

EMOLEHMÄTUOTANNON TUOTTAVUUS JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Titta Jämsä
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden osasto
Kotieläinten
ravitsemustiede
Lokakuu 2020

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Maataloustieteiden osasto	
Tekijä — Författare — Author Titta Jämsä			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Emolehmätuotannon tuottavuus ja siihen vaikuttavat tekijät			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten ravitsemustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma		Aika — Datum — Month and year Lokakuu 2020	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 55
Tiivistelmä — Referat — Abstract Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää suomalaisen emolehmätuotannon tuottavuutta kuvaavia tunnuslukuja. Emolehmätuotantoa tarvitaan, koska lypsylehmien määrä pienenee ja näin ollen myös lihantuotantoon käytettävissä olevien maitorotuisten vasikoiden määrä. Emolehmien määrä on noussut Suomessa lähes 20 % kymmenen viime vuoden aikana. Emolehmän tärkein tuotos on elävä vasikka, joka saadaan vieroitettua menestyksekkäästi ja riittävän isossa vieroituspainossa suhteessa emon painoon. Naudanlihantuotannon hiilijalanjälkeen on viime vuosina kiinnitetty yhä enemmän huomiota ja emolehmiin perustuvan lihantuotannon tuottavuutta parantamalla voidaan pienentää myös kasvihuonekaasupäästöjä. Emolehmätuotannon tuottavuutta kuvaavia tunnuslukuja ovat hiehojen poikimaikä, poikimaväli, poikimaprocentti, vasikkakuolleisuus, elinikäistuotos ja poistoikä. Nämä analysoitiin Ruokaviraston nautarekisterin tietojärjestelmistä saatavasta datasta vuosilta 1995-2014. Aineiston tilastollinen analysointi toteutettiin SAS-ohjelmalla. Keskimääräisten tunnuslukujen lisäksi analysoitiin rotukohtaiset erot sekä emolehmätilojen parhaimman ja heikoimman neljänneksen väliset erot. Emolehmähiehot poikivat keskimäärin 27,5 kuukauden iässä. Poikimaväli oli keskimäärin 378 päivää. Angus-rodun hiehojen poikimaikä oli matalin ja lehmien poikimaväli lyhyin lähes koko analysointijakson ajan. Limousinen poikimaikä oli korkein ja poikimaväli pisin. Parhaan neljänneksen tiloilla hiehot poikivat keskimäärin 22 kuukauden iässä ja heikoimman neljänneksen tiloilla yli 42 kuukauden iässä. Poikimavälin keskiarvo parhaan neljänneksen tiloilla oli 364 päivää ja heikoimman neljänneksen tiloilla 400 päivää. Poikimaprocentti oli keskimäärin lähes 86 prosenttia. Anguksen poikimaprocentti oli korkein koko analysointijakson ajan. Parhaan neljänneksen karjoissa poikimaprocentti oli keskimäärin 96 % ja heikoimman neljänneksen karjoissa 73 %. Vasikkakuolleisuus oli keskimäärin 6,2 %. Sonnivaskoiden kuolleisuus oli lähes 2 %-yksikköä suurempi kuin lehmävasikoiden. Ensikoilla vasikkakuolleisuus oli suurempi kuin vanhemmilla lehmillä. Vasikkakuolleisuus oli suurin charolais-rodulla. Emolehmän elinikäistuotos oli keskimäärin 4,4 tuotettua vasikkaa. Elinikäistuotos oli paras anguksella ja limousinella ja heikoin simmentalilla. Poistoiän keskiarvo oli 6,8 vuotta. Korkein poistoikä oli limousinella ja matalin simmentalilla. Tilakohtaiset vaihtelut tuotantotuloksissa olivat suuria. Tuotannon tulisi olla riittävän tehokasta, jotta se olisi ympäristöllisesti kestävä ja emolehmätuotannon hiilijalanjälkeä saataisiin entisestään pienennettyä.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords emolehmä, hiilijalanjälki, poikimaikä, poikimaväli, elinikäistuotos			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden osasto ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Työtä ohjasivat Yliopistonlehtori Tuomo Kokkonen, erikoistutkija Anna-Maria Leino, hankintajohtaja Sinikka Hassinen			

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY
OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Titta Jämsä			
Työn nimi — Arbetets titel — Title The productivity of suckler cow production and the factors that affect it			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal Nutrition			
Työn laji — Arbetets art — Level Master's thesis	Aika — Datum — Month and year October 2020	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 55 p.	
Tiivistelmä — Referat — Abstract The aim of this study was to find the key figures that describe the productivity of Finnish suckler cow production. Suckler cow production is needed because the number of dairy cows is decreasing and so is the amount of dairy breed calves. The number of suckler cows has grown by almost 20% in Finland during the last ten years. The primary product of a suckler cow is to produce yearly a living calf that is reared successfully to a high weaning weight in relation to its mother's weight. The carbon footprint of beef production has received increasing attention in recent years and improving the productivity of suckler cow-based meat production can also reduce greenhouse gas emissions. The key figures that represent the productivity of suckler cow production are heifers' calving age, calving interval, calving percentage, calves' mortality rates, and lifetime production and culling rates of suckler cows. The analysis of the key figures was done by studying data from the EU's bovine register and the Finnish Food Authority's data from the production years 1995-2014. Statistical analyses were carried out with SAS software. In addition to average key figures, the differences between the breeds and the top and bottom quarters of suckler beef farms were analysed. The average age of heifers at first calving was 27.5 months, and average calving interval of cows was 378 days. The Angus breed's calving age was lowest and the calving interval shortest for almost the entire analyzing period. The Limousin breed's calving age was highest and their calving interval longest. In the best quarter of farms, heifers calved at an average age of 22 months and in the weakest quarter farms at more than 42 months of age. The mean calving interval was 364 days on farms in the best quarter and 400 days on farms in the weakest quarter. The calving percentage on average was 85,7%. Angus had the highest calving percentage during the analyzing period. In the best quarter herds, the calving percentage averaged 96% and in the weakest quarter herds 73%. The calves' mortality rate was 6,2% on average. The mortality rate was almost 2%-units higher for bull calves than heifer calves. The mortality rate was higher for heifers than for older cows. The mortality rate of calves was highest for the Charolais breed. Average lifetime calf production per suckler cow was 4.4 produced calves. Angus and Limousin had the best lifetime production and Simmental the worst. The average culling age was 6.8 years. The highest culling age was in Limousine breed and lowest in Simmental. Herd differences were large. Production should be efficient enough to be environmentally sustainable and to reduce the carbon footprint of suckler cow production.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords suckler cow, carbon footprint, calving age, calving interval, lifetime calf production			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervisors: university lecturer Tuomo Kokkonen, senior scientist Anna-Maria Leino, vice president Sinikka Hassinen			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 NAUDANLIHANTUOTANNON ILMASTOVAIKUTUS JA EMOLEHMÄTUOTANNON TUOTTAVUUS	8
2.1 Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta	9
2.2 Emolehmätuotannon ympäristövaikutus	10
2.3 Emolehman elinikäistuottavuus	11
2.4 Rotujen väliset erot	13
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	13
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	14
4.1 Hiehojen poikimaikä	15
4.2 Poikimaväli	16
4.3 Poikimaprocentti	16
4.4 Vasikkakuolleisuus	17
4.5 Elinikäisvasikkatuotos	17
4.6 Poistoikä	18
4.7 Tilastollinen testaus	18
5 TULOKSET	20
5.1 Hiehojen poikimaikä	20
5.2 Poikimaväli	22
5.3 Poikimaprocentti	24
5.4 Vasikkakuolleisuus	27
5.5 Elinikäisvasikkatuotos	31
5.6 Poistoikä	31
5.7 Uudistusprocentti	34
6 TULOSTEN TARKASTELU	35
6.1 Hiehojen poikimaikä	35
6.2 Poikimaväli	38
6.3 Poikimaprocentti	40
6.4 Vasikkakuolleisuus	41
6.5 Elinikäisvasikkatuotos	43
6.6. Poistoikä	45
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	46
KIITOKSET	48
LÄHTEET	49

LYHENTEET JA SYMBOLIT

CO₂e Hiilidioksidiekvivalentti

GWP Global Farming Potential

LULUCF land use, land use change and forest eli Euroopan unionin politiikka maankäytön, maankäytön muutosten ja metsien ilmastovaikutusten suhteen

1 JOHDANTO

Suomessa naudanlihantuotanto perustuu pitkälti lypsyrotuisten vasikoiden kasvatukseen. Emolehmätuotantoa tarvitaan, koska lypsylehmien määrä vähenee koko ajan, ja näin ollen myös maitorotuisten vasikoiden määrää pienenee. Suomen omavaraisuusaste naudanlihantuotannossa on ollut pitkään noin 80 %, mutta kääntyy ennusteiden mukaan laskuun lähivuosina (Suomen Gallup 2020). Emolehmien määrä on noussut Suomessa yli 20 % viimeisen kymmenen vuoden aikana ja on nousussa edelleen, kun taas muiden nautojen määrä on laskusuunnassa. Vuonna 2019 Suomessa oli 59 420 emolehmää (Luonnonvarakeskus 2020).

Suomessa oli 2162 emolehmätilaa vuonna 2018. Tiloista 623 kappaleella oli ainoastaan 1-9 emolehmää. Yli 50 lehmän karjoja oli 218 kappaletta ja yli 100 lehmän karjoja 57 kappaletta (Luonnonvarakeskus 2019). Faban emolehmätarkkailuun kuului 307 emolehmätilaa vuonna 2018. Tarkkailussa oli tuolloin yhteensä 12 758 emolehmää, kun highland cattle-rodun lehmät lasketaan mukaan. Tarkkailuun kuuluvista emoista herefordeja oli 27 %, charolaisia 19 %, aberdeen anguksia 18 %, limousineja 15 %, simmentaleja 13 % ja 6 % highlandeja (Sirkko 2019).

Emolehmätuotannon tuottavuutta kuvaavat muun muassa emon lisääntymisominaisuudet, joita ovat tiinehtyvyys, ensimmäisen poikimisen ikä, poikimaväli, poikimakerrat, poikimavaikeudet ja kestävyys (Diskin ja Kenny 2014, Mulliniks ja Beard 2019). Emolehmän tärkein tuotos on elävä vasikka, joka saadaan vieroitettua menestyksekkäästi ja riittävän isossa vieroituspainossa suhteessa emon painoon. Lisääntymistehokkuus on yksi tärkeimmistä tekijöistä kannattavassa ja ympäristöystävällisessä emolehmätuotannossa (Diskin ja Kenny 2014, Phillips 2018, Nummi 2020).

Tutkielmassa kartoitetaan suomalaisen emolehmätuotannon tuottavuutta nautarekisteristä saatavan datan avulla. Emolehmätuotannolla on mahdollisuuksia suomalaisessa maataloudessa, mutta sen on oltava myös kannattavaa ja ympäristöllisesti kestävä. Naudanlihantuotannon yleinen hyväksyttävyys ja eläinten hyvinvointikysymykset ovat jatkuvasti esillä yleisessä keskustelussa. Tehostamalla

tuotantoa ympäristönäkökulmat huomioon ottaen voidaan osoittaa, että emolehmätuotannolla on paikkansa ruuantuotannossa. Laiduntavat emolehmät tukevat myös luonnon monimuotoisuutta (Marty 2005).

2 NAUDANLIHANTUOTANNON ILMASTOVAIKUTUS JA EMOLEHMÄTUOTANNON TUOTTAVUUS

Kotieläintuotannolla on merkittäviä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin (Stanford University 2010, Audsley ja Wilkinson 2014). On arvioitu, että maatalouden osuus maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöistä on noin 8-10 % (IPCC 2006). Suomessa maatalouden osuus kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä vuonna 2018 oli 11 %. Maatalouden päästöt olivat tuolloin 6,3 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Ne laskivat 3 % edellisvuodesta, johtuen lähinnä eläinmäärän laskusta ja huonon satovuoden aiheuttamasta pienemmästä niittojäännöksestä. Verrattuna vuoteen 1990 maatalouden päästöt ovat vähentyneet 16 %, lähinnä rakennemuutoksesta ja väkilannoitteiden käytön vähenemisestä johtuen (Tilastokeskus 2019).

Suomen maatalouden kokonaispäästöissä ei ole mukana maankäyttö, maankäytön muutokset eikä metsätalous, eli LULUCF-sektorin päästöt ja poistumat. Tällä on vaikutusta, sillä erityisesti Suomessa kyseinen sektori on merkittävä hiilinielu (Tilastokeskus 2019, Maa- ja metsätalousministeriö 2020).

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen määrä on selkeästi yhteydessä nautojen määrään (Beauchemin ym. 2011). Emolehmätuotannon kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat metaani-, typpioksidi-, ja hiilidioksidipäästöistä (Ferrell ja Jenkins 1984). Naudanlihan kulutuksen on ennustettu kasvavan maailmanlaajuisesti 72 % ja maidon kulutuksen 82 % vuodesta 2005 vuoteen 2050 (FAO 2006). Maatalouden olisi pystyttävä vastaamaan lisääntyneen kysynnän aiheuttamaan haasteeseen, mutta otettava vastuuta myös ilmastonmuutoksesta. Kasvihuonekaasupäästöjä tuotettua lihakilogrammaa kohden olisi saatava pienennettyä. Ilmastopäästöjen vähentymiseen liittyy usein parantunut tuottavuus ja kannattavuus (Bell ym. 2011).

2.1 Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta

Eri kasvihuonekaasupäästöjen vaikutus kasvihuoneilmiön voimistumiseen voidaan arvioida hiilidioksidiekvivalentteina. Päästöt yhteismitallistetaan ja muunnetaan ekvivalenttiseksi hiilidioksidiksi maailmanlaajuisen lämmityspotentiaalikertoimen avulla. Lämmityspotentiaalikerroin eli Global Warming Potential (GPW) kertoo maapallon lämpenemispotentiaalista ja arvioi hiilidioksidin, ammoniakkin, metaanin ja dityppioksidin vaikutuksen ja niiden suhteelliset kertoimet ottamalla huomioon kaasujen erilaiset lämpösäteilyn läpäisyominaisuudet sekä niiden viipymäajan ilmakehässä (Ilmatieteenlaitos 2020).

Irlannissa tehdyssä tutkimuksessa naudanlihan keskimääräinen hiilijalanjälki oli 11,3 kg CO₂e eläimen elopainokiloa kohti, eli noin 20,1 kg CO₂e tuotettua teuraslihakilogrammaa kohti (Casey ja Holden 2006a). Foleyn ym. (2011) Irlannissa tekemässä tutkimuksessa pihvilihaa tuottavien tilojen keskimääräinen hiilijalanjälki oli 19-23 kg CO₂e tuotettua teuraskilogrammaa kohti. Etelä-Amerikassa tuotetun naudanlihan hiilijalanjälki on moninkertainen eurooppalaisen naudan hiilijalanjälkeen verrattuna. Pihvirotuisen naudan päästöjen kansainvälinen keskiarvo on yli 60 kg CO₂e teuraskiloa kohti (FAO 2013). Teuraspaino on eläimen elopaino, josta on vähennetty eläimen ruuansulatuskanava ja sen sisältö, sekä sisäelimien, veren, nahan, pään ja jalkojen paino (Lamminen 2006). Australiassa tehdyissä tutkimuksissa hiilijalanjälki oli noin 30-40 kg CO₂e myyntikelpoista eli luutonta lihakiloa kohti. Hiilijalanjälkeä on kuitenkin mahdollista pienentää jopa 50 %, parantamalla vasikkatuottoa ja päiväkasvuja sekä tuottamalla enemmän lihakiloa hehtaaria kohden (Casey ja Holden 2006a, Hunter ja Niethe 2009).

Suomessa on tehty hiilijalanjälkilaskentoja emolehmätiloille Atria Tuottajat Oy:n ja Envitecpolis Oy:n yhteistyönä. Envitecpolis Oy käyttää Cool Farm Tool-laskentatyökalua (Cool Farm Alliance, Grantham, Englanti), joka perustuu IPCC:n laskentametodologiaan ja kattavaan tutkimustietoon. Tällä hetkellä saadut tulokset pihvilihaa tuottavien emolehmätilojen hiilijalanjäljestä vaihtelevat välillä 20-28 kg CO₂e tuotettua teuraslihakiloa kohti. Vaihteluun vaikuttavat teuraspainot, eli käytännössä päiväkasvu ja kasvatusaika, sekä esimerkiksi kasvatettavien

uudistushiehojen määrä (Atria Tuottajat 2020, Arffman Senja Envitecpolis, suullinen tiedonanto 2020).

2.2 Emolehmätuotannon ympäristövaikutus

Suomessa tuotetusta naudanlihasta noin 80 % tuotetaan maidontuotannon sivutuotteena (Tilastokeskus 2019). Huuskosen ja Pesosen (2016) mukaan suomalaisen emolehmätuotannon ympäristövaikutus on suurempi kuin maidontuotannon sivutuotteena muodostuvan naudanlihan, koska maitorotuisilla eläimillä kuormitus jakautuu sekä naudanlihan- että maidontuotannolle. Maitorotuisten eläinten naudanlihakiloa kohti laskettu hiilijalanjälki jää liharotuisia pienemmäksi. Emolehmien jälkeläisten loppukasvatuksessa muodostuvan naudanlihakilon ympäristövaikutusten laskennassa huomioidaan myös emon rehun kulutus (Casey ja Holden 2006b, Verge ym. 2008). Maitorotuiset eläimet eivät kuitenkaan ole lihantuotannon tehokkuudeltaan verrattavissa liharotuisiin ja lihan laatu on usein heikompi (Casey ja Holden 2006b).

Emolehman rehunkulutus muodostaa 50-60 % koko emolehmätuotannon tarvitsemasta rehujen kuiva-ainemäärästä tiinehtymisestä teurastukseen, joten emon kuiva-aineen syönnillä on selkeä vaikutus tuotannon hiilijalanjälkeen. Emolehmätuotannon ympäristövaikutuksesta emolehman osuus on keskimäärin 60 % (Ferrell ja Jenkins 1984, Cottle ja Kahn 2014).

Emolehmätuotannossa tuottavuuden vaikutus ympäristövaikutukseen korostuu. Emolehman pitkä ylläpitokausi tiineyden aikana lisää ympäristöjalanjälkeä. Tällöin syötössä on ravintoarvoltaan heikompileatuksia rehuja, joista muodostuu enemmän metaania (Huuskonen ja Pesonen 2016). Noin 6 % nautojen bruttoenergiansaannista käytetään metaanin tuotantoon (Johnson ja Johnson 1995).

Optimoimalla emolehmien ruokintaa sekä parantamalla geneettistä perimää ja lisääntymiskykyä voidaan parantaa tuottavuutta ja eläinten kestävyyyttä (White ym. 2015). Erilaisten simulaatiomallien tai laskurien käyttö tilatason kasvihuonepäästöjen kartoittamiseksi on osoittautunut hyödylliseksi ja auttanut vähentämään päästöjä monissa maissa. Laskureilla ja uusilla käytännöillä saadaan lisättyä tietoisuutta

tekijöistä, jotka vaikuttavat tilan kasvihuonekaasupäästöihin ja niiden vähentämiskeinoista (Beauchemin ym. 2010).

Hävikki kuormittaa ympäristöä ja heikentää kannattavuutta. Emolehmätuotannossa hävikkiä aiheuttavat kuolleisuus ja ennenaikaiset poistot. Näihin vaikuttavat esimerkiksi vääränlainen ruokinta ja epäonnistuneet geneettiset valinnat (Mullinicks ja Beard 2019). Olisi tavoiteltavaa, että tilan eläimistä vähintään 95 % saavuttaa niille suunnitellun käyttötavoitteen. Eli jokainen emo, joka on ajateltu pitää tuotannossa, pysyy karjassa ja tekee vasikan vuosittain. Samoin jokaisen teuraskasvatettavan eläimen pitäisi päätyä teuraaksi (Herring 2014).

Ympäristöpäästöjä saadaan laskettua parantamalla tuottavuutta. Keinoja tähän ovat esimerkiksi rotaatiolaidunnus, sulavammat rehut, hävikin pienentäminen ja tehokas jalostusvalinta (Dick ym. 2015). Arvioiden mukaan kokonaisympäristövaikutusta voidaan pienentää noin 15 % parantamalla tuottavuutta ja minimoimalla hävikkiä (Dick ym. 2015, Legesse ym. 2015).

2.3 Emolehmän elinikäistuottavuus

Hyvä hedelmällisyys ja vasikkatuotto ovat tuottavan emolehmätuotannon perusta ja tärkeimpiä biologisia ja taloudellisia emolehmätuotannon tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Emolehmän elinikäistuottavuuteen vaikuttavat hiehon ikä sen poikiessa ensimmäisen kerran, poikimaväli, poikimakerrat sekä vieroitettujen vasikoiden määrä ja kasvu (Berry ja Drennan 2006, Diskin ja Kenny 2014).

Hiehojen olisi tultava sukukypsiksi riittävän ajoissa, jotta ne voivat poikia ensimmäisen kerran 24 kuukauden iässä. Poikimaikään ja poikimaväliin vaikuttavat perimä, kasvatusolosuhteet sekä ruokinta. Kannattavassa emolehmätuotannossa poikimaväli saisi olla korkeintaan 365 päivää. Poikimaprocentin jokaisessa karjassa tulisi olla vähintään 95-98 % tiineytettyjen emojen määrästä ja sitä tulisi aina verrata kaikkiin tilalla oleviin yli 24 kuukauden ikäisiin emoihin (Diskin ja Kenny 2014, Pesonen 2014a, Phillips 2018). Poikimavaikeudet, eläinten sairastuvuus ja menetykset vaikuttavat vasikkasaantoon. Vasikkasaannon vieroitettaessa tulisi olla yli 95 % poikineiden emojen määrästä (Mullinicks ja Beard 2019). Vasikkakuolleisuuden alle kuuden kuukauden

iässä tulisi olla alle 3 % (Pesonen 2014a). Kasvatetun vasikan kustannukset riippuvat pitkälti siitä, milloin lehmä poikii ensimmäisen kerran ja kuinka kauan se pysyy tuotannossa. Jos lehmä on tuottava pitkään, kustannukset vasikkaa kohti laskevat (Dakay ym. 2006).

Dayn ym. (2013) mukaan hiehot, jotka tekevät ensimmäisen vasikan 24 kuukauden ikäisenä tiinehtyvät paremmin ja niiden elinikäistuotos on yleensä parempi kuin myöhemmin poikineiden. Tällaiset lehmät myös tuottavat vieroituspainoltaan suurempia vasikoita. Tästä syystä hiehon kasvatusvaihe on erittäin tärkeä koko sen elinikäistuottavuuden kannalta.

Tilatason johtaminen ja havainnointi on erittäin tärkeää tuotantotulosten ja ympäristövaikutusten kannalta. Jalostuksella pyritään valitsemaan entistä tuottavampia ja hedelmällisempiä emoja, minkä lisäksi on osattava valita parhaiten tuotantoympäristöön sopiva rotu. Lehmien kestävyys on taloudellisesti tärkeää, sillä uudistushiehojen kasvattaminen on kallista ja kuormittaa ympäristöä (Diskin ja Kenny 2014). Kestävät ja pitkäikäiset lehmät parantavat biologista tehokkuutta, mikä vähentää tuotannon ympäristövaikutusta (Day ym. 2013, Summers ym. 2019). Useat syyt, kuten luonne, rakenteelliset viat tai ikä, voivat johtaa lehmän poistumiseen karjasta, mutta useimmiten lehmä poistetaan huonon tiinehtyvyyden takia (Renquist ym. 2006). Emolehmätilalla, jossa on tasainen tuotanto, uudistusprosentti saisi olla enintään 15 prosenttia (Pesonen 2014a).

Emojen hedelmällisyyden parantuminen ja vasikkakuolleisuuden pienentyminen johtaa naudanlihan tuotannon parempaan tehokkuuteen sekä pienentää kasvihuonekaasupäästöjä. Tarvitaan entistä parempia työkaluja, jotta osataan valita jalostukseen parhaat yksilöt hedelmällisyyden ja vasikoiden elinvoimaisuuden suhteen sekä kehittää samalla koko naudanlihantuotantoa (Moore ym. 2018).

2.4 Rotujen väliset erot

Suuremmat mannermaiset rodut, kuten charolais, limousin ja blonde d'aquitane, saavuttavat sukukypsyyden 14-16 kuukauden iässä, noin kaksi kuukautta myöhemmin kuin brittiläiset pienemmät rodut (Gregory ym. 1991, Dakay ym. 2006). Perinteiset lypsyrodut, kuten holstein ja simmental saavuttavat sukukypsyyden nuorempina kuin rodut, joita ei ole käytetty maidontuotantoon. Risteytyshiehot tulevat sukukypsiksi 9-41 päivää aikaisemmin kuin puhdasrotuiset vanhempansa (Gregory ym. 1991).

Risteytyshiehot poikivat yleensä nuorempina verrattuna puhdasrotuisiin. Dakayn ym. (2006) puhdasrotuisista eläimistä pienemmät rodut eli aberdeen angus ja hereford poikivat keskimäärin aiemmin kuin isommat rodut. Tuottavuusikä, eli vuosien määrä ensimmäisestä poikimisesta teurastukseen, on myös keskimäärin pidempi herefordeilla ja anguksilla verrattuna charolais tai limousine-rotuihin.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa suomalaisen emolehmätuotannon taso sekä tuottavuuden keskimääräiset parametrit ja niiden vaihtelut tuotantoympäristössä. Tutkimuksessa selvitetään suomalaisen emolehmätuotannon tuottavuuden kehitystä. Tarkoituksena on muodostaa selkeä näkemys siitä, millaiset suomalaisen emolehmätuotannon keskeiset tunnusluvut tällä hetkellä ovat, sekä miten ne ovat kehittyneet viimeisen parinkymmenen vuoden aikana. Lisäksi tutkitaan rotujen välisiä eroja tuottavuudessa.

Ensimmäisenä hypoteesina on, että suomalaisen emolehmätuotannon poikimaikä ja poikimaväli ovat suurempia kuin suositukset ja tilakohtaiset vaihtelut voivat olla suuria. Hiehojen poikimaikä on keskimäärin korkeampi kuin 24 kuukautta ja keskimääräinen poikimaväli pidempi kuin 365 päivää. Pienet rodut eli hereford ja aberdeen angus poikivat oletettavasti nuorempina kuin isommat rodut.

Toinen hypoteesi on, että vasikkakuolleisuus on yli 6 % ja ensikoiden vasikkakuolleisuus on suurempi kuin vanhempien emojen. Kolmas hypoteesi on, että emolehmien poikimaprocentti jää alle 90 % ja emolehmien elinikäistuotos jää alle neljän vasikan.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusaineisto koostui Ruokaviraston nautarekisterin tietojärjestelmistä kerätyistä tiedoista. Aineisto poimittiin heinäkuussa 2019 ja siinä oli kaikki nautarekisterin tiedot eläimistä, jotka olivat syntyneet välillä 1.1.1961-1.6.2016. Rekisteröimällä kaikki nautaeläimet pyritään elintarviketurvallisuuden parantamiseen, mahdollistetaan jäljitettävyyttä sekä varmistetaan, että kuluttajille myydään väärentämättömiä ja turvallisia tuotteita. Tuottajan tulee ilmoittaa jokaisen nautansa syntymä, kuolema, myynnit, ostot ja siirrot viimeistään 7 vuorokauden sisällä tapahtumapäivästä (Ruokavirasto 2020).

Analyyseissä käytettiin eläimen perustietotaulua, jossa oli eläimen syntymäpäivä, syntymävuosi, syntymäkarja, rotu, emä, synnyttäjämä (alkion siirrosta), isä, sukupuoli, status, kuolinpäivämäärä (näissä oli puuttuvia tietoja) sekä mahdollinen kastraatiopäivämäärä. Näistä perustietotaulun tiedoista saatiin poimittua eläimen vanhempien identiteettien avulla niiden tiedot ja rakennettua poikima-aineistodata. Lisäksi käytettiin karjataulua, jossa oli karjatason tiedot: karjaan tulo, siitä poistuminen ja poistumisen syy. Karjataulun poistotiedon kautta pyrittiin muodostamaan käsitys ennenaikaisista poistoista ja hävikistä. Poistotiedoista ei kuitenkaan selvinnyt, oliko poistosyynä esimerkiksi tiinehtymisongelmat, luonne vai mikä muu syy. Poistosyiden luokittelu oli: ei tiedossa, myynti teuraaksi, myynti eloon, teurastettu tilalla, kuoli, kadonnut, vienti, siirto, lopetettu, teurastettu laitoksessa, lajin muutos (esimerkiksi hiehosta lehmäksi), roolin muutos ja hävityslaitos. Näiden tietojen perusteella ei siten voinut päätellä todellista poistosyytä.

Aineisto on rajattu alkamaan vuodesta 1995, mutta kaikkia tuloksia ei voitu tulkita heti siitä vuodesta lähtien, koska EU:hun liittymisen aikoihin rekisteröinneissä oli vielä epäselvyyksiä. Samoin aineistoa rajattiin loppupäästä, sillä hedelmällisyysaineistojen ongelmana on niin sanottu right-hand-side censoring. Eli toisin sanoen tuoreimmassa

datassa nähdään vain hedelmällisimmät eläimet ja toisaalta niiden tilojen eläimet, jotka ovat parhaimpia emojen tiinehtymiseen liittyvien tekijöiden huomioon ottamisessa. Tämä ei ole edustava otos populaatiotasolla, minkä takia tarkastelu täytyy katkaista kohtaan, jossa vuosittaisten eläinten keskimääräinen lukumäärä on normaalilla tasolla. Näin on tehty esimerkiksi analysoitaessa hiehojen poikimaikää.

Datassa oli rajausten jälkeen 477 980 eläintä. Aineiston eläimillä oli isärotuna ja emänisänrotuna liharotuinen eläin eli hereford, aberdeen angus, simmental, limousine tai charolais. Aineiston eläimiä tarkasteltiin eläimen rodun mukaan, mikä on käytännössä eläimen isän rotu. Aineistosta rajattiin alle 15 emon karjat pois, jotta tuloksista saataisiin luotettavimpia.

Tilatason analysoinneissa analysoitiin parhaan ja heikoimman neljänneksen tulokset sekä siinä välissä olevien niin sanottujen keskitason tilojen tulokset. Näin pystyttiin kartoittamaan, millaisia eroja tilatasolla oli emolehmien tuottavuudessa ja hedelmällisyysluvuissa.

4.1 Hiehojen poikimaikä

Aineistosta analysoitiin emolehmähiehojen keskimääräinen ikä ensimmäisen poikimisen aikaan, samoin kuin vaihteluväli ensimmäisen poikimisen iässä. Aineistosta selvitettiin myös rotukohtaiset erot ensimmäisen poikimisen iässä. Tilakohtaisesti analysoitiin parhaan ja heikoimman neljänneksen sekä keskitason tilojen hiehojen poikimaiän keskiarvo ja tilojen vaihteluvälit poikimaiän suhteen. Lisäksi analysoitiin, kuinka ensimmäisen poikimisen ikä on kehittynyt eli sen trendi.

Poikimaiän minimiksi asetettiin 21 kuukauden poikimaikä, koska tätä nuorempana poikineet ovat tulleet käytännössä liian aikaisin tiineeksi ja ovat niin sanotusti teinitineyksiä. Maksimipoikimaikä ensimmäistä kertaa poikiville oli 50 kuukautta. Hiehojen poikimaiän osalta tulokset analysoitiin syntymävuodesta 1995 vuoteen 2014 saakka, koska sitä myöhemmät havainnot eivät välttämättä olleet riittävän luotettavia liittyen hedelmällisyysdatan ominaisuuksiin eli kaikki eläimet eivät välttämättä vielä olleet poikineet, kun data tallennettiin. Tässä tutkielmassa poikimaikää käsiteltäessä tarkoitetaan aina ensimmäisen poikimisen ikää.

4.2 Poikimaväli

Aineistosta analysoitiin emolehmien keskimääräinen poikimaväli, sen vaihteluväli poikimavälissä sekä trendi siitä, miten keskimääräinen poikimaväli on kehittynyt. Aineistosta tutkittiin myös emon iän ja poikimavälin yhteyttä eli oliko tuotantoiällä vaikutusta poikimaväliin. Rotukohtaiset keskiarvot ja erot poikimavälissä selvitettiin myös, samoin poikimavälin vaihtelut parhaan ja heikoimman neljänneksen sekä keskitason tiloilla.

Poikimaväliä tutkittaessa minimi eli pienin mahdollinen poikimaväli vuorokausissa oli 300 ja maksimi 800 vuorokautta, mutta kuitenkin niin, että kaikki yksilöt, joiden poikimaväli oli yli 500 päivää, saivat arvoksi 501 päivää. Tällä rajauksella voitiin vähentää virheiden määrää. Esimerkiksi, jos emo oli synnyttänyt kuolleen vasikan, voi olla mahdollista, ettei poikimista oltu rekisteröity ollenkaan ja näin ollen sen oletettiin olevan tyhjä. Samoin tällä tarkastelulla voitiin vähentää niin sanottujen harrastelehmien aiheuttamien virheiden määrää. Virheellisillä havainnoilla olisi voinut olla voimakas vaikutus tunnuslukuihin, joten oli perusteltua rajata sitä.

4.3 Poikimaprosentti

Aineistosta laskettiin suomalaisen emolehmätuotannon keskimääräinen poikimaprosentti. Lisäksi analysoitiin tilatason neljännesten vaihteluvälit poikimaprosentissa, rotukohtaiset erot poikimaprosentissa sekä poikimaprosentin trendin kehitys.

Emojen poikimaprosentin tutkimiseksi rakennettuun poikimadataan luotiin kaikki potentiaalisesti poikivat eläimet ja se rajattiin niin, että ensimmäisen poikimisen ikä oli yli 21 kuukautta ja alle 50 kuukautta. Poikiminen poistettiin, jos poikimaväli oli alle 300 tai yli 800 päivää. Tässä aineistossa eläimeltä oli vuosittainen havainto ensimmäisestä poikimavuodesta kuolinvuoteen tai viimeiseen poikimavuoteen, mikäli kuolinvuosi puuttui. Mikäli eläin ei ollut jonain vuonna poikunut lainkaan, sen poikimaprosentti oli tuona vuonna nolla. Eläimet, joilla ei ollut poikimatietoa ollenkaan poistettiin datasta. Noin 50 %:lla emoista kuolinvuosi oli sama kuin viimeinen poikimavuosi, 35 %:lla kuolinvuosi oli poikimisesta seuraava vuosi ja 7 %:lla sitä seuraava vuosi. Eli

käytännössä 8 % emoista aineistossa oli sellaisia, joilla ei ollut kuolinvuotta 2 vuoden kuluessa viimeisestä poikimisesta tai kuolinpäivä ei pitänyt paikkaansa. Tämä tarkoittaa sitä, että aineistossa voi olla yksilöitä, joita ei oltu poistettu rekisteristä, vaikka ne olisivat kuolleet.

Poikimadatan kertymä eli havaintojen lukumäärä vuosina 1995-2018 oli 598 690 havaintoa. Vuosi 2019 ei ollut edustava, koska kaikkia havaintoja ei välttämättä ollut vielä kirjattu, eikä sitä otettu mukaan analysointiin. Samoin datan alkupäässä havaintoja oli niin vähän, että poikimaprocentin laskennassa voitiin arvioida aineiston olevan luotettavaa noin vuodesta 2010 eteenpäin, jolloin havaintoja oli jo hieman yli 30 000 kappaletta vuodessa.

4.4 Vasikkakuolleisuus

Aineiston perusteella tutkittiin myös vasikkakuolleisuus analysoimalla, kuinka monta prosenttia syntyneistä vasikoista oli kuollut ensimmäisen kuuden kuukauden aikana. Lisäksi selvitettiin, kuinka vasikkakuolleisuus oli kehittynyt ja mikä oli lehmän tuotantoiän ja vasikkakuolleisuuden yhteys. Myös mahdolliset rotukohtaiset erot vasikkakuolleisuudessa analysoitiin. Samoin tilatason keskiarvot ja vaihteluvälit analysoitiin. Vasikkakuolleisuuden laskennassa kaksosvaikutus poistettiin.

Vasikkakuolleisuuden kehitystä roduittain analysoitaessa lukemia voitiin pitää luotettavana vasta noin 2000-luvun alkupuolelta eteenpäin, sillä datamäärissä näkyi merkittävä nousu tuolloin. Tähän osaltaan vaikuttaa emomäärän kasvu, mutta myös se, että tuottajat olivat luultavasti merkinneet tiedot nautarekisteriin aiempaa tarkemmin. Viimeisimpiä vuosia ei myöskään voida pitää luotettavana, joten tästä syystä analysointi tehdään vuosien 2000-2014 välillä.

4.5 Elinikäisvasikkatuotos

Poikimakertojen perusteella analysoitiin, kuinka monta vasikkaa emolehmä tuotti keskimäärin elinikänään. Kaksoset olivat mukana analysoinnissa, jotta saatiin selville kuinka monta vasikkaa emo tuotti todellisuudessa elinaikanaan. Vasikkakuolleisuutta ei huomioitu laskennassa erikseen, vaan vasikka laskettiin tuotokseksi, jos emo oli

poikunut. Elinikäisvasikkatuotos selvitettiin niiltä emoilta, jotka olivat jo kuolleet, jotta saatiin todellinen elinikäistuotos. Rotukohtaiset erot vasikkatuotoksessa selvitettiin myös, samoin kuin tilatason neljännesten keskiarvo ja vaihteluvälit elinikäistuotoksessa. Elinikäisvasikkatuotoksen laskennassa huomioitiin niin sanotut tyhjät vuodet eli jos emo oli ollut karjassa, mutta ei ollut tehnyt vasikkaa joka vuosi. Tilatason vasikkatuotos laskettiin karjoista, joissa vuosittaisten poikimisten keskiarvo oli suurempi kuin yksi.

4.6 Poistoikä

Tietojen perusteella analysoitiin emolehmien keskimääräinen poistoikä. Lisäksi tutkittiin trendi keskimääräisen poistoiän kehityksestä sekä missä tuotantoiässä tapahtui eniten poistoja. Myös tilatason paras ja heikoin neljännes sekä keskitason tilojen keskimääräinen poistoikä ja sen vaihteluväli analysoitiin, sekä mahdolliset rotukohtaiset erot poistoiässä ja emolehmien kestävytydessä. Tilatason poistoikä analysoitiin karjoista, joissa vuosittaisten poikimisten keskiarvo oli suurempi kuin yksi. Vuosittainen uudistusprosentti määritettiin emojen poistoiän ja poikimakertojen määrän perusteella eläimille, joiden kuolinvuosi oli tiedossa.

4.7 Tilastollinen testaus

Tutkimuksen aineisto analysoitiin SAS-ohjelmistolla. Tilastolliset analyysit tehtiin SAS-ohjelman Proc Glimmix-, Proc Mixed- ja Proc Logistic-proseduureilla (SAS versio 9.4, SAS Institute Inc. Cary, USA) tutkittavasta muuttujasta riippuen.

Poikimavälin vaikutukset poikimaprosenttiin, vasikkakuolleisuuteen, elinikäistuotokseen sekä poistoikään analysoitiin yleistetyllä lineaarimallilla Glimmix-proseduurilla. Yleistettyä lineaarimallia käytettiin, koska normaalin lineaarimallin sovituksen jälkeen huomattiin, etteivät residuaalit olleet normaalisti jakautuneita. Analysoitaessa poikimavälin vaikutusta poikimaprosenttiin käytettiin Beta-jakaumaa, selittäjänä olivat rotu sekä poikimavälin ja rodun yhdysvaikutus, koska se oli tilastollisesti merkitsevä. Mallissa satunnaismuuttujana oli karja. Testattaessa poikimavälin vaikutusta vasikkakuolleisuuteen käytettiin binäärijakaumaa, koska vasikkakuolleisuus on joko tai- eli binääriominaisuus. Selittäjinä mallissa olivat poikimaväli, rotu ja ikä. Ikä oli selittäjänä, koska se vaikuttaa vasikkakuolleisuuteen.

Satunnaismuuttujana oli karja. Tutkittiin myös, että poikimavälin ja iän sekä poikimavälin ja rodun yhdysvaikutukset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, joten niitä ei otettu malliin.

Analysoitaessa poikimavälin vaikutusta elinikäistuotokseen ja poikimavälin vaikutusta poistoikään jakaumana käytettiin negatiivista binomijakaumaa, joka sopi parhaiten siksi, että keskiarvot ja varianssit eivät olleet täysin samat. Analysoitaessa poikimavälin vaikutusta elinikäistuotokseen mallissa selittäjinä olivat keskimääräinen poikimaväli, rotu sekä rodun ja poikimavälin yhdysvaikutus. Analysoitaessa poikimavälin vaikutusta poistoikään selittäjinä mallissa olivat keskimääräinen poikimaväli, rotu sekä poikimavälin ja rodun yhdysvaikutus. Molemmissa tapauksissa satunnaismuuttujana mallissa oli karja.

Poikimaiän vaikutus poikimaväliin analysoitiin lineaarimallilla Proc Mixed proseduurilla, koska residuaalit olivat normaalisti jakautuneet. Havaintoaineistona tässä analyysissä oli osadata, jossa olivat kaksi kertaa poikineet lehmät. Mallissa selittäjinä olivat ensimmäisen poikimisen ikä ja rotu, näiden yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Satunnaismuuttujana oli karja.

Yleistettyä lineaarimallia (Glimmix) käytettiin myös analysoitaessa poikimaiän vaikutusta poikimaprocenttiin, vasikkakuolleisuuteen, elinikäistuotokseen ja poistoikään. Selittäjinä käytettiin analysoitavaa muuttujaa sekä rotua ja näiden yhdysvaikutusta, sekä satunnaismuuttujana karjaa. Ainoastaan vasikkakuolleisuuden vaikutuksen analysoinnissa ei käytetty selittäjänä yhdysvaikutusta, koska se ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Vasikkakuolleisuuden vaikutuksen analysoinnissa käytettiin binäärijakaumaa. Poikimaiän vaikutuksen poikimaprocenttiin analysoitiin Beta-jakaumalla, koska se sovitui parhaiten haastavaan jakaumaan. Tässä kuitenkin jouduttiin muuttamaan selittäjänä käytetty keskimääräinen poikimasaanto niin, että sen maksimiarvoksi tuli 0,99, koska Beta-jakauma ei hyväksy maksimia, joka on yli 1 tai sitä suurempi. Todellisuudessa lehmä tekee yhden tai jopa useamman vasikan kerralla. Poikimaiän vaikutuksen elinikäistuotokseen ja poistoikään analysoinnissa käytettiin negatiivista binomijakaumaa.

Rodun yhdysvaikutukset eri tuotanto-ominaisuuksiin analysoitiin eläimen rotua käyttäen (joka on käytännössä isän rotu), vasikkakuolleisuudessa analysoitiin myös

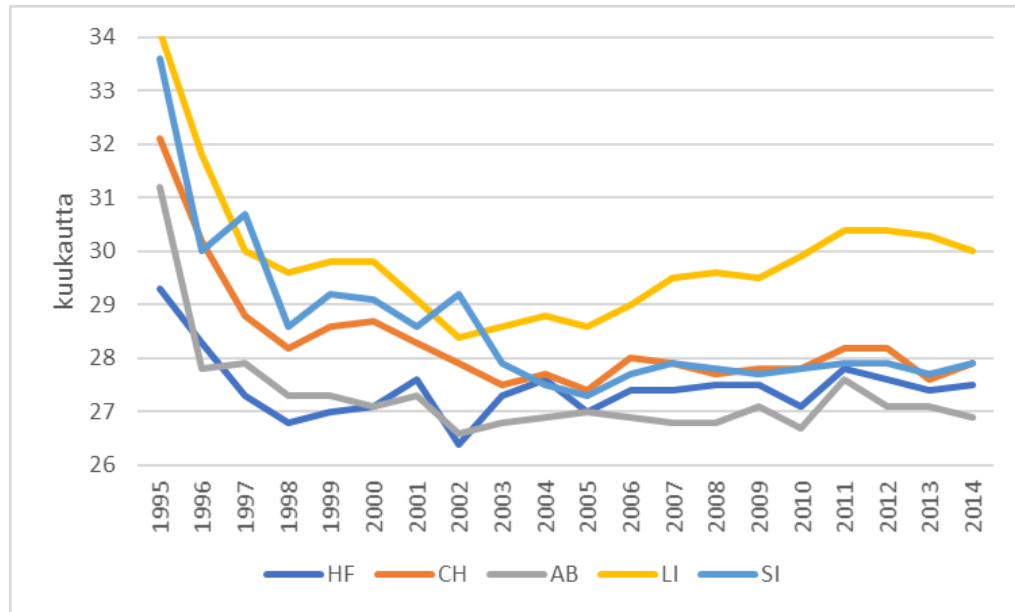
vasikan isän rodun yhdysvaikutus. Rodun ja poikimavälin yhteyttä tutkittaessa käytettiin lineaarimallia. Poikimaväliaineisto editoitiin niin, että havainnot 501-800 päivää jätettiin pois ja tarkasteltiin niin sanotusti normaalijoukkoa. Selittäjänä oli rotu ja vastemuuttujana keskimääräinen poikimaväli.

Rodun ja poikimaiän, rodun ja poikimaprocentin, rodun ja elinikäistuotoksen sekä rodun ja poistoiän välisen yhteyden tarkastelussa mallina oli yleistetty lineaarimalli, koska residuaalit eivät olleet normaalisti jakautuneita. Elinikäistuotoksen ja poistoiän tarkastelussa käytettiin negatiivista binomijakaumaa. Poikimaiän ja poikimaprocentin tarkastelussa jakaumana oli gamma-jakauma. Emän rodun ja vasikkakuolleisuuden sekä isärodun ja vasikkakuolleisuuden tarkastelussa käytettiin logistista regressiomallia ja binäärijakaumaa, koska vasikkakuolleisuus on joko tai-ominaisuus ja saa arvoksi 0 tai 1, eli kuollut tai elossa. Kaikissa käytettiin selittäjänä rotua ja vastemuuttujana analysoitavaa ominaisuutta.

5 TULOKSET

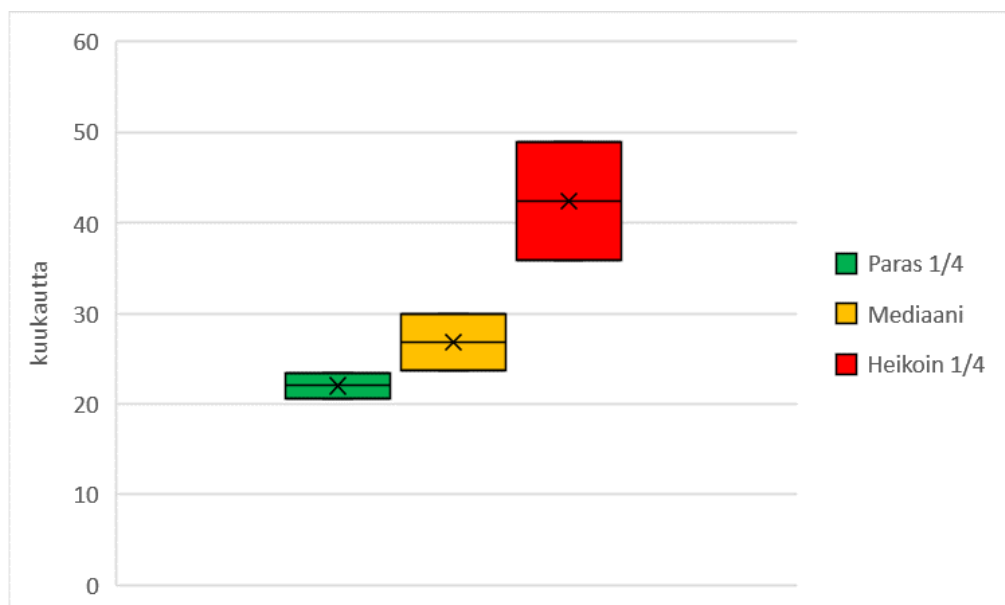
5.1 Hiehojen poikimaikä

Emolehmähiehot poikivat ensimmäisen kerran keskimäärin 27,5 kuukauden iässä. Kuva 1 kertoo kehityksen hiehojen poikimaiässä. Ensimmäiset vuodet EU:hun liittymisen eli vuoden 1995 jälkeen eivät ole vielä kovin luotettavia, mutta katsottaessa kuvaa esimerkiksi 2000-luvun alusta lähtien, on poikimaiässä tapahtunut yleisesti ottaen selkeää laskua. Vuonna 2000 ainoastaan angus- ja herefordhiehot poikivat alle 28 kuukauden iässä. Viimeisenä kymmenenä vuotena kaikki rodut limousinea lukuun ottamatta ovat poikineet alle 28 kuukauden ikäisenä. Anguksen poikimaikä on ollut laskusuunnassa viime vuosina, kun taas muilla roduilla on ollut jopa hienoista nousua viimeisinä analysointivuosina. Limousinen korkeampi poikimaikä erottui selkeästi muista roduista. Sen poikimaikä on selkeästi ollut nousussa koko 2000-luvun ajan, joskin viime vuosina kääntynyt hieman laskuun. Keskimäärin limousinhiehot näyttivät kuitenkin poikivan vasta lähes 30 kuukauden iässä.



Kuva 1. Hiehojen poikimaiän kehitys roduttain.

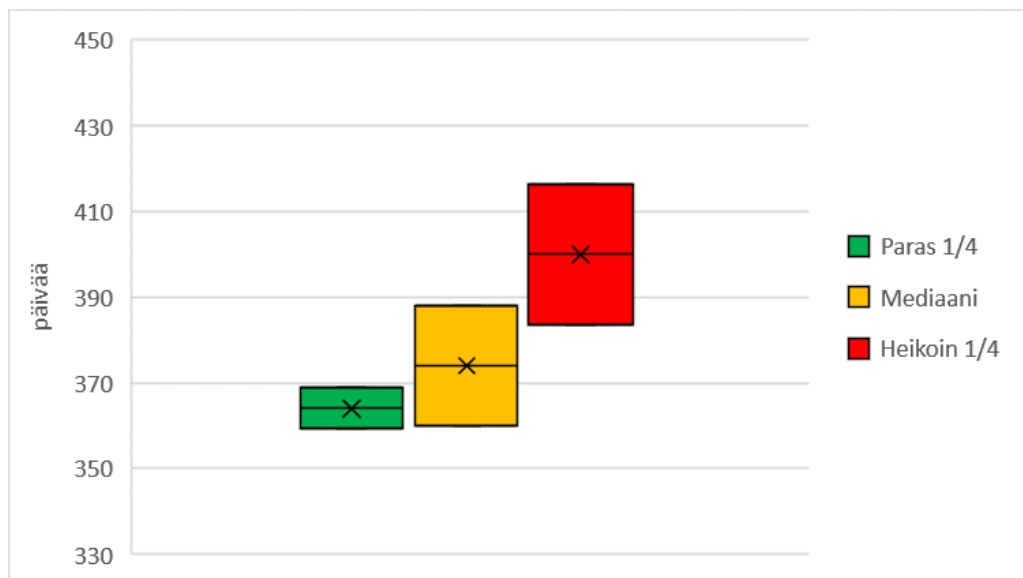
Tilatason tarkastelun perusteella selvisi, että parhaan neljänneksen tiloilla hiehot poikivat ensimmäisen kerran alle 25,2 kuukauden ikäisenä (kuva 2.). Parhaan neljänneksen tiloilla poikimaiän keskiarvo oli 22,0 kuukautta ja keskihajonta 1,4 kuukautta. Koko aineiston tilatason tarkastelussa mediaani oli 26,8 kuukautta ja keskihajonta 3,15 kuukautta. Heikoimman neljänneksen tiloilla poikimaiän keskiarvo oli 42,4 kuukautta ja hajonta huomattavasti suurempi 6,5 kuukautta.



Kuva 2. Hiehojen keskimääräinen poikimaikä parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat poikimaiän keskihajontaa.

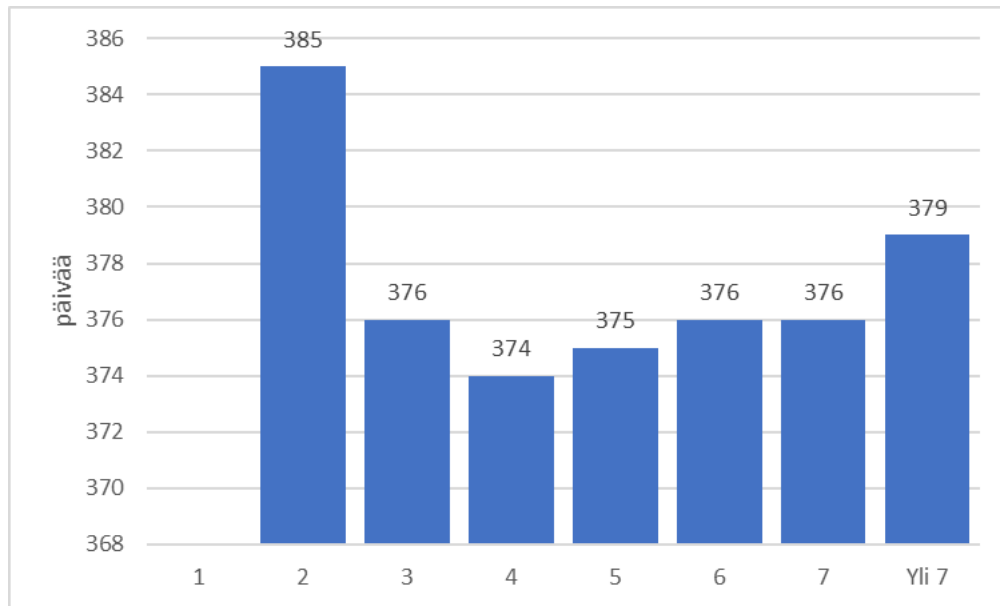
5.2 Poikimaväli

Kaikkien emolehmien keskimääräinen poikimaväli oli 388 päivää, kun analysoinnissa käytettiin arvoja välillä 300-800 päivää. Kun kaikki yksilöt, joiden poikimaväli oli 501 päivää ja yli, saivat maksimiarvoksi 501, oli keskimääräinen poikimaväli 379 päivää. Edellä mainitulla rajauksella tilatason tarkastelussa poikimavälin mediaani oli 374 päivää (kuva 3.). Tilatason tarkastelussa selvisi, että parhaan neljänneksen tiloilla poikimaväli oli alle 369 päivää ja huonoimmalla neljänneksellä yli 384 päivää. Parhaan neljänneksen tiloilla poikimavälin keskiarvo oli 364 ja keskihajonta 4,8 päivää. Heikoimman neljänneksen tilojen poikimavälin keskiarvo oli 400 päivää ja keskihajonta 16,3 päivää.



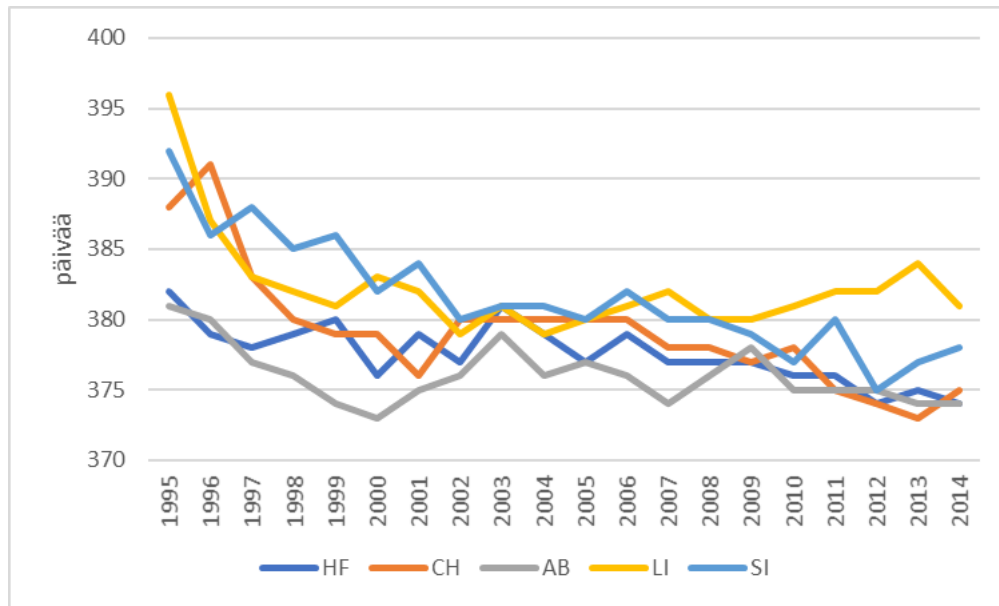
Kuva 3. Keskimääräinen poikimaväli parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat poikimavälin keskihajontaa.

Kuva 4 esittää poikimakertojen lukumäärän vaikutusta poikimaväliin. Ensimmäisen ja toisen poikimisen väli oli kaikista pisin eli 385 päivää. Toisen ja kolmannen poikimisen väli oli jo lyhyempi, 376 päivää. Kolmannelta poikimisesta eteenpäin poikimaväli näytti pysyvän hyvin tasaisena noin 375 päivän mittaisena, kunnes yli seitsemän kertaa poikineilla se alkoi taas kasvaa.



Kuva 4. Poikimakertojen lukumäärän vaikutus poikimaväliin.

Kaikkien rotujen poikimaväli on lyhentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana (kuva 5.). Lukuun ottamatta angusta ja herefordia, 1990-luvun lopussa poikimaväli oli kaikilla roduilla ollut yli 380 päivää. Rotujen poikimavälit viime vuosina ovat lähentyneet toisiaan, eikä angus enää juurikaan eroa muista roduista. Viimeisen kymmenen vuoden aikana poikimaväli näytti laskeneen jo alle 380 päivän kaikilla muilla roduilla, paitsi limousinella. Simmental-rodulla poikimaväli oli muutaman päivän pidempi kuin herefordilla, anguksella ja charolaisella. Limousinella poikimavälin kehitys ei näyttänyt yhtä positiiviselta kuin muilla roduilla, sillä sen poikimaväli näyttäisi lähteneen nousuun viime vuosikymmenellä.



Kuva 5. Poikimavälin kehitys roduittain.

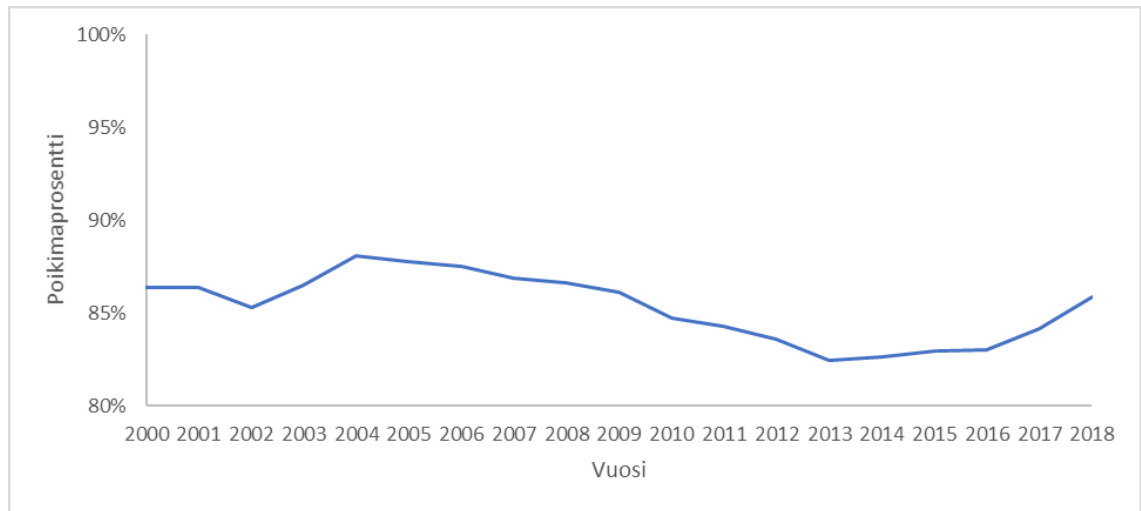
Taulukosta 1 selviää rodun vaikutus poikimaväliin. Anguksista ja herefordeista yli 80 %:lla poikimaväli oli 300-400 päivää. Charolaisista lähes 79 %:lla poikimaväli oli myös alle 400 päivää. Heikoimmat tulokset olivat simmentalilla ja limousinella, joista noin 77 % poiki 300-400 päivän välein.

Taulukko 1. Havaintojen jakaantuminen poikimavälin luokkiin roduittain (%).

rotu	poikimaväli päivinä				
	300-400	401-500	501-600	601-700	701-800
Charolais	78.7	14.3	2.9	1.8	2.3
Angus	81.0	12.7	2.3	1.7	2.4
Limousin	76.6	15.2	3.7	2.3	2.3
Simmental	77.0	15.0	3.3	2.1	2.6
Hereford	80.4	12.8	2.4	1.8	2.7

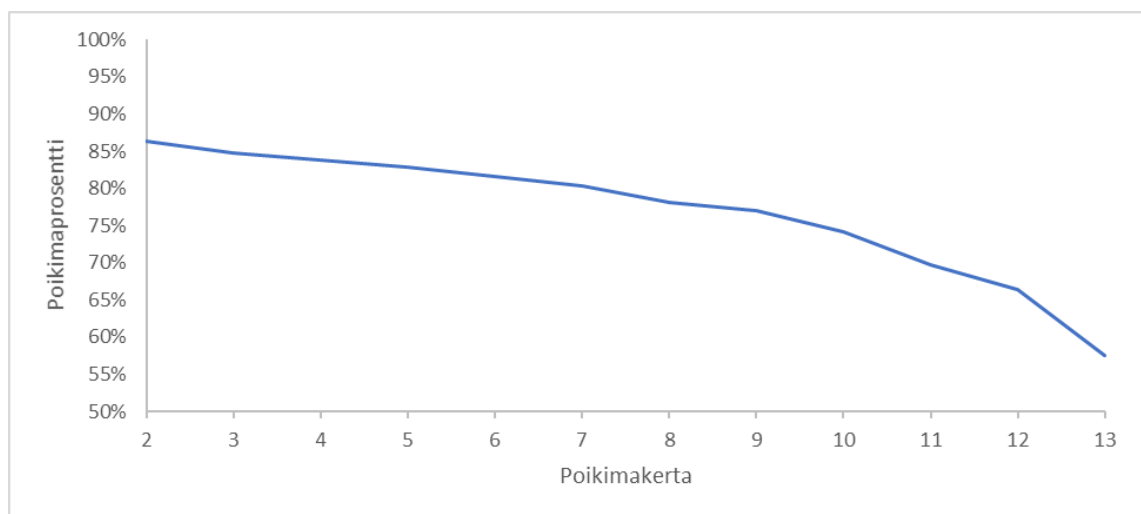
5.3 Poikimaprosentti

Aineiston perusteella keskimäärin 85,7 % emolehmistä poiki vuosittain. Poikimaprosentin kokonaiskehitys näkyy kuvasta 6. Vuonna 2000 poikimaprosentti oli lähes samassa kuin nyt. Poikimaprosentti oli korkeimmillaan vuonna 2004, jolloin se oli 88 prosenttia. Sen jälkeen poikimaprosentti laski ja oli matalimmillaan vuonna 2013, jolloin se oli 82 prosenttia. Tämän jälkeen poikimaprosentti on jälleen alkanut kehittyä parempaan suuntaan.



Kuva 6. Poikimaprosentin kehitys.

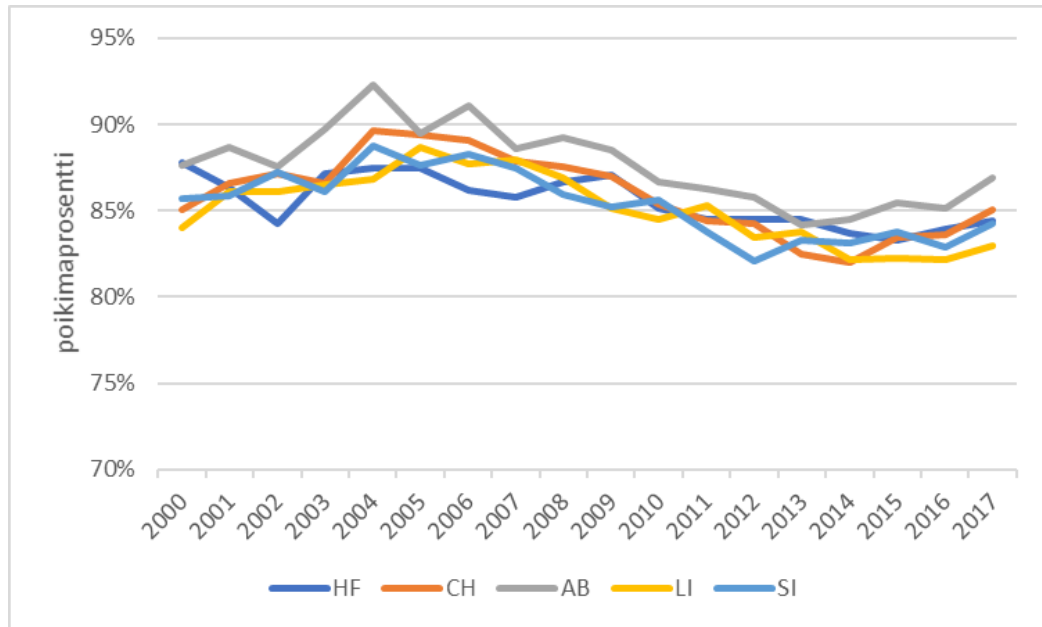
Poikimaprosentti laski lähes lineaarisesti suhteessa lehmän poikimakertoihin (kuva 7.). Ensimmäistä kertaa poikineiden hiehojen poikimaprosentti oli lähes sata prosenttia, mutta laski jo toisessa poikimisessa 88 prosenttiin. Kahdeksanteen poikimiseen asti poikimaprosentti pysyi yli 80 prosentissa, mutta laski sen jälkeen jyrkemmin.



Kuva 7. Poikimaprosentin kehitys poikimakerran mukaan.

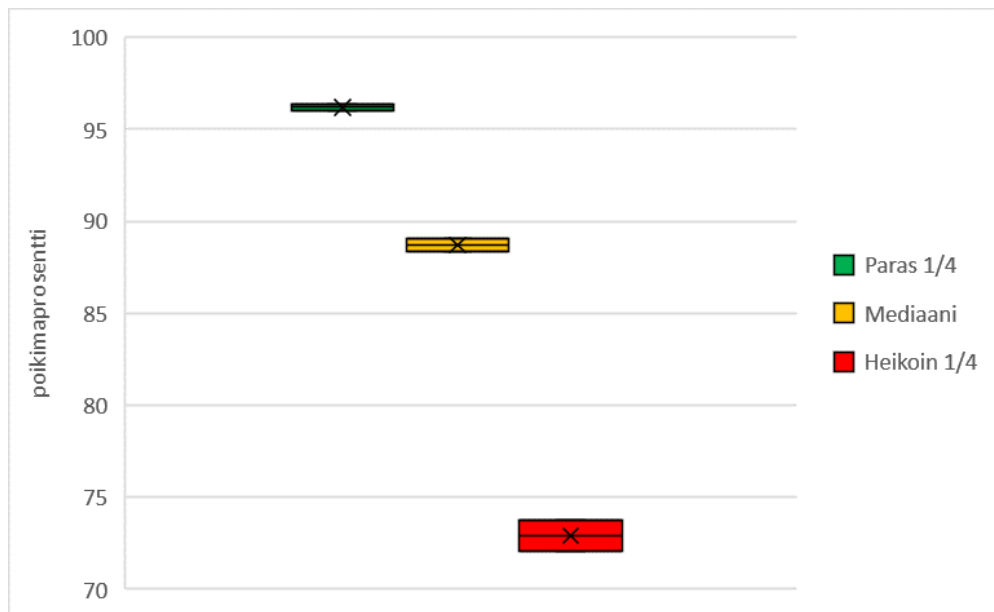
Kuvasta 8 näkee, kuinka poikimisten prosenttiosuudet ovat kehittyneet rodittain. Paras keskimääräinen poikimaprosentti oli anguksella, jolla se oli 86,7 %. Angus näyttäisi olevan hedelmällisyysominaisuuksiltaan hyvä, sillä sen poikimaprosentti oli koko analysointijakson ajan korkein kaikista. Herefordin poikimaprosentti (85,3 %) oli toiseksi paras. Charolais-rodun poikimaprosentti oli 84,9 %, simmentalin 84,5 % ja limousinen 84,2 %.

Kaikkien rotujen poikimasaanto on hiukan laskenut 2000-luvun alkupuolelta eteenpäin. Erityisesti limousin kiinnittää huomiota, sillä esimerkiksi vuonna 2006 sen poikimaprocentti oli 88,2 % ja vuonna 2016 se oli tippunut 82,9 %:iin. Samoin charolais näytti heikentyneen hedelmällisyysominaisuuksiltaan lähes samassa suhteessa.



Kuva 8. Poikimaprocentin kehitys roduittain

Tilatasolla analysoituna (kuva 9.) parhaan neljänneksen tiloilla lehmistä ja kantavista hiehoista poiki keskimäärin 96,3 prosenttia. Keskihajonta on 0,2 %-yksikköä. Keskitason tilojen poikimaprocentti oli keskimäärin 88,7 % ja keskihajonta 0,3 %-yksikköä. Karjojen huonoimman neljänneksen keskimääräinen poikimaprocentti oli 72,8 % ja hajonta 0,8 %-yksikköä. Poikimaprocentissa parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla oli siis huomattava ero.

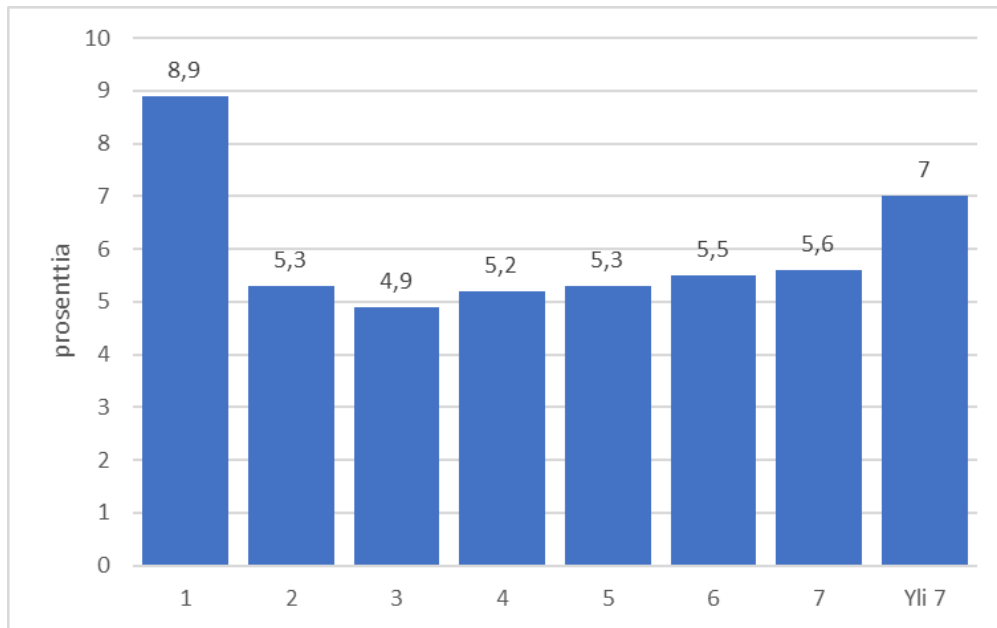


Kuva 9. Keskimääräinen poikimaprocentti parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat poikimaprocentin keskihajontaa.

Sitä, kuinka monta hiehoa mahdollisesti potentiaalisesti poikivista jäi poikimatta ei saatu luotettavasti analysoitua. Analysointi ei ollut kyllin luotettavaa populaatiotasolla tarkasteltuna, sillä osa teuraskasvatettavista hiehoista on voinut olla nautarekisterissä emolehmästatuksella.

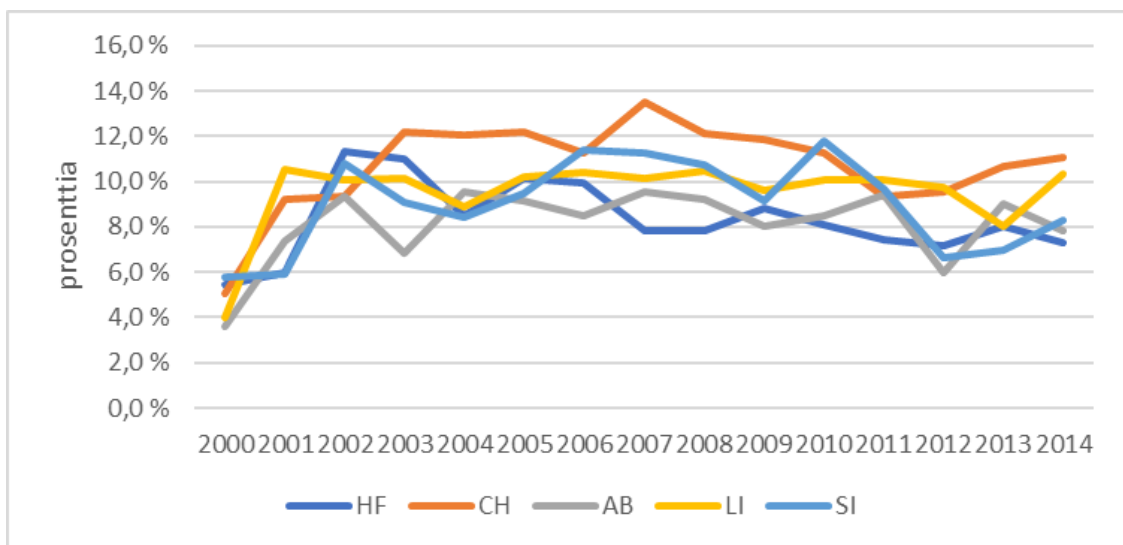
5.4 Vasikkakuolleisuus

Alle kuuden kuukauden iässä kuolleiden vasikoiden osuus oli 6,2 %. Sonnivasikoiden kuolleisuus oli 1,7 %-yksikköä suurempi kuin lehmävasikoiden. Ensikoiden vasikoiden kuolleisuus oli 8,9 % eli suurempi kuin vanhempien lehmien vasikoiden. Poikimakerrat vaikuttavat kuolleisuuteen, sillä vasikkakuolleisuus laski toisella poikimisella 5,2 %:iin ja kolmannen kauden emoilla se oli 4,9 % (kuva 10.). Tätä vanhemmilla emoilla vasikkakuolleisuus alkoi taas vuosi vuodelta pikkuhiljaa nousta.



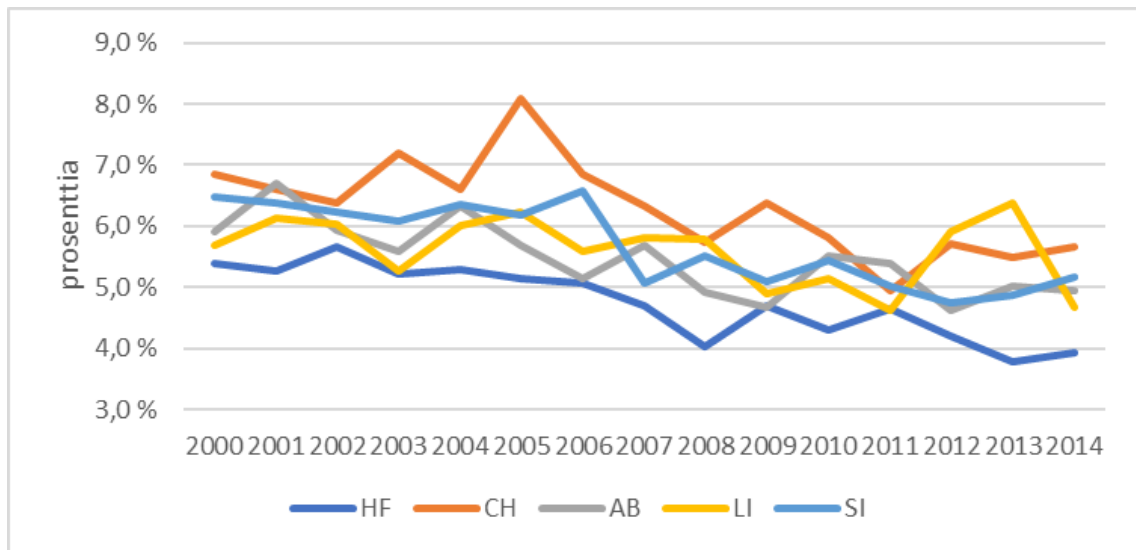
Kuva 10. Vasikkakuolleisuus poikimakerroittain.

Kuvassa 11 näkyy ensikoiden vasikkakuolleisuuden kehitys roduittain. Charolais-rodun vasikoiden kuolleisuus oli lähes koko ajan korkein osuuden ollessa yli 10 %. Noin vuodesta 2007 eteenpäin charolais-rodun vasikkakuolleisuus laski, mutta viimeisinä vuosina se kääntyi taas hienoiseen nousuun. Herefordeilla ja anguksilla kuolleisuus oli viimeisten kymmenen vuoden ajan selkeästi alle 10 %. Limousineilla kuolleisuus pysyi melko tasaisena, mutta lähti nousuun viimeisinä vuosina lähentyen selkeästi charolaisten kuolleisuustilastoja. Simmentalilla on tapahtunut iso kehitys 2010 vuodesta eteenpäin ja kuolleisuus on laskenut lähes samalle tasolle anguksen ja herefordin kanssa.



Kuva 11. Ensikoiden vasikkakuolleisuuden kehitys roduittain.

Vanhempien emojen vasikkakuolleisuus oli ensikkoja vähäisempää ja rotujen väliset erot huomattavasti pienempiä kuin ensikoilla (kuva 12). Herefordilla ja anguksella oli tässäkin keskimäärin pienimmät kuolleisuusosuudet. Simmentalilla oli tapahtunut positiivista kehitystä, samoin kuin charolais-rodulla. Charolais-rodulla oli kuitenkin koko ajan keskimäärin suurin vasikkakuolleisuus. Limousinilla kuolleisuus oli melko tasainen koko ajan, mutta 2011 vuodesta eteenpäin kuolleisuus lähti selkeään nousuun ja laski taas jyrkästi parina viimeisenä vuotena.



Kuva 12. Vanhempien emojen vasikkakuolleisuuden kehitys roduittain.

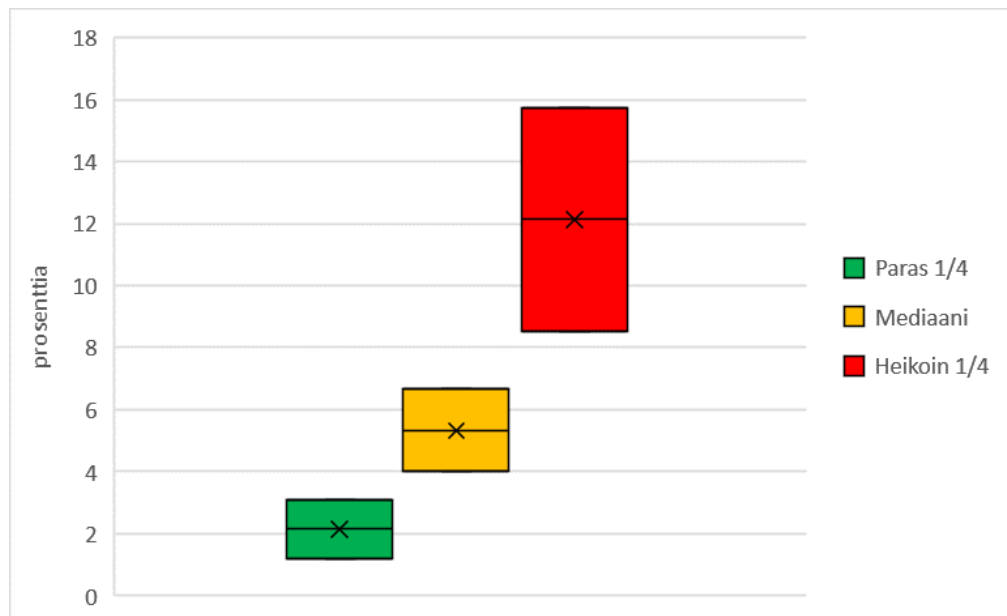
Taulukossa 2 on kuvattu tilastollisesti analysoituna roduittaisen vasikkakuolleisuuden odds-ratio-estimaatit, luottamusvälit ja p-arvo suhteessa herefordiin vasikan emän ja isän rodun mukaan analysoituna. Jos odds-ratio-estimaatin arvo 1 sisältyy luottamusväliin, niin rotujen välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Odds ratio-estimaatin avulla kuvataan niin sanottua riskisuhdetta, joka saadaan suhteuttamalla herefordin vasikkakuolleisuuden todennäköisyys muiden rotujen vastaavaan lukuun (Mattila, 2020). Esimerkiksi charolais-emon vasikalla on 1,390-kertainen riski kuolla verrattuna hereford-emon vasikkaan. Vasikkakuolleisuuden erot roduittain suhteessa herefordiin olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$) kaikilla muilla roduilla, paitsi anguksella vasikan isärodun mukaan analysoituna.

Taulukko 2. Vasikkakuolleisuuden odds ratio-estimaatit ja luottamusvälit sekä tilastollinen merkitsevyys emän ja isän rodun mukaan analysoituna suhteessa herefordiin.

Suhteessa herefordiin:	Vasikkakuolleisuus, emän rotu			Vasikkakuolleisuus, vasikan isän rotu		
	Odds ratio- estimaatit	95 % luottamusvälit		Odds ratio- estimaatit	95 % luottamusvälit	
		Alempi	Ylempi		Alempi	Ylempi
Charolais	1.390	1.343	1.439	1.321	1.276	1.368
Angus	1.106	1.067	1.147	1.017	0.979	1.055
Limousin	1.204	1.162	1.248	1.213	1.170	1.256
Simmental	1.216	1.168	1.266	1.170	1.124	1.217
P-arvo	<0.001			<0.001*		

*paitsi anguksella

Tilatasolla analysoituna (kuva 13.) parhaan neljänneksen tiloilla vasikkakuolleisuus oli alle 3,4 % ja keskiarvo 2,14 %. Keskihajonta oli 0,96 %-yksikköä. Koko aineiston mediaani oli 5,33% ja sen keskihajonta oli 1,33 %-yksikköä. Heikoimman neljänneksen tiloilla kuolleisuus oli yli 8,1 %. Keskiarvo heikoimman neljänneksen tilojen vasikkakuolleisuudessa oli 12,14 % ja keskihajonta 3,61 %-yksikköä. Parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla oli 10 %:n ero keskimääräisessä vasikkakuolleisuudessa, mikä on todella huomattava tuottavuuden kannalta.

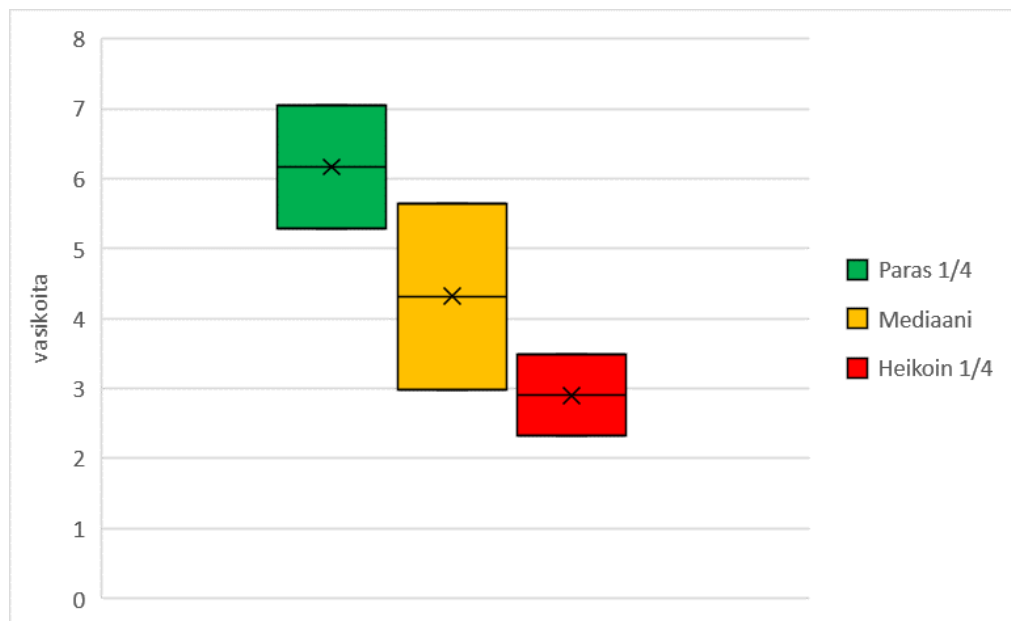


Kuva 13. Keskimääräinen vasikkakuolleisuus parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat vasikkakuolleisuuden keskihajontaa.

5.5 Elinikäisvasikkatuotos

Koko aineistossa kaikkien rotujen keskimääräinen elinikäistuotos oli 4,4 vasikkaa. Roduittain verrattuna elinikäistuotos oli korkein limousinella ja anguksella. Ne tuottivat keskimäärin yli 4,5 vasikkaa. Hereford- ja charolais-rotujen elinikäistuotos oli 4,3. Simmental oli heikoin, sillä sen elinikäistuotos oli 4,1 vasikkaa.

Tilatason aineiston tarkastelussa (kuva 14.) keskimääräinen vasikkatuotos oli 4,5 vasikkaa, tilatason mediaani oli 4,3 ja keskihajonta 1,3 vasikkaa. Parhaan neljänneksen tiloilla elinikäistuotoksen keskiarvo oli 6,2 ja keskihajonta 0,88 vasikkaa. Heikoimman neljänneksen tiloilla vasikkatuotos jäi keskimäärin 2,9 vasikkaan. Keskihajonta heikoimmilla tiloilla oli 0,58 vasikkaa.

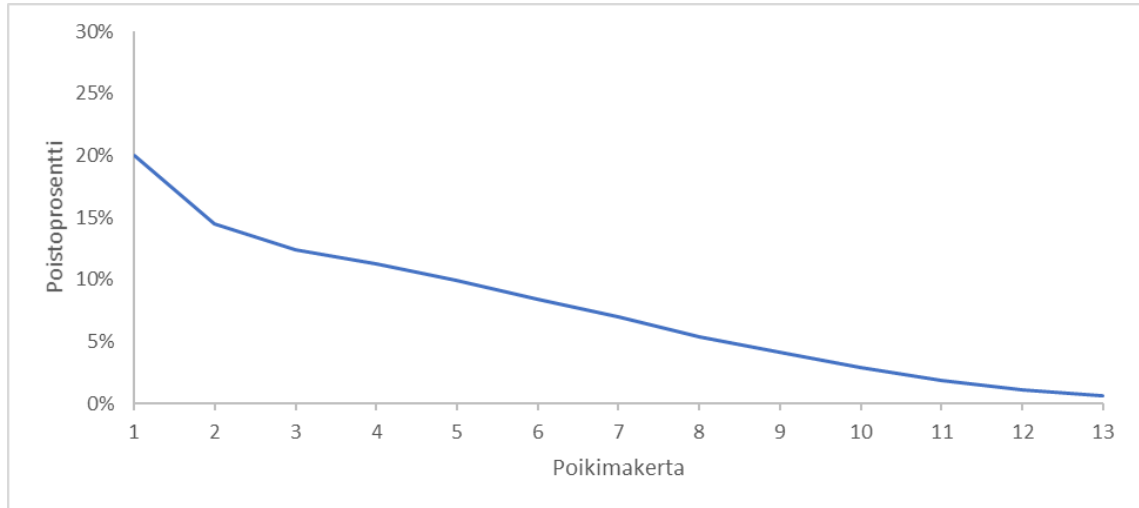


Kuva 14. Keskimääräinen elinikäistuotos parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat elinikäistuotoksen keskihajontaa.

5.6 Poistoikä

Emolehmien keskimääräinen poistoikä oli 6,8 vuotta. Limousinen poistoikä oli korkein 7,1 vuotta. Toiseksi korkein poistoikä oli anguksella, jolla se oli 6,8 vuotta. Herefordilla poistoikä oli sama anguksen kanssa, charolaisella se oli 6,7 vuotta ja simmentalilla 6,6 vuotta.

Poistoprosentti poikimakertojen mukaan (kuva 15.) kertoi selvästi, että eniten poistoja tapahtui heti ensikkokaudella, jolloin poistettiin jopa yli 20 % eläimistä. Toisen poikimisen jälkeenkin poistettiin lähes 15 % ja kolmannen poikimisen jälkeen 13 % eläimistä.



Kuva 15. Poistoprosentti poikimakerroittain.

Emolehmien poistoiän kehitystä ei saatu analysoinneissa mielekkäällä tavalla analysoitua, sillä erityisesti alkupään aineistossa oli paljon puuttuvia kuolinpäiviä.

Taulukossa 3 on kuvattu tilastollisesti analysoituna rodun vaikutus poikimaikään, poikimaväliin, poikimaprocenttiin, elinikäistuotokseen sekä poistoikään. Kaikista roduista on esitetty estimaatti sekä keskivirhe suhteessa tiettyyn tuotosominaisuuteen. P-arvo kuvaa rodun tilastollista merkitsevyyttä mallissa. Tämän lisäksi kunkin rodun estimaatit erosivat tilastollisesti merkitsevästi nolasta ($p < 0,001$).

Taulukko 3. Rodun vaikutus poikimaikään, poikimaväliin, poikimaprosenttiin, eläinikäistuotokseen sekä poistoikään: estimaatit, keskivirheet ja rodun tilastollinen merkitsevyys mallissa.

	Poikimaikä, kk		Poikimaväli, pv		Poikima-%		Elinikäistuotos, vasikoita		Poistoikä, vuosia	
	Estimaatti	Keskivirhe	Estimaatti	Keskivirhe	Estimaatti	Keskivirhe	Estimaatti	Keskivirhe	Estimaatti	Keskivirhe
Charolais	28.2	0.078	377.7	0.230	0.87	0.0015	4.3	0.020	6.7	0.026
Angus	27.4	0.084	376.1	0.234	0.89	0.0016	4.4	0.021	6.8	0.029
Limousin	29.8	0.091	381.8	0.239	0.86	0.0016	4.4	0.021	7.1	0.029
Simmental	28.2	0.095	379.3	0.283	0.87	0.0019	4.1	0.023	6.6	0.033
Hereford	27.5	0.067	376.6	0.198	0.88	0.0013	4.2	0.016	6.8	0.023
P-arvo	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

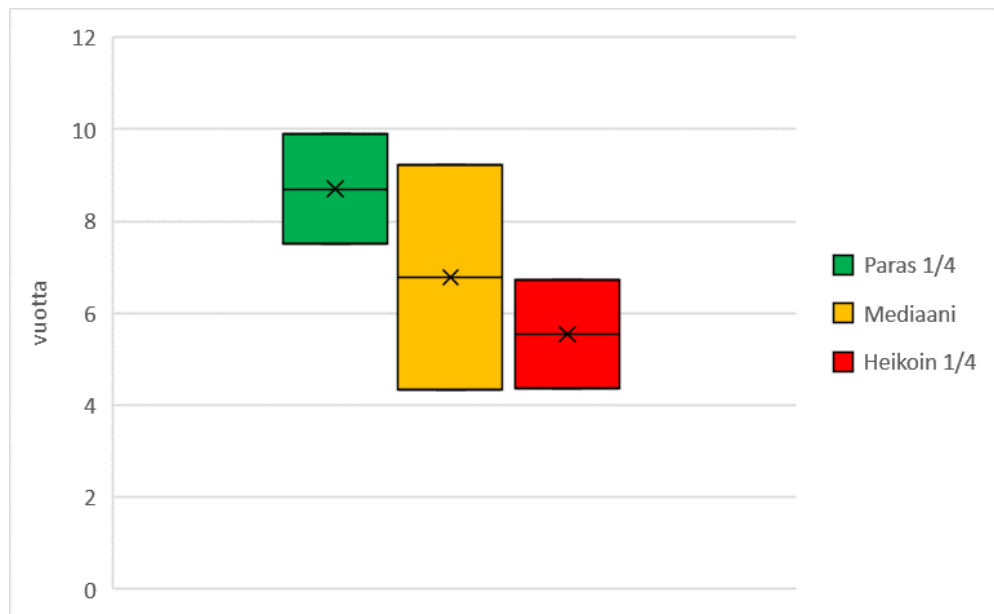
Taulukossa 4 on kuvattu tuotannollisten ominaisuuksien keskinäisiä vaikutuksia toisiinsa. Poikimaiän vaikutus poikimaväliin, elinikäistuotokseen, poistoikään ja poikimaprosenttiin oli tilastollisesti merkitsevä ($p<0,001$). Samoin rodun vaikutus poikimaikään oli tilastollisesti merkitsevä ($p<0,001$). Poikimaiän vaikutus vasikkakuolleisuuteen ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,13$). Poikimaväli oli tilastollisesti merkitsevä ($p<0,001$) suhteessa elinikäistuotokseen, poistoikään, poikimaprosenttiin, vasikkakuolleisuuteen ja rotuun.

Taulukko 4. Poikimaiän ja poikimavälin p-arvo, estimaatti ja keskivirhe suhteessa toisiinsa sekä elinikäistuotokseen, poistoikään, poikimaprosenttiin, vasikkakuolleisuuteen ja rotuun.

	Poikimaikä, kk			Poikimaväli, pv		
	P-arvo	Estimaatti	Keskivirhe	P-arvo	Estimaatti	Keskivirhe
Poikimaikä, kk	-	-	-	-	-	-
Poikimaväli, pv	<0.001	385.3	0.900	-	-	-
Elinikäistuotos, vasikoita	<0.001	4.26	0.047	<0.001	5.18	0.047
Poistoikä, v	<0.001	6.79	0.060	<0.001	7.7	0.061
Poikimaprosentti %	<0.001	0.86	0.002	<0.001	0.88	0.0017
Vasikkakuolleisuus	0.1334	_*	_*	<0.001	_*	_*
Rotu	<0.001	28.2	0.095	<0.001	378.3	0.28

*log. regressioanalyysin estimaatit ja keskivirheet eivät normaaliskaalalla, joten ei esitetä tässä

Tilatasolla analysoituna keskimääräinen poistoikä karjoissa oli 6,9 vuotta, mediaani 6,8 vuotta ja keskihajonta 1,6 vuotta (kuva 17.). Parhaan neljänneksen karjoissa emojen poistoikä oli keskimäärin 8,7 vuotta ja keskihajonta 0,9 vuotta. Huonoimman neljänneksen karjoissa emojen poistoikä oli keskimäärin 5,5 vuotta ja keskihajonta 0,6 vuotta.

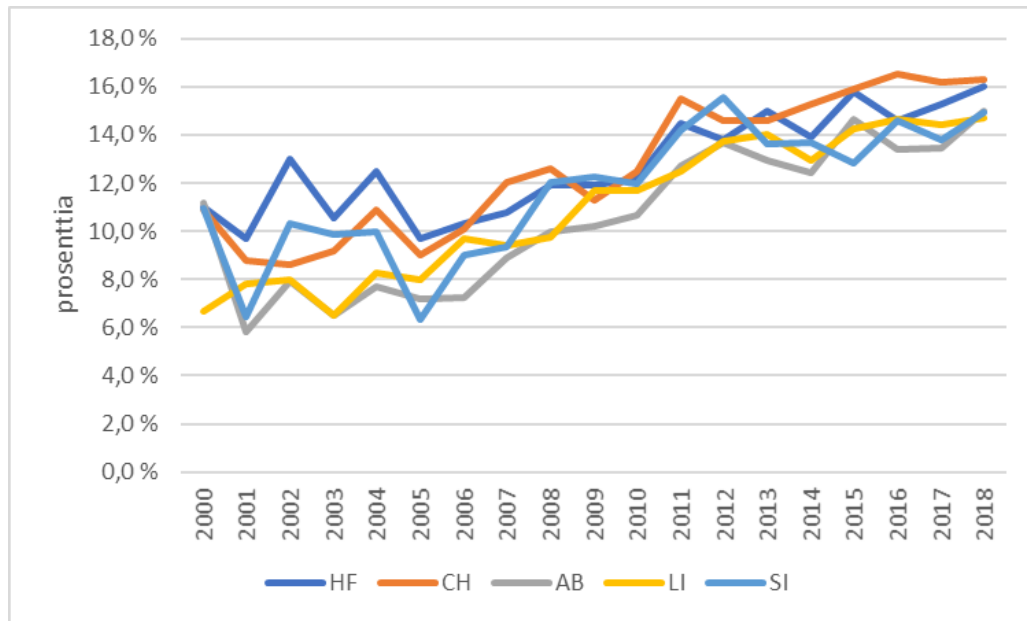


Kuva 17. Keskimääräinen poistoikä parhaan ja heikoimman neljänneksen tiloilla sekä koko aineiston mediaani. Laatikot kuvaavat poistoiän keskihajontaa.

5.7 Uudistusprosentti

Uudistusprosentti oli vuosina 2000-2018 keskimäärin 11,9 prosenttia. Kymmenenä viimeisenä analysointivuotena keskimääräinen uudistusprosentti oli 13,9 prosenttia, eli hienoista nousua uudistusprosentissa oli koko ajan. Kahtena viimeisenä analysointivuotena kaikkien rotujen uudistusprosentti oli tasaisessa nousussa koko ajan.

Rotukohtaisesti analysoituna (kuva 18.) anguksella oli pienin uudistusprosentti lähes koko jakson ajan ja charolais-rodulla suurin. Vuosina 2009-2018 uudistusprosentti oli keskimäärin anguksella 12,9 %, limousinella 13,4 %, simmentalilla 13,7 %, herefordilla 14,3 % ja charolais-rodulla 14,9 %.



Kuva 18. Uudistusprosentin kehitys roduttain.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Hiehojen poikimaikä

Hiehot poikivat keskimäärin 27,5 kuukauden iässä eli keskimäärin 3,5 kuukautta suositeltua optimia myöhemmin. Kehitystä poikimaiän suhteen on kuitenkin tapahtunut viimeisimpinä analysointivuosina, ja poikimaikä on laskenut keskimäärin parilla kuukaudella. Yksittäisiä vuosittaisia rotukohtaisia piikkejä tai notkahduksia ei kannata tarkastella, vaan keskimääräistä rotukohtaista kehitystä.

Tilakohtaista tarkastelun perusteella selviää, että parhaan neljänneksen tiloilla hiehot poikivat alle 25,2 kuukauden ikäisenä, mikä tarkoittaa, että ollaan jo hyvin lähellä optimia ja osalla näistä tiloista hiehot poikivat keskimäärin jopa alle 24 kuukauden iässä.

Irlantilaiseen emolehmätuotantoon verrattuna suomalaisten hiehojen poikimaikä näyttää varsin hyvältä. Vuonna 2014 Irlannissa hiehot poikivat ensimmäisen kerran keskimäärin 31 kuukauden iässä ja vain 17 % poiki alle 27 kuukauden iässä. Irlannissa on kuitenkin tapahtunut nopeaa kehitystä heidän jalostusohjelmansa ansiosta, sillä vuonna 2017 jo 26

% hiehoista poiki 24 kuukauden iässä. Valtaosa Irlannin emolehmistä on limousineja, joita oli 34 % emoista vuonna 2016. Charolaisia oli 22 %. Limousin ja charolais ovat myös isärotuna suurimmalla osalla syntyvistä vasikoista (Moore 2018).

Dakayn ym. (2006) tutkimuksessa risteytyshiehojen poikimaikä oli alhaisempi verrattuna puhdasrotuisiin. Puhdasrotuiset herefordhiehot poikivat nuorimpina, keskimäärin 25 kuukauden iässä ja aberdeen angukset poikivat 33 kuukauden iässä. Herefordien poikimaikä oli tässä tutkimuksessa keskimäärin noin 27,5 kuukautta, mikä on samansuuntainen Dakayn ym. (2006) tulosten kanssa. Angusten poikimaiässä on suuri ero Dakayn tutkimukseen, sillä angusten poikimaikä oli suomalaisessa eläinaineksessa kaikista alhaisin, keskimäärin 27 kuukautta. Se, että herefordin ja aberdeen anguksen poikimaiät olivat kaikista matalimmat verrattuna muihin rotuihin, on linjassa useiden tutkimusten kanssa (Gregory ym. 1991).

Limousinen poikimaikä on Suomessa kääntynyt hienoiseen laskuun viime vuosina, mutta se eroaa edelleen selkeästi muista roduista ollen lähes 30 kuukautta. Dakayn ym. (2006) tutkimuksessa limousinet poikivat 33,8 ja charolaiset 36,2 kuukauden iässä. Verrattuna Dakayn ym. (2006) tutkimukseen olivat tämän tutkimuksen tulokset samansuuntaisia limousinen poikimaiän suhteen. Czerniawska-Piatkowskan ym. (2012) tutkimuksen mukaan unkarilaiset simmentalit poikivat keskimäärin 33-34 kuukauden iässä ja limousinet 35-36 kuukauden iässä. Tämän tutkielman analyysissä simmentalien keskipoikimaikä on ollut 2010-luvulla noin 28 kuukautta, eli matalampi verrattuna Czerniawska-Piatkowskan ym. (2012) tutkimukseen, samoin limousinen poikimaikä oli tässä tutkimuksessa matalampi. Mooren ym. (2018) mukaan Isossa-Britanniassa limousinhiehoista yli 60 % poikii ensimmäisen kerran 36 kuukauden iässä ja vain yksi kolmasosa 25 kuukauden iässä. Isossa-Britanniassa poikimaikä on pysynyt pitkään muuttumattomana ja sen jakautumisessa näkyy halu poistaa limousinhiehot ennemmin 3- kuin 2-vuotiaana, mutta kansallinen suositus on siirtä aikaisempaan poikimaikään sekä taloudellisista että ympäristöllisistä syistä.

Cundiffin ym. (1991) Nebraskassa anguksilla ja herefordeilla tekemässä tutkimuksessa osoitettiin, että hiehojen poikimaiällä ei ollut vaikutusta vasikoiden vieroitusasteeseen eli siihen, kuinka monta vasikkaa saadaan vieroitettua onnistuneesti. Vieroitusaste ei eronnut toisesta poikimisesta 12. poikimiseen, olipa emo poikanut ensimmäisen kerran 2. tai 3. vuoden iässä. Tiinehtymisprosentti oli koko tuotantoian parempi lehmillä, jotka

poikivat ensimmäisen kerran 2-vuotiaana, mutta toisaalta vasikkasaannossa ja vasikkakuolleisuudessa ei ollut eroa.

Kasvattajien mielipiteet sopivasta poikimaiästä voivat vaikuttaa limousinen verrattain korkeaan poikimaikään Suomessa. Muita rotuja korkeampaa poikimaikää ja pidempää poikimaväliä on perusteltu tälle rodulle erityisesti tyypillisenä ominaisuutena. Limousinen ylläpitoenergian tarve on suurempi muihin rotuihin verrattuna (Pesonen 2014a). Voi siis olla myös mahdollista, että tyypillinen suomalainen karkearehuvaltainen ruokinta ei ole riittävän voimakasta, jotta hiehot kasvaisivat riittävän hyvin poikiakseen aikaisemmin ja lehmien kuntoluokka ei pysy riittävän hyvänä hedelmällisyyden kannalta. Tuotannon kannattavuuden ja ympäristövaikutuksen kannalta heikompi tuottavuus ei kuitenkaan ole perusteltua.

Hiehojen poikimaiän vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin ja tilan kannattavuuteen on selkeä. Irlantilaiset ovat laskeneet, että jos ensimmäisen poikimisen ikä laskee 27 kuukauden iästä 24 kuukauden ikään, laskevat kasvihuonekaasupäästöt 0,9 % eläintä kohti ja tuottajan saama tulos paranee 753 euroa eläintä kohden (Teagasc 2019).

Tilatason analyysitulosten perusteella parhaan neljänneksen tilat tarvitsevat ruokintakuukausia uudistushiehoille vuosittain selvästi vähemmän verrattuna keskiarvotiloihin sekä erityisesti verrattuna heikoimman neljänneksen tiloihin. Esimerkiksi 50 emolehmän karjakoossa, jossa uudistusprosentti on 15 %, poikii hiehoja 7,5 kappaletta vuosittain. Tämä tarkoittaa sitä, että kun parhaan neljänneksen hiehot poikivat keskimäärin 22 kuukauden iässä, uudistushiehoille tulee esimerkkitalalla vuosittain 165 ruokintakuukautta ennen poikimista. Mediaanin hiehot poikivat 26,8 kuukauden iässä, jolloin niille tulee ruokintakuukausia 201. Heikoimman neljänneksen tilojen hiehot poikivat vasta 42,4 kuukauden iässä keskimäärin ja niille kertyy esimerkkitalalla 318 ruokintakuukautta. Eli parhaan neljänneksen tiloilla käytetään 36 kuukautta vähemmän ja heikoimman neljänneksen tiloilla 117 kuukautta enemmän ruokintakuukausia verrattuna keskiarvotiloihin ennen hiehojen ensimmäistä poikimista. Näin laskettuna konkretisoituu se, kuinka valtava merkitys hiehojen poikimaiällä on sekä hiilijalanjälkeen sekä tilojen talouteen.

6.2 Poikimaväli

Keskimääräinen poikimaväli oli 378 ja verrattuna irlantilaiseen tuotantoon, jossa vuonna 2017 keskimääräinen poikimaväli oli 393 päivää, suomalaisten emolehmien poikimaväli oli lyhyempi (Teagasc 2019).

Parhaan neljänneksen tiloilla poikimavälin keskiarvo oli tulosten mukaan 364 päivää eli käytännössä optimaalinen. Tämä osoittaa, että tavoiteltava poikimaväli ei ole niinkään riippuvainen emolehmien rodusta, vaan oikeanlaisista olosuhteista, ruokinnasta ja muusta tilatason osaamisesta. Käytännössä tämä tarkoittaa useita toimenpiteitä, joihin tilallinen voi vaikuttaa. Siitossonnin on oltava ominaisuuksiltaan, kuten syntymäpainoltaan, kyseisille naaraille sopiva, se täytyy olla hankittuna riittävän ajoissa ennen astutuskautta ja astutusryhmän tulee olla sopivan kokoinen eli käytännössä yhdellä sonnilla ei saa olla liikaa emoja astuttavana. Lisäksi emojen ruokinnan on oltava oikeanlainen, emot eivät saa olla kuntoluokaltaan liian lihavia tai laihoja tiinehtyäkseen. Myös kivennäistäydennyksen tulee olla kunnossa (Pesonen 2014a, Vehkaoja Susanna suullinen tiedonanto 2020).

Ensimmäisen ja toisen poikimisen väli oli kaikista pisin. Tämä johtuu luultavimmin siitä, että poikimisen jälkeen ensikot usein kärsivät negatiivisesta energiataseesta. Poikiminen aiheuttaa stressiä eläimelle ja ensikkojen syöntikyky ei välttämättä heti ole riittävä, kun energian tarve kasvaa maidontuotannon lisääntyessä (Kokkonen ym. 2010). Dunn ym. (1969) osoittivat, että liharotuisten ensikkojen tiinehtyminen on suoraan yhteydessä poikimisen jälkeiseen energiansaantiin ja kiimaan tulo viivästyi ensikoilla, joiden energiansaanti oli ollut niukkaa ennen poikimista.

Kuntoluokan pysyessä hyvänä poikimisen jälkeen ja ruokinnan ollessa riittävää tulevat lehmät kiimaan nopeammin ja tiinehtyvät paremmin verrattuna heikommin ruokittuihin. Hyvin ruokituista eläimistä 85 % tiinehtyi 90 päivän sisällä poikimisesta, kun taas heikommassa kuntoluokassa olleista vain 22 % tiinehtyi samassa ajassa (Wiltbank ym. 1962).

Poikimaväliin vaikuttavat kuntoluokan lisäksi myös muut asiat, kuten lehmän genotyyppi, vasikan imettäminen, lehmän ikä, vuodenaika poikimisen aikaan ja sonnin hedelmällisyysominaisuudet sekä läsnäolo, sillä näillä kaikilla on vaikutusta lehmän

kiimaan tuloon ja uudelleen tiinehtymiseen (Wiltbank 1970, Osoro ja Wright 1992, Pleasants ja McCall 1993, Diskin 1997).

Toisen poikimisen jälkeen poikimaväli tasoittui 376 päivän mittaiseksi ja pysyy hyvin tasaisena, kunnes alkoi jälleen venyä seitsemännen poikimisen jälkeen. Tämä osoittaa selvästi, kuinka tärkeää olisi saada lehmät pysymään karjassa ensimmäisen ja toisen poikimisen jälkeen, koska silloin parhaat tuotosvuodet ovat useimmiten vasta edessä.

Poikimavälin kehitys on ollut positiivista kaikilla roduilla. Anguksella poikimaväli oli alhaisin koko analysointijakson ajan. Muiden rotujen poikimavälit ovat lyhentyneet selkeästi, erityisesti charolaisella on tapahtunut kehitystä koko ajan. Simmentalilla poikimaväli on ollut laskusuunnassa koko 2000-luvun, mutta lähtenyt taas hienoiseen nousuun. Tähän vaikuttaa luultavasti myös simmentalien määrän nousu. Limousinin poikimaväli oli parhaimmillaan jo 380 päivän tuntumassa, mutta jatkoi nousua taas 2010-luvulla. Limousin erottui selkeästi muista roduista pidemmällä poikimavälillä. Tiinehtymisongelmiin vaikuttaa usein rotutyypin erilainen kyky kerätä ja käyttää rasvavarastoja. Syöntikyky on suurin charolais-rodulla ja anguksella. Ne säilyttävät hedelmällisyytensä usein paremmin kuin alemman syöntikyvyn rodut, kuten limousin ja simmental (Jarrige 1989, Jenkins ym. 1994).

Berryn ja Drennanin tutkimuksessa (2006) ei huomattu rodun vaikuttavan poikimaväliin, vaan kuntoluokka aiheutti erot yksilöiden poikimavälissä. Mooren ym. (2018) mukaan Isossa-Britanniassa limousinen poikimaväli oli 424 päivää 1. ja 2. poikimisen välissä. Toisen poikimisen jälkeen poikimaväli oli 402 päivää, kolmannen jälkeen 394 päivää ja neljännen poikimisen jälkeen 390 päivää. Myös muiden liharotujen poikimavälin kehityksen todettiin olevan saman suuntainen. Tulokset olivat hyvin samassa linjassa kuin tämän tutkimuksen tulokset eli poikimaväli lyhenee poikimakertojen edetessä. Tämä johtunee siitä, että vähemmän hedelmälliset emot poistetaan karjasta tuotosvuosien edetessä (Moore ym. 2018). Mooren ym. (2018) tutkimuksessa ei analysoitu poikimavälin kehitystä viidennestä poikimisesta eteenpäin, joten ei ole tietoa siitä, alkaako poikimaväli Isossa-Britanniassa pidentyä uudelleen jossakin vaiheessa.

Parhaan neljänneksen tiloilla poikimaväli oli keskimäärin 364 päivää. Tällä poikimavälillä kertyisi yhteensä 516 ruokintakuukautta 50 emolehmän karjalle, jossa on

keskimäärin 42,5 emolehmää uudistusprosentin ollessa 15 %, Mediaanin karjoilla poikimaväli oli 374 päivää ja ruokintakuukausia kertyy yhteensä 530. Heikoimman neljänneksen tiloilla poikimaväli oli keskimäärin 400 päivää ja ruokintakuukausia karjatasolla kertyisi näin ollen yhteensä 567 kuukautta. Näin verrattuna parhaan neljänneksen tiloilla ruokitaan emoja 14 kuukautta vähemmän ja heikoimman neljänneksen tiloilla 37 kuukautta enemmän poikimavälin aikana verrattuna keskiarvon tiloihin.

6.3 Poikimaprosentti

Keskimääräinen poikimaprosentti oli lähes 86 prosenttia eli kokonaisuudessaan melko hyvä. Irlannissa keskimääräinen vasikkasaanto oli vuonna 2014 80 % ja vuonna 2017 se nousi jo 87 %: iin jalostusohjelman ansiosta (Teagasc 2019). Angus näyttäisi olevan rotuna hedelmällisyysominaisuuksiltaan hyvä, sillä sen poikimaprosentti oli selvästi korkein koko analysointijakson ajan. Limousinen hedelmällisyysominaisuudet taas ovat heikommat, sillä sen poikimaprosentti oli kaikista matalin.

Poikimaprosentti oli kaikilla roduilla yli 86 % vuosina 2000-2009, mutta laski sen jälkeen alimmillaan 82,5 % vuonna 2013. Tämän jälkeen poikimaprosentti nousi hitaasti ja vuonna 2018 se oli 85,9 %. Syitä poikimasaannon laskulle 2010-luvun alussa on vaikea arvioida, mutta siihen on selvästi alettu kiinnittää jälleen huomiota.

Anguksen poikimaprosentti Jenkinsin ym. (1994) tutkimuksen mukaan oli keskimäärin 95 %, limousinen 87 %, herefordin ja simmentalin 81 % ja charolais-rodun 73 %. Tässä tutkimuksessa angus ja charolais eivät erottuneet noin selvästi, vaan erot rotujen poikimaprosenteissa olivat pienemmät.

Toisen kerran poikineiden poikimaprosentti oli 88 prosenttia ja kolmannen kerran poikineiden alle 85 prosenttia. Oli selvästi nähtävissä, että lehmän hedelmällisyys heikkeni lineaarisesti suhteessa emolehmien ikään ja poikimakertoihin. Suomalaisessa tuotannossa olisi tehostamisen varaa toisaalta varsinkin ensikoiden ruokinnassa, jotta ne tiinehtyisivät paremmin, mutta toisaalta myös tiineystarkastusten tekemisessä, jotta tyhjiksi jääneet emot huomattaisiin ajoissa ja tiineytettäisiin tai poistettaisiin karjasta.

Tilojen välillä oli suuria eroja vasikkasaannoissa. Parhaan neljänneksen tilojen eläimistä poiki 96,3 % ja heikoimman neljänneksen tilojen eläimistä 72,8 %. Tämä tarkoittaisi 50 emon karjassa sitä, että parhaan neljänneksen tilalla syntyy vähintään 48 vasikkaa vuodessa ja heikoimman neljänneksen tilalla 36 vasikkaa. Emojen ruokinta- ja kuivituskustannukset ovat kuitenkin samat, joten vaikutus tilan talouteen ja hiilijalanjälkeen on melkoinen. Jokainen lehmä, joka ei tuota vasikkaa vuosittain heikentää muun karjan kannattavuutta. Irlantilaiset ovat laskeneet, että jos poikimaprocentti nousisi 85 prosentista 95 prosenttiin, niin kasvihuonekaasupäästöt pienenisivät 8,3 prosenttia (Teagasc 2019).

6.4 Vasikkakuolleisuus

Vasikkakuolleisuus alle kuuden kuukauden iässä oli tässä tutkimuksessa 6,2 %. Isossa-Britanniassa vasikkakuolleisuus oli keskimäärin 5 %, kun huomioitiin kaikki alle 10 kuukauden iässä kuolleet vasikat (Moore ym. 2018). Lasterin ym. (1973) USA:ssa herefordeilla ja anguksilla tekemässä tutkimuksessa vasikkakuolleisuus oli 24 tunnin iässä keskimäärin 8,6%. Erikssonin ym. (2004) Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa ensikoiden vasikoista kuolleenä syntyi charolais-rodulla 5,9 % ja herefordeilla 5,6 %. Vanhemmilla lehmillä vastaava luku oli keskimäärin 1,8 prosenttia. Keskimäärin 6 prosentilla charolais- ja herefordemoista oli poikimavaikeuksia ensimmäisessä poikimisessa ja 2 prosentilla myöhemmissä poikimisissa. Kuolleenä syntyneiden osuus ei kerro koko vasikkakuolleisuutta, mutta luvut ovat hyvin samansuuntaisia tämän tutkimuksen kanssa. Myös Lasterin ym. (1973), Nixin ym. (1998) Erikssonin ym. (2004) ja Mooren ym. (2018) tutkimuksissa sonnivasikoiden kuolleisuus oli korkeampi kuin lehmävasikoiden, kuten tässä tutkimuksessa.

Ensikoiden vasikkakuolleisuus oli korkeampi kuin vanhempien lehmien ja samansuuntaisia havaintoja on useista tutkimuksista (Laster ym. 1973, Koots ym. 1994 Eriksson ym. 2004). Bergerin ym. (1992) tutkimuksessa havaittiin, että ensikoilla avustettuja poikimisia oli lähes 12 % enemmän kuin vanhemmilla lehmillä. Ensikoiden vasikkakuolleisuusluvut osoittavat, että olisi tärkeää saada emot kestämään karjassa ja poikimaan useamman kerran, jolloin riski vasikan kuolemiselle olisi aina pienempi. Mielenkiintoista oli, että vasikkakuolleisuus alkaa jälleen nousta jo kolmannen poikimisen jälkeen ja on yli 7 % seitsemän kertaa poikineilla ja vanhemmilla emoilla.

Tähän voi olla syynä vasikoiden syntymäpainon kasvu suhteessa emon ikään, sillä usein vasikan syntymäpaino nousee lehmän poikimakertojen myötä (Vehkaoja Susanna, 2020 suullinen tiedonanto).

Hereford ja angus näyttäisivät olevan parhaita rotuja vasikkakuolleisuuden kannalta. Tosin Erikssonin ym. (2004) tutkimuksessa charolais-rodun ja herefordin kuolleisuusluvut eivät juurikaan eronneet toisistaan. Lasterin ym. (1973) tutkimuksessa anguksen ja herefordin vasikkakuolleisuus oli suurempi kuin tässä tutkimuksessa. Angus-hereford risteytyksillä oli 3,8 %-yksikköä pienempi vasikkakuolleisuus kuin puhtailla emoilla. Suomessa anguksen ja herefordin mielletään usein poikivan helposti ja tekevän elinvoimaisen vasikan sekä olevan hyviä emo-ominaisuuksiltaan. Charolais-rodun poikimaongelmiin on selvästi kiinnitetty huomiota, mutta silti sillä on suurimmat vasikkakuolleisuusluvut. Simmental on rotuna kehittynyt vasikkakuolleisuuden suhteen parempaan suuntaan, kun taas limousinella on nähtävissä jopa hienoista nousua. Mooren ym. (2018) tutkimuksessa limousinen vasikkakuolleisuusprosentti oli keskimäärin 4 %.

Charolais-rodun keskimääräinen vasikkakuolleisuus oli 11,8 ja simmentalin 9,6 prosenttia. Verrattaessa rotuina charolaista ja simmentalia, oli keskimääräisessä vasikkakuolleisuudessa huomattava ero, vaikka molemmilla roduilla on sama keskimääräinen syntymäpaino 47 kilogrammaa (Leino Anna-Maria, 2020 suullinen tiedonanto). Syntymäpainoa on pidetty poikimavaikeuksien indikaattorina, mutta vasikkakuolleisuuden ja syntymäpainon yhteys ei ole kovin selkeä eri tutkimusten mukaan (Meijering 1984, Koots ym. 1994, Eriksson ym. 2004). Bergerin ym. (1992) anguksilla tekemässä tutkimuksessa taas huomattiin, että ensikoiden vasikoiden kuolleisuuteen 24 tunnin ikään mennessä vaikutti selkeästi syntymäpaino. Hiehoilla, jotka poikivat 22-29 kuukauden iässä, vasikoiden eloonjäämisen todennäköisyys oli lähes 4 kertaa suurempi, jos syntymäpaino oli alle 30 kg. Pesosen (2014b) Suomessa tehdyssä tutkimuksessa charolais- ja simmental-emojen tarvitseman avustuksen määrä poikimisissa oli samanlainen.

Yksittäisten vuosien rotukohtaisia hyppäyksiä ei kannata ylitulkita, vaan kuolleisuuden käyrää kannattaa katsoa pidemmällä aikavälillä ja tehdä johtopäätöksiä sen pohjalta. Aineisto oli suhteellisen pieni, ja esimerkiksi yksi yksittäinen sonni, joka on aiheuttanut paljon poikimaongelmia ja sitä kautta vasikoiden kuolemia, voi nostaa lukemia jonkun rodun osalta yksittäisenä vuonna.

Tilatason analysointi osoittaa, että vasikkakuolleisuudessa oli isoja tilakohtaisia eroja. Parhaan neljänneksen tiloilla vasikkakuolleisuuden keskiarvo oli 2,14 % ja heikoimman neljänneksen tiloilla 12,14 %. Osaltaan tilakohtaisia eroja voivat selittää rotuvalinnat ja epäonnistuneet isäsonnivalinnat, mutta luultavasti myös ruokinnalla, olosuhteilla ja karjanomistajan osaamisella sekä poikimisten valvomisella on vaikutusta vasikkakuolleisuuteen. Özluturkin ym. (2005) tutkimuksessa havaittiin, että tilojen välillä on suurta vaihtelua vasikkakuolleisuudessa, vaikka emojen rodut olisivat samat.

Perinnöllinen edistyminen vasikkakuolleisuudessa ja hedelmällisyydessä vähentää selkeästi kasvihuonekaasupäästöjä. Iso-Britanniassa on noin 1,6 miljoonaa emolehmää, ja jos vasikkatuotos paranisi 1 %-yksikön, niin kasvihuonekaasupäästöjä voitaisiin vähentää 537-578 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (Amer ym. 2010).

6.5 Elinikäisvasikkatuotos

Elinikäisvasikkatuotos kertoo lehmien kestävydestä ja hedelmällisyydestä. Hyvä emolehmä tekee elinvoimaisen ja hyvin kasvavan vasikan useana vuonna peräkkäin. Poikimakertojen lukumäärät vaihtelivat yhdestä yli 19 poikimiseen ja kestäviä emolehmiä löytyi jokaisesta rodusta. Emolehmien kestävyys ei ole tietystikään ainoastaan geneettinen ominaisuus, vaan pitkälti riippuvainen myös olosuhteista ja hoidosta.

Kaikkien emolehmien elinikäistuotoksen keskiarvo oli tulosten mukaan 4,4 vasikkaa ja aineiston keskipoikimakerta 3,7 kertaa. Isossa-Britanniassa vain 47 % emoista tekee yli 3 vasikkaa elinikänään (Moore ym. 2018). Ero tämän tutkimuksen elinikäisvasikkatuotoksessa ja keskipoikimakerrassa selittyy sillä, että elinikäistuotoksessa on huomioitu eläimen koko elämän aikana tuottamat vasikat, vaikka välissä olisikin tyhjiä vuosia. Poikimattomuus näkyy keskipoikimakerrassa, koska usein tyhjät emot laitetaan teuraaksi. Suomalaisten lypsylehmien keskipoikimakerta oli vuonna 2018 2,5 kertaa, mutta lypsylehmillä karsintaperusteet ovat usein tiukemmat ja myös lehmien rasitus maidontuotannon kautta erilainen, minkä voisi ajatella vaikuttavan keskipoikimakertaan (Nokka 2019).

Limousinen ja anguksen elinikäistuotos oli korkein, keskimäärin ne tuottivat 4,5 vasikkaa. Limousinet poikivat vanhempana kuin muut rodut ja niiden poikimaväli on myös kaikista pisin, joten niiden täytyy myös elää muita vanhemmaksi, jotta ne ehtivät tuottaa korkeimman elinikäisvasikkatuotoksen. Angus taas osoitti hyvät hedelmällisyysominaisuutensa tutkielman eri analyyseissä, joten se ehtii tuottamaan elinikänään myös hyvin vasikoita.

Herefordilla ja charolaisella oli sama elinikäistuotos 4,3 vasikkaa. Toisaalta elinikäisvasikkatuotosta laskettaessa ei ole huomioitu vasikkakuolleisuutta, joten todellisuudessa charolais-rodun vasikkasaanto voi olla herefordia pienempi. Simmentalin elinikäistuotos oli heikoin 4,1 vasikkaa. Ferrelin ym. 1994 tutkimuksen mukaan simmentalilla oli korkein maitotuotos, keskimäärin 13,4 kg päivässä, kun taas esimerkiksi limousinella se oli keskimäärin 9,70 kg päivässä. Korkea maidontuotanto voi vaikuttaa simmentalien elinikäistuotokseen, sillä energiantarve ja syöntikyky vaikuttavat emolehmän tiinehtyvyyteen ja lisääntymistehokkuuteen (Hess ym. 2005, Pesonen 2011).

Cundiffin ym. (1991) tutkimuksessa ensimmäisessä poikimisessa vasikoiden vieroituspaino oli pienempi 2-vuotiaana poikineilla kuin 3-vuotiaana poikineilla, mutta lehmän elinikäistuotoksen kannalta alhaisempi poikimaikä on eduksi. Lehmillä, jotka olivat poikineet 2-vuotiaana ensimmäisen kerran, oli suurempi vasikkatuotos elinikänään (Fahmy ym. 1971, Cundiff ym. 1991). Cundiffin ym. (1991) tutkimuksessa 2-vuotiaana poikineet emolehmät olivat 12 vuoden ikään mennessä tehneet keskimäärin 1,1 vasikkaa enemmän kuin 3-vuotiaana poikineet. Morris (1980) raportoi 2-vuotiaana poikineiden tuottavan 0,7 vasikkaa enemmän elinikään kuin 3-vuotiaana poikineiden. Samaan tulokseen tulivat jo Withycombe ym. (1930). Kaksivuotiaana poikineilla vasikoiden 200 päivän painot olivat suurempia koko tuotosiän eli elinikänään ne vieroittavat enemmän kiloja kuin vanhempana poikineet (Pinney ym. 1972, Morris 1980, Cundiff ym. 1991).

Tilatason tarkastelussa selvisi, että parhaan neljänneksen tilojen elinikäisvasikkatuotoksen keskiarvo oli 6,2 ja heikoimman neljänneksen tilojen 2,9 vasikkaa. Tällöin voisi ajatella, että uudistusprosentti on huomattavasti suurempi ja emojen keski-ikä huomattavasti matalampi heikommalla tilalla. Tilatason tarkasteluun aiheutti haasteita Suomessa käynnissä oleva emotuotannon rakennemuutos, jonka takia

mukana oli paljon vasta aloittaneita tiloja. Lypsylehmien määrän pienentyessä teurastamot kannustavat emolehmätuotannon laajentamiseen ja Suomessa onkin paljon uusia ja laajentavia emolehmätiloja. Tällaisilla tiloilla keskipoikimakerta oli vielä matala johtuen siitä, että emoja on ollut tuotannossa vasta vähän aikaa. Tilojen heikoin neljännes koostui todennäköisesti pitkälti tällaisista tiloista, jolloin on järkevää verrata keskitason ja parhaan neljänneksen tiloja keskenään.

6.6. Poistoikä

Limousinella poistoikä oli kaikista korkein, 7,1 vuotta eli se oli selkeästi suhteessa elinikäisvasikkatuotokseen. Samoin oli anguksella sen poistoiän ollessa 6,8 vuotta. Tässä on kuitenkin huomioitava ero hiehojen poikimaiässä, sillä anguksen ja limousinen elinikäisvasikkatuotos on sama, mutta limousinet elävät keskimäärin vanhemmaksi. Cundiffin ym. (2011) tutkimuksessa havaittiin myös, että poistoikä oli matalampi 2-vuotiaana poikineilla, joten tulos oli samansuuntainen tämän tutkimuksen kanssa.

Hereford- ja charolais-rotujen elinikäistuotos oli sama, mutta poistoikä oli hieman korkeampi herefordilla. Hereford-hiehojen poikimaikä oli kuitenkin matalampi ja poikimaväli lyhyempi kuin charolais-rodulla, joten niillä täytyi olla enemmän tyhjiä vuosia, jolloin ne eivät poikineet tai charolaiset tekivät selvästi enemmän kaksosia. Simmentalin matalin poistoikä oli myös suhteessa sen kaikista matalimpaan elinikäistuotokseen. Pesosen (2014b) tutkimuksessa tulokset poistoiästä olivat hyvin samansuuntaisia kuin tässä tutkimuksessa. Limousinen, anguksen ja herefordin keskimääräinen poistoikä oli 6,5 vuotta, charolais-rodun 6,2 vuotta ja simmentalin 6,1 vuotta. Jovanovacin ja Raquezin (2011) Kroatiaassa tekemässä tutkimuksessa simmentalien keskimääräinen poistoikä oli 6 vuotta. Pesosen (2014b) mukaan simmentalilla eniten poistoja aiheuttavat poikimavaikkeudet ja charolais-emoilla taas heikko hedelmällisyys.

Eniten poistoja tapahtui heti ensikkokaudella. Heti ensikkona poistetaan usein eläimet, jotka eivät syystä tai toisesta ole onnistuneet poikimisessa, eivät hoida vasikkaansa, ovat hankalia luonteeltaan tai eivät esimerkiksi tiinehdy toista kertaa. Myös toisen ja kolmannen poikimisen jälkeen poistoprosentit olivat korkeita. Myös Pesosen (2014b) tutkimuksen tulokset olivat samansuuntaisia. Alle 3-vuotiaana, eli käytännössä ensikkokauden jälkeen, poistettiin keskimäärin 15 % eläimistä ja lähes saman verran 3-

4-vuotiaana. Korkean poistoprosentin perusteella jokaisen tilallisen tulisi miettiä, millaisia eläimiä jättää uudistukseen ja käyttää apuna esimerkiksi genomitestausta. Nuorten eläinten poistojen syihin kannattaisi perehtyä, sillä uudistushiehon kasvattaminen on kallista. Uudistushiehoilla tärkeitä ominaisuuksia ovat maidontuotantokapasiteetti, emo-ominaisuudet ja maltillinen aikuiskoko (Pesonen 2011). Cundiff ym. (1991) havaitsivat, että 3-vuotiaana ensimmäisen kerran poikineilla lehmillä poistosyynä oli hedelmällisyysongelma 55 % poistetuista, kun 2-vuotiaana poikineilla se oli poistosyynä 41 % poistetuista.

Tilatason poistoiän tarkastelussa parhaan neljänneksen karjoissa poistoikä oli keskimäärin 8,7 vuotta ja heikoimman neljänneksen karjoissa 5,5 vuotta. Heikoimman neljänneksen tilat voivat kuitenkin olla vasta aloittaneita tai laajentavia tiloja, mikä vaikuttaa tuloksiin. Uudistusprosentti nousi kaikilla roduilla viimeisten analysoitujen vuosien aikana. Myös tähän voi olla syynä emolehmtuotannon kasvu ja se, että laajentavat ja uudet tilat tarvitsevat enemmän uudistuseläimiä. Jalostuskarjoissa voidaan myös poistaa eläimiä nuorempina jalostuksellisen edistymisen takia, mutta näiden karjojen osuus ei ole kovin suuri (Vehkaoja Susanna suullinen tiedonanto 2020). Anguksen matalin uudistusprosentti tuki näkemystä sen pitkäikäisyydestä ja hyvistä hedelmällisyysominaisuuksista. Samoin limousinen uudistusprosentti kertoi sen pitkäikäisyydestä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomalaisen emolehmtuotannon taso näytti varsin hyvältä kansainvälisesti verrattuna. Emolehmtuotannon on oltava taloudellisesti kannattavaa, joten tuotannollisiin ominaisuuksiin on täytynyt kiinnittää huomiota tilatasolla. Emolehmhiehojen keskimääräinen poikimaikä ei ole kovin kaukana optimaalisesta 24 kuukauden iästä ja oli parempi kuin monessa muussa maassa. Hereford ja angus poikivat nuorempina kuin muut rodut. Hiehojen sopiva poikimaikä näytti vaikuttavan positiivisesti muihin tuotanto-ominaisuuksiin, kuten poikimaväliin, poikimaprosenttiin ja elinikäistuotokseen. Keskimääräinen poikimaväli saisi olla hieman lyhyempi, mutta se oli lyhentynyt kaikilla roduilla viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Vasikkakuolleisuus oli lähellä odotettua 6 % ja siinä oli tapahtunut kehitystä parempaan suuntaan koko ajan. Charolais-rodulla oli keskimäärin suurin vasikkakuolleisuus ja pienillä roduilla keskimäärin alhaisin vasikkakuolleisuus. Ensikoiden vasikkakuolleisuus osoittautui olevan selkeästi vanhempia emoja suurempi.

Poikimaproosentti jäi hieman alle 90 %, mikä osoittaa, että siinä on parannettavaa. Poikimaproosentti on tuottavuusominaisuus, johon voidaan tilatasolla vaikuttaa paljon, esimerkiksi pitämällä sopivan kokoiset ryhmät siitossonnilla ja tekemällä tiineystarkastukset. Elinikäistuotos oli keskimäärin yli neljä vasikkaa, mutta siinä on parantamisen varaa verrattuna parhaan neljänneksen karjoihin, joissa elinikäisvasikkatuotos oli 6,2 vasikkaa. Parhaan neljänneksen tilojen elinikäistuotos kertoo, että suomalaiset emolehmät ovat kohtuullisen kestäviä ja on mahdollista päästä hyvään elinikäistuotokseen, mutta tilatason osaamisella ja olosuhteilla on iso vaikutus. Poistoikä oli selkeästi yhteydessä elinikäistuotokseen. Limousinella oli korkein poistoikä ja myös korkein elinikäistuotos yhdessä anguksen kanssa.

Roduittain tarkasteltuna angus näytti olevan hyvä hedelmällisyysominaisuuksiltaan, sillä se pärjasi hyvin kaikissa analyyseissä. Hereford ei yltänyt yhtä hyviin tuloksiin, mutta pärjasi tasaisen hyvin kaikissa analyyseissä. Limousinella olisi eniten parantamisen varaa poikimaiässä ja poikimavälissä. Se näytti kuitenkin olevan rotuominaisuuksiltaan kestävä, mikä näkyy elinikäistuotoksessa. Simmental oli rotuna kehittynyt monessa analysoidussa ominaisuudessa, mutta sen elinikäistuotos ja poistoikä jäivät kaikista matalimmiksi. Charolais-rotu näytti kehittyneen hedelmällisyysominaisuuksiltaan, sillä esimerkiksi sen poikimaväli oli lyhentynyt ja poikimaproosentti parantunut. On kuitenkin muistettava, että nämä analyysit eivät kerro esimerkiksi vasikoiden kasvusta ja rodun teurasominaisuuksista. Lisäksi jokaisen tilan tulisi valita omiin olosuhteisiinsa sopiva rotu ja pelkästään rotuominaisuudet eivät vaikuta näihin tuottavuustekijöihin, vaan myös tilatason osaamisella on iso merkitys.

Tilatason analyysit kertoivat selvästi, että hajonta tilojen välillä oli todella suurta kaikissa analysoiduissa tuotanto-ominaisuuksissa. Parhaimman neljänneksen tiloilla tuotantotulokset olivat keskimäärin todella hyviä. Myös hajonta oli parhaimmilla tiloilla paljon pienempää kaikissa analyyseissä kuin huonoimman neljänneksen tiloilla, mikä kuvaa sitä, että parhaat tilat pyrkivät systemaattisesti parhaimpaan tulokseen. Tilatason analysointi osoittaa sen, että potentiaalia suomalaisessa emolehmäaineistossa on, mutta

moniin asioihin vaikuttaa tilatason osaaminen. Tämä myös osaltaan selittää suuria tuottavuuseroja tilojen välillä.

Emolehmätuotanto Suomessa on kasvussa ja analyysien perusteella suomalainen emolehmäaines näyttää varsin hyvältä ja kehityskelpoiselta. Jokaisen emolehmätuottajan kannattaa selvittää omat tuotantotuloksensa ja keskittyä kehittämään niitä, sillä rodusta riippumatta mahdollisuudet hyviin tuotantotuloksiin ovat olemassa. Tuotannon seurantajärjestelmien kehitys tarjoaa uusia mahdollisuuksia tuotantotulosten seurantaan, tilatason vertailuun ja kehittämiseen. Tuotannon tulisi olla riittävän tehokasta, jotta se olisi myös ympäristöllisesti kestävä ja emolehmätuotannon hiilijalanjälkeä saataisiin entisestään pienennettyä. Riittävä kotimainen naudanlihantuotanto olisi tärkeää taata myös tulevaisuudessa. Emolehmätuotannon tuottavuutta kuvaavien parametrien ja sen aiheuttaman hiilijalanjäljen yhteyttä tulee kuitenkin vielä tutkia.

KIITOKSET

Tutkielma oli osa A-Tuottajat Oy:n CARBO -hiilineutraali nautaketju hanketta. Haluan esittää suuret kiitokset Luken erikoistutkija Anna-Maria Leinolle datan analysointiin ja työn ohjaukseen liittyvästä avusta. Kiitokset työn ohjauksesta myös yliopistonlehtori Tuomo Kokkoselle sekä Atria Tuottajien hankintajohtaja Sinikka Hassiselle ja kehityspäällikkö Susanna Vehkaojalle.

LÄHTEET

- Amer, P.R., Duthie, C.A., Navajas, E.A., Roehe, R. & Roughsedge, T. 2010. Impact of genomic selection for residual feed intake and calf survival in beef cattle on profit and greenhouse gas mitigation. Proceedings of the 9th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production.
<http://www.wcgalp.org/system/files/proceedings/2010/impact-genomic-selection-residual-feed-intake-and-calf-survival-beef-cattle-profit-and-greenhouse.pdf>.
 Viitattu:20.3.2020.
- Atria Tuottajat. 2020. Emolehmätuotannon hiilitaselaskelmat.
<https://www.atria.fi/konserni/ajankohtaista/uutishuone/2020/atrian-hiilitaselaskelmat-emolehmatiloilla-kertovat-suomalaisen-naudanlihan-alhaisesta-hiilijalanjaljesta/>. Viitattu:6.10.2020.
- Audsley, E. & Wilkinson, M. 2014. What is the potential for reducing national greenhouse gas emissions from crop and livestock systems? *Journal of Cleaner Production* 73:263-268
- Beauchemin, K.A., Janzen, H. H., Little, S.M., McAllister, T.A. & McGinn, S.M., 2010. Life cycle assessment of greenhouse emissions from beef production in Western Canada: a case study. *Agricultural Systems* 103:371-379.
- Beauchemin, K.A., Hao, X., McAllister, T.A., McGinn, S.M., Robinson, P.H., 2011. Greenhouse gases in animal agriculture- finding a balance between food production and emissions. *Animal Feed Science Technology* 166-167:1-6.
- Bell, M.J., Wall, E., Simm, G. & Russell, G. 2011. Effects of genetic line and feeding system on methane emissions from dairy system. *Animal Feed Science and Technology* 166-167:699-707.
- Berger, P. J., Cubas, A.C., Koehler, K.J. & Healey, M. H. 1992. *Journal of Animal Science* 70:1775-1786.
- Berry, D.P. & Drennan, M.J. 2006. Factors affecting body condition score, live weight and reproductive performance in spring-calving suckler cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 45:25–38.
- Casey, J.W. & Holden, N.M. 2006a. Quantification of GHG emissions from suckler-beef production in Ireland. *Agricultural Systems* 90:79-98.
- Casey, J.W & Holden, N.M. 2006b. Greenhouse gas emissions from conventional, agri-

- environmental scheme and organic Irish suckler-beef units. *Journal of Environmental Quality* 35:231-239.
- Cromie, A. 2018. The beef euro-stars: past, present and future. Irish cattle breeding federation. https://www.icbf.com/wp/wp-content/uploads/2018/12/Andrew_BeefBreeding_051218.pdf. Viitattu 20.3.2020.
- Cundiff, L.V. Dickerson, G.E., Gregory, K.E. & Koch, R.M. 1991. Lifetime production of beef heifers calving first at two vs three years of age. *Journal of Animal Science*. 69:3467-3479.
- Czerniawska-Piatkowska, E. Chocilowicz, E., Konstancik & N. Szewczuk, M. 2012. Comparison of limousine and simmental primiparous cows based on variability of age at first calving, body weight and the analysis of their growth and development. *Animal Husbandry* 15:#7.
- Dakay, I. Marton, D., Bene, S., Kiss, B., Zsuppan, Z. & Szabo, F. 2006. The age at first calving and the longevity of beef cows in Hungary. *Archiv fur Tierzucht* 49:417-425.
- Day, M.L. & Nogueira, G.P. 2013. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. *Animal Frontiers* 4 :6-11.
- Dick, M., Abreu da Silva, M. & Dewes, H. 2015. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* 87:58-67.
- Diskin, M.G. 1997. Regulation of post-partum interval in cattle. *Irish Veterinary Journal* 50:238–245.
- Diskin, M.G. & Kenny, D.A. 2014. Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. *Animal* 8:27-29.
- Dunn, T.G., Ingalls, J.E., Zimmerman, D.R. & Wiltbank, J.N. 1969. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. *Journal of Animal Science* 29: 719–726
- Eggleston, H.S., Buendia, L. Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. National Greenhouse gas inventories programme. IPCC. https://www.researchgate.net/publication/259575269_IPCC_2006_Guidelines_for_National_Greenhouse_Gas_Inventories. Viitattu:2.3.2020.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. & Philipsson, J. 2004. Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. *Journal of Animal Science* 82: 375-383.

- Fahmy, M.H., Lalande, G. & Hidirolou, M. 1971. Reproductive performance and growth of shorthorn purebred and crossbred cows. *Animal Science* 13: 7-14.
- FAO. 2006. World Agriculture. Towards 2030-2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/Interim_report_AT2050web.pdf
 Viitattu:13.4.2020
- FAO. 2013. Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities.
<http://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>. Viitattu:30.9.2020.
- Foley, P.A., Crosson, P., Lovett, D.K., Boland, T.M., O'Mara & Kenny, D.A. 2011. Whole-farm systems modelling of greenhouse gas emissions from pastoral suckler beef cow production systems. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 142:222-230.
- Gregory, K.E., Lunstra, D.D., Cundiff LV & Koch, R.M. 1991. Breed effects and heterosis in advanced generations of composite populations for puberty and scrotal straits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 69:2795-2807.
- Herring, A. D. 2014. Beef cattle production systems. CABI Publishers. Wallingford, United Kingdom. s.313.
- Hess, B.W., Scholljegerdes, E.J., Weston, T.R., Nayigihugu, V., Molle, J. D.C. & Moss, G. E. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science* 83. 90-106.
- Hunter, R.A. & Niethe, G.E. 2009. Efficiency of feed utilization and methane emission for various cattle breeding and finishing systems. *Recent advances in animal nutrition in Australia* 17:75-80.
- Huuskonen, A. & Pesonen, M. 2016. Naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset. Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote nro 33. Maataloustieteenpäivät 2016.
<https://journal.fi/smst/article/download/75219/36687>. Viitattu: 13.4.2020.
- Ilmatieteenlaitos. Ilmakehä-ABC. 2020.
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmakeha-abc?term=L%C3%A4mmityspotentiaali>. Viitattu:9.3.2020.
- Jarrige. R. (toim.) 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). John Libbey Eurotext, Paris-London- Rome.s.389-390.
- Jenkins. T.G. & Ferrell, C. L. 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. *Journal of Animal Science*

72: 2787-2797.

- Johnson, K.A & Johnson, D.E. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 73:2483-2492.
- Jovanovac, S. & Raquz, N. 2011. Analysis of the relationships between type traits and longevity in Croatian simmental cattle using survival analysis. *Agricultural Conspectus Scientificus* 76:249-253.
- Kokkonen, T., Mäntysaari, P. & Huhtanen, P. 2010. Lypsylehmän energiataseen mallintaminen. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote. Nro 26. Maataloustieteen päivät 2010. <https://journal.fi/smst/article/view/75696/37102>. Viitattu 20.3.2020.
- Koots, K. R., Gibson, J.P. & Wilton, J. W. 1994. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetic correlations. *Animal Breeding Abstracts* 62:825– 853.
- Lamminen, P. 2006. Kasvan naudan kehitys teuraskypsyyteen. Teoksessa: Tauriainen, S. (toim.). Naudanlihantuotanto. Jyväskylä: Gummerus Oy, s. 109–117.
- Laster, D.B. & Gregory K.E. 1973. Factors influencing peri-and postnal calf mortality. *Journal of Animal Science* 37:1092-1097.
- Legesse, G., Beauchemin, K.A., Ominski, K.H., McGeough, E.J., Kroebe, R., MacDonald, D., Little, S.M. & McAllister, T.A. 2015. Greenhouse gas emissions of Canadian beef production in 1981 as compared with 2011. *Animal Production Science* 56: 153-168.
- Luonnonvarakeskus. 2019. Tilastotietokanta. Emolehmien määrä karjakokoluokittain. http://statds.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_12%20Kotieläinten%20lukumaara/04_Emolehmien_lukumaara_karjakokoluokka.px/table/tableViewLayout1/?rxid=50b029f5-22a=-42db-99a7-87543c30be9. Viitattu:25.3.2020
- Luonnonvarakeskus. 2020. Kotieläinten lukumäärä. <https://stat.luke.fi/kotieläinten-lukumaara>. Viitattu:3.3.2020.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2020. LULUCF-asetus. <https://mmm.fi/lulucf>. Viitattu:24.3.2020.
- Marty, J. T. 2005. Effects of cattle grazing on diversity in ephemeral wetlands. *Conservation Biology* 19:1626-1632.
- Mattila, M. 2020. Logistinen regressio. Helsingin yliopisto. <https://www.mv.helsinki.fi/home/mmattila/fsd/logistinen.htm>. Viitattu:3.10.2020.
- Meijering, A. 1984. Dystocia and stillbirth in cattle—A review of causes, relations and

- implications. *Livestock Production Science* 11:143–177
- Moore, K.L., Moran, A., Mrode, R. & Coffey, M. 2018. Using commercial data and genomics to improve female fertility and calf survival of limousin beef cattle in the UK. Scotland's Rural College. Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.
<http://www.wcgalp.org/system/files/proceedings/2018/using-commercial-data-and-genomics-improve-female-fertility-and-calf-survival-limousin-beef-cattle.pdf>.
 Viitattu:19.8.2020.
- Morris, C.A. 1980. A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime productions. Associations with fertility in first joining. *Animal Breeding Abstracts* 48:655-676.
- Mullinicks, T.J. & Beard, J.K. 2019. Sustainable and economically viable management options for cow/calf production through enhanced beef cow metabolic efficiency. *Journal of Animal Science* 97:1398-1406
- Nix, J.M., Burns, G.L., Grimes, L.M., Plyler, B.B. & Spitzer, J.C. 1998. A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality dystocia in beef cattle. *Theriogenology* 49:1515-1523.
- Nokka, S. 2019. Lypsykarjan tuotosseurannan tulokset 2018. Tulosseminaari Pro Agria.
https://www.proagria.fi/sites/default%files/attachment/lypsykarjan_tuotosseurannan_tulokset_2018_sanna_nokka.pdf. Viitattu:9.3.2020.
- Nummi, E. 2020. Ominaisuuksien taloudelliset arvot lihakarjalla. Maisterin tutkielma. Helsingin Yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202005142121>
 Viitattu: 9.10.2020.
- Osoro, K. & Wright, I.A. 1992. The effect of body condition, liveweight, breed, age, calf performance and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *Journal of Animal Science* 70:1661–1666.
- Pesonen, M. 2011. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Kehitystä naudanlihantuotantoon II. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin.
- Pesonen, M. 2014a. Tuotanto täysille emolehmätilat. Lihatalous-hanke, MTT.
<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482708/Tuotantota%20ysille.pdf?sequence=1>. Viitattu:3.9.2020.
- Pesonen, M. 2014b. Emolehmien kestävyysominaisuudet. Emolehmäseminaari 2014. MTT. Ei julkaistu.
- Phillips, C.J.C. 2018. Principles of cattle production. Cambridge University. Cabi

- Publications. 3rd edition.s.247.
- Pinney, D.O., Stephens, D.F & Pope, L.S. 1972. Lifetime effects of winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef cows. *Journal of Animal Science* 34:1067-1074.
- Pleasants, A.B. & McCall, D.G. 1993. Relationships among post-calving anoestrous interval, oestrous cycles, conception rates and calving date in Angus and Hereford × Friesian cows calving in six consecutive years. *Animal Production* 56: 187–192
- Ruokavirasto. Nautaeläinten merkintä ja rekisteröinti. 2020.
<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-merkinta-ja-rekisterointi/nautaelaimet/>. Viitattu:10.3.2020.
- Sirkko, K. 2019. Emotarkkailun tulokset 2018. *Nauta-lehti* 02/ 2019: 58-59.
- Stanford University. 2010. Environmental and social impact of the livestock revolution. *Science Daily*. <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100316101703.htm>. Viitattu:6.3.2020.
- St-Pierre, N. R. 2001. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science* 84: 741-755.
- Summers, A.F., Rosasco, S.L. & Scholljegerdes, E.J. 2019. Influence of management decisions during heifer development on enhancing reproductive success and cow longevity. *Journal of Animal Science* 97:1407-1414.
- Suomen Gallup. 2020. Maatiloiden kehitysnäkymät 2022-raportti. Suomen Gallup Elintarviketieto Oy. <https://docplayer.fi/37602439-Maatilojen-kehitysnakymat-2022.html>. Viitattu:10.3.2020.
- Swanepoel, F.J.C. & Hoogenboezem, J.M. 1994. Interrelationships among cow size, lifetime cow fertility, milk production and pre-weaning calf growth in sub-tropically adapted beef cattle. *Australian Society of Animal Production* 20:78-81.
- Teagasc. 2019. The beef carbon navigator.
<https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2019/Bord-Bia-Beef-Carbon-Navigator-LR4.pdf>. Viitattu:13.4.2020.
- Tilastokeskus. 2019. Suomen virallinen tilasto. Suomen kasvihuonepäästöt 2018.
https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-05-23_kat_001_fi.html. Viitattu:24.3.2020.
- Verge, X.P.C., Dyer, J.A., Desjardins, R.L. & Worth, D. 2008. Greenhouse gas emissions from the Canadian beef industry. *Agricultural Systems* 98:126–134.
- White, R.R., Brady, M., Capper, J.L., McNamara, J.P. & Johnson, K.A. 2015. Cow-calf reproductive, genetic, and nutritional management to improve the sustainability of

- whole beef production systems. *Journal of Animal Science* 93:3197-3211.
- Wiltbank, J.N. 1970. Research needs in beef cattle reproduction. *Journal of Animal Science* 31:755–762.
- Wiltbank, J.N., Rowden, W.W., Ingalls, J.E., Gregory, K.E. & Koch, R.H. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science* 21:219–225.
- Withycombe, R., Potter, E.L.& Edwards, F.M. 1930. Deferred breeding of beef cows. *Station Bulletin* 217:1-17.
- Özlyturk, A. Yanar, M. Tuzemen, N. & Kopuzlu, S. 2006. Calving and preweaning growth performance science traits of calves sired by charolais, simmental and eastern anatolian red bulls. *Turkish Veterinary Animal Science* 30:257-263.