehmien syöntiä ja makuu-aikaa sekä aiheutti yleistä levottomuutta. Eläinsuojan yleinen äänitaso ei saisi ylittää vuorokauden keskiarvona 45 dB, mutta usein jopa lypsykoneen ääni on voimakkaampi. (Brouček 2014; 112–114; Nylander ym. 2004; Pšenka ym. 2016, 187–189.) Äkillinen yli 110 dB:n melu esimerkiksi lentokoneen lentäessä yli vähän ennen lypsyä tai lypsyn aikana nostaa adrenaliinitasoa, mikä heikentää lehmän maidonantorefleksiä. Maitoa jää lypsyn jälkeen utareisiin, jolloin tuotos laskee. (Esmail 2017.)

Lypsyrobotin tai ruokintalaitteen aiheuttama melu, joka toistuu useita kertoja päivässä, ei sen sijaan vaikuta lehmien tuotokseen. Äänet toistuvat säännöllisesti, ja lehmät ovat tottuneet niihin. Toistuva melu voi kuitenkin yleisesti nopeuttaa hengitystä ja sydämen sykettä sekä hidastaa lehmän mahojen toimintaa. Somaattisten solujen määrä saattaa kohota, jos erittäin voimakas melu jatkuu pitkään. Äkillinen kova melu voi lamauttaa lehmän jopa 30 minuutin ajaksi, jos altistuminen tapahtuu yllättäen esimerkiksi laitumella. (Esmail 2017.)

### 3.7 Lämpötila tuotantoon vaikuttavana tekijänä

Eri eläinlajeilla on erilaisia optimilämpötiloja, joissa ne viihtyvät parhaiten. Puhutaan niin sanotusta termisen miellyttävyyden alueesta. Terminen miellyttävyys tarkoittaa sellaista lämpötila-aluetta, jolla eläin pystyy optimituotokseen ja kokee olonsa niin miellyttäväksi, ettei halua siitä pois. Lypsylehmä viihtyy parhaiten alle +18 °C lämpötilassa. Molemmilla puolilla termisen miellyttävyyden aluetta on niin sanottu termisen neutraliteetin alue, jonka rajana ovat ylimmät ja alimmat kriittiset lämpötilat. Lehmä alkaa käyttää energiaa ruumiinlämpönsä ylläpitämiseen -5 °C lämpötilassa ja yli +20 °C se tarvitsee energiaa viilentämiseensä. Näitä lämpötiloja voidaan pitää lypsylehmän termisen neutraliteetin rajoina. (Holma 2020; 22–23; Hulsen 2009, 45; Sirkkola ja Tauriainen 2010, 372–373.)

Lämpöstressi on tila, joka syntyy silloin, kun eläin ei pysty poistamaan riittävästi lämpöä kehonsa lämpötasapainon ylläpitämiseksi (Bernabucci ym. 2014, 471). Se voidaan määritellä myös eläimeen vaikuttavien ulkoisten tekijöiden summana, jotka aiheuttavat kehon lämpötilan voimakasta nousua johtaen fyysikaalisiin muutoksiin (Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8645). Korkeatuottoinen lehmä kärsii lämpöstressistä jo yli +20 °C lämpötilassa, etenkin jos ilma on kostea (Holma 2020, 22–23).

Lypsylehmä tuottaa runsaasti lämpöä, jota se poistaa höyrystämällä keuhkoistaan. Myös lehmän iho on osallisena jäähdytysprosessissa etenkin silloin, kun ilman lämpötila on yli +22 °C. Kun ympäristön lämpötila nousee korkeaksi, muuttuvat lehmän ensisijaiset jäähdytysmenetelmät, kuten lämpösäteily ja johtavuus, tehottomiksi. Sen jälkeen lehmä on yhä enemmän riippuvainen haihtumalla tapahtuvasta jäähdytyksestä hikoilun, huohotuksen ja tihentyneen hengityksen muodossa. (West 2003, 2131–2135; Haan 2016.) Yli 22 °C lämpötilassa huomataan usein hellestressin ensimmäiset näkyvät oireet. Yli +25 °C lämpötilassa lehmän syönti alkaa vähentyä ja sen märehimis aika laskee. (Holma 2020, 20–23.)

Lämpötilan noustessa hellelukumisiin havaitaan lehmän kokema lämpöstressi hyvin nopeasti sen tuottamissa maitomäärissä. Normaalituottoisella lehmällä päivätuotos voi vähentyä 4–5 kiloa ja korkeassa tuotosvaiheessa olevalla jopa enemmän. (Hulsen 2009, 45; Holma 2020, 22–23.) Lehmät, jotka lypsävät 45 kiloa vuorokaudessa, ovat selvästi herkempiä lämpöstressille kuin 10 kiloa vähemmän tuottavat (Lambertz, Sanker ja Gaulty 2014, 319).

Haanin (2016) tutkimuksen mukaan pienikin lämpöstressi voi vaikuttaa maitotuotokseen ja hedelmällisyyteen. Usein tuotoksen laskuun vaikuttavat ruumiin lämpötilan nousun lisäksi muutokset syömis- ja juomiskäyttäytymisessä, koska rehun kuiva-aineen syönti laskee, märehminen vähenee ja juomistarve lisääntyy (Summer, Lora, Formaggioni ja Gottardo 2019, 39; Haan 2016; Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8645–8654; West 2003, 2131). Vaikutukset tuotokseen vaihtelevat kuitenkin eläimen ominaisuuksien, kuten koon ja tuotosvaiheen sekä pitopaikan olosuhteiden mukaan (Bernabucci ym. 2014, 485).

Ravitsemustieteen professori Bruno Silvan tutkimuksen mukaan pelkästään syönnin väheneminen ei selitä lämpöstressin aiheuttamaa tuotoksen alenemista. Lämpöstressin aikana bakteerit ja myrkylliset aineet pystyvät kulkeutumaan soluvälien läpi, koska suoliston hapenpuute heikentää niiden välisiä liitoksia. Bakteerit käynnistävät immuunijärjestelmän ja saavat aikaan tulehduksen, jolloin eläimen puolustusmekanismit käyttävät jopa 10–30 % tarvittavasta energiasta ja valkuaisesta. Tuleh-

duksen oireet näkyvät heikentyneen ruokahalun lisäksi lihaskudoksen vähentymisenä ja kuumeiluna sekä maksan vaurioina ja insuliinin tuoton lisääntymisenä. (Nieminen 2021, 12–15.)

Lämpöstressin vaikutuksesta lehmät muuttuvat passiivisiksi, kokevat turhautumista ja aggressiota, ovat vähemmän sosiaalisessa vuorovaikutuksessa lajitovereidensa kanssa sekä kokevat kivun eri tavalla. (Summer ym. 2019, 43; Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8645–8654). Ne myös liikkuvat vähemmän ja seisovat makuuparsissaan enemmän (Haan 2016; Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8650). Lämpöstressi vaikuttaa monin eri tavoin eläimen biologisiin toimintoihin ja terveyteen, tunnetiloihin sekä lajinomaisiin käyttäytymistapoihin (Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8650).

Pahimmillaan lämpöstressi johtaa lämpöhalvaukseen, jolloin lehmän ruumiinlämpö nousee jopa 42 °C (Hokkanen 2020, 46–47). Lehmä voi lämpöhalvaukseen liittyen saada myös laidunkouristuksen eli laidunhalvauksen, joka aiheutuu magnesiumin puutteesta (Hokkanen 2020, 17). Niin lämpöhalvaus kuin laidunhalvauskin ovat äkillisiä ja voivat hoitamattomana tai pitkälle edetessään aiheuttaa melko nopeasti eläimen kuoleman (Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8645–8654; Hokkanen 2020, 17).

Lehmien kokema lämpöstressi on tuottajien huolenaihe ja haaste kautta maailman, koska maidon tuotannon vähenemiseen liittyy suuria tappioita. Jos yö- ja päivälämpötilojen vaihtelu jää minimaaliseksi, voi eläin kärsiä pohjoisissakin oloissa lämpöstressistä, vaikka lämmin kausi olisi suhteellisen lyhyt. (Polsky ja von Keyserlingk 2017, 8645–8654; Haan 2016.) Lämpöstressi tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan yhä negatiivisemmin tuotantoeläinten hyvinvointiin (Summer ym. 2019, 39; West 2003, 2131).

Keskilämpötila nousee eniten talvella ja vähiten keväällä, mutta lämpimät ajanjaksot tulevat lisääntymään yleisesti. Lehmien on todettu kärsivän lämpöstressistä kesäkuukausien lisäksi myös keväällä ja syksyllä varsinkin sisätiloissa. Hellekauden sattuessa karjarakennukset lämpenevät nopeasti, mutta toisaalta myös jäähtyvät hitaasti. (Lambertz ym. 2014, 323.) Optimaalisimmat olosuhteet maidon tuotannolle ovat noin 19 asteen lämpötilassa, mutta maitomäärät laskevat nopeasti, jos lämpötila nousee hellelukemiin (Ray ym. 1992, 2978). Navettaolosuhteilla onkin varsin suuri merkitys lehmien hyvinvoinnin ja tuotoskyvyn kannalta (Arnott ym. 2016, 265).

Toistaiseksi hellepäivien määrä Suomessa on kesäisin vielä pieni, mutta siitä huolimatta on havaittavissa, että maitomäärät laskevat kesäaikaan. On huomattu, että lämpöstressin raja-arvot (lämpötila yli 20 °C ja ilman kosteus yli 75 %) ylittyvät etenkin navetan sisätiloissa helposti. (Farmit 2015.) Ovien ja ikkunoiden avaaminen ei takaa välttämättä riittävää viilennystä (Pesola 2019). Myös Suomen ilmasto-olosuhteissa on kiinnitettävä huomiota lehmien kokemaan lämpöstressiin. Eläimille on pyrittävä luomaan sellaiset olosuhteet, että vaikutukset niiden tuotokseen ja hyvinvointiin olisivat mahdollisimman vähäiset. (Farmit 2015.)

Lämpöstressiin voidaan varautua jo tuotantorakennuksen suunnitteluvaiheessa miettimällä sen sijainti siten, että pystytään hyödyntämään varjoa, ilmavirtaa ja päivittäistä valorytmiä mahdollisimman tehokkaasti. Eläinten kokemaa tukaluutta voidaan helpottaa tehokkaan ilmanvaihdon lisäksi juomavettä viilentämällä ja vesisuihkutuksella, eikä lehmiä pidä ruokkia päivän kuumimpana aikana. Rehun riittävä ravinnepitoisuus tulee taata rehunsyönnin vähenemisestä huolimatta. Rasvapitoista

rehua lisäämällä ja valkuaispitoista vähentämällä voidaan rajoittaa eläimen lämmöntuotantoa, jolloin syönti pysyy lämpöstressistä huolimatta kohtuullisena. (Nieminen 2021, 12–15.)

E erityisen tärkeätä on huolehtia lehmien riittävästä kivennäisten saannista. Etenkin magnesiumin, natriumin ja kalsiumin saanti on turvattava kesäaikana, koska niiden puute saattaa lisätä lämpöhalvauksen riskiä. (Farmit s. a.) Erilaisten hiivojen on todettu parantavan kuitujen sulatusta sekä lisäävän anaerobisten bakteereiden aktiivisuutta, mikä puolestaan pienentää tautipainetta ja tulehdusriskiä. (Nieminen 2021, 12–15.) Tutkimuksissa on selvitetty myös sokerijuurikkaan prosessoinnin sivutuotteena syntyvän betaiinin mahdollisia positiivisia vaikutuksia eläinten lämmönsietokykyyn (Back 2010, 31; Remus 2021). Betaiinin uskotaan sekä edistävän pötsin mikrobien toimintaa että osmolyytinä ehkäisevän solujen kuivumista (Remus 2021). Betaiinia onkin lisätty erilaisiin pötsipiristeisiin, mutta sen todellisista vaikutuksista lämpöstressin helpottajana ei ole toistaiseksi riittävästi tieteellistä näyttöä (Back 2010, 31).

Suomessa sääolosuhteet ovat vaihtelevia ja lehmä voi kärsiä lämpöstressin lisäksi myös kylmästressistä (Hulsen 2009, 29–36; Arnott ym. 2016, 268–269). Lehmät voivat kokea kylmästressiä esimerkiksi pihatoissa talviaikaan, jos ilma pääsee kosteaksi ja kylmäksi (Alasuutari ym. 2013, 15). Myös laitumilla kylmä, kostea ja tuulinen sää vaikuttaa lehmien hyvinvointiin negatiivisesti. Kylmästressin aikana lehmän makaamiseen ja syömiseen käyttämä aika vähenee kolmannekseen normaalista, koska kylmyys saa ne seisoskelemaan paikoillaan. Lehmä ei kylmissä olosuhteissa makaa lajityypilliseen tapansa päälle kyljessä kiinni, joten myös sille tärkeän REM-unen määrä vähenee merkittävästi. (Arnott ym. 2016, 269.)

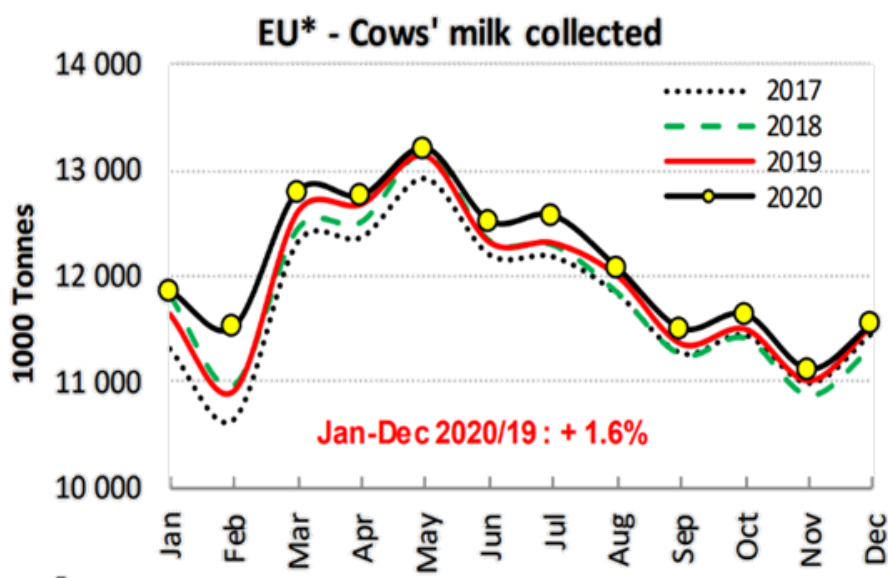
Kylmissä olosuhteissa lehmien immuunijärjestelmä voi järkkäytyä, koska lymfosyyttien ja leukosyyttien määrä veressä vähenee. Kun lehmien vuorokausirytmistö häiriintyy kylmyyden vuoksi, lisääntyy myös niiden kokeman stressin määrä. (Arnott ym. 2016, 269.) Navetan ilmanvaihdon tulee kylminä vuodenaikoina pystyä poistamaan ilmasta liiallinen kosteus, että olosuhteet pysyvät eläinten kannalta termisen neutraliteetin rajoissa (Alasuutari ym. 2013, 15; Sirkkola ja Tauriainen 2010, 373). Lämpöasteet eivät saisi laskea kriittisen lämpötilan alle, koska tällöin eläin joutuu tuottamaan aktiivisesti lämpöä normaalin ruumiinlämmön ylläpitämiseksi, jolloin energiaa ei enää riitä maidon tuottamiseen (Sirkkola ja Tauriainen 2010, 372–373). Laiduntavilla lehmillä tulee olla mahdollisuus päästä suojaan niin kosteiden ja tuulisten kuin äärimmäisen lämpimien säiden aikana (Hulsen 2009, 36).

### 3.8 Maitotuotoksen vaihtelu kuukausittain ja siihen vaikuttavat tekijät

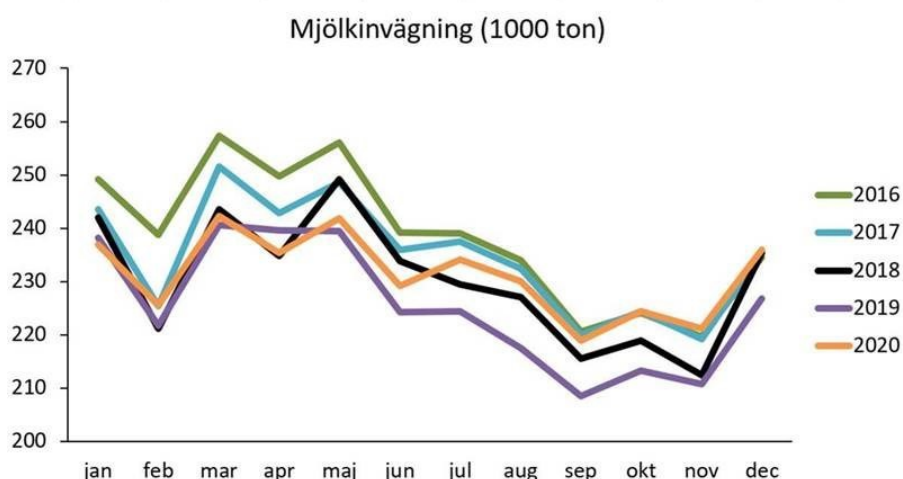
Maidontuotannon kausittaista vaihtelua on tutkittu kautta aikojen. Lähes sata vuotta sitten Turner (1923) julkaisi tutkimuksen, jossa tutkittiin guernsey- ja jersey -rotuisten lehmien maitomäärien ja maidon rasvapitoisuuden vaihtelua eri vuodenaikoina. Hän päätteli tuotosvaihteluiden johtuvan pääasiassa lehmien ravitsemuksesta. Laidunten laatu vaihtelut vaikuttivat selkeästi maidontuotantoon. Lehmät, jotka poikivat myöhään syksyllä tai talvella, lypsivät keskimääräisesti tai enemmän, kun taas ne, jotka poikivat kesäkuukausina jäivät selkeästi keskiarvon alapuolelle. (Turner 1923, 198–203.) Myös Wylie (1924, 127–131) totesi tutkimuksessaan, että tuotos on korkeimmillaan kesäkuussa vähentyen sen jälkeen tasaisesti marraskuuhun saakka. Tutkimuksessa pääteltiin maitomäärien vaihtelun johtuvan ruokinnan lisäksi ilman lämpötilasta.



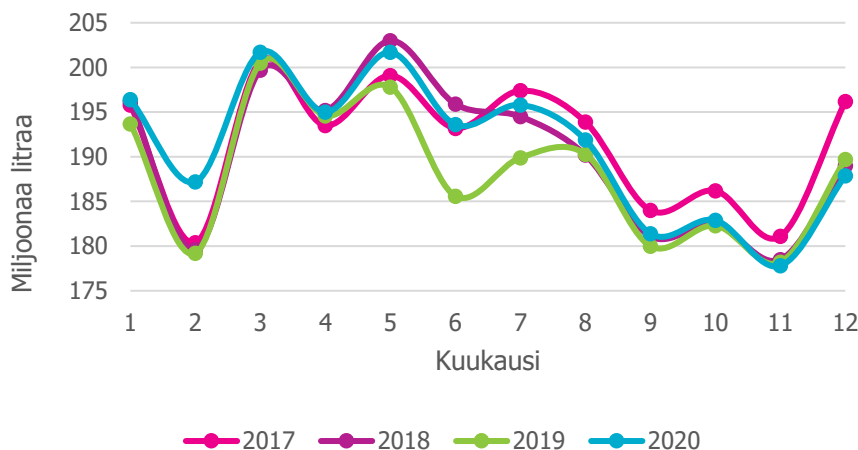
Maitomäärien kuukausittainen vaihtelu on havaittavissa edelleen ympäri maailman. Euroopan Unionin ja esimerkiksi Ruotsin maidontuotantotilastot osoittavat, että meijerimaidon määrä lähtee vähenemään kesäkuussa ja jatkaa alenemistaan marraskuulle saakka (kuva 10; European Commission 2021.) Ruotsissa on tutkittu, että maidontuotanto vähenee niin tavanomaisilla kuin laiduntavilla luomutiloilla kesäaikaan riippumatta siitä, onko kyseessä robotti- vai asemalypsy (kuva 11). (Liespuu 2020, 20–21). Myös Suomessa meijereiden vastaanottamat maitomäärät ovat alhaiset syksyllä (kuva 12; Luke s. a.). Maitomäärät vaihtelevat lähes identtisesti eri kuukausien välillä muuhun Eurooppaan verrattuna. Vuonna 2019 kesä–heinäkuussa meijerimaidon määrä oli Suomessa poikkeuksellisen alhainen verrattuna EU-maiden keskimääräisiin tuotantomääriin. (Luke s. a.)



KUVA 10. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut EU-maissa vuosina 2017–2020 (European Commission 2021)

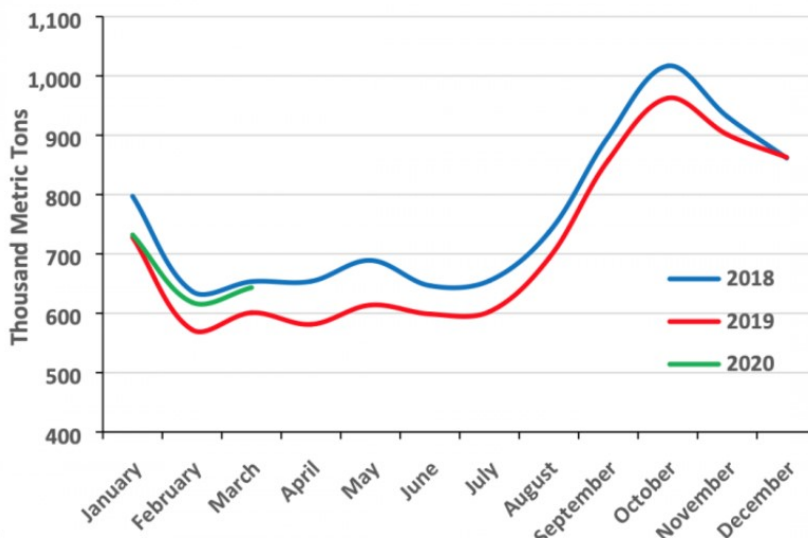


KUVA 11. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut Ruotsissa vuosina 2016–2020 (LRF 2021)



KUVA 12. Meijerimaidon kuukausittaiset vaihtelut Suomessa vuosina 2017–2020 (Luke 2021)

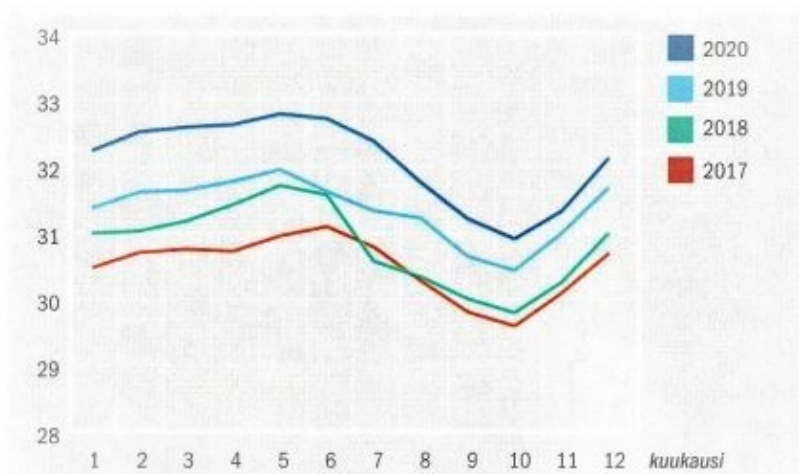
Tyypillisesti sekä maitomäärien että rasva- ja valkuaispitoisuuksien on todettu olevan pohjoisella pallonpuoliskolla korkeimmillaan talvella ja selvästi vähenevän kesäisin. Lehmien, jotka poikivat marraskuussa on todettu saavuttavan korkeammat maitotuotokset kuin kesäkuussa poikineiden (Barash ym. 2001, 2314). Maitomäärät vaihtelevat vuodenajoinnain myös eteläisellä pallonpuoliskolla (Salfer ym. 2019, 750). Esimerkiksi Australiassa korkeimmat maitomäärät lypsetään loka-marraskuussa eli heidän keväänsä aikana ja matalimmat helmikuusta kesäkuuhun eli loppukesän ja syksyn aikana. Kuukausittaiset maitotuotokset alkavat Australiassa kohota jälleen talvikuukausien aikana. Australiassa maidontuotanto on enemmän kausiluonteista kuin Euroopassa, koska kuivuus ja sateet määrittävät pitkälle laidunruohon riittävyyden ja sen myötä tuotetut maitomäärät vuosittain. (kuva 13; Dairy Australia 2021, 15.)



KUVA 13. Maitomäärien kuukausittaiset vaihtelut Australiassa vuosina 2018–2020 (Dairy Industries International 2020)

Myös alhaisin energiakorjattu maitomäärä ajoittuu kesäaikaan. Hieman yllättäen lehmien korkeimmat energiakorjatut maitomäärät mitataan kevät- ja syyspäiväntasauksen aikaan maaliskuussa ja syyskuussa, jolloin päivä ja yö ovat yhtä pitkät. Tämä johtuu todennäköisesti nopeasta muutoksesta valoisian ja pimeän ajan välillä. (Old 2014.) Tuotosseurantatilojen alhaisimmat energiakorjatut mai-

tomäärät lypsetään Suomessa lokakuussa, mutta tuotoksen aleneminen alkaa melko jyrkästi jo kesäkuussa (kuva 14; ProAgria 2021).



KUVA 14. Energiakorjatun maidon määrä tuotoseurantatiloilla kuukausittain 2017–2020 (ProAgria 2021)

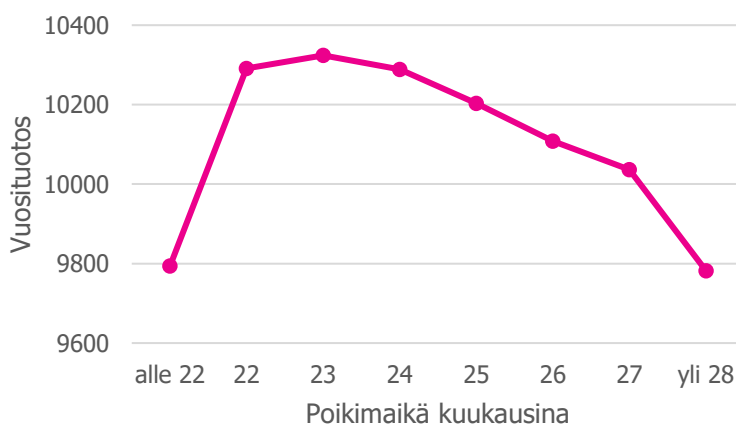
Poikimakerroilla ja poikimisen ajankohdalla on merkittävä vaikutus lypsylehmien tuotokseen. Kesällä ja syksyllä poikineiden tuotos on selvästi heikompi. (Baul ym. 2014, 260; Ray, Halbach ja Armstrong 1992, 2976; Yang ym. 2013, 6865–6866; Salfer ym. 2019, 749–750; Guinn ym. 2019, 11780.) Kesäkuussa poikivat tuottavat vain noin 93 % maksimituotoksesta (Barash ym. 2001, 2314). Alhaisimaksi tuotos jää hiehoilla ja korkeimman tuotostason saavuttavat neljännen ja viidennen kerran poikivat (Ray ym. 1992, 2976; Yang ym. 2013, 6866). Korkeimmat energiakorjatut tuotokset lypsetään keväisin (Ray ym. 1992, 2978–2979).

Maitomäärien erot eivät olleet kuitenkaan niin merkittävät kuin erot maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksissa (Yang ym. 2013, 6866; Salfer ym. 2019, 748–750). Rasvapitoisuuden vaihtelut voivat eri vuodenaikoina vaihdella 0,2–0,4 % (Baul ym. 2014, 260). Lämpötila vaikuttaa maitomääriin ja valkuaispitoisuuteen negatiivisesti, kun taas päivän pituudella on niihin positiivinen vaikutus (Barash ym. 2001, 2314–2320). Ympäristöolosuhteiden, kuten lämmön ja kosteuden vaikutus tuotoksiin korostuu ensimmäisten 60 tuotospäivän aikana (Ray ym. 1992, 2978). Meijerimaidon rasva- ja valkuaispitoisuuksissa on Suomessa havaittavissa samanlainen suuntaus. Alhaisimmillaan rasva ja valkuainen ovat kesäkuusta elokuuhun eli samaan aikaan maitomäärien kanssa, mutta pitoisuudet lähtevät kuitenkin kohoamaan pari kuukautta maitomääriä aikaisemmin. (Maitovaltuuskunta 2021.)

Suurin osa hiehoista poikii syksyllä. Loka-marraskuussa poikivat hiehot saavuttavatkin ensimmäisellä tuotoskaudellaan korkeamman 305-päivän tuotoksen kuin kesä-heinäkuussa poikivat. Suurin syy tähän on todennäköisesti ympäristön korkeampi lämpötila ja huonompi syöntikyky tuotokauden ensimmäisinä kriittisinä kuukausina. (Van Eetvelde ym. 2020, 11521; Ray ym. 1992, 2976–2979.) Ensikoilla osa kapasiteetista kuluu vielä kasvuun ja elintoimintojen ylläpitoon tuotannon kustannuksella (Ray ym. 1992, 2979; Yang ym. 2013, 6866). Keväällä ja kesällä poikivat ovatkin herkempiä lämpöstressille juuri silloin, kun tuotantovaatimukset ja energiantarve ovat korkeimmillaan (Ray ym. 1992, 2979).

Hiehon iällä ensimmäisen poikimisen aikaan on merkitystä lypsykauden maitotuotokseen. Hiehon tavoiteltu poikimaikä on 24 kuukautta. (van Eetvelde ym. 2020, 11515.) Suomessa tuotosseurantatiloilla hiehon keskimääräinen poikimaikä on 25,4 kuukautta (Nokka 2021). Mikäli poikiminen tapahtuu hiehon ollessa 22–23 kuukautta, ovat vaikutukset tuotokseen ja maidon pitoisuuksiin lähinnä negatiivisia. Vanhempien hiehojen osalta yhteys ei ole niin selkeä, vaan tutkimustuloksissa on ristiriitaisuuksia. (van Eetvelde ym. 2020, 11515.) Suomessa 22–23 kuukauden iässä poikivat hiehot pääsevät kuitenkin erinomaisiin tuotoksiin ensimmäisellä tuotoskaudellaan (Nokka 2021).

Tuotosseurantatiloilla hiehot pääsevät parhaaseen maitotuotokseen poikiessaan 22–25 kuukauden ikäisenä. Nuorempana ja vanhempana poikineiden tuotokset jäävät huomattavasti alhaisemmiksi. (kuva 15; Nokka 2021.) Myös hiehon syntymäkuukaudella on havaittu olevan yhteyttä sen ensimmäisen lypsykauden maitotuotokseen. Tutkimustulokset osoittavat, että syntymäkuukautta enemmän maitotuotokseen vaikuttavat kuitenkin karjakohtaiset ruokinta- ja hoitometodit. (Van Eetvelde ym. 2020, 11515–11516.)



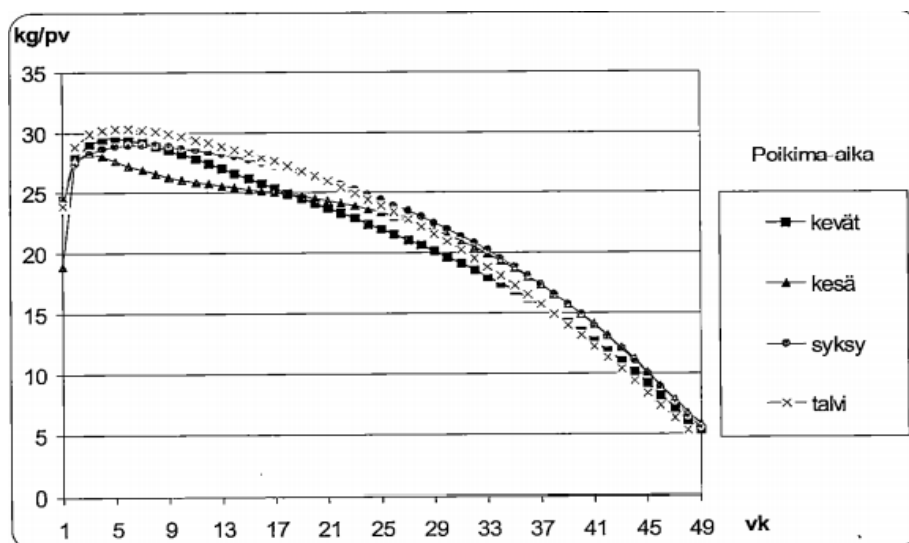
KUVA 15. Hiehojen maitotuotokset poikimaian mukaan (ProAgria 2021)

Keväällä ja kesällä myös hedelmällisyyden on todettu heikentyvän. Siemennysten määrä kasvaa, minkä seurauksena poikimaväli pitenee. Tutkimuksissa on havaittu, että siemennysten määrä saattaa nousta kuumassa ja kosteassa ilmanalassa yli kolmeen kertaan lehmää kohden, kun viileämpiä vuodenaikoina tiinehtymiseen riittää valtaosalla lehmistä yksi siemennys. Lyhin poikimaväli on 2–5 kertaa poikineilla ja pisin ensimmäisen ja kuudennen lypsykauden lehmillä. Lypsylehmien hedelmällisyys näyttäisi olevan hyvä neljänteen tuotoskauteen saakka ja alkavan sen jälkeen heikentyä etenkin kuudennen poikimakerran jälkeen. (Ray ym. 1992, 2979–2982.)

Hedelmällisyshäiriöiden on yleisesti todettu lisääntyvän vanhemmilla lehmillä, mutta Suomessa tuotosseurantatilojen tulosten mukaan myös ensikoiden suurin poiston syy on huono hedelmällisyys (Ray ym. 1992, 2980; Nokka 2021). Huonon hedelmällisyyden vuoksi ensikoita poistetaan noin 23 %, kun taas vanhempia lehmiä ainoastaan 16 %. Korkeaan poistoprosenttiin ensikoilla vaikuttaa niiden koko aikaisemman elämänkaaren onnistuminen vasikka-ajasta saakka. (Nokka 2021.) Tiinehtymisen viivästyminen saattaa johtaa siihen, että loppulypsykauden lehmiä on enemmän kesällä kuin muina vuodenaikoina (Ray ym. 1992, 2980).

Geneettisillä tekijöillä on oma merkityksensä lehmien maitotuotokseen sekä rasva- ja valkuaispitoisuuteen. Erilaiset genotyypit voivat vaikuttaa maitotuotoksen lisäksi esimerkiksi maidon rasvapiitoisuuden vaihteluihin eri vuodenaikoina. (Salfer ym. 2019, 745–748.) Naudan kasvuhormoni eli *bovine somatotrophin* (BST) säätelee lypsykäyrän muotoa. Kasvuhormoni määrittää sen, että suurimmat maitomäärät lypsetään poikimisesta seuraavien kuukausien aikana, jonka jälkeen tuotos lähtee alenemaan asteittain. (Hulsen ja Aerden 2014, 65.) Tutkimukset osoittavat, että ilmaston lämpeneminen voi ajan kuluessa muuttaa eläinten hormonaalisten järjestelmien tasapainoa vaikuttaen niiden kasvuun, hedelmällisyyteen, maidontuotantoon ja immuunijärjestelmiin (Yang ym. 2013, 6865).

Lypsykäyrät ovat jonkin verran erilaiset eri vuodenaikoina poikineilla lehmillä varsinkin lypsykauden alkuvaiheessa (kuva 16). Kesällä poikivien herumishuippu jää matalammaksi kuin talvella poikineiden lehmien. Loppulypsykaudesta eri vuodenaikoina poikivien lehmien tuotuskäyrät kuitenkin yhtyvät. Eri pituiset poikimavälit puolestaan muuttavat lypsykäyrien muotoa etenkin tuotoskauden loppupuolella. Talvella ja syksyllä poikivat lehmät kärsivät eniten poikimavälin pidentymisestä. Niiden tuotos voi laskea jopa 9 %. Keväällä ja kesällä poikivien lehmien tuotokseen poikimavälin pidentymisen tuotosvaikutukset ovat sen sijaan huomattavasti pienemmät. Keskimäärin niiden tuotos laskee 5 %. Lehmien perimästä ja ruokinnasta johtuvat yksilölliset erot saattavat kuitenkin olla suuria. (Heikkilä 1999.)



KUVA 16. Toisella lypsykaudella olevien eri vuodenaikoina poikineiden lehmien lypsykäyriä (Heikkilä 1999)

Lehmän sisäsyntyinen vuosirytmii kontrolloii maidontuotantoa. Prolaktiinin ja serotoniinin erittymiseen vaikuttavan melatoniinin määrä, vaihtelee valoisan ja hämärän jaksojen mukaan. (Salfer ym. 2019, 743–751.) Lehmien on todettu olevan passiivisempia syksyisin, mutta aktivoituvan selvästi kevään valoisaan aikaan kohden (Old 2014). Filosofian tohtori Helena Telkänrannan tutkimus osoittaa, että myös eläimillä on tunteita ja niiden aivojen fyysiset ja kemialliset reaktiot ovat pitkälti samankaltaisia kuin ihmisillä. Jos eläin toistuvasti saa huonoja kokemuksia, heikentävät ne sen elämänlaatua ja vähitellen myös vastustuskykyä. Eläinten välinen tunteiden voimakkuus ei kuitenkaan ole millään tavoin verrannollinen älykkyyden kanssa. Eläinten ei ole mahdollista kokea monimutkaisia tunteita,

eikä esimerkiksi miettiä asioiden syy- ja seuraussuhteita. Myös eläinlääketieteen dosentti Laura Hänninen korostaa, että ihmisten tulisi tuotantotapoja ja eläinten käsittelyä kehittäessään ymmärtää, että ollaan tekemisissä tuntevien yksilöiden kanssa. Tunnistaakseen eläimen tunteita, on kuitenkin ymmärrettävä eri eläinlajien käyttäytymisen erityispiirteitä. (Alakangas 2021, 49–50.)

## 4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Aikaisempien tutkimusten perusteella lehmien maitotuotos vaihtelee niin määrällisesti kuin laadullisesti kuukausittain. Maitomäärien on todettu vähenevän selkeästi kesäkuusta marraskuuhun saakka. Maitotilan tulojen ja menojen ennustettavuuden vuoksi olisi kuitenkin tärkeätä, että karjakohtaiset maitotuotokset pysyisivät mahdollisimman tasaisina ympäri vuoden. (Huhtamäki ja Taurén 2020, 6–9.)

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mistä syystä lehmien tuottamat maitomäärät ja somaattisten solujen pitoisuudet vaihtelevat kuukausittain. Tutkimus pyrkii selvittämään, onko rodulla, tuotoskaudella, lypsytavalla, ruokinnalla, sorkkaterveydellä ja maantieteellisellä sijainnilla merkitystä maitotuotoksen vaihteluihin eri vuodenaikoina. Lisäksi tarkastellaan poikimavuodenajan ja lämpötilan yhteyttä maitotuotoksiin.

Tutkimuskysymyksiin pyritään löytämään vastauksia ProAgrian tuotosseurantatiloilta vuosina 2017–2019 kerätyn Mtechin aineiston avulla. Sorkkaterveyden yhteyttä maidontuotantoon selvitetään sorkkahoitajien vuosina 2017–2019 SorkkaMobiliin tallentamien sorkkahoitotietojen avulla. Käytävissä olevien aineistojen avulla pyritään löytämään konkreettisia vastauksia siihen, miksi lypsylehmien tuottama maitomäärä vähenee aina syksyn tullen ja miten kuukausittaista vaihtelua voitaisiin estää.

Tutkimuksen tarkoituksena on löytää maitotiloille toimivia ratkaisuja maidontuotannon tasaamiseksi kuukausittain. Tutkimustulosten perusteella voidaan auttaa tiloja löytämään maidontuotannon pulonkaloja, jotka alentavat maitomääriä etenkin kesän ja syksyn aikana. Tutkimuksen tarkoituksena on auttaa tiloja pohtimaan kehittämiskäsitteitä ja toimintamalleja tuotannon ennustettavuuden sekä tulojen ja menojen tasaamisen helpottamiseksi.

### 4.1 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytetään kvantitatiivisen tutkimuksen menetelmiä, joiden avulla voidaan vastata lukumääriä ja prosenttiosuuksia käsitteleviin kysymyksiin. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa otoksen tulee olla riittävän suuri ja edustava ollakseen luotettava. Asioiden yhteyksiä kuvataan numeerisilla arvoilla ja selvitetään niiden välisiä riippuvuuksia sekä ilmiöissä tapahtuneita muutoksia. Kvantitatiivinen tutkimus kertoo nykytilanteesta, mutta ei varsinaisesti selvitä asioiden syitä. (Heikkilä 2014.)

Johtopäätösten ja pohdinnan tukena käytetään kuvailevan eli deskriptiivisen ja selittävän eli kausaalisen tutkimuksen menetelmiä. Deskriptiivisen tutkimuksen aineiston tulee olla laaja, koska tulosten tulee olla yleistettäviä, luotettavia ja tarkkoja. Kausaalisen tutkimuksen avulla voidaan tehdä erilaisia riippuvuuspäätelmiä ja selvittää asioiden syy- ja seuraussuhteita. (Heikkilä 2014.)

ProAgrian tuotosseurantatiloilta kerätyn aineiston sarakkeista saadaan selville ProAgria-keskus, rotu, poikimapäivä, poikimakerta, lypsykonetyyppi, mittalypsypäivät sekä niiden maitomäärät ja solupitoisuudet (kuva 17). SorkkaMobiliin sarakkeista käy puolestaan ilmi karjatunnus, rotu, sorkkahoitopäivä, hoidettu sorkka, sorkkahoitokoodi, sorkkasairauden vakavuusaste sekä sorkkakengän, sorkkasiirteen ja seurannan tarve (kuva 18). Sarake, jossa karjatunnus esiintyy, on leikattu pois kuvasta, ettei yksittäistä tilaa voida tunnistaa sen perusteella. Näiden eri muuttujien välisiä yhteyksiä vertaillaan

keskiarvoja ja keskihajontaa hyväksi käyttäen, jolloin tuloksia voidaan tulkita tilastollisilla ja numeraalisilla menetelmillä. Tutkimustulosten tulkintaa havainnollistetaan ja yksinkertaistetaan erilaisten graafien ja kuvioiden avulla. Vastauksia tutkimuskysymyksiin etsitään pohtimalla asioiden syy- ja seuraussuhteita sekä vertailemalla saatuja tutkimustuloksia aikaisempiin tutkimuksiin ja teoriatietoihin.

ProAgria keskus	Rotu	Poikimapäivä	Poikimakerta	Lypsykonetyyppi	TM1_Date	TM1_Yield	TM1_Cells
1	LSK	21.6.2017	13	tandemlypsyasema	4.7.2017	21	146
20	AY	5.8.2017	14	automaattilypsy	1.9.2017	39,82	79
12	AY	23.5.2017	14	putkilypsy	27.5.2017	24,6	
12	HOL	29.8.2017	13	putkilypsy	8.9.2017	26	244
12	AY	3.2.2017	13	putkilypsy	12.3.2017	25,5	
15	AY	4.11.2017	12	putkilypsy	26.11.2017	23,6	3346
18	LSK	2.2.2017	13	putkilypsy	8.2.2017	12	
11	AY	29.5.2017	11	automaattilypsy	12.6.2017	18,4	3298
11	HOL	12.5.2017	12	putkilypsy	16.5.2017	26,8	126
3	AY	14.10.2017	10	putkilypsy	23.10.2017	36,2	17
16	AY	7.10.2017	15	tandemlypsyasema	15.10.2017	11,2	191
12	AY	23.3.2017	13	putkilypsy	12.4.2017	37,8	35
19	AY	11.5.2017	13	putkilypsy	8.6.2017	18,8	
19	HOL	11.1.2017	13	kalaruotolypsyasema	25.1.2017	26,1	

KUVA 17. Ote ProAgrian tuotosseurantatiloilta kerätystä aineistosta (Mtech 2017)

BovineBreed	TreatDate	hoofident	healthcode	HoofTreatSeverity	HoofShoe	HoofBandage	HoofFollowUp
1	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	3	763	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	4	764	2	1	0	0
1	31.12.2019	4	766	1	1	0	0
1	31.12.2019	9	766	1	0	0	0
1	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	3	764	1	1	0	0
1	31.12.2019	4	763	NULL	1	0	0
1	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	3	765	NULL	0	1	0
3	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
3	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
1	31.12.2019	3	764	1	1	0	0
3	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0
3	31.12.2019	NULL	822	NULL	0	0	0

KUVA 18. Ote SorkkaMobiilin aineistosta (Faba 2019)

#### 4.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Tutkimus suunnitellaan niin huolellisesti, että tutkimuskysymyksiin saadaan tarkkoja vastauksia. Vastaukset eivät saa olla sattumanvaraisia. Mikäli tutkimus toistetaan, ovat vastaukset samanlaisia. Tehytjen kaavioiden tulee olla sellaisia, että niitä voidaan tulkita yksiselitteisesti väärinkäsityksiä välttämättä. Tutkimustulosten luotettavuutta arvioidaan koko tutkimuksen ajan kriittisesti ja raportoidaan niin selkeästi, ettei väärinkäsityksiä pääse syntymään. (Heikkilä 2014.)

Tutkimuksessa ei saa plagioida eli kopioida suoraan kenenkään aikaisemmin tekemiä aineistoja ja kirjoittamia tekstejä (Arene 2019). Hyvän tieteellisen tavan mukaan toisten tekemää työtä tulee kunnioittaa (Vilka 2007, 165). Koska tutkimuksessa käytetään toisten tekemiä ja omistamia aineistoja ja tuloksia, tulee niiden tekijät, lähteet ja alkuperä mainita hyvää tutkimustapaa noudattaen. Kaikki tutkimuksessa käytetyt alkuperäiset lähteet ilmoitetaan lähdeluettelossa ja niihin viitataan tekstissä sovitulla tavalla. Myös kuvien alkuperäiset julkaisijat ilmoitetaan. Plagiointi onkin yleensä



puutteellista tai epämääräistä viittaamista. Plagiointia käytetään luvattoman usein ja sen ehkäisemiseksi opinnäytetyöt tarkastetaan plagiointitunnistusjärjestelmässä ennen hyväksymistä. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 1998, 113.)

Koska opinnäytetyö on julkinen asiakirja, ei siihen saa sisällyttää salassa pidettäviä tietoja tai liike- ja ammattisalaisuuksia. Opinnäytetyö ei saa missään tekoprosessin vaiheessa loukata henkilötietojen suojaa tai mahdollisten yhteistyösopimusten ehtoja. Opinnäytetyö tallennetaan Theseus-julkaisuarkeen, jossa se on kaikkien vapaasti saatavissa. (Arene 2019.) Tutkimusaineisto on kerätty ProAgrian tuotosseurantatiloilta. Niihin kuuluu 72 % kaikista Suomen maitotiloista ja 80 % lypsy-lehmistä. Tuotosseurantatiloista yli 80 % ilmoittaa maitomäärät ja ottaa maitonäytteet säännöllisesti. (Nokka 2021.) Tutkimusaineisto sisältää valtaosan Suomen lypsykarjatiltoista, jotka toimivat tuotosseurannan ohjesäännön mukaisesti. Tietoa saadaan kattavasti eri kokoisilta maitotiloilta. Johtopäätökset tehdään saatujen tutkimustulosten perusteella.

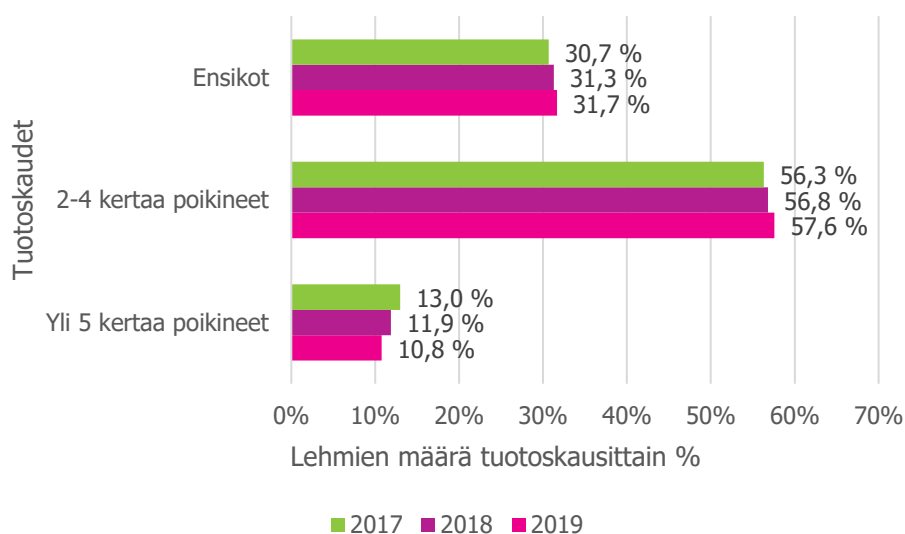
Koska aineistosta ei käy selville tilan omistajien eikä eläinten tunnistetietoja, tietoja pystytään käsittelemään anonyymisti. Aineistoa käsitellään kokonaisuutena, eikä aineistosta saatuja tietoja rajata siten, että merkittävä osa jäisi tutkimuksen ulkopuolelle. Tietoja analysoidaan puolueettomasti, eikä esimerkiksi pihattonavetoiden eduksi. Saatuja tietoja voidaan hyödyntää kaikilla maitotiloilla, jolloin tutkimustuloksista mahdollisesti saatava uusi tieto on kaikkien maitotilallisten käytössä.

## 5 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimuksessa selvitettiin ProAgrian tuotosseurantatiloilta kerätyn aineiston perusteella rodun, poikimakerran, lypsytavan ja maantieteellisen sijainnin yhteyttä lypsylehmien maitomääriin ja solupitoisuuksiin vuosina 2017–2019. Maantieteellisiä eroja tarkasteltiin eri puolilla Suomea sijaitsevien ProAgria Etelä-Suomen (1), Itä-Suomen (12), Etelä-Pohjanmaan (15) ja Lapin (20) välillä. Suluissa oleva numero on kunkin ProAgria-alueen tunnus. Tutkimuksessa selvitettiin myös lämpötilan vaikutuksia maidontuotantoon sekä yleisellä tasolla että alueittain. Lisäksi selvitettiin sorkkaterveyden ja maitotuotoksen yhteyttä eri vuodenaikoina Faban Sorkkamobiili-aineistoa hyödyntäen. Eri muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin kuukausi- ja vuositasolla sekä vuodenaikojittain. Tutkimustulokset esitetään pääasiassa keskiarvoja, keskihajontaa ja lukumääriä sekä erilaisia graafeja hyväksi käyttäen.

### 5.1 Poikimiset vuosittain ja kuukausittain

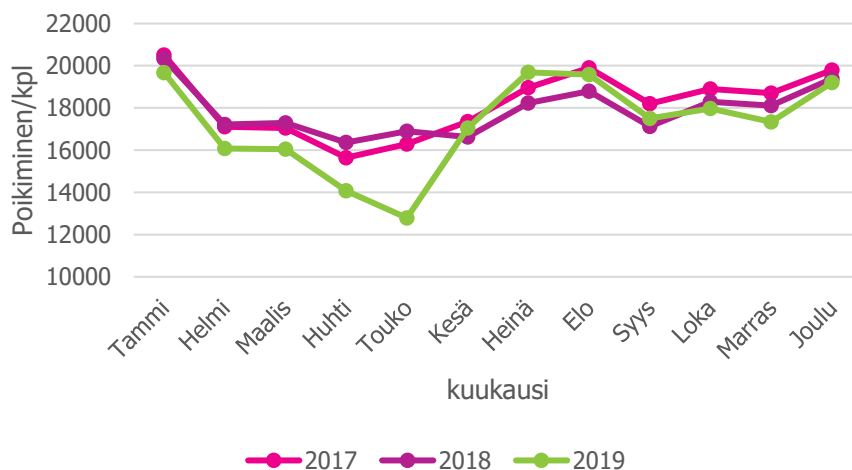
ProAgrian tuotosseurantatiloilla poiki vuosina 2017–2019 yli 200 000 lehmää vuosittain. Poikimisten määrä väheni hieman kolmen tarkasteltavan vuoden aikana. Ensikoita poikineiden määrästä oli keskimäärin kolmannes, 2–4 kertaa poikineita yli puolet ja yli 5 kertaa poikineita enää runsas kymmenesosa. (kuva 19). Ensikoiden ja 2–4 kertaa poikineiden määrä lisääntyi hieman, kun taas yli 5 kertaa poikineiden väheni vuodesta 2017 vuoteen 2019.



KUVA 19. Eri tuotoskausilla olevien lehmien osuudet prosentteina vuosina 2017–2019

Lehmiä poiki vuosittain eniten tammi-, elo- ja joulukuussa. Vuosina 2017 ja 2018 vaihtelut eri kuukausien välillä olivat hyvin samansuuntaisia. Vuonna 2019 lehmiä sitä vastoin poiki vuoden alusta toukokuuhun saakka huomattavasti edellisiä vuosia vähemmän. Huhti-toukokuussa poikimisia oli jopa 8 % vähemmän kuin samana ajankohtana vuosina 2017 ja 2018 (kuva 20). Meijeriin luovutetun maidon määrä oli vuonna 2019 poikkeuksellisen alhainen kesä- ja heinäkuun aikana (kuva 12; Luke s. a.). Vähäinen poikimisten määrä huhti-toukokuussa vaikutti todennäköisesti siihen, että korkean tuotoksen vaiheessa olevia lehmiä oli kesäkuukausien aikana tavallista vähemmän. Toukokuun jälkeen poikimisten määrä lisääntyi kuitenkin voimakkaasti heinäkuuhun saakka ja loppuvuoden aikana

lehmii poiki kuukausittain jo lähes saman verran kuin vuosina 2017 ja 2018. Myös meijerimaidon määrä palautui elokuussa edeltävien vuosien tasolle (Luke s. a.).



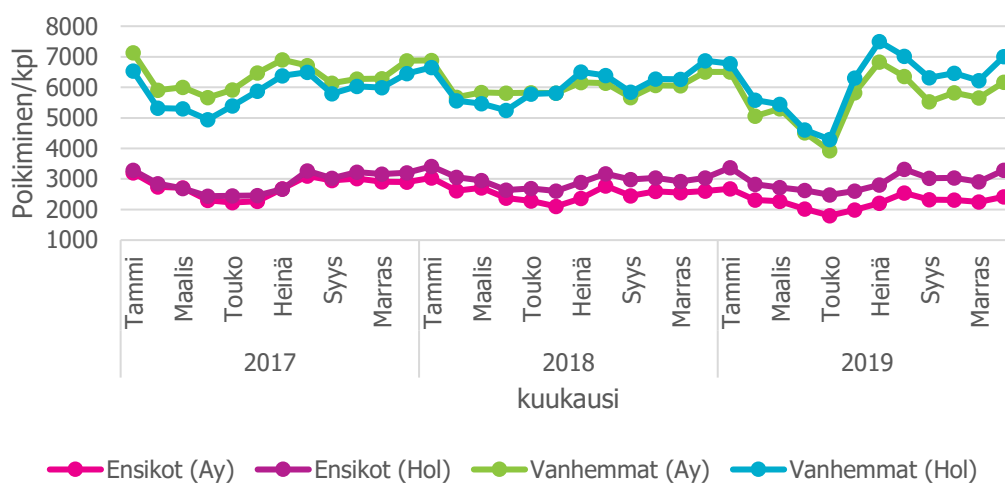
KUVA 20. Poikimiset kuukausittain vuosina 2017–2019

Syynä vuoden 2019 poikimisten vähenemiseen huhti-toukokuussa oli todennäköisesti edellisen kesän pitkä, kymmeniä päiviä kestänyt, hellejakso. Vuorokauden keskilämpötila pysytteli yhtäjaksoisesti heinä-elokuussa yli 20 °C useiden viikkojen ajan (Ilmatieteen laitos 2018). Vaikuttaisi siltä, että lehmät eivät joko tiinehtyneet hellejakson aikana tai niiden kiimat jäivät hyvin heikoiksi, eikä niitä huomattu. Myös mahdollisia varhaisluomisia saattoi olla normaalia enemmän. Tiinehtymisen viivästyminen pidensi todennäköisesti poikimaväliä ja siirsi useiden lehmien poikimisia parilla kuukaudella eteenpäin. Lämpöstressin raja-arvo on +20 °C (Holma 2020, 22–23). Kesällä 2018 kyseinen raja-arvo ylittyi kymmenien päivien ajan. Hedelmällisyyden on todettu heikentyvän kuumissa ja kosteissa ilmasto-olosuhteissa (Ray ym. 1992, 2979–2982). Tiinehtymiseen saatettiin vuoden 2018 helteisellä ajanjaksolla tarvita useampi kuin yksi siemennys.

Vanhemmat lehmät kärsivät aikaisempien tutkimusten perusteella hedelmällisyshäiriöistä herkemmin kuin ensikot (Ray ym. 1992, 2980). Tutkimustulosten perusteella voitiin päätellä, että poikimisten määrän vaihtelut kuukausittain johtuivat pääasiassa vanhempien lehmien poikimavälin pitenemisestä. Erityisen selvästi tämä voitiin havaita vuoden 2019 huhti-toukokuussa, jolloin vanhempia lehmii poiki rodusta riippumatta huomattavasti edellisiä vuosia vähemmän. Heinäkuussa ja vielä elokuussakin vanhempien lehmien poikimisia oli sitä vastoin tavanomaista enemmän. Viiveellä tiinehtyneiden lehmien poikimiset siirtyivät todennäköisesti noin kaksi kuukautta suunniteltua ajankohtaa myöhäisemmäksi. Poikimisten väheneminen useamman kerran poikineilla lehmillä voitiin havaita keväisin myös vuosina 2017–2018, mutta ero muihin vuodenaikoihin verrattuna ei ollut yhtä merkittävä kuin vuonna 2019 (kuva 21).

Ensikot poikivat rodusta riippumatta suhteellisen tasaisesti ympäri vuoden (kuva 21). Ensikoiden poikimisia oli vuosittain hieman enemmän tammikuussa ja elokuussa, jolloin myös vanhempia lehmii poiki paljon. Vähiten ensikoita poiki loppukevällä ja alkukesästä. Hieman yllättäen Suomessa poistetaan ensikoita hedelmällisyshäiriöiden vuoksi enemmän kuin vanhempia lehmii (Nokka

2021). Tutkimusaineiston perusteella ei kuitenkaan voitu tehdä johtopäätöksiä siitä, kuinka moni ensikko tiinehtyi ja jatkoi seuraavalle tuotoskaudelle.



KUVA 21. Poikimisten määrät eri kuukausina ensikoilla ja vanhemmilla lehmillä roduttain vuosina 2017–2019

Ayrshire-rodun väheneminen oli havaittavissa sekä ensikoiden että useamman kerran poikineiden määrissä tarkasteltavien vuosien aikana (kuva 20). Vuonna 2018 holstein-rotu syrjäytti ayrshiren valtarotuna (Nokka 2020). Vaikka holstein-rotu on valkuais- ja rasvapitoisuudeltaan sekä kestävyydeltään jonkin verran ayrshirea heikompi, on sen vuosittainen maitotuotos kuitenkin noin 1 000 kg parempi, myös energiakorjattuna (Nokka 2020; Taurén ym. 2021, 16–17). Holstein-rotuisten lehmien määrä ei ole kolmen vuoden aikana kuitenkaan lisääntynyt samassa suhteessa ayrshiren vähenemisen kanssa. Lypsylehmien kokonaismäärä oli pienempi vuonna 2019 (n=207 025) kuin kaksi vuotta aikaisemmin (n=218 385). Lypsylehmien kokonaismäärän väheneminen näkyi erityisen selvästi juuri ayrshire-rotuisten kohdalla. Vuonna 2017 ayrshire-rotuisia lehmiä poiki vielä enemmän kuin holstein-rotuisia, mutta kaksi vuotta myöhemmin niiden poikimisia oli jo noin 6 % vähemmän. Muiden rotujen poikimisia oli vuosittain tasaisesti muutamia tuhansia (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Erirotuisten lehmien poikimisten määrät vuosina 2017–2019

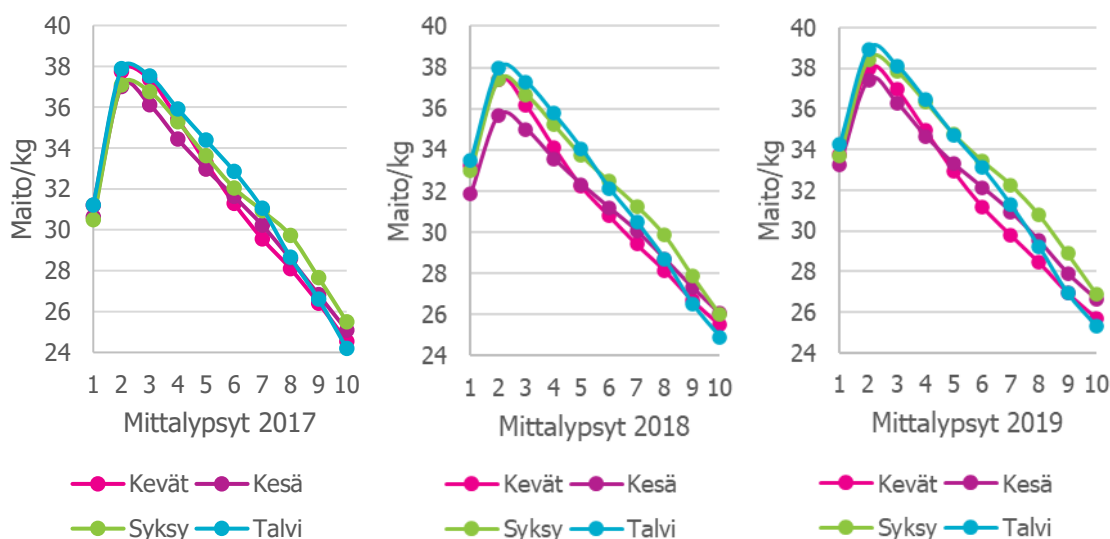
	2017	2018	2019
Ayrshire	109 342	102 897	94 599
Holstein	105 261	108 043	108 549
Muut rodut	3 782	3 807	3 877
Yhteensä	218 385	214 747	207 025

## 5.2 Lypsykäyrät eri vuosina

Lypsykäyrän muoto on lehmillä aina samanlainen, koska naudan kasvuhormoni (BST) määrittelee, että korkeimmat maitomäärät lypsetään muutaman kuukauden kuluessa poikimisesta (Hulsen ja Aerden 2014, 65). Etenkin lypsykauden alkuvaiheessa käyrät voivat kuitenkin poiketa toisistaan eri vuodenaikoina poikineiden kesken (Heikkilä 1999). Lypsykäyrät eri vuodenaikoina poikineiden leh-

mien kymmenen mittalypsyn (TM= *Test Milking*) keskiarvon perusteella vuosina 2017–2019 osoittivat, että eri vuosina ja vuodenaikoina poikineiden herumishuiput ja tuotoskäyrät poikkesivat selvästi toisistaan (kuva 22).

Keväällä, syksyllä ja talvella poikineiden havaittiin tutkimusaineiston perusteella heruvan nopeammin ja ne lypsivät toisen ja kolmannen mittalypsyn aikana enemmän kuin kesällä poikineet (kuva 22). Talvella poikineiden maitomäärät kuitenkin vähenivät hieman nopeammin loppulypsykaudella kuin syksyllä poikineiden. Lehmät, jotka poikivat keväällä, heruivat tarkasteltavan jakson aikana yhtä hyvin kuin talvella ja syksyllä poikineet, mutta niiden tuotokset vähenivät huomattavasti jo kolmannen mittalypsyn jälkeen. Syksyllä poikineiden tuotos oli loppulypsykaudella selvästi muina vuodenaikoina poikineita lehmä korkeampi. Syyspoikineet saavuttivatkin todennäköisesti hieman muina vuodenaikoina poikineita paremman vuosituotoksen. Aikaisemmin, kun laidunruokinta oli kesäisin vielä merkittävässä asemassa lypsylehmien ravinnonlähteenä, syyspoikineilla havaittiin loppulypsykaudesta varsin selkeä herumisjakso. Ruokinnan voimaperäisyys ja tarkempi suunnittelu on kuitenkin kaventanut eroa selkeästi. (Äijö 1998.)



KUVA 22. Lypsykäyrät vuonna 2017, 2018 ja 2019 eri vuodenaikoina poikineilla

Vuosina 2017 herumishuiput eri vuodenaikoina poikineiden välillä olivat lähes identtiset (kuva 22). Suuremmat erot tuotoksissa havaittiin vasta loppulypsykaudella. Vuosina 2018 ja 2019 eri vuodenaikoina poikineiden erot herumishuippujen välillä olivat selkeämmin havaittavissa. Vuonna 2018 kesällä poikineiden herumishuippu oli merkittävästi alhaisempi kuin lehmillä, jotka poikivat muina vuodenaikoina. Toisen mittalypsyn aikaan ero maitomäärissä oli kesällä poikineilla jopa 2 kg alhaisempi vuorokaudessa verrattuna vuosiin 2017 ja 2019. Voidaankin todeta, että kesällä poikineiden herumishuippu jäi alhaisemmaksi kuin muina vuodenaikoina poikineiden. Lisäksi keväällä ja kesällä poikineiden lehmien tuottama maitomäärä väheni nopeammin kolmannen mittalypsyn jälkeen kuin niillä, jotka poikivat talvella ja syksyllä.

Lypsykäyrän muotoon vaikuttavat vuodenajan lisäksi myös tuotantokausi, perimä ja ruokinta sekä poikimaväli. Poikimavälin pidentymisen on todettu aikaisempien tutkimusten mukaan vaikuttavan

etenkin talvella ja syksyllä poikineiden lehmien maitomääriin negatiivisesti. (Heikkilä 1999). Keväällä poikineiden herumishuippu ajoittuu kesään, jolloin korkeatuottoiset lehmät saattavat ehtyä korkeiden lämpötilojen aiheuttaman lämpöstressin vuoksi (Lambertz ym. 2014, 319).

Keskihajonta eri vuodenaikoina poikineiden herumishuipuissa vaihteli 0,45–0,99 välillä. Vuonna 2017 keskihajonta oli pienin ja vuonna 2018 suurin. Keskihajonnan erot osoittivat sen, että herumishuiput vuodenajoinnain vaihtelivat merkittävästi tarkasteltavien vuosien välillä. Syyn vuosittaisiin vaihteluihin voitiin arvella johtuvan sääolosuhteista, mutta myös esimerkiksi poikimavälin pidentyminen, eläinten terveys ja säilörehun laatu saattoivat vaikuttaa herumishuippujen eroihin.

### 5.3 Poikimisen ajankohdan vaikutukset maitomääriin ja solupitoisuuteen

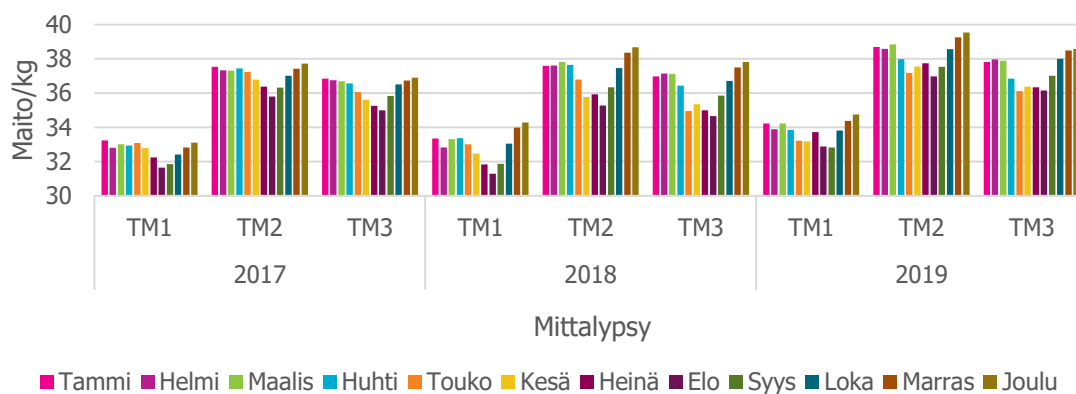
Poikimisen ajankohdalla on todettu olevan yhteys lehmän tuottamiin maitomääriin. Poikimakuukauden vaikutusta maitotuotokseen ja solupitoisuuteen tarkasteltiin tarkemmin kolmen ensimmäisen mittalypsytyn perusteella. Ensimmäisen mittalypsytyn maitomäärät jäivät vielä pieniksi, koska poikimisesta oli vähän aikaa ja herumisvaihe vasta alussa. Toinen ja kolmas mittalypsy puolestaan ajoittuivat herumishuippujen vaiheeseen, jolloin maitotuotos oli korkeimmillaan. Lypsykauden edetessä maitotuotos väheni asteittain, joten kolmannen mittalypsytyn jälkeen lehmän herumishuippu oli jo selvästi ohitettu.

Herumishuipun ja maitomäärien asteittaisen alenemisen loppulypsykautta kohden aiheuttaa naudan kasvuhormoni (BST), joka määrittelee myös lypsykäyrän muodon (Hulsen ja Aerden 2014, 65). Myös geneettiset tekijät asettavat maidontuotannolle omat rajansa (Salfer ym. 2019, 745–748).

Poikimisen jälkeen lehmä kärsii usein myös energiavajeesta, mikä pitkään jatkuessaan johtaa maitotuotoksen alenemiseen (Ala-Suutari ym. 2013, 91). Lehmän on todettu olevan herkimmillään kaikille muutoksille pian poikimisen jälkeen ja korkean tuotoksen vaiheessa (Hulsen ja Aerden 2014, 68). Tästä syystä poikimakuukauden vaikutusta päädyttiin tässä yhteydessä tarkastelemaan pelkäämään kolmen ensimmäisen mittalypsytyn tulosten perusteella.

Kun tarkasteltiin maitomäärien vaihtelua eri kuukausina poikineiden lehmien välillä kolmen ensimmäisen mittalypsytyn perusteella, voitiin havaita, että maitotuotos väheni tasaisesti loppukevällä ja kesällä poikineilla (kuva 23). Talvella ja syksyllä poikineet lehmät lypsivät huomattavasti paremmin kuin ne, jotka poikivat loppukevällä ja kesällä. Aikaisemmat tutkimukset osoittavatkin, että kesäkuussa poikivat saavuttavat enää vain noin 93 % maksimituotoksesta (Barash ym. 2001, 2314).

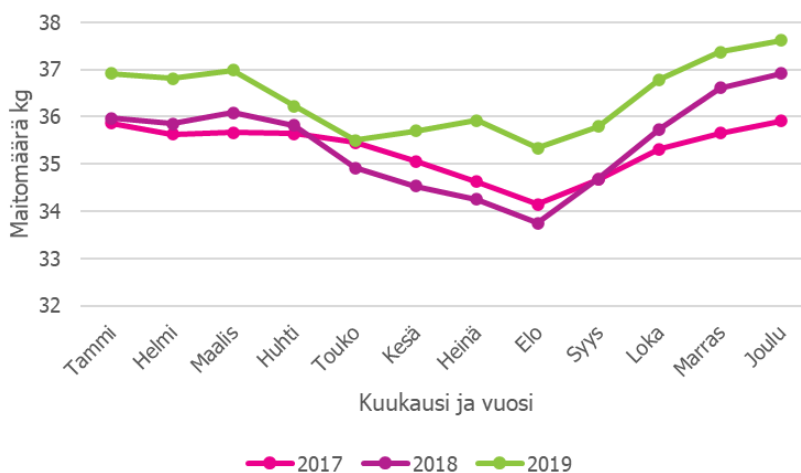
Vaikka lehmiä poiki elokuussa lähes yhtä paljon kuin joulukuussa, niiden tuottama maitomäärä jäi kolmen ensimmäisen mittalypsytyn perusteella kuitenkin selvästi alhaisemmaksi kuin muina kuukausina poikineiden. Myöhemmin syksyllä poikineiden lehmien tuotokset kohosivat jälleen tasaisesti. Elokuussa poikineiden tuottama maitomäärä ei kolmen ensimmäisen mittalypsytyn tulosten perusteella saavuttanut lähellekään niiden lehmien tuotostasoa, jotka poikivat myöhemmin syksyllä ja talvella (kuva 23). Kesällä ja alkusyksyllä poikineiden tuotoksen on myös aikaisemmissa tutkimuksissa todettu olevan pienempi verrattuna niihin lemmiin, jotka poikivat muina vuodenaikoina (Baul ym. 2014, 260).



KUVA 23. Maitotuotosten vaihtelut eri kuukausina poikineilla kolmen ensimmäisen mittalypsyn perusteella (TM1, TM2, TM3 = mittalypsyn järjestysnumero)

Kun tarkasteltiin kolmen ensimmäisen mittalypsyn keskiarvoa vuosittain ja kuukausittain, voitiin havaita, että vuosina 2017 ja 2018 maitomäärät pienenivät huhtikuun ja elokuun välillä poikineilla lehmillä lähes samassa syklissä (kuva 24). Vuonna 2018 keväällä ja kesällä poikineiden maitomäärä väheni kuitenkin edeltäviin vuosiin verrattuna hieman enemmän, mutta myöhemmin syksyllä poikineet heruivat jo edellistä vuotta selvästi paremmin. Vuonna 2018 toukokuu oli poikkeuksellisen lämmin ja heinä-elokuussa koettiin pitkä hellejakso (Ilmatieteen laitos 2018). Pitkän lämpimän jakson voidaan olettaa vaikuttaneen maitomäärien merkittävään vähenemiseen kesällä poikineiden lehmien osalta.

Vuosi 2019 poikkesi kahdesta edellisestä siinä, että tuotoksen väheneminen päättyi jo toukokuussa poikineilla ja maitomäärät jopa lisääntyivät lehmillä, jotka poikivat kesä-heinäkuussa (kuva 24). Lypsettyjen maitomäärien on aikaisempien tutkimusten mukaan yleisesti todettu olevan pohjoisella pallonpuoliskolla matalia kesäkuukausien aikana (Salfer ym. 2019, 750). Vuoden 2019 tutkimustulosten havainto olikin hieman poikkeuksellinen kahteen edeltävään vuoteen sekä aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna. Elokuussa poikineiden maitotuotos väheni oletetusti myös vuonna 2019 jonkin verran, mutta lehmillä, jotka poikivat syyskuussa ja sen jälkeen, maitomäärät kääntyivät jälleen selvästi parempaan suuntaan.



KUVA 24. Kolmen ensimmäisen mittalypsyn maitomäärien keskiarvot eri kuukausina poikineilla

Vuoden 2019 kolmen ensimmäisen mittalypsyyn perusteella tuotetut maitomäärät olivat toukokuussa poikineita lukuun ottamatta merkittävästi kahta edeltävää vuotta parempia. Kolmen ensimmäisen mittalypsyyn keskiarvo maitotuotoksessa oli yleisesti jopa 2 kg parempi kuin vuosina 2017 ja 2018 poikimakuukaudesta riippumatta (kuva 24). Maitomäärien vähenemiseen vuoden 2019 toukokuussa poikineilla, kuten myös lisääntymiseen kesä-heinäkuussa poikineilla, saattoi vaikuttaa edellisen kesän hellejaksosta johtuva poikimavälin pidentyminen kahdella kuukaudella. Poikimisen viivästyminen siirsi myös korkean tuotoksen vaihetta parilla kuukaudella eteenpäin. Loppulypsykaudella olevia lehmiä olikin todennäköisesti vuoden 2019 toukokuussa edellisiä vuosia enemmän. Vuoden 2019 toukokuussa poikimisia oli vähemmän ja vastaavasti heinäkuussa enemmän kuin edellisinä vuosina vastaavina ajankohtina (kuva 20).

Pitkän poikimavälin on todettu heikentävän seuraavan lypsykauden maitotuotosta, koska lehmä usein lihoo liian pitkän umpikauden aikana, eikä sen tuotanto käynnisty odotetulla tavalla. Lisäksi riski erilaisille poikimisen jälkeisille aineenvaihduntasairauksille kasvaa. (Hulsen ja Aerden 2014, 66). Poikimavälin pidentymisen 12 kuukaudesta 15 kuukauteen on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa olevan erityisen haitallista keskimääräistä matalatuottoisemmille, useita kertoja poikineille lehmille. Niiden tuotanto käynnistyy poikimisen jälkeen hitaasti ja vähenee nopeasti tuotoskauden edetessä. Ensikoiden ja korkeatuottoisten lehmien poikimavälin pidentyminen ei vaikuta seuraavan tuotoskauden maitomääriin yhtä voimakkaasti, koska kapasiteetti tuottaa maitoa riittää myös pitempään tuotantojaksoon. (Niozas ym. 2018, 822.) Tutkimustulokset olivatkin hieman ristiriitaiset vuoden 2019 osalta, koska muutokset maidontuotannossa olivat aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna päinvastaiset. Vaikka poikimavälin oletettiin pidentyneen edellisen vuoden hellejakson vuoksi, lehmät jaksoivat silti, toukokuussa poikineita lukuun ottamatta, lypsää merkittävästi kahta edeltävää vuotta paremmin. Voidaankin siis olettaa, että poikimaväli pidentyi juuri korkeatuottoisilla lehmillä, joiden maitotuotos säilyi korkeana pitemmästä lypsykaudesta huolimatta.

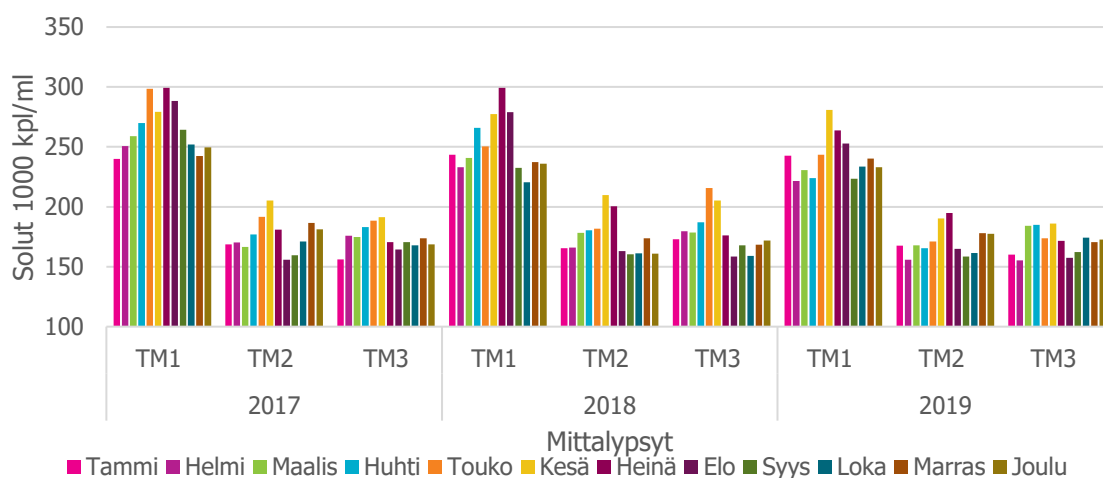
Tutkimustulokset osoittivat, että kesällä poikineet lehmät eivät yhdenkään tarkasteltavan vuoden aikana saavuttaneet samanlaisia herumishuippuja kuin lehmät, jotka poikivat muina vuodenaikoina. Kaikkein alhaisimmaksi herumishuippu jäi joka vuosi elokuussa poikineilla lehmillä. Sekä tuotosseurantatilojen mittalypsytietojen että meijereiden vastaanottaman maidon perusteella tuotokset ovat vuosittain alimmillaan loka–marraskuun aikana. Elokuussa poikineet lehmät ovat syksyllä korkean tuotoksen vaiheessa, joten niiden maitotuotos jää vuosittain alhaisemmaksi kuin lehmien, jotka poikivat esimerkiksi joulukuussa.

Lehmän utareiden terveydentilaa voidaan mitata somaattisten solujen lukumäärän perusteella. Kun solupitoisuus on alhainen, on lehmän utare terve. (Ala-Suutari ym. 2013, 137.) Kun tarkasteltiin maidon solupitoisuuden vaihtelua eri kuukausina poikineiden lehmien välillä kolmen ensimmäisen mittalypsyyn perusteella, voitiin havaita, että solut olivat yleisesti koholla ensimmäisessä mittalypsyssä. Solupitoisuuden ero ensimmäisen ja toisen mittalypsyyn välillä oli varsin suuri. Ensimmäisessä mittalypsyssä solupitoisuuden vaihtelut eri kuukausina poikineiden välillä näyttivät olevan myös suurimmat. Solupitoisuus väheni selvästi toisen ja kolmannen mittalypsyyn aikaan, jolloin myös erot eri kuukausina poikineiden välillä pienivät, mutta olivat edelleen hyvin selvästi havaittavissa (kuva 25). On tavallista, että maidon solupitoisuus on korkea heti poikimisen jälkeen, mutta noin parin vii-



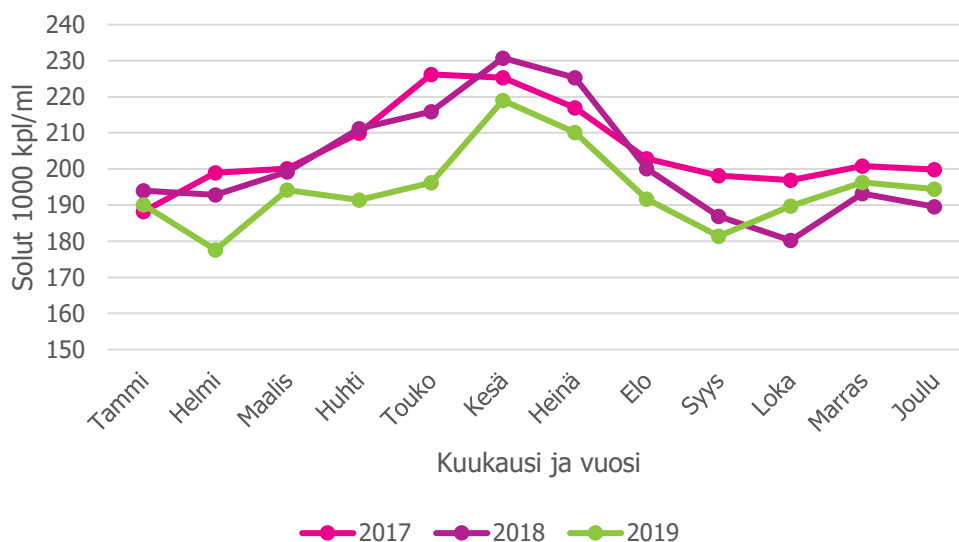
kon kuluessa poikimisesta somaattisten solujen määrä alkaa normaalisti vähentyä (Korhonen 1990, 8). Solupitoisuuden aleneminen ensimmäisen mittalypsyksen jälkeen voitiin todeta myös tarkasteltavien vuosien osalta.

Solupitoisuus oli korkeampi keväällä ja kesällä poikineilla lehmillä verrattuna talvella ja syksyllä poikineisiin (kuva 25). Korkeimmillaan solut olivat touko-heinäkuun välillä poikineilla lehmillä ja alimmillaan syksyllä, mutta vaihtelua oli jonkin verran niin mittalypsyksen kuin vuosienkin välillä. Aikaisempien tutkimusten mukaan utaretulehduksia esiintyy enemmän keväällä ja kesällä kuin muina vuodenaikoina (Guinn ym. 2018, 11781). Kesäisin myös meijereiden vastaanottaman maidon laatu heikkenee korkeiden solupitoisuuksien vuoksi (Maitohygienialiitto s. a.). Yhteys maitomäärien alenemisen ja solupitoisuuden lisääntymisen välillä oli selvästi havaittavissa. Lähes poikkeuksetta solupitoisuus oli korkeampi silloin, kun maitomäärät olivat alhaiset.



KUVA 25. Solupitoisuuden vaihtelut eri kuukausina poikineilla kolmen ensimmäisen mittalypsyksen perusteella (TM1, TM2, TM3 = mittalypsyksen järjestysnumero)

Somaattiset solut olivat vuosittain korkeimmat lehmillä, jotka poikivat kesä–heinäkuun aikana (kuva 26). Elokuussa poikineiden solupitoisuus oli jo kahteen edelliseen kuukauteen verrattuna selvästi alhaisempi, joten pienempi maitotuotos ei aukottomasti ollut yhteydessä solujen määrään. Elokuun jälkeen poikineilla solupitoisuus pysyikin suhteellisen matalana ollen alimmillaan niillä, jotka poikivat lokakuussa. Aikaisempien tutkimusten mukaan maidon somaattisten solujen pitoisuudet ovat korkeimmillaan elokuussa (Yang ym. 2013, 6865). E-luokan meijerimaitoa tuotetaan vähiten elosyyskuussa ja eniten vuodenvaihteessa (Maitohygienialiitto s. a.). Kesäkuukausia lukuun ottamatta solumäärien vaihtelut ovat kuukausitasolla melko pieniä. Edellä todetun mukaisesti kesällä poikineiden korkean tuotoksen vaihe ajoittuu alkusyksyyn, joten voidaankin olettaa, että utareterveysongelmia esiintyy enemmän niillä lehmillä, jotka poikivat kesäkuukausina.



KUVA 26. Kolmen ensimmäisen mittalypsyn solupitoisuuden keskiarvot eri vuodenaikoina poikineilla

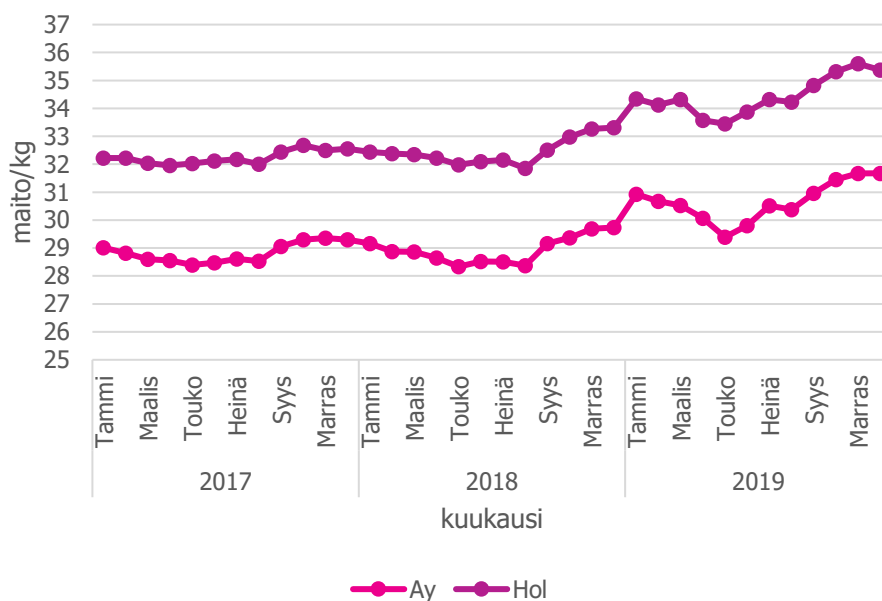
Vuonna 2018 kesä–heinäkuussa poikineiden solupitoisuuden lisääntymiseen saattoi vaikuttaa kesäkesän pitkä hellejakso toisin kuin edellisenä vuonna, jolloin kesä oli tavanomaista viileämpi. Vuonna 2017 solujen määrä oli korkeimmillaan toukokuussa poikineilla. Ilmatieteen laitoksen (2017) tilastojen mukaan toukokuu oli tuolloin normaalia kylmempi. Tukaluusindeksin ollessa korkea kuumuuden ja kosteuden vuoksi, lisääntyy myös somaattisten solujen määrä maidossa (Guinn ym. 2019, 1178). Viileä ja kostea sää saattaa myös heikentää lehmien immuunijärjestelmää ja vaikuttaa maidon solupitoisuuteen negatiivisesti (Arnott ym. 2016, 269). Vuonna 2019 maidon laatu oli selkeästi kahta aikaisempaa vuotta parempi syyskuuhun saakka. Vuoden kolmen viimeisen kuukauden aikana solupitoisuus kuitenkin tasoittui vastaamaan kahden edellisen vuoden keskiarvoja.

### 5.3.1 Rotu maitomääriin ja solupitoisuuteen vaikuttavana tekijänä

Rotujen välisiä eroja vertailtiin holstein- ja ayrshire-rotuisten lehmien välillä. Muiden rotujen osuus lypsylehmien kokonaismäärästä oli mitättömän pieni, joten niiden jättäminen pois vertailusta ei merkittävästi vaikuttanut tutkimuksen lopputuloksiin. Verrattaessa rotujen välisten lypsykäyrien muotoa, ei niissä havaittu merkittäviä eroja. Kesällä poikineiden herumishuippu jäi molemmilla roduilla alhaisemmaksi kuin niillä, joiden poikiminen ajoittui muihin vuodenaikoihin.

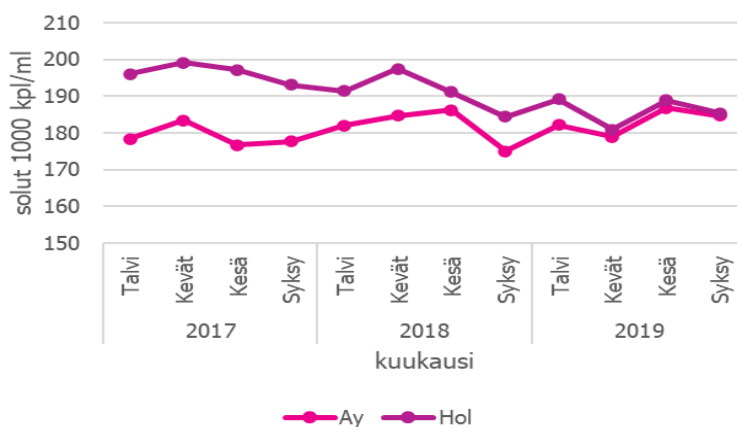
Holstein-rotuisten herumishuippu oli selvästi ayrshireä korkeampi, koska ne lypsivät lähes poikkeuksetta enemmän. Korkean tuotoksen vaiheessa holstein lypsi vuosina 2017–2019 jopa 3–4 kg ayrshirea enemmän. Ayrshire-rodulla keskipoikimakerta oli kuitenkin holsteinia korkeampi, kuten myös elossa olevien elinikäistuotos (ProAgria 2021, 24). Näiden tunnuslukujen perusteella ayrshirea voidaan pitää hieman kestävämpänä rotuna kuin holsteinia.

Eri kuukausina poikineiden ayrshiren ja holsteinin kymmenen mittalypsyn keskiarvoja verrattaessa voitiin havaita, että kuukausittaisten maitomäärien vaihtelut eivät johtuneet niinkään rodusta, vaan poikimakuukaudesta. Tuotuskäyrän muoto oli samanlainen ja rotujen välinen maitomääräero holsteinin hyväksi säilyi kuukaudesta ja vuodesta toiseen (kuva 27). Maitomäärien vuosittainen aleneminen elokuussa poikineilla voitiin havaita sekä ayrshirella että holsteinilla.



KUVA 27. Ayrshire- ja holstein-rotuisten eri kuukausina poikineiden lehmien maitotuotokset

Tarkasteltaessa rotujen välistä solupitoisuuden vaihtelua, havaittiin, että holstein-rotuisilla lehmillä maidon solupitoisuus oli vuodenaikasta riippumatta ayrshirea korkeampi (kuva 28). Holstein-rodun solupitoisuudet kuitenkin vähenivät vuoden 2019 aikana poikimavuodenaikasta riippumatta, kun taas ayrshirella solujen määrä pysyi suurin piirtein vakiona kahteen edeltävään vuoteen verrattuna. Vielä talvella poikineiden holstein-rotuisten lehmien solupitoisuus oli ayrshireä selvästi korkeampi, mutta huhtikuusta eteenpäin soluja mitattiin lähes saman verran molemmilla roduilla. Korkea solupitoisuus viittaa usein utaretulehdukseen. Aikaisempien tutkimusten mukaan utaretulehduksia esiintyy eniten keväällä ja holstein-rodun on todettu olevan herkempi olosuhdemuutoksille kuin ayrshiren (Penev ym. 2014; Valkonen, Tauren, Vahlsten ja Lohenoja 2021).



KUVA 28. Solupitoisuuden vaihtelut vuodenaikojen mukaan ayrshire- ja holstein-rotuisilla lehmillä

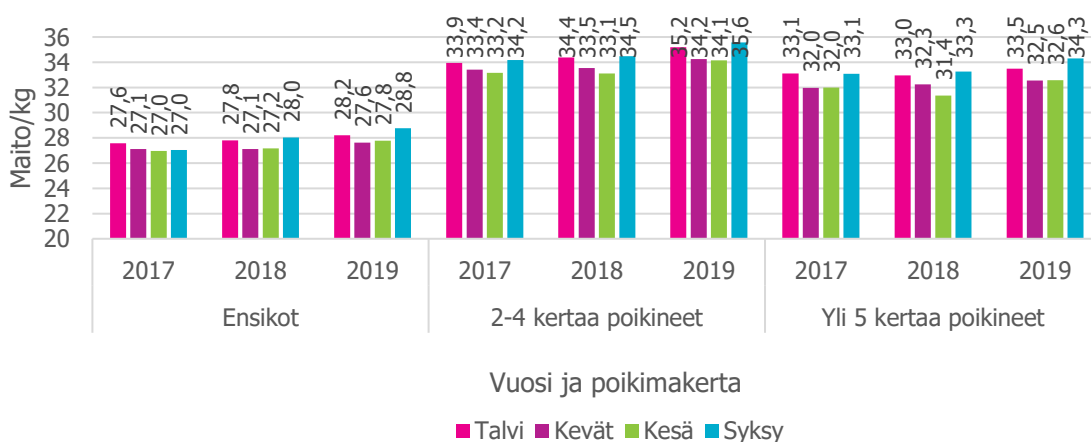
Vuosina 2017 ja 2018 solut olivat keväällä poikineilla suhteellisen korkeat molemmilla roduilla. Vuonna 2019 solupitoisuus puolestaan laski keväällä poikineilla lehmillä. Solupitoisuus jäi jopa alhaisemmaksi kuin niillä, jotka poikivat muina vuodenaikoina. Ilmatieteen laitoksen (2019) mukaan vuoden 2019 talvi oli leuto ja kevät poikkeuksellisen lämmin. Lehmien utareterveysten kannalta suotuisa lämpötila saattoikin vaikuttaa positiivisesti lypsylehmien utareterveysten.

### 5.3.2 Tuotoskauden vaikutukset maitomääriin ja solupitoisuuksiin

Tuotosseurantatiloilla lypsylehmien keskipoikimakerta vuonna 2017 oli 2,47. Keskipoikimakerrat lisääntyivät hieman tarkasteltavien vuosien aikana ja vuonna 2019 lehmät poikivat jo keskimäärin 2,57 kertaa. (ProAgria 2021, 25.) Eri tuotoskausien vaikutusta maitomääriin ja solupitoisuuksiin tarkasteltiin ensikoiden, 2–4 kertaa ja yli 5 kertaa poikineiden osalta. Maitomääriä tarkasteltiin kymmenen mittalypsyn perusteella. Tuotettu maitomäärä vaihteli suuresti riippuen siitä, millä tuotoskaudella lehmä oli. Ensikot lypsivät 10 % vähemmän kuin eniten maitoa tuottavat 2–4 kertaa poikineet lehmät. Yli 5 kertaa poikineet lehmät lypsivät paremmin kuin ensikot, mutta tuotos oli jo selvästi alhaisempi kuin 2–4 kertaa poikineilla.

Maitotuotos on yleensä alimmillaan ensimmäisellä ja korkeimmillaan neljännellä ja viidennellä tuotoskaudella, koska ensikot käyttävät vielä osan maidontuotantokapasiteetistaan kasvuun ja elintointojen ylläpitoon (Ray ym. 1992, 2976; Yang ym. 2013, 6866). Lehmien maitotuotos pysyy hyvin tasaisena kolmannelta viidennelle tuotoskauteen saakka. Sen jälkeen vuosituotos alenee vähitellen poikimakertojen lisääntyessä. (ProAgria 2021.) Samanlaiseen johtopäätökseen päädyttiin myös tarkasteltavien vuosien 2017–2019 osalta. Myös lehmien määrä väheni tasaisesti tuotoskaudelta toiselle siirryttäessä. Valtaosa lehmistä ei koskaan saavuta parhaita tuotosvuosiaan, vaan ne poistetaan keskimäärin viiden vuoden iässä. (Ala-Suutari 2013, 12; ProAgria 2021, 25.) Aineiston perusteella voitiin kuitenkin osoittaa, että myös yli 5 kertaa poikineet lehmät lypsivät vielä varsin korkeita maitomääriä ensikoihin verrattuna.

Poikimavuodenajan havaittiin vaikuttavan eri tuotoskausilla olevien lehmien maitomääriin eri tavoin (kuva 29). Ensikoiden tuottamiin maitomääriin poikimisen ajankohdalla ei ollut yhtä suurta merkitystä kuin vanhemmilla lehmillä. Syksyllä poikivilla hiehoilla on aikaisempien tutkimusten mukaan parempi ensimmäisen tuotoskauden 305-päivän tuotos kuin kesällä poikineilla. (van Eetvelde ym. 2020, 11521; Ray ym. 1992, 2976–2979). Vuonna 2017 ensikot lypsivät hyvin tasaisesti riippumatta siitä, minä vuodenaikana poikiminen tapahtui. Vuosina 2018 ja 2019 maitomäärät olivat jonkin verran korkeammat talvella ja syksyllä poikineilla ensikoilla.



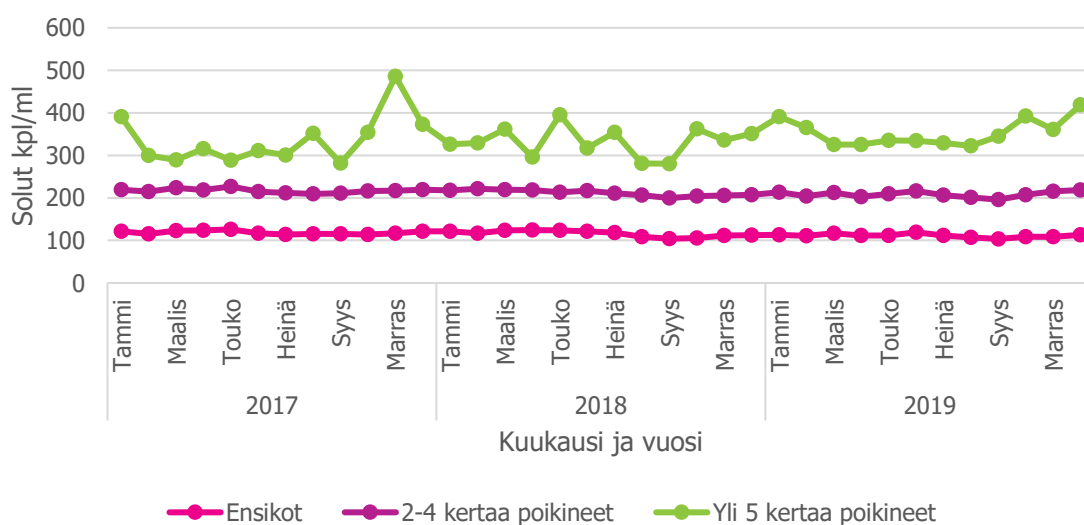
KUVA 29. Eri tuotoskausien maitomäärien vaihtelut vuodenajoin

2–4 kertaa ja yli 5 kertaa poikineiden osalta vuodenajoin ja poikimisen ajankohdalla oli selvästi suurempi yhteys kuin ensikoilla. Sekä 2–4 kertaa että yli 5 kertaa poikineiden maitomäärät olivat alhai-

semmat niillä, jotka poikivat keväällä tai kesällä. Erot kesällä poikineiden lehmien tuottamissa maitomäärissä saattoivat olla jopa 2 kg verrattuna niihin, jotka poikivat syksyllä. Keväällä ja kesällä poikineiden pienemmät maitotuotokset verrattuna talvella ja syksyllä poikineisiin olivatkin melko selvästi havaittavissa. Eniten maitomäärät vähenivät yli 5 kertaa poikineilla lehmillä, jotka poikivat kesällä (kuva 29).

Maidon somaattisten solujen määrää tarkasteltaessa voitiin havaita, että solujen määrä lisääntyi tuotoskausien mukana (kuva 30). Alhaisimmat solut olivat ensikoilla ja korkeimmat yli 5 kertaa poikineilla lehmillä. Ero ensikoiden ja yli 5 kertaa poikineiden solupitoisuuden välillä oli suurimmillaan yli 400 000 kpl/ml. Vanhempien lehmien, etenkin kolmannella ja neljännellä tuotoskaudella olevien, onkin todettu poikimisen jälkeen olevan herkempiä utaretulehduksille kuin ensimmäisen tai toisen kerran poikineiden (Penev ym. 2014, 234). 2–4 kertaa ja yli 5 kertaa poikineiden solupitoisuus oli poikimakuukaudesta riippumatta selvästi ensikoita korkeampi. Utaretulehdusten uskotaan johtuvan vanhempien lehmien nopeasta herumisesta poikimisen jälkeen sekä infektoitumisesta jo edellisen tuotoskauden tai umpikauden aikana (Liespuu 2020; Penev ym. 2014, 235–237). Umpeutus ja poikiminen ovat usein utareterveyden kannalta kriittisiä ajankohtia (Liespuu 2020).

Eri kuukausina poikineiden välillä vaihtelut solupitoisuuksissa olivat lähes olemattomia ensikoilla ja 2–4 kertaa poikineilla. Solut pysyttelivät niillä varsin tasaisina koko tarkastelujakson ajan. Sen sijaan yli 5 kertaa poikineiden solupitoisuuden vaihtelut olivat jo selvästi havaittavissa. Vaihtelut eri kuukausina poikineiden välillä olivat yli 5 kertaa poikineilla lehmillä melko suuret (kuva 30). Mitään selkeää kohdistumista tiettyinä kuukausina poikineisiin ei voitu tehdä, vaikka solupitoisuudet kohosivatkin yksittäisinä kuukausina melko korkeiksi. Yli 5 kertaa poikineiden lehmien lukumäärä oli selvästi pienempi kuin ensikoiden ja 2–4 kertaa poikineiden. Mukana olivat myös kaikkein vanhimmat lehmät, joten yksittäisen lehmän erittäin korkea solumäärä saattoi vaikuttaa tietyn kuukauden solupitoisuuden merkittävästi.



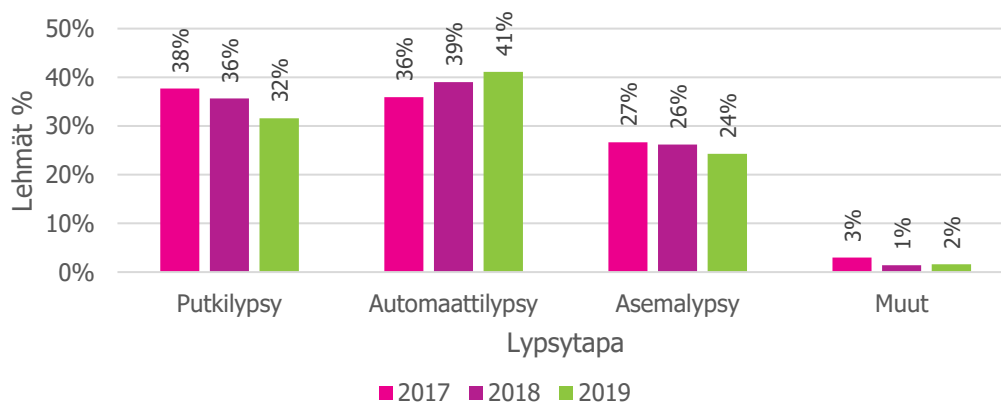
KUVA 30. Somaattisten solujen vaihtelut eri kuukausina poikineilla lehmillä tuotoskausittain

Yli 5 kertaa poikineilla solupitoisuus pysytteli varsin korkeana poikimisen ajankohdasta riippumatta. Utaretulehduksista jopa neljänneksen on todettu puhkeavan pian poikimisen jälkeen ja se voi esiin-

tyä myös piilevänä ilman kliinisiä oireita (Penev ym. 2014, 235–236; Liespuu 2020). Koska solupitoisuus yli 5 kertaa poikineilla lehmillä pysytteli noin 300 000 kpl/ml, voidaan piilevän utaretulehduksen mahdollisuutta pitää todennäköisenä. Meijerimaidon osalta somaattisten solujen E-luokan rajana pidetään 250 000 kpl/ml (Maitohygienialiitto s. a.). Huomioon on tosin otettava, että tutkimustulosten aritmeettinen keskiarvo ja meijerimaidon geometrinen keskiarvo eroavat toisistaan jonkin verran, joten erot saattavat olla todellisuudessa pienemmät.

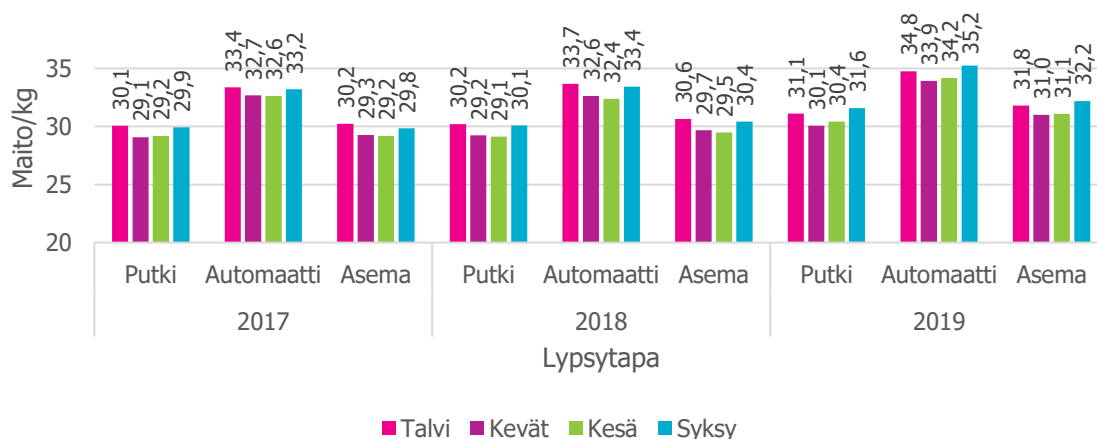
### 5.3.3 Tuotettu maitomäärä ja solupitoisuudet eri lypsytavoilla

Tutkimuksessa keskityttiin vertailemaan kolmen eri lypsytavan eli putki-, automaatti- ja asemalypsytavan vaikutusta tuotettuun maitomäärään eri vuodenaikoina poikineilla lehmillä. Vuonna 2017 putkilypsy oli vielä automaattilypsyä yleisempää, mutta vuonna 2019 lypsettiin lypsyrobotilla lehmäiä jo selvästi eniten. Lypsytavalla lypsettävien lehmien määrä ei ollut tarkasteltavien vuosien aikana vähentynyt yhtä voimakkaasti kuin putkilypsytavalla olevien. Muilla lypsytavoilla, kuten kannukoneella tai automaattilypsytavan ja lypsytavaman yhdistelmällä lypsettiin vain hyvin pieni osa lehmistä (kuva 31).



KUVA 31. Eri lypsytavoilla lypsettävien lehmien osuudet prosentteina

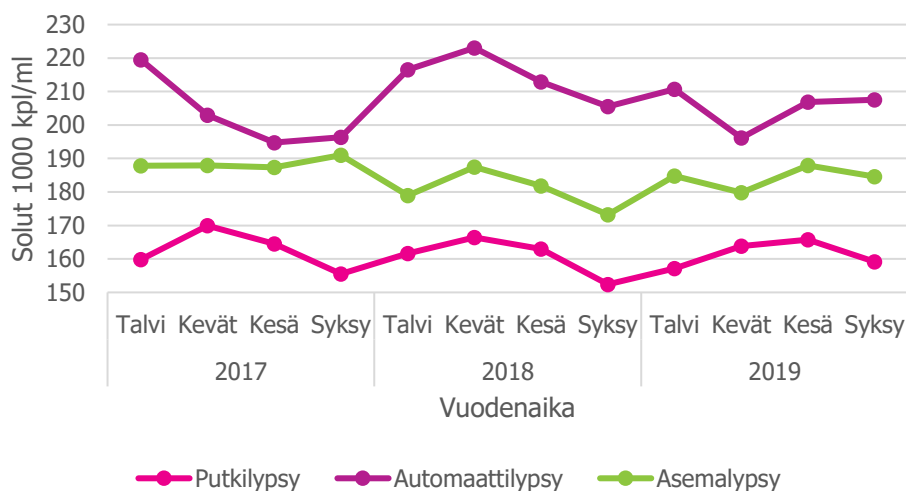
Kun verrattiin eri vuodenaikoina poikineiden lehmien tuotoksia, voitiin yleisesti havaita, että keväällä ja kesällä poikineet eivät lypsäneet yhtä korkeita maitomääriä kuin lehmät, joiden poikiminen ajoittui talveen tai syksyyn. (kuva 32). Putki- ja asemalypsytavalla lehmäkohtainen maitotuotos oli selvästi pienempi kuin automaattilypsytavalla. Putki- ja asemalypsy suoritetaan valtaosalla tiloista 2 kertaa vuorokaudessa, kun taas lypsyrobotilla lehmän toivotaan käyvän korkean tuotoksen vaiheessa lypsällä useammin. Lypsykertojen lisääntymisen on todettu lisäävän tuotettua maitomäärää. Tuotosero robottilojen ja ns. tavanomaisilla lypsytavoilla lypsävien tilojen välillä on noin 1 000 kg vuodessa. Lypsyrobottiloilla karjakoko on myös keskimäärin kolmanneksen suurempi kuin niillä tiloilla, joilla lypsy suoritetaan kahdesti päivässä. (ProAgraria 2021, 29.) Tutkimustulosten perusteella lypsytavalla ei ollut juurikaan merkitystä eri vuodenaikoina poikineiden maitomäärien vaihtelulle. Erot eri vuodenaikoina poikineiden välillä olivat hyvin samankaltaisia riippumatta siitä, millä menetelmällä lypsy suoritettiin.



KUVA 32. Eri vuodenaikoina poikineiden lehmien maitotuotosten erot putki-, automaatti- ja asema-lypsyssä

Valtaosa putkilypsytiloista on parsinavetoita, joissa lehmien tulee lakisäateisesti laiduntaa kesäisin (Finlex 2010). Laiduntaminen ei näyttäisi kuitenkaan merkittävästi vaikuttavan kesällä poikineiden lehmien tuottamiin maitomääriin. Marginaalinen maitomäärien lisääntyminen kesällä poikineiden lehmien osalta voitiin putkilypsytiloilla havaita vuosina 2017 ja 2019, mutta kokonaistuotoksen kannalta sillä ei juurikaan ollut merkitystä.

Maidon solupitoisuuksia tarkasteltaessa, voitiin havaita, että niiden erot lypsytavan mukaan olivat selvästi suuremmat kuin maitomäärien (kuva 33). Automaattilypsyssä somaattisten solujen määrä oli korkein ja putkilypsyssä alhaisin. Myös tilastojen mukaan lypsyrobotilla lypsetyn maidon solupitoisuus on korkeampi kuin putki- tai asemalypsytiloilla. Valtakunnallisesti meijerimaidon keskimääräinen solupitoisuus oli 132 000 kpl/ml vuonna 2020, kun automaattilypsytiloilla se oli 168 000 kpl/ml. Automaattilypsytilat ovat usein kooltaan melko suuria, joten niillä mitattu korkeampi solupitoisuus johtunee osin myös isommasta karjakoosta. (Maitohygienialiitto 2020.) Tutkimustuloksissa solupitoisuutta tarkasteltiin kuitenkin aritmeettisena keskiarvona, kun taas meijerimaidossa somaattisten solujen määrä ilmoitetaan yleensä geometrisena keskiarvona. Tarkasteltavien vuosien osalta solupitoisuus vaikutti olevan aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna korkeampi, mutta eron voitiin ainakin osaksi olettaa johtuvan keskiarvojen erilaisesta laskutavasta.



KUVA 33. Solupitoisuuden vaihtelut lypsytavan mukaan vuodenaikoittain

Vuodenaikaisvaihtelut maidon somaattisten solujen lukumäärissä erilaisilla lypsytavoilla olivat selvästi havaittavissa (kuva 33). Putkilypsyssä solupitoisuus vaihteli melko tasaisessa syklissä vuodesta toiseen ollen korkeimmillaan aina keväällä ja kesällä poikineilla. Asemalypsyssä solupitoisuudet vaihtelivat hieman enemmän vuodenaikojen mukaan, eikä samanlaista säännönmukaisuutta ollut enää havaittavissa. Kesällä poikineiden maidon solupitoisuus oli vuodesta toiseen korkea, mutta muiden vuodenaikojen osalta vaihtelu oli vuosikohtaista.

Automaattilypsyssä vaihtelut vuodenaikojen ja vuosien välillä olivat vielä merkittävämmät kuin muilla lypsytavoilla. Mielenkiintoinen havainto oli, että vuonna 2017 ja 2019 somaattisten solujen lukumäärä oli automaattilypsyssä korkein talvella poikineilla, kun se esimerkiksi putkilypsyssä oli samaan aikaan alhaisin. Suurin ero putki- ja asemalypsyyn verrattuna oli keväällä 2018 poikineilla, jolloin automaattilypsyssä olevien lehmien solupitoisuus oli merkittävästi muita lypsytapoja korkeampi. Meijerimaidon solut ovat tavallisesti korkeimmillaan kesällä ja talvella (Maitohygienialiitto 2020). Tietynlainen yhteneväisyys meijerimaidon ja tuotosseurantatilojen maidon solupitoisuuksien välillä oli havaittavissa, mutta täysin aukoton se ei kaikkien lypsytapojen kanssa ollut. Lypsytavalla ja poikimisvuodenajalla on tutkimustulosten mukaan merkittävä yhteys maidon somaattisten solujen määrään.

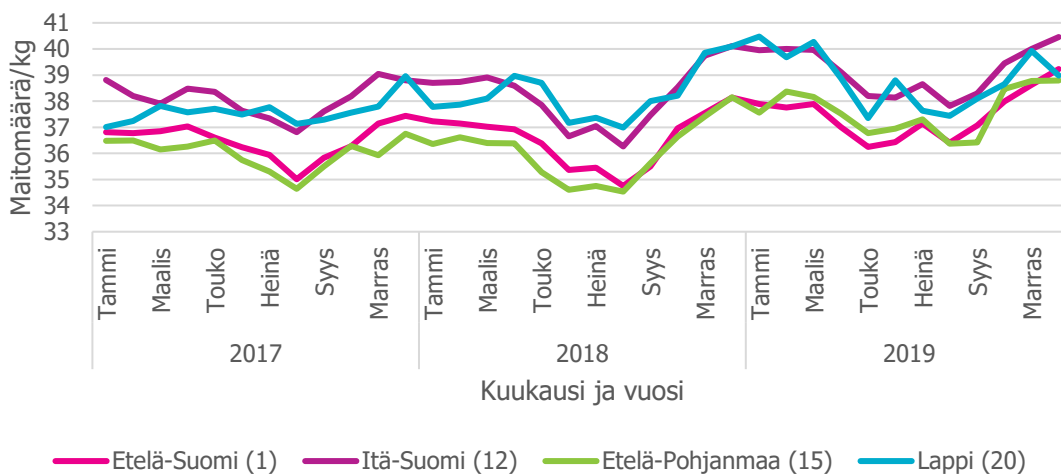
#### 5.4 Alueelliset erot maidontuotannossa

Suomi on maantieteellisesti ja ilmastollisesti varsin vaihteleva maa. Tarkempaa alueellista tarkastelua tehtiin ProAgria Etelä-Suomen (1), Itä-Suomen (12), Etelä-Pohjanmaan (15) ja Lapin (20) alueiden välillä, joilla oli tutkimusvuosien aikana lähes 50 % Suomen lypsylehmistä. Tarkasteltavat alueet sijaitsivat myös maantieteellisesti eri puolilla Suomea. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, onko maantieteellisellä sijainnilla vaikutusta lehmien tuottamiin maitomääriin.

Lehmien kolmen mittalypsyksen keskiarvojen perusteella maitotuotos oli selvästi parempi Itä-Suomen ja Lapin alueella verrattuna Etelä-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan alueisiin (kuva 34). Itä-Suomessa ja Lapissa lehmien vuosituotoksissa ei ollut tilastojen mukaan juurikaan eroja alueiden välillä (ProAgria 2021, 20). Lehmät lypsivät Itä-Suomessa ja Lapissa lähes poikkeuksetta kolmen ensimmäisen mittalypsyksen perusteella noin 2 kg enemmän poikimakuukaudesta riippumatta. Kuukausittaiset maitomäärät vaihtelivat tarkasteltavilla alueilla samassa syklissä kuin koko maassa eli olivat alimmillaan kesän

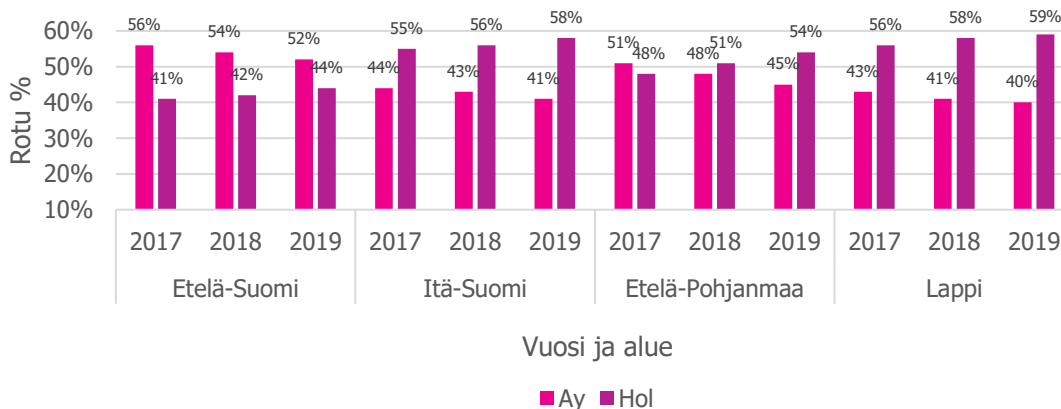


ja alkusyksyn aikana poikineilla. Korkeimpiin tuotoksiin ylsivät vuodenvaihteen molemmin puolin poikivat lehmät. Myös kolmen tarkasteltavan vuoden osalta maitomäärien vaihtelut olivat eri alueiden ja eri vuodenaikoina poikineiden välillä hyvin samansuuntaisia.



KUVA 34. Maantieteellisten alueiden erot tuotetuissa maitomäärissä eri kuukausina ja vuosina poikineiden lehmien välillä

Pohdittaessa syitä alueellisille eroille havaittiin, että Itä-Suomessa ja Lapissa holstein-rotuisia lehmiä oli reilusti yli puolet kaikista lypsylehmistä (kuva 35). Vastaavasti Etelä-Suomessa ayrshire-rotuisten osuus oli yli puolet, mutta määrä oli tosin vähentynyt kolmen tarkasteltavan vuoden aikana. Etelä-Pohjanmaalla näiden kahden rodun välillä ei ollut havaittavissa yhtä selkeitä eroja kuin muilla tarkasteltavilla alueilla. Vuosien 2017–2019 välisenä aikana myös Etelä-Pohjanmaan alueella holstein-rotu oli määrällisesti ohittanut ayrshiren. Kuten tutkimustuloksissa jo aiemmin todettiin, on ayrshiren tuotostaso hieman holsteinia heikompi, joten osa alueellisista eroista saattaisi johtua erilaisesta rotuja-kaumasta

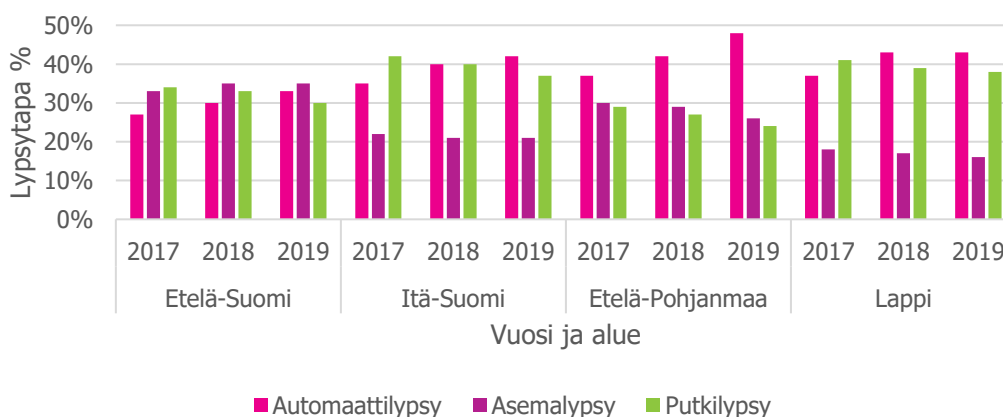


KUVA 35. Ayrshire- ja holstein-rotuisten lehmien prosentuaaliset osuudet eri alueilla

Etelä-Suomessa automaattilypsytiloja oli selvästi vähemmän kuin muilla tarkasteltavilla alueilla (kuva 36). Etelä-Suomessa eri lypsytavoilla lypsettiinkin varsin tasaisesti, mutta merkille pantavaa oli, että asemalypsy oli siellä selvästi yleisempää kuin esimerkiksi Itä-Suomessa ja Lapissa. Etelä-Pohjanmaalla automaattilypsy oli lisääntynyt melko voimakkaasti vuodesta 2017 vuoteen 2019, jolloin lypsyröbotilla lypsettiin jo lähes puolet alueen lehmistä. Itä-Suomessa ja Lapissa putkilypsy oli

vielä lähes yhtä yleistä automaattilypsyn kanssa, mutta lypsyasemalla lehmä lypsettiin vain noin viidennes.

Automaattilypsytiloilla lehmät käyvät lypsällä useammin kuin kahdesti päivässä, minkä on todettu lisäävän tuotettua maitomäärää (ProAgria 2021, 29). Automaattilypsytilojen määrän perusteella lehmien pitäisi siis lypsää eniten Etelä-Pohjanmaalla, mutta tuotostaso jäi siellä kuitenkin selvästi alhaisemmaksi kuin Itä-Suomessa ja Lapissa. Tältä osin tutkimustulokset ovat hieman ristiriidassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa lypsyrobotilla lypsetään suurempia maitomääriä kuin ns. perinteisillä lypsytavoilla (ProAgria 2021, 29). Sen sijaan Etelä-Suomessa tuotos on selvästi kaikkia muita alueita pienempi, joten asema- ja putkilypsyn yleisyys vaikuttaa mitä ilmeisimmin maitomääriä alentavasti, mikäli lypsy suoritetaan ainoastaan 2 kertaa päivässä.

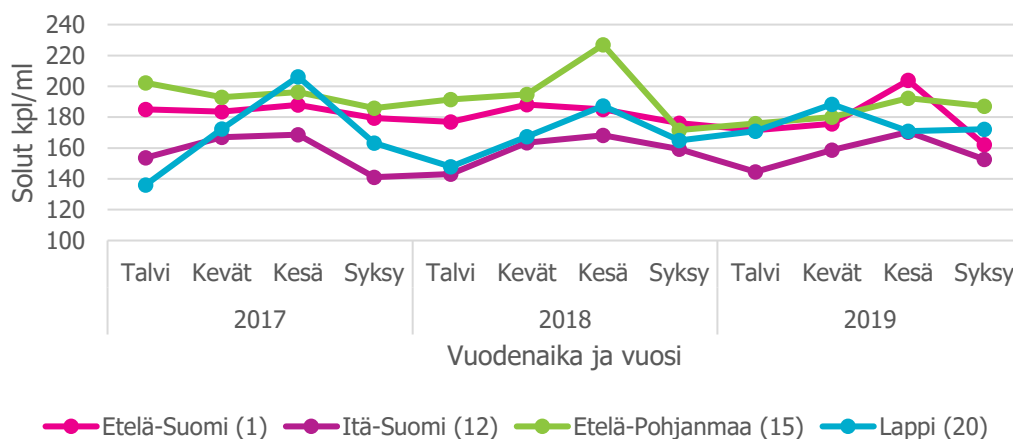


KUVA 36. Eri lypsytapojen prosentuaaliset osuudet eri alueilla

Eri tuotoskausilla olevien lehmien osuudet olivat tarkasteltavilla alueilla lähes samansuuruiset kuin valtakunnallisesti. Erot eri alueiden välillä olivatkin lähinnä marginaaliset. Eri tuotoskausilla olevien lehmien ei siis voida katsoa vaikuttavan tuotettuihin maitomääriin eri alueiden välillä.

Eri alueiden somaattisten solujen lukumäärää vertailtiin vuodenajoittain tarkasteltavien vuosien osalta (kuva 37). Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta tuotetun maidon solupitoisuudet olivat kaikilla alueilla korkeammat keväällä ja kesällä poikineilla kuin niillä lehmillä, joiden poikiminen ajoittui syksyyn tai talveen. Solupitoisuudet vaihtelivat siis eri vuodenaikojen välillä alueittain samansuuntaisesti kuin koko Suomessa.

Maidon solupitoisuus oli lähes poikkeuksetta alhaisin Itä-Suomessa ja korkein Etelä-Pohjanmaalla. Hellekesänä 2018 poikineiden solupitoisuus oli varsin korkea Etelä-Pohjanmaalla ja Lapissa, mutta vastaavasti Etelä-Suomessa somaattisten solujen lukumäärä väheni kevääseen verrattuna. Tasaisimpana maidon solupitoisuus pysytteli Etelä-Suomessa, jossa vaihtelua eri vuodenaikoina poikineiden välillä oli selvästi vähiten kesää 2019 lukuun ottamatta. Suurimmat solupitoisuuden vaihtelut eri vuodenaikojen välillä olivat Lapissa (kuva 38). Erityisen suuria eroja ei somaattisten solujen lukumäärissä kuitenkaan eri kuukausina poikineiden välillä ollut. Somaattisten solujen lukumäärät olivat tarkasteltavilla alueilla keskimäärin 140 000–200 000 kpl/ml.



KUVA 37. Solupitoisuuden vaihtelut eri alueiden välillä vuodenaikojen mukaan

Mielenkiintoinen havainto tarkasteltavien alueiden välillä oli yhteys maitomäärän ja solupitoisuuden välillä. Maidon solupitoisuus oli alhaisin Itä-Suomessa, jossa lehmät myös lypsivät eniten. Etelä-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla puolestaan lypsettiin tarkasteltavien alueiden alhaisimmat maitomäärät ja myös solupitoisuudet olivat selvästi korkeammat. Havainto oli hieman poikkeuksellinen siitä syystä, että Etelä-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla ayrshire-rotuisten lehmien määrä oli suhteessa suurempi kuin Itä-Suomessa ja Lapissa. Tältä osin tulos oli hieman ristiriitainen, koska aikaisempien tutkimusten mukaan ayrshire-rotuisilla lehmillä on parempi utareterveys ja alhaisempi maidon solupitoisuus kuin holsteinilla (Valkonen ym. 2021; ProAgria 2021, 23).

#### 5.4.1 Säilörehun laatuvariaatio ja niiden merkitys alueittain

Säilörehun laatu vaihtelee vuosittain. Vuosittaisen vaihtelun lisäksi säilörehun laatuvariaatio on havaittavissa myös eri alueiden välillä (taulukko 3). Tärkein syöntiin ja maitomääriin vaikuttava tekijä on säilörehun D-arvo, jonka tavoitearvo on 680–700 g/kg ka (Hyrkäs ym. 2012, 4). Optimaalisimpaan aikaan säilörehu tehtiin vuosittain Itä-Suomessa, jossa tavoitearvo saavutettiin lähes poikkeuksetta jokaisen tarkasteltavan vuoden aikana. Sen sijaan muilla alueilla D-arvon tavoitearvoa ei saavutettu yhdenkään tarkasteltavan vuoden aikana.

Kun säilörehun D-arvo nousee 10 g/kg ka parantaa se säilörehun syöntiä vuorokausitasolla noin 175 g ka, jolloin myös maitotuotos lisääntyy keskimäärin 0,4–0,5 kg päivässä (Viinikainen 2013, 5). Itä-Suomessa D-arvo oli tarkasteltavien vuosien aikana noin 10 g/kg ka parempi kuin muilla tarkasteltavilla alueilla. Korkeampi D-arvo saattoikin selittää Itä-Suomessa lypsävien lehmien parempaa maitotuotosta Etelä-Suomeen ja Etelä-Pohjanmaahan nähden. Lapissa päästiinkin kuitenkin lähes samoihin tuotoksiin kuin Itä-Suomessa, vaikka D-arvo oli lähes sama Etelä-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan kanssa. Alhaista D-arvoa voi jonkin verran korjata lisäämällä väkirehun määrää lehmien ruokinnassa (Sairanen ja Juutinen 2012, 12). Väki-rehun osuus lypsylehmän ruokinnasta oli Lapissa keskimäärin jopa yli 55 % kun se muilla alueilla oli noin 45 % (ProAgria 2021) Lapin korkeita maitotuotoksia selittääkin todennäköisesti suurempi teollisten rehujen syöttömäärä suhteessa säilörehuun.

Säilörehun tavoiteltava kuiva-aine on 36–40 %, mutta tavoitearvoihin vaikuttaa myös korjuutapa (Sairanen 2020, 31; Seilab s. a). Tuoreena tehdyssä rehussa kuiva-aineen tavoitearvo on matalin 220–250 g/kg ka ja pyöröpaalisäilörehussa korkein (350–450 g/kg ka) (Seilab s. a.). Aikaisemmat

tutkimukset osoittavat, että vielä yli 50 % kuiva-ainepitoisuudella säilörehun maidontuotantovaikutus voi olla hyvä, mikäli sen muut ravitsemukselliset arvot ovat kohdallaan (Heikkilä ym. 2008). Säilörehun korkein kuiva-aine oli vuosittain Etelä-Suomessa, mutta erot Itä-Suomeen ja Etelä-Pohjanmaahan jäivät kuitenkin melko pieniksi. Kuiva-aineen perusteella paras säilörehu tehtiin vuonna 2019, jolloin Lappia lukuun ottamatta tavoitearvot saavutettiin kaikilla tarkasteltavilla alueilla. Jotta säilörehusta saataisiin Lapissa hyvälaatuista, joudutaan ensimmäinen sato usein tekemään ennen kuiva-aineen optimaalista muodostumista (Uusitalo 2009, 48). Tästä syystä Lapissa päästään vain harvoin kuiva-aineen osalta tavoitearvoihin.

TAULUKKO 3. Säilörehun laatu tarkasteltavilla alueilla sekä ProAgria-alueiden keskiarvo vuosina 2017–2019 (Valio Artturi)

Vuosi	Säilörehun koostumus ja laatu	Etelä-Suomi (1)	Itä-Suomi (12)	Etelä-Pohjanmaa (15)	Lappi (20)	ProAgria-alueiden keskiarvo
2017	D-arvo	672	683	670	673	676
	Kuiva-aine	328	317	308	290	318
	Raaka-valkuainen	144	145	142	149	145
	Kuitu (NDF)	534	533	544	546	536
	Syönti-indeksi	106	106	104	103	106
2018	D-arvo	669	681	674	674	676
	Kuiva-aine	434	417	414	325	415
	Raakavalkuainen	142	142	137	150	143
	Kuitu (NDF)	524	515	520	527	516
	Syönti-indeksi	109	110	110	107	110
2019	D-arvo	670	679	668	665	674
	Kuiva-aine	400	380	364	292	369
	Raaka-valkuainen	145	145	145	144	146
	Kuitu (NDF)	534	535	544	560	537
	Syönti-indeksi	109	109	108	102	109

Syönti-indeksi kuvaa rehun koostumuksen vaikutusta lehmien suhteelliseen syöntipotentialiin. Syönti-indeksin tavoitearvot ovat 95–110. (Seilab s. a.) Säilörehun syönti-indeksi oli vuosittain alhaisin Lapissa. Muiden tarkasteltavien alueiden välillä erot olivat pienemmät. Itä-Suomessa syönti-indeksi vastasi vuosittain koko maan keskiarvoja. Yhden indeksipisteen nousu lisää säilörehun syöntiä 0,1 kuiva-ainekiloa päivässä (Viinikainen 2013, 3). Esimerkiksi vuonna 2019 Itä-Suomessa lehmät söivät päivittäin laskennallisesti 0,7 kuiva-ainekiloa enemmän säilörehua kuin Lapissa.

Kuten aikaisemmin todettiin, voidaan säilörehun laatua korjata tiettyyn rajaan asti väkirehua lisäämällä. Korkeisiin tuotoksiin ei huonosti sulavalla säilörehulla kuitenkaan päästä. (Sairanen ja Juutiainen 2012, 12.) Tarkasteltavien vuosien analyysitulosten keskiarvojen perusteella olivat säilörehut melko laadukkaita kaikilla alueilla. Säilörehun laatu ei todennäköisesti ole pääasiallisena syynä tarkasteltavien alueiden välisiin eroihin tuotetuissa maitomäärissä. Sen sijaan tilojen ja eri säilörehusa-

tojen väliset laatuero saattoivat olla hyvinkin suuria, jolloin vaikutukset maitomääriin vaihtelivat tila- ja kausikohtaisesti merkittävästi.

#### 5.4.2 Lämpötila maidontuotantoon ja solupitoisuuteen vaikuttavana tekijänä

Koska Suomen sääolosuhteet ovat varsin vaihtelevat eri vuodenaikojen välillä, voi lypsylehmä kärsiä pohjoisella pallonpuoliskolla sekä lämpö- että kylmästressistä (Hulsen 2009, 29–36; Arnott ym. 2016, 268–269). Lypsylehmän termisen neutraliteetin rajat ovat  $-5\text{ °C}$  ja  $+20\text{ °C}$ , jolloin se joutuu käyttämään energiaa joko ruumiinlämpönsä ylläpitämiseen tai viilentämiseen (Sirkkola ja Tauriainen 2010, 372–373). Lämpötilan vaikutusta lehmien tuottamiin maitomääriin tarkasteltiin sekä alueittain että valtakunnan tasolla.

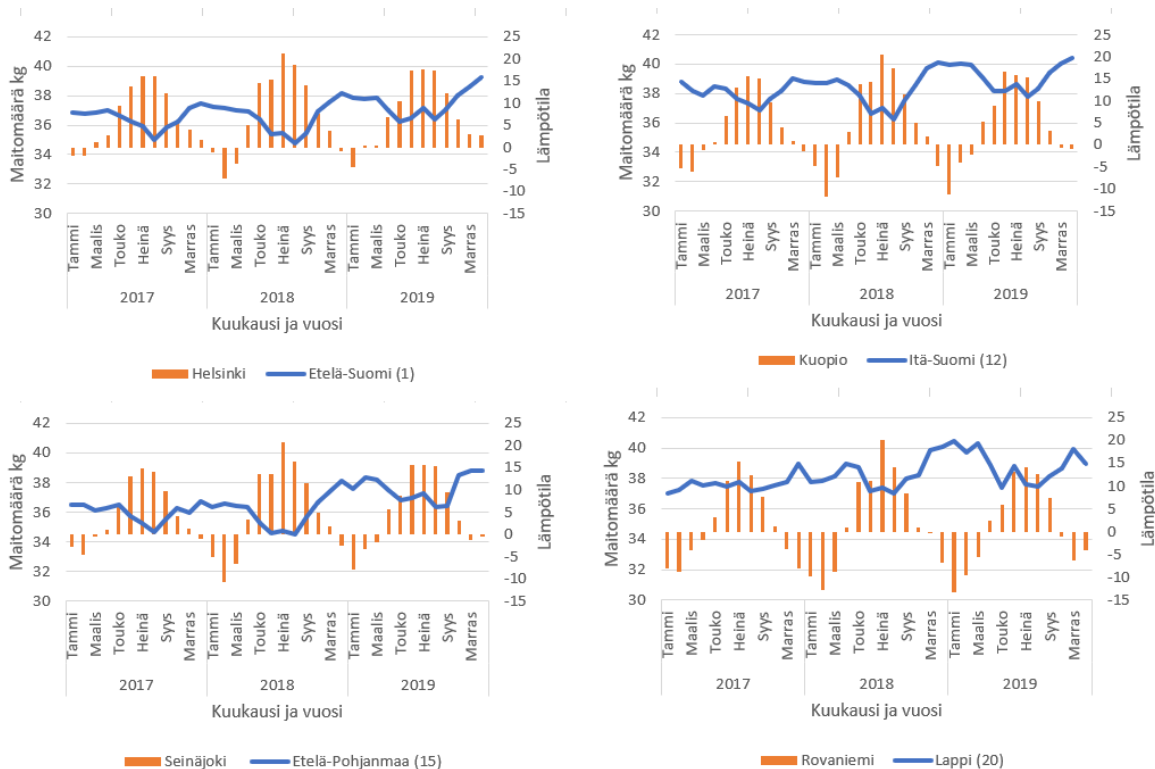
Vuonna 2017 talvi oli leuto, mutta kevät tavanomaista viileämpi. Kesällä hellepäiviä oli eniten Etelä-Savossa ja Pohjois-Pohjanmaalla, mutta maan keskiosissa ei lainkaan. Koko Suomessa kesä oli tavanomaista viileämpi. Syksy oli lämmin, mutta sateinen. (Ilmatieteen laitos 2017.) Vaikka hellepäiviä ei kesällä ollutkaan, väheni maitotuotos etenkin heinäkuussa poikineiden lehmien osalta Etelä-Suomen, Itä-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan alueilla (kuva 38). Lapissa tuotos sen sijaan pysyi varsin tasaisena koko vuoden ajan. Vuorokauden keskilämpötilat olivat eri osissa maata noin  $+15\text{ °C}$ , joten lypsylehmien ei olisi sen perusteella pitänyt kärsiä lämpöstressistä. Ulkolämpötilan kohotessa karjatilat kuitenkin lämpenevät usein nopeasti ja jäähtyvät hitaasti, joten sisätiloissa lämpöstressin rajana pidetty  $+20\text{ °C}$  saattaa ylittyä helposti (Lambertz ym. 2014, 323; Farmit 2015).

Lapissa maitomäärä väheni vuoden 2017 tammikuussa ja marraskuussa (kuva 38). Lapissa vuorokauden keskilämpötila oli alle  $-10\text{ °C}$ , kun se muualla maassa oli yli  $-5\text{ °C}$ . Yölämpötila laski Lapissa tammikuun alkupäivinä lähes  $-30\text{ °C}$ . (Ilmatieteen laitos 2017.) Tuotantorakennukset saattoivat pakkasjaksolla olla pohjoisessa niin viileitä, että lehmät kärsivät jonkinasteisesta kylmästressistä. Jos ilma karjatiloihin on kylmä ja kostea, voi kylmästressi vaikuttaa lehmien maitotuotokseen negatiivisesti (Alasuutari ym. 2013, 15).

Vuosi 2018 oli Suomessa tavanomaista lämpimämpi. Hellepäiviä oli eteläisessä Suomessa noin 40 ja Lapissakin 20. Talvi oli leuto ja toukokuu ennätyslämmin. Myös syksy oli lämpimämpi kuin yleensä. Maan länsiosissa vuosi oli normaalia vähäsateisempi. (Ilmatieteen laitos 2018.) Maitomäärien vaihtelut talven ja kesän välillä olivat selvästi suuremmat kuin edellisenä vuonna, ja tuotos pysyi alhaisena jopa neljän kuukauden ajan toukokuusta elokuuhun Lappia lukuun ottamatta. Vuorokauden keskilämpötila oli yli  $+20$  yhtäjaksoisesti jopa kahden kuukauden ajan (kuva 38). Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että hellejakson jatkuessa pitkään, alkaa lehmä kärsiä lämpöstressistä, jolloin sen tuottama maitomäärä saattaa laskea jopa 4–5 kg vuorokaudessa (Holma 2020; 22–23; Hulsen 2009, 45). Tarkasteltavien vuosien osalta tutkimustulokset osoittivat, että hellestressi vaikutti lypsylehmien tuottamiin maitomääriin negatiivisesti kaikilla tarkasteltavilla alueilla.

Vähiten hellejakso vaikutti maitomääriin Lapissa ja eniten Etelä-Pohjanmaalla. Lapissa toukokuu ja elokuu olivat jo selvästi muuta maata viileämpiä, joten lämpöstressin raja  $+20\text{ °C}$  ylittyi vuorokauden keskilämpötilan osalta siellä ainoastaan heinäkuussa. Etelä-Pohjanmaalla maitomäärien alenemiseen saattoi vaikuttaa pitkän hellejakson lisäksi myös vähäsateisuus ja kuivuus. Kuivuus heikentää etenkin laitumien sadontuottokykyä (Seuri, Hellstedt ja Lillunen 2011, 31). Etelä-Pohjanmaalla kui-

vuus vaikutti todennäköisesti myös korjatun säilörehun laatuun ja määrään. Hellejakson jälkeen maitotuotos lähti varsin voimakkaaseen nousuun koko maassa jo syyskuun aikana ja loppuvuodesta poikineet lehmät lypsivät selvästi edellistä vuotta korkeampia maitomääriä.



KUVA 38. Lämpötilan ja maitomäärien yhteys eri alueilla vuosina 2017–2019

Vuonna 2019 talvi oli maan etelä- ja keskiosissa tavanomaista leudompi, mutta Lapissa lähellä pitkän ajan keskiarvoja. Kevät oli normaalia lämpimämpi koko maassa. Kesä oli puolestaan maan länsiosissa lämpimämpi kuin tavallisesti, mutta maan itäosissa ja Lapissa lämpötiloissa jäätii keskiarvojen alapuolelle. Lapissa syksy oli tavanomaista kylmempi, mutta muissa osissa maata lämpötila oli lähellä pitkän ajan keskiarvoja. (Ilmatieteen laitos 2019.)

Lehmät lypsivät vuoden 2019 aikana koko maassa selvästi enemmän kuin kahtena edellisenä vuonna. Vaikka kesä oli maan länsiosissa tavanomaista lämpimämpi, eivät maitomäärät vähentyneet Etelä-Pohjanmaalla juurikaan muuta Suomea enemmän. Maitomäärä väheni kuitenkin tasaisesti kesäkuukausien aikana koko Suomen alueella. Lapissa joulukuussa poikineiden lehmien maitomäärät alenivat toisin kuin muilla tarkasteltavilla alueilla. Pienempi maitotuotos saattoi johtua muuta maata viileämmästä syksystä sekä kylmistä öistä. Etelä-Suomessa ja Itä-Suomessa syksyllä poikineiden tuotos lisääntyi selvästi, kun taas vastaavasti Etelä-Pohjanmaalla lokakuun ja joulukuun välillä poikineet lehmät lypsivät varsin tasaisesti.

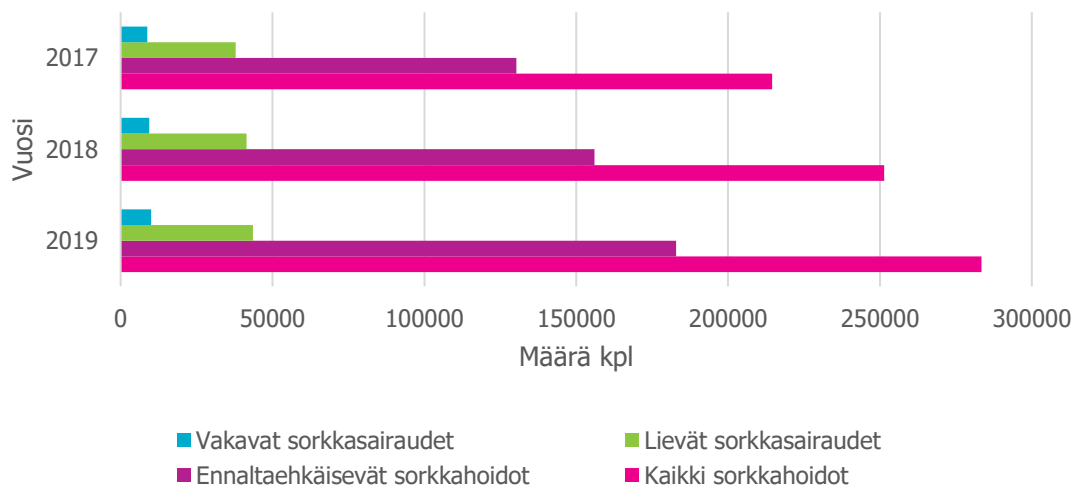
Lämpötilan ja maitomäärien yhteyttä tarkasteltaessa voidaan todeta, että lehmien maitotuotos vähenee vuosittain selvästi kesällä ja alkusyksystä poikineilla. Maantieteellisestä sijainnista riippumatta hellejakson pituus ja erot lämpötiloissa kuitenkin vaikuttivat siihen, miten suuri muutos maitomäärissä havaittiin eri vuodenaikoina poikineiden välillä. Hellejakson kesto vaikutti myös siihen, kuinka kauan maitomäärät pysyivät matalina. Lypsylehmien on todettu kärsivän lämpöstressistä, vaikka hel-

lejakso olisi vain lyhytkestoinen. Lämpöstressin raja-arvot ylittyvät usein sisätiloissa kesän lisäksi myös keväällä ja syksyllä. (Farmit 2015.)

Suurimmat muutokset maitomäärissä eri kuukausina poikineiden välillä havaittiin vuonna 2018, jolloin myös lämpötila pysytteli kesällä pitkään hellelukemissa. Vuoden 2017 aikana maitotuotos oli alhainen heinäkuussa poikineilla, mutta lähti lisääntymään jo niillä lehmillä, jotka poikivat elokuussa. Sen sijaan Lapissa eroa eri kuukausina poikineiden välillä ei vuonna 2017 juurikaan ollut, vaan maitotuotos pysyi varsin tasaisena poikimakuukaudesta riippumatta. Vuonna 2019 maitomäärät vähenivät selvästi kesällä poikineilla, mutta tuotos pysyi huomattavasti parempana koko vuoden ajan edellisiin vuosiin verrattuna kaikilla tarkasteltavilla alueilla.

## 5.5 Sorkkasairauksien esiintyvyys eri vuodenaikoina ja niiden vaikutukset maidontuotantoon

Sorkkaongelmien merkitys tuotantoa rajoittavana tekijänä on merkittävä. Sorkkahoitojen määrät lisääntyivät selvästi kolmen tarkasteltavan vuoden aikana (kuva 39). Sorkkahoitajat ovat ottaneet yhä enenevässä määrin käyttöön Sorkkamobiili-sovelluksen hoitojen rekisteröintiä varten. Sovelluksen käytön yleistymisen onkin todennäköisesti vaikuttanut osaltaan sorkkahoitojen lisääntyneeseen määrään tilastoissa. Sorkkahoidoista reilusti yli puolet oli ennaltaehkäisevää hoitoa ja viidennes lieviä sorkkasairauksia. Vakavia sorkkasairauksia oli noin viidesosa lieviin verrattuna. Kaikkien sorkkahoitojen osalta ei ollut rekisteröity tietoa sairauden vakavuusasteesta. Sekä lievien että vakavien sorkkasairauksien määrät näyttäisivät hieman lisääntyneen tarkasteltavalla kolmen vuoden ajanjaksolla.

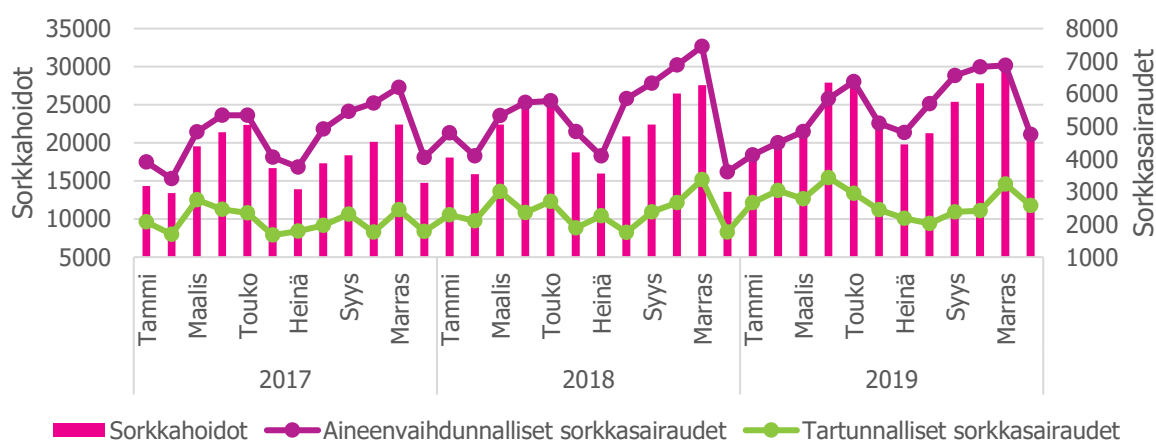


KUVA 39. Sorkkahoidot ja diagnosoidut sorkkasairaudet vuosina 2017–2019 (SorkkaMobiili)

Sorkkasairaudet voidaan jakaa aineenvaihdunnallisiin ja tartunnallisiin. Sorkkahoitojen yhteydessä aineenvaihdunnallisia sairauksia todetaan yli puolet enemmän kuin tartunnallisia sorkkasairauksia. Yleisimpiä aineenvaihdunnallisia sorkkasairauksia ovat vertymät anturassa (761), valkoviivan repeämä (763), anturahaavauma (764) sekä kaksoispohja (772). Tartunnallisia sairauksia ovat puolestaan kantasyöpymä (766), sorkka-alueen ihotulehdus eli *Digital Dermatitis*, DD (767, 777), sorkkavälin ihotulehdus (765) ja sorkkavälin liikakasvu (775). Sorkka-alueen ihotulehdus eli DD voidaan lisäksi jakaa akuuttiin ja krooniseen muotoon. Tutkimustuloksissa näitä kahta eri muotoa ei kuitenkaan

käsitellä erikseen. Suluissa olevat numerot ovat sorkkahoitajien käyttämiä numerokoodeja eri sorkkasairauksista.

Aineenvaihdunnallisia sorkkasairauksia todettiin eniten syksyllä, etenkin syyskuun ja marraskuun välisenä aikana (kuva 40). Marraskuussa voitiin aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien määrässä havaita melko selkeä lisääntyminen vuosittain. Marraskuussa sorkkasairauksia esiintyi jopa kolmannes enemmän kuin joulukuussa. Sen sijaan kesällä ja alkutalvella aineenvaihdunnallisia sorkkasairauksia esiintyi selvästi vähemmän. Aikaisempien tutkimusten mukaan sorkkasairauksille altistavia tekijöitä esiintyy enemmän kesäisin (Sanders ym. 2009, 3165). Tutkimustulokset ovat yhteneväisiä aikaisemmin tehtyjen tutkimusten kanssa. Lehmän lievää ontumista ei useinkaan havaita heti, vaan kipua ja tulehdus pahenevat vähitellen (Hokkanen 2021, 28–29). Koska sorkkasairaudet etenevät osin huomaamattomasti, kesällä alkaneet ongelmat konkretisoituvat vasta syksyllä.

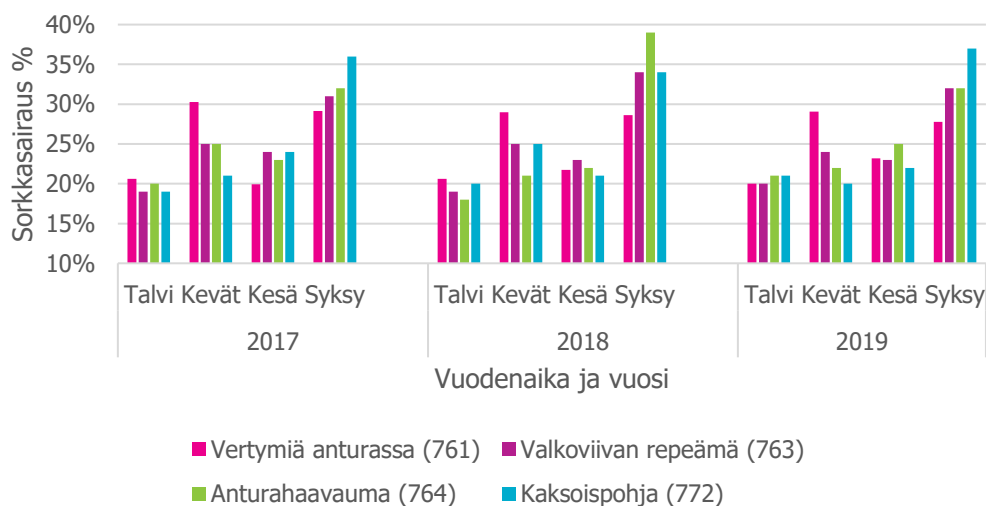


KUVA 40. Toteutuneet sorkkahoidot sekä aineenvaihdunnallisten ja tartunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys kuukausittain vuosina 2017–2019

Hoidettujen sorkkien määrä oli talvella ja kesällä alhaisempi verrattuna kevääseen ja syksyyn, mikä otettiin huomioon sairauksien esiintyvyyttä määriteltäessä. Vähiten sorkkia hoidettiin helmikuussa, heinäkuussa ja joulukuussa. Sama eläin oli myös voitu hoitaa monta kertaa vuoden aikana, tai sairaus oli saattanut löytyä useammasta kuin yhdestä sorkasta. Kun suhteutettiin aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyyttä sorkkahoidojen määrään, voitiin kuitenkin edelleen todeta, että löydökset lisääntyivät syksyisin. Tartunnallisten sorkkasairauksien määrässä ei ollut havaittavissa yhtä selkeitä vaihteluita eri kuukausien välillä. Jonkin verran enemmän diagnosoituja tartunnallisia sorkkasairauksia ilmeni kuitenkin sekä keväällä että syksyllä.

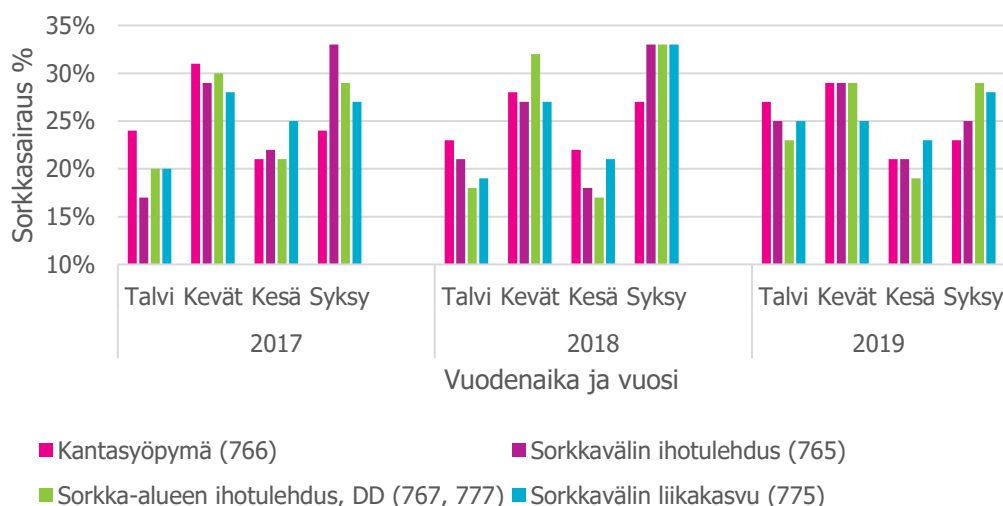
Aineenvaihdunnallisista sorkkasairauksista eniten diagnosoitiin vertymiä anturassa, valkoviivan repeämiä, anturahaavaumia ja kaksoispohjia. Kun tarkasteltiin näiden sairauksien esiintyvyyttä erikseen vuodenajoin, voitiin havaita, että niitä esiintyi eniten syksyllä (kuva 41). Vuositasolla voitiin havaita, että esimerkiksi anturahaavaumaa todettiin syksyllä enemmän kuin talvella. Myös valkoviivan repeämät ja kaksoispohja olivat syksyllä talveä yleisempiä. Kokonaisuutta tarkasteltaessa näiden aineenvaihdunnallisten sairauksien esiintyvyys oli kohtuullisen tasaista talven, kevään ja kesän aikana, mutta syksyllä määrät lisääntyivät merkittävästi. Poikkeuksen muodostivat ainoastaan vertymät anturassa, joita diagnosoitiin jopa hieman enemmän keväällä kuin syksyllä.





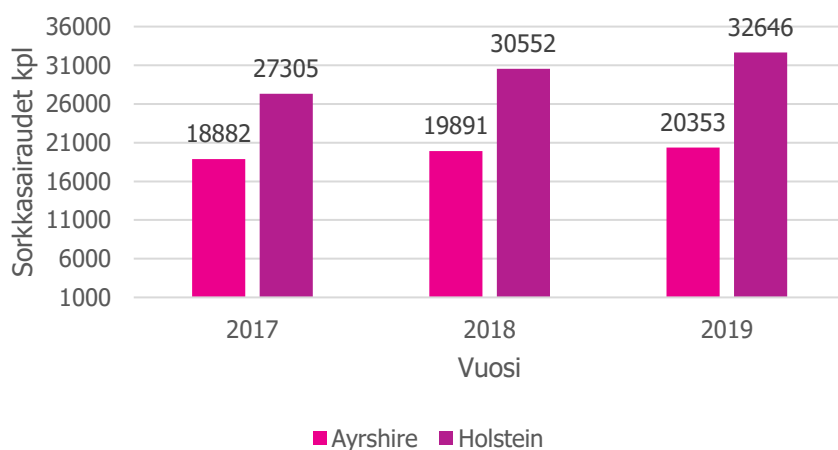
KUVA 41. Aineenvaihdunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys vuodenaikoittain vuosina 2017–2019

Tartunnallisista sorkkasairauksista yleisin oli kantasyöpymä. Sen osuus tartunnallisista sorkkasairauksista oli yli puolet. Sorkka-alueen (DD) ja sorkkavälin ihotulehdusten sekä sorkkavälin liikakasvun määrät vaihtelivat vuosittain. Kun tarkasteltiin yksittäisten tartunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyyttä vuodenaikoittain, voitiin todeta, että niitä diagnosoitiin eniten keväällä ja syksyllä (kuva 42). Kantasyöpymä vaikuttaisi olevan jonkin verran yleisempää keväisin verrattuna syksyyn. Sorkkavälin ihotulehdusta diagnosoitiin vuosina 2017 ja 2018 jonkin verran enemmän syksyllä, mutta vuonna 2019 sen esiintyvyys oli yleisempää keväisin. Sorkka-alueen ihotulehdus (DD) vaikuttaisi olevan yhtä yleistä sekä keväällä että syksyllä.



KUVA 42. Tartunnallisten sorkkasairauksien esiintyvyys vuodenaikoittain vuosina 2017–2019

Kun verrattiin sorkkasairauksien esiintyvyyttä roduittain, havaittiin, että niitä esiintyi selvästi enemmän holstein-rotuisilla verrattuna ayrshire-rotuisiin (kuva 43). Holstein-rotuisten on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa olevan alttiimpia sorkkasairauksille kuin ayrshiren (Häggman ja Juga 2012). Niin aineenvaihdunnallisista kuin tartunnallisistakin sorkkasairauksista diagnosoitiin noin kolmannes enemmän holstein-rotuisilla. Rotujen väliset erot pysyivät suurin piirtein samoina vuodesta toiseen. Aineenvaihdunnalliset sorkkasairaudet olivat molemmilla roduilla yleisempiä kuin tartunnalliset.



KUVA 43. Sorkkasairauksien esiintyvyys roduittain vuosina 2017–2019

Sorkkasairauksien lisääntyminen syksyä kohden vaikutti todennäköisesti ainakin jossakin määrin maitotuotoksiin. Koska valtaosa sorkkasairauksista diagnosoitiin vasta marraskuussa, pahenivat oireet luultavasti syksyn aikana asteittain. Kesällä alkanut lievä ontuminen oli saattanut syksyyn mennessä muuttua jo selvästi havaittavaksi ja kivuliaaksi. Sorkkasairauden aiheuttama kipu vaikuttaa negatiivisesti tuotettuihin maitomääriin. Yhtenä syynä syksyn vähentyneisiin maitomääriin saattoivatkin olla sorkkasairauksien aiheuttamat kiputilat. Laidunkauden loppuminen ja sisäruokintakauden alkaminen asettavat lehmien sorkat kovalle koetukselle, jolloin mahdollisesti jo aikaisemmin alkaneet sorkkaongelmat pahenevat. Jaloittelemisen ja laiduntamisen kesäisin ovat sorkkaterveyttä edistäviä tekijöitä. Myös talvijaloittelu parantaa sorkkien terveyttä, joten sen yleistyminen olisi toivottavaa niin parsinavetoissa kuin pihatoissakin. (Vähäsarja 2018.)

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään kuukausittaisiin maitomääriin ja solupitoisuuksiin vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä. Tuotetun maidon määrä vaihtelee merkittävästi eri kuukausien ja vuodenaikojen välillä. Maitomääriin vaikuttavat erityisesti poikimisen ajankohta, tuotoskausi, maantieteellinen sijainti sekä sorkkaterveys. Säilörehun laadun ja ilman lämpötilan vaikutukset tuotettuihin maitomääriin ovat myös varsin suuria ja vaihtelevat huomattavasti eri vuosien välillä. Todennäköisesti maitotuotoksen väheneminen syksyisin ei johdu pelkästään yhdestä tekijästä, vaan useamman muuttujan yhteisvaikutuksesta.

Maitotilat ovat kooltaan ja toimintatavoiltaan hyvin erilaisia, mutta myös samankaltaisten yksiköiden välillä voidaan havaita huomattavia eroja tuotetuissa maitomäärissä ja solupitoisuuksissa. Tutkimustulosten mukaan poikiminen kesällä tai alkusyksyllä vähensi tuotosta, mutta lisäsi somaattisten solujen määrää maidossa. Vaikka putki- ja asemalypsytiloilla tuotetut maitomäärät olivat automaattilypsyyntä verrattuna alhaisempia, vaihtelut eri kuukausien välisissä tuotoksissa eivät juurikaan poikenneet toisistaan lypsytapojen välillä. Automaattilypsytilojen korkeampien maitomäärien voidaan olettaa johtuvan lehmien useammista päivittäisistä lypsykerroista, mikä suosii etenkin korkeassa tuotostavaiheessa olevia lehmiä. Vaikka maidon solupitoisuudet olivat automaattilypsytiloilla jonkin verran asema- ja putkilypsytiloja korkeammat, ei laatuongelmien todettu erityisesti korostuvan minkään lypsytavan yhteydessä. Maidon laadun kannalta lypsytapaa suurempi merkitys onkin todennäköisesti tasapainoisella ruokinnalla, lypsyjärjestelmän kunnolla ja ympäristöolosuhteilla.

Ayrshire- ja holstein-rotuisten lehmien välillä kuukausittaiset ja vuosittaiset maitomäärien vaihtelut olivat hyvin samankaltaisia. Tuotetun maidon määrä jäi alhaisemmaksi niillä lehmillä, jotka poikivat kesän ja alkusyksyn aikana rodusta riippumatta. Ayrshire-rotuisilla maidon solupitoisuus oli vuosien 2017 ja 2018 aikana holsteinia alhaisempi, mutta vuonna 2019 somaattisten solujen määrä maidossa tasoittui lähes samoihin lukemiin rotujen välillä. Myös terveysominaisuuksiin pyritään vaikuttamaan määrätietoisesti jalostuksen avulla. Jalostusvalinnoilla halutaan parantaa eläinainesta, joten utareterveysongelmista kärsivät lehmät ja niiden jälkeläiset pyritään mahdollisuuksien mukaan karstamaan karjasta. Koska käytettävissä oleva tutkimusaineisto oli kerätty ainoastaan kolmen vuoden ajalta, ei mitään aukottomia johtopäätöksiä holstein-rotuisten lehmien maidon solupitoisuuden alenemisesta jalostusvalintojen avulla voitu kuitenkaan tehdä.

Poikimakerralla oli huomattava merkitys lehmien kuukausittaisiin maitomääriin ja solupitoisuuksiin. Kesän ja syksyn aikana poikineilla ensikoilla maitomäärät eivät tutkimustulosten mukaan vähentyneet yhtä selvästi kuin useamman kerran poikineilla lehmillä. Syyksi useamman kerran poikineiden lehmien maitomäärien alenemiselle voidaan olettaa sekä edellisen tuotoskauden rasituksia että umpikauden ja poikimisen jälkeisen ajan jonkinasteista epäonnistumista. Liian lyhyeksi jäänyt umpikausi ei anna lehmälle mahdollisuutta levätä edellisen lypsykauden jälkeen, jolloin seuraavan tuotoskauden optimaalinen käynnistyminen on haasteellista. Mikäli useamman kerran poikineen lehmän poikimaväli ja mahdollisesti myös ummassa oloaika pitenee viivästyneen tiinehtymisen vuoksi, se on hyvin altis haitalliselle lihomiselle loppulypsy- ja umpikauden aikana. Lihominen altistaa lehmän poikimisen jälkeen erilaisille aineenvaihdunnallisille sairauksille, kuten ketoosille ja poikimahalvaukselle,

jotka voivat esiintyä myös piilevinä. Sekä akuutti että piilevä sairaus alentaa syöntiä ja estää täyden tuotantokapasiteetin saavuttamisen.

Useamman kerran poikineen lehmän edellisellä tuotoskaudella sairastama utaretulehdus ei ole välttämättä umpikauden aikana parantunut, vaan jäänyt piileväksi ja kroonistunut. Piilevän utaretulehduksen esiintymistä vanhemmilla lehmillä voidaan perustella sillä, että niiden maidon keskimääräinen solupitoisuus on merkittävästi ensikoita korkeampi poikimisen ajankohdasta riippumatta. Utaretulehdus ei ole kuitenkaan pelkästään useamman kerran poikineiden lehmien ongelma. Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että jopa 40 %:lla hiehoista todetaan utaretulehdukseen viittaavia oireita poikimisen yhteydessä (Liespuu 2020). Eniten utaretulehduksia esiintyy kevään ja kesän aikana (Guinn ym. 2018, 11781). Koska utaretulehdus ilmenee usein pian poikimisen jälkeen, se vaikuttaa koko tuotantokauden maitomääriin negatiivisesti. Kesällä poikineen lehmän alkusyksyyn ajoittuva herumishuippu voikin jäädä akuutisti sairastetun tai piileväksi jääneen utaretulehduksen vuoksi normaalia alhaisemmaksi.

Vuosien 2017–2019 aikana lehmiä poiki eniten tammi-, elo- ja joulukuussa (kuva 20). Riittävän tilan merkitys korostuu etenkin pihattonavetoissa. Lehmillä tulisi olla tarpeeksi tilaa ruokintapöydällä, jotta ne pääsevät halutessaan syömään. Väljyys ruokintapöydällä estää vahvempia eläimiä ajamasta arempia yksilöitä pois ravinnon ääreltä. Ihannetilanteessa navetassa on myös muutamia ylimääräisiä makuuparsia, jolloin lehmä pystyy valitsemaan makuupaikkansa sellaisen lajitoverin vierestä, jota sen ei tarvitse arastella. Makuuparressa lehmän tulee saada olla rauhassa, koska makuuajan optimi on 12–14 tuntia vuorokaudessa (Vähäsarja 2018). Navetoissa, joissa on automaattilypsy, tulee etenkin korkeatuottoisten lehmien päästä lypsylle useita kertoja päivässä jonottamatta. Lypsyrobotin vapaan kapasiteetin pitää suositusten mukaan olla vähintään 10 % (Puumala, Morri ja Mäntyharju 2014, 3). Lehmien rytmi menee helposti sekaisin ja lypsykäynnit vähenevät, mikäli ne joutuvat odottamaan lypsylle pääsyä kohtuuttoman pitkiä aikoja. Toisaalta lypsyrobotin luona parveilu voi kertoa myös siitä, että ruokintapöydällä ei ole riittävästi rehua tarjolla (Puumala 2015).

Kuukausina, jolloin poikimisia on enemmän, saattaa ruokintapöydällä olla tungosta, makuuparsia rajallisesti ja lypsyrobotin kapasiteetti äärimmillään. Mikäli lehmät eivät pääse syömään, makaamaan ja lypsylle halutessaan, jää niiden maitotuotos alhaisemmaksi kuin silloin, kun tilaa ja vapaata kapasiteettia on riittävästi. Kesällä poikineiden lehmien maitotuotoksen käynnistymistä saattavat haitata tilanpuutteen lisäksi lämpöstressi sekä säilörehun lämpeneminen ja heikko laatu ruokintapöydällä. Tästä syystä voidaankin olettaa, että maitomäärien syksyinen aleneminen voisi osittain johtua poikimisten suuren määrän aiheuttamasta tilanpuutteesta. Talvella tilanpuute ei vaikuta maitomääriin yhtä voimakkaasti, koska etenkin lämpöstressin ja säilörehun lämpenemisen aiheuttamia ongelmia ei esiinny. Maitomäärät alenevat syksyisin myös parsinavetoissa, joten täysin aukoton olettaus tilanpuutteen vaikutuksista pienempään maitotuotokseen ei ole.

Ruokinta on yksi tärkeimmistä maitotuotokseen ja maidon laatuun vaikuttavista tekijöistä. Erityisesti säilörehun laatu vaikuttaa siihen, miten hyvin ruokinta saadaan optimoitua eläinten tarpeita vastavaksi. Hyvä säilörehu helpottaa ruokinnan suunnittelua ja lisää onnistuessaan maitotuotosta (Jokelainen 2015). Hyvälaatuista säilörehua tulee olla tarjolla ympäri vuorokauden, koska sen on todettu lisäävän lehmien aktiivisuutta (Puumala 2015). Säilörehun laatu vaihtelut parhaimpien ja heikoim-

pien tilojen sekä maantieteellisten alueiden välillä saattavat olla vuosittain varsin suuria. Myös sama tila voi syöttää laadultaan hyvin vaihtelevia säilörehuja eri vuodenaikoina. Mitä parempaa säilörehu on laadultaan, sitä vähemmän lehmät sitä valikoivat ja lajittelevat (Puumala 2015).

Normaalisti ensimmäinen sato on tuotantovaikutukseltaan paras, vaikka myöhemmät sadot olisivatkin sulavuudeltaan yhtä hyviä (Anttila ym. 2014). Tavallisesti säilörehu syötetään tiloilla tekojärjestyksessä eli tuotantovaikutukseltaan paras ensimmäinen sato käytetään ruokinnassa ensimmäisenä. Edellisenä kesänä korjattua säilörehua voidaan syöttää pitkälle seuraavan vuoden syksyyn. Kesällä poikineet lehmät eivät välttämättä saa herumisen ja korkean tuotoksen vaiheessa lainkaan tuotantovaikutukseltaan parasta ensimmäisen korjuun säilörehua. Ylivuoteinen säilörehu ei välttämättä ole laadultaan huonoa, mutta pilaantumisen riski lisääntyy. Heikompileatuksen säilörehun tuotosvaikutusta voidaan jonkin verran korjata väkirehua lisäämällä (Anttila ym. 2014). Väkirehun määrää ei kuitenkaan voida lisätä rajattomasti riskeeraamatta eläinten terveyttä. Runsas väkirehujen käyttö lisää myös tuotantokustannuksia, joten pitemmän päälle ostorehujen syöttäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa.

Tilatasolla säilörehuanalysejä ei useinkaan oteta riittävästi, vaikka se ruokinnan optimoinnin kannalta olisi lähes välttämätöntä. Säilörehuanalysejä suositellaan otettavaksi noin kerran kuukaudessa, mutta jopa kolmannes tiloista ei ota niitä lainkaan (Jokelainen 2015.) Mitä korkeampi tilan lehmien keskituotos on, sitä enemmän säilörehuanalysejä otetaan (Huhtamäki 2021). Säilörehuanalyysi kannattaisi ottaa ainakin rehuerän vaihtuessa, jolloin ruokintasuunnitelma voitaisiin päivittää todellisten säilönnällisten ja ravitsemuksellisten arvojen mukaan. Säilönnällisen ja ravitsemuksellisen laadun lisäksi säilörehusta kannattaisi analysoida myös kivennäiset sekä mahdolliset mykotoksiinit eli homemyrkyt, joita ei useinkaan voida silmämääräisesti havaita. Mykotoksiineilla on negatiivinen vaikutus tuotokseen ja sorkkaterveyteen, vaikka pötsimikrobien tuottamat entsyymit pystyvätkin hajottamaan niistä osan (Lecolinet ja Prévéraud 2021). Tutkimusten mukaan jopa 85 % säilörehunäytteistä sisältää mykotoksiineita (Koivunen ja Huuskonen 2018, 11). Monet meijerit kannustavat tiloja ottamaan säilörehunäytteitä osallistumalla niiden tutkimuskustannuksiin ainakin perusanalyysien osalta. Kivennäis- ja toksiinianalyysit tehdään laboratoriossa erikseen pyydettyäessä, joten lisäkustannusten välttämiseksi moni tila saattaakin jättää ne ottamatta.

Kesällä poikineiden lehmien maitotuotoksen alenemiseen voi siis osaltaan vaikuttaa puutteellinen tieto säilörehun ravitsemuksellisista ja säilönnällisistä arvoista. Rehun huono laatu ja maittavuus vaikuttavat vastapoikineiden lehmien syöntikykyyn alentavasti, jolloin ne eivät välttämättä kykene saavuttamaan tuotantokapasiteettinsa mukaista tuotostasoa. Automaattilypsytiloilla säilörehun käymislaadun heikkenemisen on todettu vähentävän lypsykäyntejä ja lisäävän robotille haettavien lehmien määrää (Puumala 2015). Mitä yksityiskohtaisemmin tilan säilörehut analysoidaan, sitä tarkemmin ruokinta voidaan suunnitella. Pelkästään säilörehuanalyysillä ja sen perusteella lasketulla ruokintasuunnitelmalla voidaan vaikuttaa ruokinnan onnistumiseen jopa 25 %. (Karlström 2022, 5). Ajan tasalla olevan ruokintasuunnitelman avulla maitotuotosten kausittaiset vaihtelut saattaisivat jäädä pienemmiksi. Tuotosseurantatiloista 65 % teettää ruokintasuunnitelman ProAgrian asiantuntijoilla (Huhtamäki 2021). Tilatasolla tulisikin kiinnittää yhä enemmän huomiota ruokinnan ajantasaiseen

suunnitteluun. Ruokintasuunnitelmakin tulisi päivittää ainakin silloin, kun säilörehuerä vaihtuu tai ruokinnan muissa komponenteissa tapahtuu muutoksia.

Kesäisin säilörehun lämpeneminen ruokintapöydällä voi aiheuttaa isoja ongelmia. Seosrehutiloilla vaikutukset näkyvät erityisen selvästi, mutta syönti voi alentua säilörehun lämpenemisen takia myös tiloilla, joilla on erillisruokinta. Jo 10 % vanhaa rehua uuden seassa lisää hiivojen ja homeiden kasvua sekä nopeuttaa seoksen pilaantumista (Seppälä, Heikkilä, Rinne ja Miettinen 2010). Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että säilörehun lämpeneminen 15–20 °C vähentää kuiva-aineen syöntiä 1,5 kg vuorokaudessa ja alentaa maitotuotosta saman verran (Anttila ym. 2014). Säilörehun lämpeneminen on ongelmallista myös siksi, ettei se näy säilörehuanalyysin tuloksissa (Anttila 2018). Lämmentyneet ja huonosti maittava rehu ruokintapöydällä vähentää lehmien syöntiä ja sen myötä myös maitotuotosta. Säilörehun lämpenemisen aiheuttaman maittavuuden heikkenemisen voidaankin olettaa olevan erityisen haitallista vastapoikineille lehmille, jotka ovat herkkiä kaikille muutoksille.

Lähes 70 % suomalaisista karjoista laiduntaa jollakin tavoin kesäaikaan (Ruokatieto 2020). Laiduntavien tilojen osuus on yllättävän suuri siihen nähden, että lypsyroboteilla lypsetään jo yli 40 % Suomen lehmistä. Usein oletetaan, että laiduntaminen robottitiloilla vähentää lehmien käyntejä lypsillä, jolloin maitotuotokset alenevat. Todennäköisesti valtaosa maitotilojen laiduntamisesta onkin niin sanottua terapialaidunnusta, jonka ruokinnallinen merkitys on hyvin pieni. Tuotosseurantatiloilla laitumen osuus ruokinnasta on enää 1 % ja aktiivisesti laiduntavilla tiloillakin vain 6 % (Huhtamäki 2021). Laidunruokinnan vähäisyys tarkoittaa sitä, että myös kesäisin valtaosa lehmien syömästä karkearehusta on säilörehua. Mikäli laidunruoholla haluttaisiin suuremmissa määrin korvata edes osa karkearehun saannista, tulisi laidunkierto suunnitella erityisen huolellisesti. Jos laitumella on vain niukasti ravintoa, rajoittavat syömiseen kuluva aika ja siihen tarvittava työ merkittävästi lehmien syöntiä (Rinne 2014). Jatkuva vähäinen syönti johtaa suhteellisen pian maitotuotosten alenemiseen.

Vaikka laiduntaminen on menettänyt merkitystään lypsykarjan ravinnon lähteenä, on sillä kuitenkin eläinten terveyden kannalta positiivinen vaikutus. Terapialaidunnuksen on todettu vaikuttavan positiivisesti sorkka- ja utareterveyteen sekä hedelmällisyyteen. Laidun on lehmän sorkan alla parhaimmillaan pehmeä, mukava ja hygieeninen alusta, jossa eläinten on helppo liikkua ja levätä. (Arnott ym. 2016, 263.) Liikkumisen on havaittu parantavan eläinten lihasvoimaa ja tarjoavan mahdollisuuden toteuttaa lajinmukaisia käyttäytymistapojaan. Hyvinvoiva lehmä lypsää hyvin, joten terapialaidunnuksen voisi olettaa parantavan myös maitotuotosta, mikäli olosuhteet laitumella ovat säiden suhteen suotuisat. Koska laiduntamisen on todettu vaikuttavan positiivisesti myös sorkkaterveysteen, voidaan sen avulla mahdollisesti ehkäistä syksyisin lisääntyviä sorkkasairauksia.

Ilmastomuutoksen seurauksena maapallon keskilämpötila kohoaa merkittävästi. Suomessa lämpötilan ennustetaan kohoavan keskimäärin enemmän ja nopeammin kuin muualla maailmassa. Eniten ilmastonmuutos näkyy talvien lämpenemisenä, mutta myös kesäisin hellejaksot yleistyvät ja pitenevät. (Ilmasto-opas 2017.) Hellejaksojen yleistymisen myötä lämpöstressi tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan yhä enemmän lypsylehmien maitotuotoksiin myös Suomen olosuhteissa. Pitkät hellejaksot alentavat jo nykyään maitomääriä kesäisin, joten lehmien kokemaa lämpöstressiä ei pidä vähentellä. Erityisen herkkiä lämpötilan vaihteluille ovat korkean tuotoksen vaiheessa olevat lehmät, joten kesällä poikineiden voidaankin olettaa kärsivän lämpöstressistä eniten. Jos maidontuotanto ei poiki-

misen jälkeen pääse käynnistymään toivotulla tavalla lehmän kärsimän lämpöstressin vuoksi, on sitä hankala korjata enää tuotoskauden myöhäisemmässä vaiheessa.

Hellejaksojen aikana eläintilojen ilmanvaihtoa tulee pyrkiä parantamaan esimerkiksi erilaisten lisäpuhalmimien avulla. Myös erilaisilla viilennysuihkuilla voidaan helpottaa lehmien oloa, vaikka niiden käytöstä onkin hieman ristiriitaista tietoa. Kosteus saattaa lisätä lehmien lantaisuutta, mikä puolestaan altistaa kolibakteerien aiheuttamille utaretulehduksille (Lehmälääkärit 2021). Onnistuessaan sadettaminen kuitenkin ylläpitää terveyttä ja viilentää lehmää tarkoituksensa mukaisesti.

Etenkin vastapoikineet ja korkeatuottoiset lehmät kaipaavat hellejaksojen aikana erityishuomiota. Kaikkein tärkeintä on huolehtia siitä, että lehmän syöntikyky säilyy mahdollisimman hyvänä ja se saa riittävästi puhdasta vettä juodakseen. Lehmien passivoituminen lämpöstressin aikana vähentää niiden juomista, vaikka veden tarve onkin suuri. Juomistarvetta voidaan ylläpitää lisäämällä säilörehun tai appeen sekaan natriumia sisältävää ruokasuolaa. Vaikka erilaisten hiivojen ja betaiinin vaikutuksista lämpöstressin helpottajana ei olekaan varsinaista tieteellistä näyttöä, voidaan erilaisia pötsipiristeitä kuitenkin tarjota etenkin vastapoikineille ja korkeatuottoisille lehmille syöntikyvyn ylläpitämiseksi. Vuoden 2018 kesän hellejakson vaikutukset näkyivät selvästi vielä seuraavana keväänä poikimisten vähäisenä määränä, koska lämpöstressi vaikutti lehmien tiinehtyvyyteen negatiivisesti. Tästä syystä poikimisia oli vuoden 2019 kevään ja alkukesän aikana normaalia vähemmän, ja se näkyi myös meijerimaidon määrän selvänä alenemisena.

Lypsylehmien on todettu aikaisempien tutkimusten perusteella elävän tarkasti päivittäisten ja kuukausittaisten syklien mukaan. Niiden on todettu reagoivan herkästi myös valoisaa ja pimeää ajan vaihteluihin. (Salfer ym. 2019, 748–751.) Suomessa päivät pitenevät keväällä nopeasti ja juhannuksen aikoihin yötä ei ole käytännössä lainkaan. Lehmän optimaalisin valojakso olisi 16 tuntia valoisa aikaa ja 8 tuntia pimeää (Tanner s. a.). Kesällä lehmien pimeä aika saattaakin jäädä liian lyhyeksi. Vastaavasti syksyllä ja talvella päivä on liian lyhyt yöhön verrattuna. Talvella ja syksyllä päivän pituutta voidaan lisätä keinotekoisesti valaistuksen avulla, mutta kuinka monella tilalla 16 tunnin yhtäjaksoinen valoisa jakso toteutuu käytännössä?

Nykyaikaisissa tuotantorakennuksissa valojärjestelmät toimivat usein automaattisesti, jolloin valojaksot voidaan ajastaa optimaaliseksi, mutta melko varmasti on tiloja, joissa yövalot laitetaan päälle jo siinä vaiheessa, kun navetalta lähdetään pois. Seuraavan kerran kirkkaammat valot sytytetään vasta seuraavana aamuna, joten lehmien yö saattaa venyä yli 12 tunnin mittaiseksi. Myös päivisin on yllättävän hämärää, joten valon määrä voi jäädä silloinkin puutteelliseksi, ellei valaistusta pidetä päällä. Voisi olettaa, että etenkin loppukesä ja alkusyksy ovat sellaisia vuodenaikoja, jolloin ei välttämättä huomata, miten nopeasti yöt pimenevät ja valoisa aika lyhenee. Alkusuksyllä poikivien lehmien pienempää maitotuotosta voisikin osaltaan selittää korkean tuotoksen vaiheessa liian lyhyt valoisa aika suhteessa hämäärään. Tutkimusten mukaan lehmän tuottama maitomäärä voi nousta jopa 2,5 kg vuorokaudessa, mikäli valoisa aika on 16–18 tuntia (Nylander ym. 2004, 1).

Toisaalta aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että umpikaudella lehmän tarvitsema valomäärä on päivävastainen eli se tarvitsee 16 tuntia valoa ja 8 tuntia hämärää aikaa. Tällöin sen maitotuotos poikimisen jälkeen saattaa olla vuorokaudessa jopa 3 kg parempi kuin lehmillä, jotka viettävät koko

umpikautensa ns. pitkän päivän valaistuksessa. (Timonen 2020.) Valaistuksen järjestäminen kaikille eläinryhmille optimaaliseksi voi olla haasteellista, koska usein sekä lypsäviä että umpikaudella olevia lehmiä pidetään samoissa tiloissa. Vaikuttaako lehmien tuottamiin maitomääriin lopulta enemmän valaistuksen optimointi umpi- vai tuotoskaudella? Kysymykseen tuskin on nykytiedon perusteella täysin aukotonta vastausta. Ihanteellisessa tilanteessa ummessa olevilla lehmillä olisi erilliset tilat, joissa valaistus voitaisiin säätää niille sopivaksi. Valtaosalla tiloista tuotosvaiheen mukaisen valaistuksen optimoinnille ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollisuutta.

Melu on asia, jota harvemmin otetaan huomioon lehmien kuukausittaisia maitotuotoksia pohdittaessa. Aikaisempien tutkimusten mukaan lehmien levottomuus lisääntyy ja syöntihalukkuus sekä lepoaika vähenee, kun äänen voimakkuus on 40–60 desibeliä (Nylander 2004, 3). Harvoin huomataan, että esimerkiksi navettaelman viilentämiseen tarkoitettut puhaltimet ovat varsin kovaäänisiä ja saattavat häiritä lehmien normaalia päivärytmiä. Kesäisin myös traktoriliikenne navetan välittömässä läheisyydessä saattaa olla merkittävästi vilkkaampaa kuin talvisin, jolloin esimerkiksi lietteen ajosta tai rehun teosta aiheutuvaa melua ei ilmene. On selvää, että konetyöt on tehtävä ajallaan, eikä moottorin pyörimisestä aiheutuvaa melua voida eliminoida pois. Samoin viilennyspuhaltimet tuovat helpotusta kuumuuteen hellejaksojen aikana, joten niidenkin käyttö on varsin perusteltua. On kuitenkin tutkittu, että äkillinen melu aiheuttaa lehmällä stressireaktion ja toistuva melu saattaa hidastaa pötsin toimintaa (Nylander 2004, 3; Esmail 2017). Melulla saattaa olla pieni vaikutus kesällä poikineiden lehmien matalampaan maitotuotokseen, mutta todennäköisesti sen merkitys jää kuitenkin varsin vähäiseksi.

Terveet sorkat ovat yksi maidontuotantoon positiivisesti vaikuttavista tekijöistä. Sorkkasairaudet kehittyvät usein varsin huomaamattomasti, jolloin niiden vaikutukset maitotuotokseen tulevat esille viiveellä ja asteittain. Lehmän ontuminen on aluksi lähes huomaamatonta ja sorkkasairaus havaitaan-kin yleensä vasta siinä vaiheessa, kun ongelma on jo akuutti ja aiheuttaa kipua. Lämpöstressi vaikuttaa heikentävästi myös lehmien sorkkaterveyteen. Seisomisen aiheuttama sorkkien rasittuminen sekä lievänä alkanut ontuminen, havaitaan usein vasta hellejakson päättymisen jälkeen. (Lehmälääkärit 2021.) Tutkimustulosten mukaan holstein-rotuisilla lehmillä sorkkasairauksia esiintyy ayrshireä enemmän. Holstein-rotuiset lehmät ovat ayrshireä kookkaampia, jolloin niiden sorkat joutuvat kovemmalle rasitukselle suuremman painon vuoksi.

Tutkimustulokset osoittivat konkreettisesti etenkin vuoden 2018 hellestressin negatiiviset vaikutukset sorkkaterveydelle. Sekä aineenvaihdunnallisia että tartunnallisia sorkkasairauksia todettiin poikkeuksellisen paljon sorkkahoitojen yhteydessä syksyllä. Kesällä poikineiden korkean tuotoksen vaihe ajoittuu syksyyn. Voidaankin olettaa, että kipua aiheuttavat sorkkasairaudet vaikuttivat yhtenä osatekijänä merkittävästi muina vuodenaikoina poikineita alhaisempiin maitotuotoksiin.

Sorkkaterveyden suurimpana haasteena hellejaksojen aikana on ilman normaalia suurempi kosteus. Kosteus ja lämpö yhdistettynä likaisiin kulkuväyliin luovat varsin suotuisat olosuhteet erilaisille taudinaiheuttajille. Lämpöstressi puolestaan alentaa lehmien vastustuskykyä ja altistaa niitä erilaisille infektioille. Sorkkien terveyden kannalta navetan käytävien sekä kulkuväylien laiturimelle tai jaloittelutarhaan tulisi pysyä mahdollisimman puhtaina ja kuivina. Suuren haasteen käytävien ja kulkuväylien puhtaana pysymiselle aiheuttavat pitkään jatkuvat sadejaksot, jolloin maan pinta liettyy ja muuttuu



epämukavaksi lehmän sorkan alla. Myös jaloittelumahdollisuus talvella edistää sorkkaterveyttä, koska sorkat puhdistuvat puhtaassa lumessa.

Ruokinnalla on huomattava vaikutus myös lypsylehmien sorkkaterveyteen. Etenkin pitkien hellejaksojen aikana vastapoikineiden ja korkeassa tuotosvaiheessa olevien lehmien syöntiä tulee seurata tarkoin, ettei se ole liian vähäistä ja väkirehupainotteista. Harvat syöntikerrat ja runsas väkirehun määrä happamoittavat pötsiä, mikä puolestaan heikentää sorkan sarveiskudosta (Lehmälääkärit 2021). Sorkkavälin ajotulehdus voikin olla seurausta liiallisesta väkirehun syönnistä (Vähäsarja 2018). Olosuhteiden parantaminen, ontumisten tarkkailu ja ennakoiva, säännöllinen sorkkahoito ovat parhaita keinoja, joilla ongelmiin voidaan puuttua ennen kuin vaikutukset näkyvät merkittävästi maitotuotoksissa. Ruotsissa tuottajille maksetaan erityistä sorkkahyvinvointitukea, mikäli sorkat hoidetaan kahdesti vuodessa ammattitaitoisen sorkkahoitajan toimesta (Vähäsarja 2018). Ruotsin mallin ottaminen käyttöön myös Suomessa olisi tuottajille palkitsevaa ja kannustaisi entistä aktiivisempaan sorkkaterveydestä huolehtimiseen.

Maidontuotannon alueelliset erot tuotetuissa maitomäärissä osoittautuivat yllättävän suuriksi. Maitomäärien kuukausittaiset vaihtelut ajoittuivat keskimäärin samoihin ajankohtiin maan eri osissa, mutta Itä-Suomessa ja Lapissa maitotuotokset olivat selvästi korkeammat kuin Etelä-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla. Syynä alueelliseen vaihteluun olivat rotujakauma, lypsytapa sekä säilörehun korjuuajankohta ja laatu. Maitomäärät vähenivät kuitenkin selvästi kaikilla tarkasteltavilla alueilla syksyisin, joten maidontuotannon hiipuminen kesän jälkeen ei ole pelkästään alueellinen ongelma, vaan ilmenee Suomen lisäksi myös muualla maailmassa. Oli yllättävää huomata, että jo sata vuotta sitten maitotuotosten kuukausittaisia vaihteluita oli tutkinut useampi tutkija, mutta siitä huolimatta yksiselitteistä syytä maitomäärien syksyiselle alenemiselle ei ole edelleenkään löydetty.

Kesä on maatiloilla usein vuoden kiireisintä aikaa, jolloin karjanhoitotöiden lisäksi tehdään myös kasvinviljelytöitä. Olisiko siis mahdollista, että kesäisin lehmiä ei hoideta yhtä säännönmukaisesti kuin muina vuodenaikoina? Eläinten seuraamiseen ja valvomiseen ei välttämättä ole kesäisin riittävästi aikaa, koska navettatyöt tehdään muiden kausiluonteisten työtehtävien lomassa. Lypsyajat saattavat olla epäsäännölliset ja navetalla tehdään kiireisimpinä aikoina vain ne välttämättömät työt. Myös ruokinta-ajat voivat olla varsin epäsäännölliset. Onnistuneessa ruokinnassa säännöllisten rutiinien ja toteuttamisen osuus on jopa 75 % (Karlström 2022, 5). Kesäisin myöskään vastapoikineisiin lehtiin ei kenties ehditä kiinnittää riittävästi huomiota. Tästä syystä tuotoskausi ei välttämättä käynnistyäkään optimaalisella tavalla ja kesällä poikineiden lehmien herumishuiput jäävät alhaisemmiksi kuin niillä, jotka poikivat muina vuodenaikoina. Isoilla tiloilla on usein pelkästään karjanhoitoon palkattua työvoimaa, jolloin hoitorutiineista ei tarvitse tinkiä kesän aikana. Pienemmillä tiloilla, joilla työvoimaa on vähemmän, saattaa karjanhoitotöiden aikatauluttaminen muiden työtehtävien lomaan olla hankalaa. Jos lypsy- ja ruokinta-ajat vaihtelevat paljon, vaikuttaa se väistämättä myös lehmien maitotuotoksiin.

Mahdollisimman tasainen kuukausittainen maidontuotanto saattaa olla tilojen näkökulmasta hyvin haasteellista. Tuotokseen vaikuttavat niin lehmästä itsestään, hoitajasta kuin ympäristöolosuhteista johtuvat seikat. Erilaiset geneettiset ja hormonaaliset tekijät asettavat myös omat rajansa maidontuotannolle. Lehmätkin ovat yksilöitä ja heruvat eri tavalla, vaikka niiden ruokinta ja hoito olisivat lä-

hes samanlaiset. Lehmän koko vaikuttaa sen kuiva-aineen syöntikykyyn ja sitä kautta myös maitotuotukseen. Hyvän lehmän odotetaan lypsävän maitoa 20 kertaa elopainonsa verran vuoden aikana (Karlström 2022, 5). Lehmän syöntikapasiteetti saattaa kuitenkin heikentyä eri tekijöiden, kuten lämpöstressin, huonolaatuisen säilörehun tai kipeiden sorkkien vuoksi. Tällöin edellä mainittu hyvän lehmän kriteeri ei täyty, vaan tuotos voi jäädä hyvinkin kauas tavoitteesta. Jalostuksen avulla tuotosominaisuuksiin ja jopa lehmän rehunkäyttökykyyn voidaan vaikuttaa, mutta välttämättä kaikki toivotut ominaisuudet eivät periydy jälkeläisille. Jalostus ei myöskään tarjoa vastausta maitomäärien kuukausittaisiin vaihteluihin liittyviin kysymyksiin.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää maidontuotannon syksyisiä pullonkauloja eli syitä siihen, miksi maitomäärät vähenevät aina syksyn tullen. Tutkimustulosten avulla haluttiin etsiä keinoja myös siihen, miten maitotuotoksen alenemista voitaisiin syksyisin ehkäistä. Maidontuotantoon vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä on paljon, mutta loppujen lopuksi tärkeintä on ymmärtää eri palasten, kuten esimerkiksi ruokinnan ja sorkkaterveyden, riippuvuus toisistaan. Mahdollisimman tasainen kuukausittainen maidontuotanto edellyttääkin kokonaisuuksien hallintaa, mutta myös yksittäisten epäkohtien huomaamista.

Uskon opinnäytetyöni antavan maidontuottajille monenlaisia ajatuksia ja viitteitä siitä, millaisilla toimenpiteillä maitomäärien alenemista voidaan mahdollisesti ehkäistä myös kesällä ja alkusyksyllä poikivien lehmien osalta. Toivon työni herättävän aktiivista pohdintaa ja johtavan jopa konkreettisiin kehittämistoimenpiteisiin tilatasolla, koska pienillä muutoksilla voidaan saada aikaan merkittäviä parannuksia. Esimerkiksi helikopteripuhaltimen asentaminen navetan kattoon helpottaa kesäisin lehmien kokemaan lämpöstressiä, jolloin hellejakson vaikutukset maitomääriin saattavat jäädä pienemmiksi. Säilörehun korjuuajankohdan tarkentaminen parantaa karkearehun laatua, helpottaa ruokinnan optimointia ja pienentää ostorehukustannuksia. Rehuanalyysien ja ruokintasuunnitelman merkitystä maidontuotantoa edistävänä tekijänä ei voida milloinkaan korostaa liikaa. Tasapainoinen ruokinta vaikuttaa positiivisesti sekä lehmien aineenvaihduntaan että utare- ja sorkkaterveyteen. Terve ja hyvinvoiva lehmä on aktiivinen ja pystyy tuottamaan maitoa tuotantokapasiteettinsa mukaisesti. Kehittämistoimet ruokinnan optimoinnin suhteen vaativat erityisesti yrittäjän omaa aktiivisuutta, mutta toisaalta myös neuvontapalveluiden helppoa saatavuutta ja kohtuullista hintaa.

Valaistuksen optimointi lehmien valorytmin mukaisesti ja kovan melun välttäminen karjatiloiissa saattavat ainakin pienessä mittakaavassa loiventaa maitomäärien notkahdusta syksyisin. Karjanhoitotöiden säännönmukaisuus myös kiireiseen kesäaikaan voi olla yksi oleellinen tekijä tasaisen maitotuotoksen ylläpitämisessä. Lehmien pääsy laitumelle ja jaloittelemaan vuodenajasta riippumatta parantaa niiden hyvinvointia ja sen myötä maitotuotosta, mutta miten suuri merkitys näillä eri tekijöillä käytännössä on maitomäärien kuukausittaisen vaihtelun kannalta. Voidaanko maidontuotannon vuodenaikaisia vaihteluita kuitenkaan täysin estää? Todennäköisesti ei, koska asiaa on tutkittu jo ainakin sata vuotta sitten ja tutkimus jatkuu edelleen.

Olisiko helpompaa vain hyväksyä maitomäärien kausivaihtelut ja myöntää niiden tapahtuvan säännönmukaisesti joka vuosi? Aukotonta vastausta kysymykseen on tuskin olemassa. Tasainen maidontuotanto takaa mahdollisimman pienet kuukausittaiset vaihtelut maitotileissä. Toisaalta erilaisten toimenpiteiden miettiminen tasaisen maidontuotannon ylläpitämiseksi vuosittain luo tuottajille ylimääräisiä paineita muutenkin hankalassa taloudellisessa tilanteessa. Tässäkin asiassa voisi todeta, että kohtuus kaikessa. Lehmien terveyteen ja hyvinvointiin sekä säilörehun laatuun kannattaa edelleen panostaa. Valaistuksen jaksotusta voi tarkentaa, mutta isompiin investointeihin tiloilla ei tällä hetkellä ole juurikaan resursseja. Joskus on vain hyväksyttävä esimerkiksi hellejaksoista aiheutuva maitomäärien väheneminen tai haasteellisista sääolosuhteista johtuva viivästynyt säilörehun korjuuajankohta. Myös esimerkiksi herkästi tarttuva virusripuli tai RS-viruksen aiheuttama hengitystietu-

lehdus voivat rantautua tilalle yllättäen ja vaikuttaa maitomääriin negatiivisesti. Vuodet ovat erilaisia, kuten tutkimustuloksetkin osoittavat, eikä kaikki suju aina suunnitelmien mukaan. Vuosien 2017 ja 2018 aikana maitomäärät vähenivät kesäkuukausina selvästi, kun taas vuonna 2019 kausittaiset vaihtelut eivät olleetkaan yhtä merkittäviä.

Maitotilojen tulevaisuus näyttää tällä hetkellä hyvin haasteelliselta ja epävarmuustekijöiden määrä on kasvanut entisestään. Tuotantopanosten hinnat ovat nousseet räjähdysmäisesti syksystä 2021 lähtien, minkä vuoksi yhä useampi maitotila on taloudellisissa vaikeuksissa. Maitotilojen taloudellinen ahdinko saattaa johtaa siihen, että tiloilla ei ole mahdollisuutta hankkia tarvittavia tuotantopanoksia tulevalle satokaudelle. Miten käy esimerkiksi säilörehun satotason ja laadun, ellei väkilannoitteita voida käyttää viljavuusanalyysien edellyttämällä tavalla? Rehuviljan ja väkirehujen hinnat ovat myös kohonneet merkittävästi, joten herääkin kysymys, miten ruokinta optimoidaan, jos tilalla ei ole varaa ostaa riittävästi ruokinnassa tarvittavia komponentteja. Onko kaikilla lypsykarjatilalla enää jatkossa mahdollisuutta tuottaa maitoa lehmien tuotoskapasiteetin mukaisesti? Jos tilat joutuvat säännöstelemään väkirehujen määrää, kasvaa hyvälaatuisen säilörehun arvo yhä tärkeämmäksi tekijäksi tuotantoeläinten ruokinnan kannalta. Tilojen tuleekin löytää ratkaisu lähes mahdottomaan kysymykseen, miten tasokasta tuotantoa pidetään yllä, ellei tuotantopanoksia pystytä riittävässä mittakaavassa hankkimaan tilan maksuvalmiuden heikentymisen vuoksi.

Maitotiloilla tuotantomäärät ja etenkin niiden ennustettavuus kuukausittain ovat tulevaisuudessa yhä tärkeämmässä roolissa, koska maksuvalmius tulee säilyttää vakavista haasteista huolimatta. Maitotilat ovat siinä mielessä onnellisessa asemassa, että esimerkiksi teollisten väkilannoitteiden määrää voidaan pienentää tehostamalla karjanlannan käyttöä. Erilaiset elintarviketeollisuuden sivuvirrat, kuten sokerijuurikas- ja perunatärkkelysteollisuus, tarjoavat kohtuuhintaisia rehukomponentteja lypsykarjan ruokintaan kalliin rehuviljan ja teollisten väkirehujen korvaajaksi tai rinnalle. Ruokinnan suunnittelulla voidaan pyrkiä parantamaan maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksia maksimaalisen litramääräisen tuotoksen sijaan. Korkeat maidon pitoisuudet kompensoivat menetettyä määrällistä tuotosta korkeampana raakamaidon litrahintana. Kustannuskriisin aiheuttamia ongelmia voidaan vähentää ja ehkäistä, kun erilaiset hankinnat ja talouden seuranta tehdään tilatasolla yhä tarkempien ja yksityiskohtaisempien suunnitelmien mukaan. Maitotilin ennustettavuus kuukausittain helpottaa tilan vuosibudjetin laadintaa ja talouden tasapainon ylläpitoa. Kun tiedetään, että alhaisempien maitomäärien vuoksi maitotili on joinakin kuukausina pienempi, voidaan siihen varautua jo etukäteen budjetoinnin avulla.

Opinnäytetyön tavoitteet ja tarkoitus toteutuvat prosessissa mielestäni kohtuullisen hyvin. Tutkimusongelmiin ja -kysymyksiin saadaan vastauksia, mutta joudutaan myös toteamaan, ettei kaikilla muuttujilla, kuten rodulla tai lypsytavalla, ole suoranaisesti mitään merkitystä maidontuotannon vuodenaikaisiin vaihteluihin. Opinnäytetyöni on laaja ja pyrkii lähestymään tutkimusongelmia erilaisista näkökulmista käsin. Jatkossa olisi mielenkiintoista tehdä tutkimusta esimerkiksi maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksien vuodenaikaisista vaihteluista sekä niiden yhteydestä tuotettuihin maitomääriin. Erittäin kiinnostavaa olisi tutkia myös tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin sorkkaterveyden vaikutuksia maitotuotokseen eri vuosien ja vuodenaikojen välillä. Koska talouden tasapainon ylläpitä-

minen on maitotiloilla yhä tärkeämpää kustannuskriisin myötä, voitaisiin tutkimustuloksia hyödyntää esimerkiksi erilaisten kannattavuuslaskelmien pohjatietoina.

Tutkimuksen valideetti ja reliabiliteetti on hyvä, koska se mittaa pääosin sitä, mitä sen on tarkoitus mitata, eivätkä tulokset ole sattumanvaraisia. Tulokset ovat keskimääräisesti oikeita, eivätkä ne sisällä systemaattisia virheitä. Sekä Mtechin aineisto ProAgrian tuotosseurantatiloilta, että Faban SorokaMobiiili-sovelluksesta saadut tiedot ovat peräisin luotettavista lähteistä. Aineistosta kerätyt tiedot on analysoitu harkitusti ja huolellisesti. Tutkimustulokset esitetään mahdollisimman tarkasti ja systemaattisia virheitä välttämällä. Koska ProAgrian tuotosseurantaan kuuluu yli 70 % maitotiloista, edustaa tutkimus kattavaa otosta perusjoukosta. Saatuja tietoja käsitellään anonymisti ja kokonaisuutena, jolloin tutkimustuloksista ei voida erottaa yksittäisen tilan tietoja. Anonymisti käsitelty tieto mahdollistaa myös eettisten kysymysten huomioimisen riittävällä tasolla.

Opinnäytetyö valmistui jopa hieman laatimaani aikataulua nopeammin, vaikka siitä tulikin alkuperäistä suunnitelmaa laajempi. Opinnäytetyön prosessi opetti aikataulutuksen tärkeyden ja sitoutumisen tutkittavaan aiheeseen. Välillä prosessi eteni suunnitelmien mukaan, mutta välillä ajatukset harhailivat ja kirjoitettua tekstiä syntyi todella niukasti. Motivaatio työn tekemiseen pysyi korkealla koko prosessin ajan, koska aiheesta löytyi paljon kiinnostavaa ja innostavaa tutkimusmateriaalia. Tieteellisten artikkelien myötä sain mahdollisuuden tutustua Suomen ulkopuolella tehtyihin tutkimuksiin, joiden pohjalta löysin yhtymäkohtia myös omien tutkimustulosteni kanssa. Kokonaisuutensa hahmottaminen oli välillä vaikeaa, koska en osannut rajata käsiteltäviä asioita riittävän tarkasti. Prosessin eteneminen helpottui, kun laadin alustavan luonnoksen sisällysluettelosta ja etsin tietoa sen pohjalta. Jos opinnäytetyön aloittamisessa oli omat haasteensa, niin lähes yhtä hankalaa oli sen lopettaminen. Välillä tuntui siltä, että uutta tutkimustietoa löytyi jatkuvasti, vaikka työn piti olla jo valmis.

Parhaita hetkiä opinnäytetyön tekemisessä ovat niin sanotut ahaa-elämykset, kun tutkimastaan aiheesta löytää jotakin uutta ja jopa yllättävää. Opinnäytetyö laajentaa tietämystäni tutkittavasta aiheesta merkittävästi, mutta jättää vielä paljon kysymyksiä myöhempää pohdiskelua varten. Hieman turhauttavaa on välillä huomata, ettei kaikilla muuttujilla ole juurikaan merkitystä varsinaisen tutkimusongelman kannalta. Opinnäytetyön tekeminen opetti käsittelemään melko laajaa Excel-aineistoa ja tiivistämään oleellista tietoa helpommin tulkittavaan muotoon. Suuria haasteita aiheuttikin aineiston laajuus, jonka käsittelyyn minulla ei aluksi ollut riittävää osaamista. Erilaisten tutkimustuloksia havainnollistavien kaavioiden ja taulukoiden luominen onnistui alkuhankaluuksien jälkeen melko sujuvasti. Opinnäytetyöprosessin myötä myös Excelin laskentakaavat ja taulukoiden muokkausmenetelmät tulivat varsin tutuiksi.

Omat ammatilliset valmiuteni ovat kehittyneet opinnäytetyöprosessin aikana valtavasti. Ymmärrän esimerkiksi sen, etten pysty asiantuntijana tarjoamaan yksiselitteistä ratkaisua asiakkaan ongelmiin ja kehityskohteisiin, vaan pohtimaan ainoastaan erilaisia vaihtoehtoja ja ehdotuksia yhdessä hänen kanssaan. Ymmärrän, ettei vastausten löytäminen esitettyihin kysymyksiin ole aina helppoa, vaikka asiaa olisi tutkittu jo vuosikymmenten ajan. Välillä on jopa todettava, ettei vastausta ponnisteluista huolimatta löydy lainkaan. Uskallan epäonnistua ja näyttää epävarmuuteni, mutta myös iloita onnistumisista ja luottaa itseeni. Opinnäytetyön tekeminen on ollut itselleni haasteellinen matka, jonka päämääränä oli aloitetun prosessin vieminen onnistuneesti loppuun saakka.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ALAKANGAS, Aulikki 2021. Onko eläimillä tunteita? Maatilan Pellervon Eläin-liite. Tammi-helmikuu 2021, 49–50.

ALA-SIURUA, Maija 2021. Suomalaisia maatalous- ja puutarhayrityksiä oli viime vuonna jäljellä 45 111 – rajuin väheni maitotilojen määrä. [verkkajulkaisu]. Maaseudun Tulevaisuus 18.2.2021. [Viitattu 2021-02-20.] Saatavissa: [https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.1320665?fbclid=IwAR1mY5SugCQu31wkI6Qe\\_8U74Q0bPncyr4WhpBfbcJRmc8bhQbTSxGzM3LY](https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.1320665?fbclid=IwAR1mY5SugCQu31wkI6Qe_8U74Q0bPncyr4WhpBfbcJRmc8bhQbTSxGzM3LY)

ALASUUTARI, Sakari, MANNI, Katariina ja RAUTALA, Helena 2013. Lypsylehmän ruokinta ja hoito. 4. tarkistettu painos. Tampere: Opetushallitus.

ANTTILA, Anne 2018. Rehustuksella tuotanto reilaan [verkkodokumentti]. ProAgria Etelä-Pohjanmaa. [Viitattu 2021-11-16.] Saatavissa: <https://www.aitomaaseutu.fi/media/Esitys-ruokinta-Anne-Anttila.pdf>

ANTTILA, Anne, NISKANEN, Markku, PALVA, Reetta, PUUMALA, Lea ja VALLINHOVI, Sari 2014. Hävikit kuriin ja säilörehun laadunvaihtelu hallintaan [verkkodokumentti]. NurmiArtturi-hanke 8.3.2011–30.6.2014. [Viitattu 2021-11-16.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/nurmiartturi-lehti\\_pienempi\\_resoluutio\\_2.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/nurmiartturi-lehti_pienempi_resoluutio_2.pdf)

ARENE 2019. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset [verkkodokumentti]. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. [Viitattu 2021-03-25.] Saatavissa: <http://www.arene.fi/wpcontent/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?t=1578480382>

ARNOTT, G., FERRIS, C. P. ja O'CONNEL, N. E. 2016. Welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal [digilehti]* 11:2, 261–273. [Viitattu 2021–03–07.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731116001336>

ATRIA-TUOTTAJAT s. a. Laidunopas. Parhaat vinkit maitotilasi laidunnukseen. Atria-tuottajat.

AUER, Johanna, KARIKALLIO, Hanna ja YRJÖLÄ, Tapani 2020. Vakaat ruokamarkkinat pitävät ruuan hinnannousun kurissa [verkkodokumentti]. PTT. [Viitattu 2021-02-17.] Saatavissa: <https://www.ptt.fi/ennusteet/maa-ja-elintarviketalous.html>

BACK, Anu 2010. Pötsin toimintaa tasapainottavat vapaankaupan valmisteet; sisällön ja tehokkuuden arviointia pötsihäiriöiden hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Lisensiaattityö. [Viitattu 2022–01–28.] Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17286/Lisensiaattityo%F6%20Anu%20Back.pdf?sequence=1>

BARASH, H., SILANIKOVE, N., SHAMAY, A. ja EZRA, E. 2001. Interrelationships among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. *Journal of Dairy Science [digilehti]* 84, 2314–2320. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030201746796>

BAUL, Simona, LUDOVIC-TOMA, Csiszter, ACATINCAI, Stelian, GAVOJDIAN, Dinu, ERINA, Silvia, MARCU, Adela, BUZAMAT, Genoveva ja RĂDUCAN, Gabriel George 2014. Seasonal influences on milk yield and composition dynamics during a normal lactation in dairy cows: Milk yield, fat and protein percentage. *Animal Science and Biotechnologies [digilehti]* 47, 230–234. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [spasb.ro/index.php/spasb/article/download/1668/1736](https://spasb.ro/index.php/spasb/article/download/1668/1736)

BERNABUCCI, U., BIFFANI, S., BUGGIOTTI, L., VITALI, A., LACETERA, N., ja NARDONE, A. 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science [digilehti]* 97, 471–

486. [Viitattu 2021-03-02] Saatavissa: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(13\)00746-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(13)00746-7/pdf)

BRANDT, Riitta s. a. Maitomarkkinat käyttäytyvät arvaamattomasti [verkkojulkaisu] Valio: Maito ja Me. [Viitattu 2021-02-17] Saatavissa: <http://www.maitojame.fi/artikkelit/maitomarkkinat-kayttaytyvat-arvaamattomasti/5966990>

BROUČEK, J. 2014. Effect of noise on performance, stress, and behaviour of animals. [verkkodokumentti]. Research Institute for Animal Production Nitra 47, 111–123. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [http://www.cvzv.sk/slju/14\\_2/8\\_Broucek.pdf](http://www.cvzv.sk/slju/14_2/8_Broucek.pdf)

DAIRY AUSTRALIA 2021. In focus 2021. The Australian dairy industry [verkkodokumentti]. Dairy Australia Limited 2021. [Viitattu 2022-02-12.] Saatavissa: <https://www.dairyaustralia.com.au/resource-repository/2021/11/19/australian-dairy-industry-in-focus-2021#.YggT-JbP1PY>

DG AGRI DASHBOARD 2021. Dairy products [verkkojulkaisu]. European Commission. [Viitattu 2021-03-06.] [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/dashboard-dairy\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/dashboard-dairy_en.pdf)

ESMAIL, Salah Hamed 2017. Effects of noise on cattle performance [verkkojulkaisu]. Dairy Global. [Viitattu 2021-03-08] Saatavissa: <https://www.dairyglobal.net/health-and-nutrition/health/effects-of-noise-on-cattle-performance/?intcmp=related-content>

FABA s. a. Nautarodut [verkkojulkaisu]. Faba. [Viitattu 2021-03-03.] Saatavissa: <https://faba.fi/karjan-kehittaminen/jalostus/jalostustietoa/nautarodut/>

FARMIT 2015. Huh hellettä – lämpöstressiä Suomessakin [verkkojulkaisu]. Hankkija Oy. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/lypsylehma/2015/07/01/huh-helletta-lampostressia-suomessakin>

FARMIT s. a. Kesäajan kivennäisruokinta [verkkojulkaisu]. Farmit. [Viitattu 2022-01-28.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/kivennaisruokinta/kesaajan-kivennaisruokinta>

GUINN, Jenna. M., NOLAN, D. T., KRAWCZEL, P. D., PETERSSON-WOLFE, C, S., PIGHETTI, G. M., STONE, A. E., WARD, S. H., BEWLEY, J. M. ja COSTA, Joao H. C. 2019. Comparing dairy farm milk yield and components, somatic cell score, and reproductive performance among United States regions using summer to winter ratios. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 102, 11777–11785. [Viitattu 2021-03-09.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030219308896>

HAAN, Mathew M. 2016. Using rumination sensors to monitor heat stress in dairy cows [verkkojulkaisu]. *Dairy Herd Management* 2.11.2016. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://www.dairyherd.com/news/using-rumination-sensors-monitor-heat-stress-dairy-cows>

HEIKKILÄ, Anna-Maija 1999. Poikimavälin pituuden taloudelliset vaikutukset [verkkodokumentti]. *Tutkimuksia* 236. MTTL. [Viitattu 2021-03-24.] Saatavissa: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/440328/mttl\\_tutk236\\_1999.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/440328/mttl_tutk236_1999.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HEIKKILÄ, Tarja 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. [verkkodokumentti]. Edita. [Viitattu 2021-03-25.] Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

HEIKKILÄ, Terttu, SAARISALO, Eeva, JAAKKOLA, Seija ja TAIMISTO, Anna-Maija 2008. Kuiva-ainepitoisuuden ja säilöntäaineen vaikutus pyöröpaalutun säilörehun laatuun ja maidontuotantoon. [verkkodokumentti]. *Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote* nro 23. [Viitattu 2021-03-07.] Saatavissa: <https://journal.fi/sms/article/view/76929/38082>

- HIRSJÄRVI, Sirkka, REMES, Pirkko ja SAJAVAARA, Paula 1998. Tutki ja kirjoita. 3–4. painos. Helsinki: Tammi.
- HOKKANEN, Ann-Helena 2020. Lämpöhalvaus uhkaa henkeä nopeasti. Maatilan Pellervo 6–7, 15–17.
- HOKKANEN, Ann-Helena 2021. Naudan aistimaailma on runsas ja rikas. Maatilan Pellervon Eläin-liite. Toukokuu 2021, 20–22.
- HOKKANEN, Ann-Helena 2021. Ontuvan kipu voi muhia pitkään. Nauta 1/2021, 28–30.
- HOLMA, Merja 2020. Helle rasittaa lehmää ja kannattavuutta. Märehtiminen kertoo lämpöstressin vaikutuksen. KMVet 2/2020, 22–24.
- HUHTAMÄKI, Tuija 2020. Ruokinta tuotosseurantatiloilla vuonna 2019 [verkkodokumentti]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuse\\_karjojen\\_rehustus\\_vuonna\\_2019\\_huhtamak.pdf](https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuse_karjojen_rehustus_vuonna_2019_huhtamak.pdf)
- HUHTAMÄKI, Tuija 2021. Tuotosseurantakarjojen rehunkulutus 2020 [verkkodokumentti]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-21.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuotosseurantalehmien\\_rehunkulutus2020\\_huhtamaki\\_maito\\_tulosseminaari\\_2021.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuotosseurantalehmien_rehunkulutus2020_huhtamaki_maito_tulosseminaari_2021.pdf)
- HUHTAMÄKI, Tuija ja TAURÉN, Pirkko 2020. Hyvästit ruuhkahuipuille, tuotanto tasaiseksi. Nauta 5/2020, 6–9.
- HULSEN, Jan 2009. Lehmähavaintoja. Lehmälähtöisen karjanhoidon opas. Helsinki: ProAgria Keskusten liitto.
- HULSEN, Jan ja AERDEN, Dries 2014. Ruokintahavaintoja. Käytännön opas terveiden ja tuottavien lypsylehmien ruokintaan. Lely.
- HYRKÄS, Maarit, SAIRANEN, Auvo, VIRKAJÄRVI, Perttu ja SUOMELA, Raija 2012. Säilörehun korjuu-ajan vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun. Julkaisussa: Nurmesta se kaikki lähtee. Karjatilan kannattava peltoviljely. KARPE-hanke, 4–8.
- HÄGGMAN, Johanna ja JUGA, Jarmo 2012. Navetan olosuhteiden vaikutus lypsylehmien sorkkaterveyteen parsinavetoissa [verkkodokumentti]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote nro 28, 1–4. [Viitattu 2021-03-09.] Saatavissa: <https://journal.fi/smst/article/view/75440/36863>
- HÄNNINEN, Laura 2012. Vierointu emon luota heti vai hetken päästä. Julkaisussa: HUHTAMÄKI, Tuija (toim.) Vasikasta huippulypsylehmäksi. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 8–10.
- ILMASTOKATSAUS 2018. Heinäkuun 2018 kuukausikatsaus. [digilehti] Ilmastokatsaus 6.8.2018. [Viitattu 2021-10-02.] Saatavissa: <http://www.ilmastokatsaus.fi/2018/08/06/heinakuun-2018-kuukausikatsaus/>
- ILMASTO-OPAS 2017. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa [verkkojulkaisu]. Ilmatieteen laitos. [Viitattu 2021-11-22.] Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>
- ILMATIETEEN LAITOS s. a. Mennyt sää ja ilmastotilastot. Havaintojen lataus [verkkojulkaisu]. Ilmatieteen laitos [Viitattu 2021-10-02.] Saatavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>
- JAAKKOLA, Seija, RINNE, Marketta ja NOUSIAINEN, Juha 2010. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juha, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. Helsinki: ProAgria Keskusten liitto, 13–15.



- JOKELAINEEN, Tero 2015. Nurmen säilöntä ja laatu [verkkodokumentti]. Osuuskunta Itämaito. [Viitattu 2021-11-16.] Saatavissa: <https://www.nurmes.fi/documents/183024/3450565/Nurmen+s%c3%a4il%c3%b6nt%c3%a4%20ja+laatu,%c3%a4Tero+Jokelainen.pdf/c8a91f59-7113-4de1-994e-88e904258fed>
- KARLSTRÖM, Tiina 2018. Korkeatuottoinen ja terve lehmä syö paljon kuiva-ainetta. Semex-posti. Tammikuu 2022, 5–9.
- KARLSTRÖM, Tiina ja MÄKINEN, Irene 2012. Ruokitaan hyvää kasvua. Julkaisussa: HUHTAMÄKI, Tuija (toim.) Vasikasta huippulypsylehmäksi. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 38–39.
- KEMPPI, Heikki 2012. Oikein ruokkimalla hyvä kasvu ja mahojen kehitys alusta alkaen. Julkaisussa: HUHTAMÄKI, Tuija (toim.) Vasikasta huippulypsylehmäksi. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 10–21.
- KIVIRANTA, Tuure 2021a. Maidon hinta nousee Euroopassa, kotimaassa ylittyi 40 senttiä. Maaseudun Tulevaisuus 1.11.2021, 7.
- KIVIRANTA, Tuure 2021b. Maitotilojen määrä väheni viime vuonna 7 prosenttia, tuotantomäärä kasvoi prosentin [verkkojulkaisu]. Maaseudun Tulevaisuus 2.2.2021. [Viitattu 2021-02-05.] Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.1306356>
- KOIVUNEN, Erja ja HUUSKONEN, Arto 2018. Säilörehun hometoksiinit ja niiden vaikutukset naudoilla [verkkodokumentti]. Luke. [Viitattu 2022-01-25.] Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituo%20tunto/Nurmikasvit/luke-luobio\\_19\\_2018\\_hometoksiinit%20nurmessa.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituo%20tunto/Nurmikasvit/luke-luobio_19_2018_hometoksiinit%20nurmessa.pdf)
- KORHONEN, Tarja 1990. Maidon laktoosipitoisuuteen vaikuttavat tekijät sekä laktoosipitoisuuden yhteydet solulukkuun ja maidon muihin aineosiin [verkkodokumentti]. Helsingin Yliopiston Kotieläinten Jalostustieteen Laitos. [Viitattu 2021-10-26] Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/52207405.pdf>
- KUIRI, Sini ja ANTTILA, Anne 2020. Ruokinnan kokonaisvaltainen hallinta tukee pötsin terveyttä. KMMvet 6/2020, 46–48.
- KUJALA, Minna 2006. Sorkkasairaudet ja ruokinta. Julkaisussa: MANNINEN, Emmi ja HELIN, Jukka (toim.) Terveillä sorkilla tuloksiin. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto, 59–63.
- KURKELA, Virpi 2012. Tavoitteena terve ja hyvinvoiva vasikka. Julkaisussa: HUHTAMÄKI, Tuija (toim.) Vasikasta huippulypsylehmäksi. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 6–7.
- KYNTÄJÄ, Juho, KARLSTRÖM, Tiina, RINNE, Marketta, NOUSIAINEN, Juha, PALVA, Reetta ja NOKKA, Sanna 2010. Pitkän tähtäimen ruokinnan suunnittelu. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juha, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 41–43.
- KYTÖLÄ, Tapio 2016. Maitokriisi [verkkojulkaisu]. Ulkoministeriö: Eurooppatiedotus. [Viitattu 2021-02-17] Saatavissa: <https://eurooppatiedotus.fi/2016/06/20/maitokriisi/>
- KÄRKKÄINEN, Leena 2019. Hävikit esiin ja säilörehun tuotanto tehokkaaksi. Nauta 5/2019, 22–25.
- LAHTI, Pauli 2019. Suomen idänkauppa hyytyi Krimin miehitykseen – Pakotteet lisäsivät Venäjän tuskaa [verkkojulkaisu]. Yle. [Viitattu 2021-02-17.] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10929914>
- LAMBERTZ, C., SANKER, C. ja GAULY, M. 2013. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. Journal of Dairy Science [digilehti] 97, 319–329. [Viitattu 2021-03-10] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213007832>

LAMPINEN, Kyllikki, MANNINEN, Emmi ja NIEMI, Jouni 2006. Sorkkahoito turvaa tuloksen. Julkaisussa: MANNINEN, Emmi ja HELIN, Jukka (toim.) Terveillä sorkilla tuloksiin. Helsinki: ProAgria Maaseutokeskusten Liitto, 7–19.

LANTBRUKARNAS RIKSFÖRBUND 2021. Svensk mjölk i siffror [verkkojulkaisu]. LRF. [viitattu 2021-03-06.] Saatavissa: <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-mjolk/svensk-mjolk-i-siffror/>

LAPPALAINEN, Juha ja ÅBERG, Johan 2021. Maatalouden talouskriisi ja MTK:n esitykset [verkkojulkaisu]. MTK. [viitattu 2021-11-04.] Saatavissa: <https://www.mtk.fi/-/talouskriisimtktoimet>

LECOLINET, Margaux ja PRÉVÉRAUD, Damien 2021. Mycotoxins in dairy cows: The role of rumen [verkkojulkaisu]. Adisseo. [Viitattu 2022-01-25.] Saatavissa: <https://www.adisseo.com/en/mycotoxins-in-dairy-cows-the-role-of-rumen/>

LEHKONEN, Heidi 2021. Terveillä jaloilla tuloksia. Käytännön Maamies 9/2021, 94–95.

LEHMÄLÄÄKÄRIT 2021. Kuumat kelit stressaavat lehmiäkin [verkkojulkaisu]. Lehmälääkärit 7.6.2021. [Viitattu 2021-12-10.] Saatavissa: <https://www.lehmalaakarit.com/b/hellestressi>

LEHTONEN, Satu 2020. Lehmien määrä väheni kaikkialla muualla paitsi Kainuussa. [verkkojulkaisu]. Maaseudun Tulevaisuus 17.2.2020. [Viitattu 2021-02-18.] Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.995427>

LIESPUU, Saara 2020a. Lehmät seisovat liikaa. Maatilan Pellervon Eläin-liite. Huhtikuu 2020, 14–17.

LIESPUU, Saara 2020b. Ruotsissa kaikki lehmät laiduntavat. Maatilan Pellervon Eläin-liite. Elokuu 2020, 20–21.

LIESPUU, Saara 2020c. Utaretulehdukset hallintaan – huomaa myös hiehot. Maatilan Pellervon Eläin-liite. Toukokuu 2020, 34–36.

LINNAINMAA, Eeva 2018. Oikeat jalostusvalinnat johtavat kohti ympäristöystävällisempää maidontuotantoa [verkkojulkaisu]. KMVet. [Viitattu 2021-02-21.] Saatavissa: <https://kmvet.fi/oikeat-jalostusvalinnat-johtavat-kohti-ymparistoystavallisempaa-maidontuotantoa/>

LOHENOJA, Sanna 2018. Mikä patogeeni rokottaa eniten maitotiliä? [verkkojulkaisu]. Nauta. Faba osk. [Viitattu 2021-03-23] Saatavissa: <https://nauta.fi/tuotanto-ja-talous/mika-patogeeni-rokottaa-eniten-maitotilia/>

LUKE s. a. Maidon tuottajahinnat muuttujina Vuosi ja Hintaa [verkkojulkaisu]. Luke. [Viitattu 2021-02-20] Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_06%20Talous\\_\\_02%20Maataloustuotteiden%20tuottajahinnat/02\\_Tuottajahinnat\\_Maito\\_v.px/table/tableViewLayout1/?loadedQueryId=83657d7a-9a45-489b-a369-acc0c9bdceee&timeType=from&timeValue=2007](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__06%20Talous__02%20Maataloustuotteiden%20tuottajahinnat/02_Tuottajahinnat_Maito_v.px/table/tableViewLayout1/?loadedQueryId=83657d7a-9a45-489b-a369-acc0c9bdceee&timeType=from&timeValue=2007)

MAITOHYGIENIALIITTO s. a. a. Laatuhygienialuokitus [verkkojulkaisu]. Maitohygienialiitto. [Viitattu 2021-02-21.] Saatavissa: <http://maitohygienialiitto.fi/tilastot/e-luokka>

MAITOHYGIENIALIITTO s. a. b. Somaattisten solujen määrä maidossa [verkkojulkaisu] Maitohygienialiitto. [Viitattu 2021-02-21.] Saatavissa: <http://maitohygienialiitto.fi/tilastot/somaattisten-solujen-maerae-maidossa>

MANNI, Katariina, RÄMÖ, Sari ja HUUSKONEN, Arto 2021. Mykotoksiinit rehujen näkymätön vaara. Nauta 3/2021, 30–32.

MATTIO, Marjukka 2020. Maidontuotanto [verkkajulkaisu]. MTK 9.6.2020. [Viitattu 2021-02-21.] Saatavissa: <https://www.mtk.fi/-/maidontuotanto-1>

MOVET s. a. Utaretulehdus [verkkodokumentti]. Movet. [Viitattu 2021-03-09] Saatavissa: <https://www.movet.fi/tutkimukset/utaretulehdus-pcr-15-patogeenia-betalaktamaasigeeni/>

NIEMINEN, Anne 2021. Eläinten oloa voi tukea ruokintaa ja olosuhteita muuttamalla. *KMVet* 3/2021, 12–15.

NIITTYMAA, Fanny 2021. Lehmät lypsävät valon väristä välittämättä. *Maaseudun Tulevaisuus* 23.8.2021, 7.

NIOZAS, G., THOUSIS, G., MALESIOS, C., STEINHÖFEL, I., BOSCO, C., BOLLWEIN, H. ja KASKE, M. 2018, Extended lactation in high-yielding dairy cows. II. Effects on milk production, udder health, and body measurements. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 102, 811–823. [Viitattu 2021-10-19.] Saatavissa: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2818%2931017-8>

NOKKA, Sanna 2020. Lypsykarjan tuotosseurannan tulokset 2019 [verkkodokumentti]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-08] Saatavissa: [https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/lypsykarjan\\_tuotosseurannan\\_tulokset\\_2019\\_sanna\\_nokka.pdf](https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/lypsykarjan_tuotosseurannan_tulokset_2019_sanna_nokka.pdf)

NOKKA, Sanna 2021. Lypsykarjan tuotosseurannan tulokset 2020 [verkkodokumentti]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-21.] Saatavissa: [https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/lypsykarjan\\_tuotosseurannan\\_tulokset\\_2020.pdf](https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/lypsykarjan_tuotosseurannan_tulokset_2020.pdf)

NYHOLM, Laura 2017. Koostumus ja laatu maakunnittain. Valio Artturi.

NYHOLM, Laura 2018a. Karkearehujen riittävyys ja laatu. *Valio: Maito ja me* [digilehti] 4/2018, 20–21 [Viitattu 2021-10-24.] Saatavissa: [https://issuu.com/maitojame\\_1\\_2017/docs/mame0418/21](https://issuu.com/maitojame_1_2017/docs/mame0418/21)

NYHOLM, Laura 2018b. Koostumus ja laatu maakunnittain. Valio Artturi.

NYHOLM, Laura 2019. Koostumus ja laatu maakunnittain. Valio Artturi.

NYLANDER, Christa, PEKKANEN, Suvi, KAUPPINEN, Risto, HUUSKONEN, Arto, MONONEN, Jaakko ja ALATALO, Juha 2004. Valon ja melun vaikutus nautojen hyvinvointiin ja kasvuun [verkkodokumentti]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19. [Viitattu 2021-03-08] Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/237215594\\_Valon\\_ja\\_melun\\_vaikutus\\_nautojen\\_hyvinvointiin\\_ja\\_kasvuun](https://www.researchgate.net/publication/237215594_Valon_ja_melun_vaikutus_nautojen_hyvinvointiin_ja_kasvuun)

OLD, Carl 2014. Seasonal changes in milk production [verkkajulkaisu]. *Progressive Dairy* 4.9.2014. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: <https://www.progressivedairy.com/topics/feed-nutrition/seasonal-changes-in-milk-production>

PAAKALA, Elina 2019. Sorkkaterveys kuntoon – tulonmenetykset minimiin. *Nauta* 4/2019, 20–21.

PENEV, T., GERGOVSKA, Zh., MARINOV, I., KIROV, V., STANKOV, K., MITEV, Y. ja MITEVA, Ch. 2014. Effect of season, lactation period and number of lactation on mastitis incidence and milk yields in dairy cows. *Agricultural science and technology* [digilehti] 2, 231–238. [Viitattu 2021-03-09.] Saatavissa: <https://agrisitech.eu/effect-of-season-lactation-period-and-number-of-lactation-on-mastitis-incidence-and-milk-yields-in-dairy-cows/>

PESOLA, Piia 2019. Lehmät kärsivät lämpöstressistä jo +18 asteessa [verkkajulkaisu]. *Maaseudun Tulevaisuus* 7.7.2019. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.465189>

- POLSKY, Liam ja VON KEYSERLINGK, Marina. A. G. 2017. Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 100, 8645–8657. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2817%2930849-4>
- PROAGRIA 2018. Tuotosseuranta 120 vuotta kehittävien karjojen tukena [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-24.] Saatavissa: <https://etela-suomi.proagria.fi/sisalto/tuotosseuranta-120-vuotta-kehittavien-karjojen-tukena-10587>
- PROAGRIA 2021a. Lypsykarjan tuotosseurannan tulokset 2020-julkaisu [verkkojulkaisu]. ProAgria [viitattu 2021-10-14] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/www/nettilehdet/tuotosseurannan\\_tulokset\\_2020/#/article/1/page/1](https://www.proagria.fi/www/nettilehdet/tuotosseurannan_tulokset_2020/#/article/1/page/1)
- PROAGRIA 2021b. Tuotosseuranta – tulevaisuuden karjojen valinta maailmanlaajuisesti [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-24.] Saatavissa: <https://proagria.fi/sisalto/tuotosseuranta-tulevaisuuden-karjojen-valinta-maailmanlaajuisesti-376>
- PŠENKA, M., ŠISTKOVA, M., MIHINA, Š. ja GÁLIK, R. 2016. Frequency analysis of noise exposure of dairy cows in the process of milking. *ResearchGate* [digilehti] 62, 185–189. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/311092111\\_Frequency\\_analysis\\_of\\_noise\\_exposure\\_of\\_dairy\\_cows\\_in\\_the\\_process\\_of\\_milking](https://www.researchgate.net/publication/311092111_Frequency_analysis_of_noise_exposure_of_dairy_cows_in_the_process_of_milking)
- PULKKINEN, Markku 2021. Rehuanalyysit hyödyksi. Maatilan Pellervon Eläin-liite. Elokuu 2021, 22–24.
- PUUMALA, Lea 2015. Työnkäytöllisesti hyvin toimiva automaattilypsy [verkkodokumentti]. ProAgria 3.9.2015. [Viitattu 2022-02-11.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tyonkaytollisesti\\_hyvin\\_toimiva\\_pihatto\\_puumala\\_lea.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tyonkaytollisesti_hyvin_toimiva_pihatto_puumala_lea.pdf)
- PUUMALA, Lea, MORRI, Sari ja MÄNTYHARJU, Johanna 2014. Keinoja lypsyrobotin käytön tehostamiseen [verkkodokumentti]. TTS:n tiedote 7/2014 (658). [Viitattu 2022-02-11.] Saatavissa: [https://www.tts.fi/files/2708/Keinoja\\_lypsyrobotin\\_kayton\\_tehostamiseen.pdf](https://www.tts.fi/files/2708/Keinoja_lypsyrobotin_kayton_tehostamiseen.pdf)
- PYÖRÄLÄ, Satu ja TIIHONEN, Tiina 2005. Utaretulehdus eli mastiitti [verkkodokumentti]. Nautojen sairaudet 2005. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/18\\_utaretulehdus\\_eli\\_mastiitti.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/18_utaretulehdus_eli_mastiitti.pdf?sequence=2)
- RANTALA, Jouni 2008. Säilörehun laadun merkitys ruokinnassa. Julkaisussa: HEIKKINEN, Anne-Mari, PAKARINEN, Kirsi, PUNKKI, Pia, ROSSI, Anu, PUURUNEN, Tapani, SAIRANEN, Auvo ja VIRKAJÄRVI, Perttu (toim.) Pohjois-Savon nurmiopas. Tavoitteena valtakunnan parhaat nurmet. Pelto tuottamaan – Pohjois-Savoon valtakunnan parhaat nurmet -hanke, 38–41.
- RAY, D. E., HALBACH, T. J. ja ARMSTRONG, D. V. 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 75, 2976–2983. [Viitattu 2021-03-10.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030292780618>
- REMUS, Janet 2021. Countering the effects of heat stress with natural betaine [verkkojulkaisu]. *Dairy Global* 3.5.2021. [Viitattu 2022-01-28.] Saatavissa: <https://www.dairyglobal.net/specials/countering-the-effects-of-heat-stress-with-natural-betaine/>
- RINNE, Marketta 2014. Lehmien ruokinnan perusteet ja peruskäsitteet [verkkodokumentti]. Eläinterveyden tekijät -hanke. [Viitattu 2021-11-19.] Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuvot\\_MRinne\\_4.11.2014.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuvot_MRinne_4.11.2014.pdf)

RINTAMÄKI, Minna 2020. Käyttökate kertoo yrityksen tehokkuudesta. *Nauta* 2/2020, 21.

RUOKATIETO 2021. Tietohaarukka. Tilastotietoa ruokaketjusta 2021 [verkkodokumentti]. Ruokatieto Yhdistys ry [Viitattu 2021-11-04.] Saatavissa: <https://www.ruokatieto.fi/sites/tietohaarukka-2021/index.html#/article/1/page/1>

SAIRANEN, Auvo 2010. Laidunkauden ruokinta. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 106–110.

SAIRANEN, Auvo ja JUUTINEN, Elina 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus lehmien säilörehun syöntiin ja maitotuotokseen. Julkaisussa: Nurmesta se kaikki lähtee. Karjatilan kannattava peltoviljely. KARPE-hanke, 11–16.

SALFER, I. J., DECHOW C. D., ja HARVATINE, K. J. 2019. Annual rhythms of milk and milk fat and protein production in dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 102, 742–753. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(18\)31063-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(18)31063-4/pdf)

SANDERS A. H., SHEARER J. K. ja DE VRIES, A. 2009. Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 92, 3165–3174. [Viitattu 2021-09-06.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209706332>

SEILAB s. a. Rehuanalyysin tulkintaohjeistus: Märehtijät [verkkodokumentti]. Seilab. [Viitattu 2021-10-23.] Saatavissa: <http://www.seilab.fi/tutkimukset/.rehututkimukset.html/47916.pdf>

SEPPÄLÄ, Arja, HEIKKILÄ, Terttu, RINNE, Marketta ja MIETTINEN, Harri 2010. Seosrehu pilaantuu nopeasti, jos vanhaa seosta jää mukaan [verkkodokumentti]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote 26. [Viitattu 2021-11-16.] Saatavissa: <https://journal.fi/smst/article/view/76871/38034>

SEURI, Pentti, HELLSTEDT, Maarit ja LILLUNEN, Anu 2011. Ulkoiluta turvallisesti – ohjeita jaloittelutarhaa suunnittelevalle [verkkojulkaisu]. Teho-hankkeen julkaisuja 2/2011. [Viitattu 2021-10-22.] Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94186/Jaloittelutarhaopas.pdf?sequence=2>

SIRKKO, Kaisa 2020. Häämöttääkö kirstun pohja? Maatilan Pellervon Eläin-liite. *Joulukuu* 2020, 32–35.

SIRKKOLA, Heikki ja TAURIAINEN, Susanna 2017. *Eläinten lääkintä ja hoito – käsikirja eläintenhoitajille*. Helsinki: Opetushallitus.

SUMMER, Andrea, LORA, Isabella, FORMAGGIONI, Paolo ja FOTTARDO, Flaviana 2019. Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers* [digilehti] 9, 39–46. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://academic.oup.com/af/article/9/1/39/5145101>

TANNER, Minna s. a. Valolla enemmän maitoa [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: <https://www.proagria.fi/blogit/ruokintapoydalla/2017/02/13/valolla-enemman-maitoa>

TAURÉN, Pirkko, TIIRA, Hinni ja PAAKALA, Elina 2021. Parempia pitoisuuksia! *Faba. Osuuskuntalaisen oma lehti* 1/2021, 16–17.

TIMONEN, Anri 2020. Loistetta lehmille – navetan valaistuksen optimointi [verkkojulkaisu]. *Lehmälääkärit*. [Viitattu 2021-03-08.] Saatavissa: <https://www.lehmalaakarit.com/b/loistetta-lehmille--navetan-valaistuksen-optimointi>

TURNER, C. W. 1923. Seasonal variations in milk and fat production. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 6, 198–204. [Viitattu 2021-03-03.] Saatavissa: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0022030223940798?token=B1B4FF93A21FDC12FBFAF49>

90A579078C21EBB7152F1EDCA29C6DEBE440FF6E0EE023DB3DCDB317EBAE595219337BD7F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211210211210

UUSITALO, Marja 2009. Lapin maatalous tänään ja huomenna. Julkaisussa: SARALA, Pertti, LEHMUSPELTO, Pasi ja SUOPAJÄRVI, Leena (toim.) Mikä on Lappi ja mikä siitä voi tulla? [verkkodokumentti]. Lapin tutkimusseura ry, 48–53 [Viitattu 2021-10-23.] Saatavissa: <http://www.lapintutkimusseura.fi/files/Acta%20Lapponica%20Fenniae%2021.pdf#page=53>

VALKONEN, Merja, TAURÉN, Pirkko, VAHLSTEN, Terhi ja LOHENOJA, Sanna 2021. Ayrshiren tulevaisuus askarruttaa [verkkojulkaisu]. Nauta. Faba osk. 19.3.2021 [Viitattu 2021-10-14.] Saatavissa: <https://nauta.fi/jalostus/ayrshiren-tulevaisuus-askarruttaa/>

VALTIONEUVOSTON ASETUS NAUTOJEN SUOJELUSTA. A 592/2010. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2021-10-17.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100592>

VAN EETVELDE, M., DE JONG, G., VERDRU, K., VAN PELT, M. L., MEESTERS, M. ja OPSOMER, G. 2020. A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 103, 11515–11523. [Viitattu 2021-03-10.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022030220308237>

VIINIKAINEN, Matti 2013. Mikä on syönti-indeksin arvo? [verkkodokumentti]. ProAgria Maitovalmennus 5.9.2013. [Viitattu 2021-10-23.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mika\\_on\\_syonti\\_indeksin\\_arvo\\_viinikainen\\_1.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mika_on_syonti_indeksin_arvo_viinikainen_1.pdf)

VILKKA, Hanna 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet [verkkojulkaisu]. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, 149–154 [Viitattu 2021-09-14.] Saatavissa: <http://hanna.vilkka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>

VÄHÄSARJA, Sari 2018. Vuoden eläinlääkäri lähes kasvoi navetassa – nykyään sorkkaterveys on "lehmien työterveyslääkärille" sydämen asia [verkkojulkaisu]. Yle 16.5.2018. [Viitattu 2022-02-11.] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10205566>

WEST, J. W. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 86, 2131–2144. [Viitattu 2021-03-02.] Saatavissa: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2803%2973803-X>

WYLIE, Elmer. C. 1924. The effect of season on the milk and fat production of jersey cows. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 8, 127–131. [Viitattu 2021-03-03.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030225939483>

YANG, L., YANG, Q., YI, M., PANG Z. H. ja XIONG, B. H. 2013. Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *Journal of Dairy Science* [digilehti] 96, 6863–6869. [Viitattu 2021-03-09.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213006437>

YLI-HYNNILÄ, Mervi, MANNINEN, Emmi, TOLONEN, Kaisa ja PITKÄRANTA, Jouni 2006. Navettaolosuhteiden vaikutus nautojen sorkkaterveyteen. Julkaisussa: MANNINEN, Emmi ja HELIN, Jukka (toim.) Terveillä sorkilla tuloksiin. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto, 64–84.

ÄIJÖ, Antti 1998. Poikimiskuukausi näkyy maitotilissä [verkkojulkaisu]. Maatilan Pellervo 4/1998. [Viitattu 2021-10-17.] Saatavissa: <https://www.pellervo.fi/maatila/498uusi/498raha.htm>