



**LYPSYKARJAROTUJEN RISTEYTYYS**  
**Ayrshire ja holstein-friisiläinen**

**Opinnäytetyö**

**Janne Pietikäinen**

**Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma**

Hyväksytty \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

---

Koulutusala: Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	Suuntautumisvaihtoehto:
Työntekijä/tekijät: Janne Pietikäinen	
Työn nimi: Lypsykarjarotujen risteytys – ayrshire ja holstein-friisiläinen	
Päiväys: 3.5.2009	Sivumäärä/liitteet: 58+2
Ohjaaja/ohjaajat: Petri Kainulainen, Hilikka Kämäräinen & Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja: Faba Jalostus	
Tiivistelmä: <p>Lypsykarjarotujen risteyttäminen on yleistynyt maissa, joissa puhtailla roduilla on suuremmat sukusiitosasteet. Sukusiitosasteen noustessa perimän väistyvät heikkoustehtäjät tulevat esiin, mikä ilmenee sukusiitosheikkoutena; heikentyneenä kasvuna, tautien vastustuskykynä ja hedelmällisyytenä. Risteyttäminen lisää perimän eriperintäisyyttä ja peittää väistyvien heikkoustehtäjöiden vaikutuksen. Tämä ilmenee risteytyselinoimana eli heteroosina, jonka vaikutukset ovat sukusiitosheikkoutta päinvastaiset. Heteroosin voimakkuus vaihtelee ominaisuu- den, risteytettävien rotujen ja risteytyskuvopoven mukaan. Kantakirjassa neljännen polven risteytys katsotaan puhdasrotuiseksi.</p> <p>Tämän työn tavoite oli selvittää missä ominaisuuksissa ja kuinka voimakkaasti Suomen yleisimpien lypsykarjarotujen, ayrshiren ja holstein-friisiläisen, risteytykset eroavat puhdasrotuisista. Tutkimus toteutettiin määrällisenä tutkimuksena. Aineisto saatiin tuotosseurantatiedoista, vuosina 2000–2002 syntyneistä ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytyksistä. Tuotosominaisuuksien risteytysero (heteroosi ja ympäristötehtäjät) laskettiin erona vanhempien indekseistä laskettuihin tuotosennusteisiin. Ero olikin useimmiten negatiivinen; maitotuotos -3,0 %, rasvatuotos -1,8 %, rasvapitoisuus +1,6 %, valkuaistuotos -4,5 % ja valkuaispitoisuus -1,3 %. Risteytysten maitotuotos jäi silti korkeammalle kuin puhtaalla ayrshirella. Jälkeläisen tiinehtyvyys parani, kun ayrshirelehmä siemennettiin holstein-friisiläisellä, muttei niinkään toisinpäin. Vasikkakuolleisuus oli kumpaakin puhdasta rotua alhaisempi, kun poikivan risteytyksen isänä oli ayrshire. Isän ollessa holstein-friisiläinen jäätin puhtaiden rotujen keskiarvon paremmalle puolelle. Maidon solupitoisuutta ei voitu suoraan vertailla, mutta sen vaikutukset olivat samansuuntaiset kuin vasikkakuolleisuudessa. Risteytykset poistettiin aikaisemmin kuin puhdasrotuiset, mutta risteytysten poistoherkkyys voi olla suurempi. Isän rodun ominaisuudet tuntuivat dominoivan monessa risteytyksen ominaisuudessa. Risteytyksistä saadaan paras hyöty käyttämällä vain rotujen parhaita sonneja ja kar- simalla jälkeläisiä tuottavia eläimiä.</p>	
Avainsanat: Kotieläinjalostus, lypsykarja, ayrshire, friisiläinen, risteytys, jalostusmenetelmät, heteroosi	
Luottamuksellisuus: Julkinen	

Field of study: Natural Resources and the Environment	
Degree Programme: Agriculture and Rural Industries	Option:
Author(s): Janne Pietikäinen	
Title of Thesis: Crossbreeding Dairy Cattle – Ayrshire & Holstein-Friesian	
Date: May 3 <sup>rd</sup> 2009	Pages/appendices: 58+2
Supervisor(s): Petri Kainulainen, Hilikka Kämäräinen & Pirjo Suhonen	
Project/Partners: Faba Breeding	
Abstract: <p>Crossbreeding of dairy cattle is becoming more popular in countries where the purebred cattle breeds have high inbreeding rates. With a high inbreeding rate, undesirable recessive genes which cause inbreeding depression are not as often dominated by better genes, causing retarded growth, health and fertility. Crossbreeding creates gene combinations which hide the undesirable recessive genes. This causes heterosis, also known as hybrid vigour, and its effects are reserved to inbreeding depression. The amount of heterosis varies depending on the trait, the breeds and the generation of the crossbred.</p> <p>The target of this research was to find in which traits and how much the Finnish first generation crossbreds of Ayrshire and Holstein-Friesian differ from the purebreds' traits. This research was a quantitative research and the data included the aforementioned crossbred cows which were born in 2000–2002. The crossbreeding difference, the combination of heterosis and environmental factors, in production traits was calculated as the crossbred's difference to the mean of its parents' breeding values. The crossbreeding difference turned out to be negative in most cases; milk production -3,0 %, fat production -1,8 %, percentage of fat +1,6 %, protein production -4,5 % and percentage of protein -1,3 %. Regardless of negative crossbreeding difference, the crossbreds' milk production was still higher than that of pure Ayrshire. The fertility improved when an Ayrshire cow was mated with a Holstein-Friesian bull, but not vice versa. Crossbreds with Ayrshire sires, that were calving themselves, had fewer stillbirths than either pure breed. Crossbreds with Holstein-Friesian sires had lower stillbirth rate than the mean of the pure breeds. The somatic cell score was not directly comparable, but its effects parallel those of the stillbirth rate. Crossbreds were culled earlier from the cattle than the purebreds, but farmers might be culling crossbreds more easily. The characteristics of the sire breed seemed to dominate in several traits. The biggest benefit in dairy crossbreeding is achieved by using only the best bulls available and selecting the cows used in reproduction. The undesirable cows should be mated with beef breed bulls.</p>	
Keywords: Animal breeding, dairy cattle, Ayrshire, Friesian, crossbreeding, breeding methods, heterosis	
Confidentiality: Public	

## SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
1 JOHDANTO .....	4
2 RODUT .....	5
3 PERIITYMINEN.....	7
3.1 Perintötekijät .....	7
3.2 Muuntelu .....	9
4 PARITUSMENETELMÄT .....	13
4.1 Sukusiitos .....	13
4.2 Rodunjalostus .....	14
4.3 Roturisteytys.....	15
4.3.1 Risteytysmenetelmät .....	16
4.3.2 Risteytysten kantakirjaus.....	19
5 RISTEYTTÄMINEN.....	21
5.1 Tuotosominaisuudet .....	23
5.2 Utareterveys .....	25
5.3 Hedelmällisyys .....	25
5.4 Poikimiset.....	26
5.5 Kestävyys ja rakenne.....	27
6 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	28
7 TULOKSET .....	30
7.1 Tuotosominaisuudet .....	30
7.1.1 Maitotuotos.....	31
7.1.2 Rasvatuotos .....	32
7.1.3 Rasvapitoisuus.....	34
7.1.4 Valkuaistuotos.....	35
7.1.5 Valkuaispitoisuus .....	36
7.2 Solut .....	38
7.3 Hedelmällisyys .....	39
7.4 Poikimaominaisuudet .....	41
7.4.1 Tiineyden kesto .....	41
7.4.2 Vasikkakuolleisuus.....	42
7.5 Kestävyys .....	44
7.6 Rakenneominaisuudet .....	47
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	50
LÄHTEET.....	54
LIITTEET	

Liite 1 Calf- ja bovinestatukset

## 1 JOHDANTO

Lypsyrotujen risteytys on lisääntynyt muualla maailmassa, missä sitä on myös tutkittu. Suomessa perimältään heikkotasoisia lypsylehmiä siemennetään yleisesti liharotuisten sonnien siemenellä, mutta eri lypsyrotujen risteyttäminen keskenään on harvinaisempaa, eikä siitä löydy suomalaisia tutkimustuloksia. Suomen yleisin lypsyrotu, ayrshire, on maailmalla marginaalirotu ja saman rodun eri populaatiot eroavat toisistaan. Ulkomaisissa tutkimuksissa saadut tulokset eivät siksi ole välttämättä suoraan verrannollisia suomalaisen lypsykarjan kanssa. Puhtaiden rotujen sukulaisuusasteiden noustessa risteyttäminen saattaa tulla ajankohtaiseksi ja pahimmassa tapauksessa pakolliseksi myös Suomessa, jos sukusiitosaste kasvaa niin, että sukusiitosheikkoudesta alkaa olla ongelmia.

Tämän opinnäytetyön ja tutkimuksen tehtävä on selvittää, olisiko eri lypsyrotujen risteyttäminen ajankohtaista ja kannattavaa suomalaisessa lypsykarjataloudessa. Tutkimus on rajattu ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytyksiin. Tavoitteena oli selvittää, missä ominaisuuksissa ja kuinka voimakkaasti kyseiset risteytykset eroavat puhtaista roduista. Tutkimuksessa tehtiin ensin laaja kirjallisuusselvitys, jonka jälkeen tehtiin määrällinen tutkimus, missä ensimmäisen polven risteytyksiä verrattiin tuotosseurantatietojen avulla niiden vanhempiin ja puhtaiden rotujen keskiarvoihin.

Toimeksiantajana opinnäytetyöllä on Faba Jalostus, jonka yhteyshenkilönä toimii Seppo Niskanen. Faba Jalostus on koko maan kattava eläinjalostusosuuskunta, joka muun muassa laskee jalostusarvostelut sonneille ja lehmille sekä tekee näille jalostussuunnitelmia.

Tämä selvitys tulee myös omaan tarpeeseen. Kotitilallani on vain ayrshirea ja punaista karjaa. Joskus on haasteellista löytää kullekin lehmälle sopiva parituskumppani, jolloin toisinaan nousee ajatus, löytyisikö sopivin sonni holstein-friisiläissonnien käyttökäytöstä. Halusin kuitenkin enemmän tietoa risteytysten toimivuudesta ennen kuin keilisin sitä enemmän.

## 2 RODUT

Vuonna 2007 Suomen lypsylehmistä 68 % kuului ayrshirerotuun. Toiseksi yleisin lypsyrotu on holstein-friisiläinen, joita vuoden 2007 tuotostarkkailulehmistä oli 30,8 %. Suomessa on myös jonkin verran Suomen alkuperäisrotua, suomenkarjaa, jota on kolmea eri tyyppiä: länsisuomalainen, itäsuomalainen eli kyyttö ja pohjoissuomalainen. Jersey ja brown swiss ovat tulleet Suomeen vasta 2000-luvulla ja niiden lukumäärä on vielä hyvin vähäinen. (Joensuu 2008; Lypsyrodut 2002.)

Ayrshire (ay) on kotoisin Skotlannin länsirannikolta, missä se kehitettiin risteyttämällä paikallista alkuperäiskarjaa ja muita rotuja. Väriykseltään ayrshire on punaisenkirjava, punainen tai valkea. Rodun kantakirja, *the Ayrshire Cattle Society Herd Book*, perustettiin vuonna 1877, mutta Suomeen ensimmäiset ayrshiret tuotiin jo vuonna 1845. Ayrshiren määrä tarkkailulehmissä ylitti suomenkarjan määrän 1900-luvun puolivälissä. Sitten suomalaisella ayrshirella on käytetty myös paljon norjalaisen punaisen (NRF) ja ruotsalaisen punaisen (SRB) rodun sonneja. (Alhainen; Suomalaissonnien rotusuhteet; Vahlsten 2007b, 21.) Maailman suurin rekisteröity ayrshire-populaatio on Suomessa (Niskanen 2008a).



KUVIO 1. Tyypillisiä ayrshirelehmii

Mustavalkoinen friisiläinen (fr) on alkujaan kotoisin Pohjois-Hollanista. 1800-luvulla tuodut friisiläiset eivät menestyneet Suomessa, mutta rotua alettiin tuoda uudestaan vuonna 1962. Friisiläissonneja käytettiin aluksi paljon risteytyksiin muun muassa suomenkarjan kanssa, mikä edesauttoi suomenkarjan vähenemistä. Korkeatuotoksinen ja kookas holstein on Pohjois-Amerikassa friisiläisestä kehitetty maailman yleisin lyp-

syrotu. Parhaiden holsteinsonnien spermaa käytetään ympäri maailmaa. Suomeen holsteinspermaa on tuotu 1970-luvulta lähtien. Suomalainen rotu on nykyään holsteinfriisiläinen ja friisiläisen osuus on vähenemässä nopeasti maailmanlaajuisten holsteinsukujen yleistyessä. Holstein-friisiläisen osuus tuotantoseurantaan kuuluvista lehmistä on nouseva. Holstein-friisiläinen on väritykseltään mustavalkea ja värien suhde vaihtelee suuresti (kuvio 2). Punainen holstein on puolestaan punavalkea. (Vahlsten 2007b, 23.)



KUVIO 2. Vasemmalla suomalaista holstein-friisiläistä ja oikealla ranskalainen näyttelyholstein

### 3 PERIYTYMINEN

#### 3.1 Perintötekijät

Eläimen ominaisuuksia ohjaavat sen solujen tumissa sijaitsevat *geenit* eli perintötekijät. Geeni on täydellinen ohje valkuaisaineen muodostumiselle ja niitä arvioidaan olevan nisäkkäillä 50 000–100 000. Geeni koostuu arviolta keskimäärin muutamasta tuhannesta emäsparista, joiden järjestys määrää geenin toimintatavan. Geenien pituus vaihtelee ja ne ovat DNA-molekyylien vyöhykkeitä. DNA-molekyyleissä on myös vyöhykkeitä, joilla ei ole vaikutusta elintoimintoihin. DNA- eli deoksiribonukleiinihappomolekyylien ja niiden vyöhykkeiden osaset eli *nukleotidit* koostuvat fostaatista, sokerista ja emäksestä. Nämä osaset muodostavat kierteisen kaksoisrihman muotoisen molekyylin. Nämä rihmat puolestaan muodostavat kromosomit solujen tumissa. Eläimillä on kaksinkertainen eli *diploidi* ( $2n$ ) kromosomiluku, eli kromosomit sekä geenit esiintyvät pareittain. Naudalla on 30 kromosomiparia eli yhteensä 60 kromosomia, joihin sisältyvät myös sukupuolikromosomit, lehmillä XX ja sonneilla XY. Puolet vastinkromosomeista on periytynyt isältä ja toinen puoli emältä, joten eläin muistuttaa enemmän vanhempiaan kuin muita saman lajin yksilöitä. Identtisten kaksosten lisäksi on hyvin epätodennäköistä, että löytyisi kahta eläintä, joilla olisi aivan samankaltaiset geenit. Perintötekijät muodostavat eläimen perimän eli *genotyypin*. (Juga ym. 1999, 36; Rajala 1993, 203–204; Toivonen 2007a, 27, 30.)

Geenin eri muotoja kutsutaan *alleeleiksi*. Näitä voi olla yksi tai jopa kymmeniä. Eläimen geenipariin mahtuu kuitenkin vain kaksi samaa geeniä, joten eläimellä voi olla vain kaksi erilaista saman geenin alleelia. *Lokus* on geenin sijaintipaikka kromosomissa. Eläin on samanperintäinen eli *homotsygootti* tiettyihin geeniparin osapuoliin nähden, kun nämä geenit ovat samankaltaiset. Eläin on eriperintäinen eli *heterotsygootti* tiettyihin geneihin nähden, kun lokuksessa on erilaiset alleelit. Genejä merkitään kirjaintunnuksin. Vastinpari Aa on eriperintäinen, kun taas AA ja aa ovat samanperintäisiä. (Juga ym. 1999, 36–37; Toivonen 2007a, 27.) Perimässä esiintyy aina sekä saman- että eriperintäisyyttä. Täydellinen samanperintäisyys ei eläimillä ole mahdollista taikka tavoiteltavaa. (Rajala 1993, 210.)



Nisäkkäiden kehon soluja kutsutaan yleisesti *somaattisiksi* soluiksi. Tavalliset solut jakautuvat niin, että uudet solut ovat perintöainekseltaan emosolun kaltaisia. Tämä perintöainekes on sama kuin hedelmöityneessä munasolussa, josta eläin on lähtöisin. Tällaista tumanjakautumista kutsutaan *mitoosiksi*. Sukusolut eli *gameetit* puolestaan syntyvät *meioosissa* eli kypsyntöjakautumisessa. Tällöin diploidi (2n) kromosomimäärä puolittuu ja sukusoluihin jää *haploidi* (n) kromosomisto, eli jompikumpi kustakin vastingeenistä. Haploidiset solut jakaantuvat kerran mitoosin kaltaisesti, muodostaen valmiita sukusoluja. Sonnilla jakautumistuotteena syntyy neljä toimivaa siittiötä, kun taas lehmällä syntyy yksi munasolu ja kolme tuhoutuvaa poistosolua. Hedelmöitymisessä siittiö ja munasolu yhtyvät, muodostaen taas diploidin kromosomiluvun. (Juga ym. 1999, 36; Rajala 1993, 206, 208.) Sukusoluihin päätyy satunnainen yhdistelmä geenejä kyseisen eläimen perimästä, osa eläimen isältä ja osa eläimen emältä tulleesta perimästä. Samassa kromosomissa olevat geenit ovat kytkeytyneet toisiinsa, mutta tekijävaihdunta eli *crossing over* katkaisee näitäkin kytköksiä. (Toivonen 2007a, 30.) Geenien välisen kytkennän voimakkuus on sitä heikompi, mitä kauempana geenit sijaitsevat toisistaan kromosomissa (Juga ym. 1999, 40). Tästä johtuen täysssisaruksillakin on toisistaan eroava perimä. Ainoastaan identtisillä kaksosilla on samanlainen perimä, sillä ne syntyvät hedelmöityneen munasolun jakauduttua. (Toivonen 2007a, 30.)

Koska lähekkäin samassa kromosomissa sijaitsevat geenit ovat kytkeytyneet toisiinsa ja siirtyvät todennäköisesti samanlaisena geeniyhdistelmänä sukusoluihin ja seuraaviin sukupolviin, kaksi ominaisuutta voi olla kytkeytyneitä toisiinsa. *Pleiotropiassa* puolestaan yksi geeni vaikuttaa moneen ominaisuuteen. Geenien kytkennän ja pleiotropian vuoksi joillakin ominaisuuksilla on perinnöllinen yhteys eli *korrelaatio*,  $r_{xy}$ . Korrelaatio vaihtelee ala-arvosta -1,00 yläarvoon +1,00, eli se voi olla eri- tai samansuuntainen. Korrelaatiokerroimen ollessa 0 ominaisuuksilla ei ole yhteyttä. Mitä enemmän korrelaatiokerroin eroaa nolasta, sitä suurempi yhteys ominaisuuksilla on. Esimerkiksi maidon valkuais- ja rasvapitoisuudella on samansuuntainen eli positiivinen korrelaatio, kuten taulukossa 1 nähdään. Tällöin valkuaispitoisuuden noustessa myös rasvapitoisuus nousee. Sen sijaan maitotuotoksen ja hedelmällisyyden välinen korrelaatio on negatiivinen. Ellei hedelmällisyyttä huomioida jalostuksessa, se heikkenee maitotuotosta jalostettaessa. (Toivonen 2007a, 33–34.)

TAULUKKO 1. Ominaisuuksien geneettinen korrelaatio (Toivonen 2007a, 35)

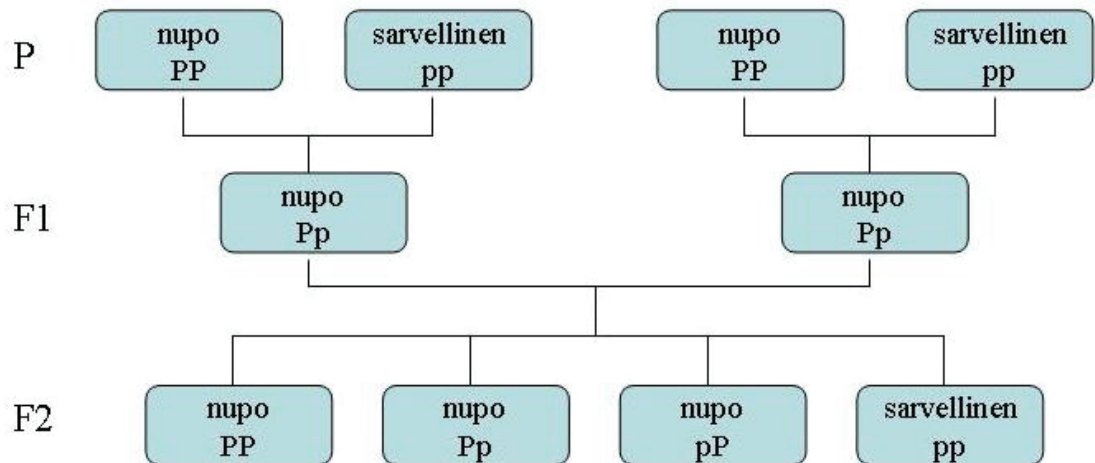
Ominaisuusparit	Geneettinen korrelaatio
Valkuaistuotos*maitotuotos	n. 0,80
Valkuaistuotos*rasvatuotos	n. 0,70
Maitotuotos*valkuais-%	n. -0,65
Valkuaistuotos*valkuais-%	n. -0,15
Utaretulehdus*soluluku	n. 0,60
Maitotuotos*hedelmällisyys	n. -0,27
Maitotuotos*utareterveys	n. -0,43

### 3.2 Muuntelu

Eläimissä havaittava muuntelu tai vaihtelu johtuu perimästä, ympäristötekijöistä ja näiden yhteisvaikutuksesta. Näistä syntyy eläimen ulkomuoto eli ilmiäsu tai *fenotyyppi*. Joitakin ominaisuuksia säätelevät vain perintötekijät ja joitakin vain ympäristötekijät, mutta suurimpaan osaan ominaisuuksista vaikuttavat nämä molemmat. Perimästä riippuvia ominaisuuksia ovat esimerkiksi karvan väri ja synnynnäinen nupous, kun taas ympäristötekijöiden aiheuttamia ominaisuuksia ovat esimerkiksi toisten eläinten aiheuttamat vammat. (Toivonen 2007a, 28–30.)

*Kvalitatiiviseksi* eli laadulliseksi ominaisuuksiksi sanotaan yksinkertaisesti periytyviä ominaisuuksia, joihin vaikuttaa yhdessä tai muutamassa lokuksessa sijaitsevat geenit ja joihin ympäristötekijöillä on korkeintaan vähäinen vaikutus. Näillä ominaisuuksilla fenotyyppi on sama kuin genotyyppi ja ominaisuus periytyy välimuotoisena tai vaihtoehtoisena. Välimuotoisessa periytymisessä vantageenit ovat tasa-arvoisia ja molempien vaikutus tulee näkyviin. Valtaosa jälkeläisistä on näiden ominaisuuksien suhteen vanhempiansa keskiarvoja. Kahden erilaisen alleelin yhteisvaikutusten ilmenemistä sanotaan *kodominanssiksi*. Vaihtoehtoisessa periytymisessä toinen geeni on vallitseva eli *dominoiva* ja peittää väistyvän eli *resessiivisen* geenin aikaansaaman ominaisuuden. Esimerkiksi syntymänupous on dominoiva ominaisuus ja sarvellisuutta ilmenee vain, kun eläin on samanperintäinen sarvellisuuden suhteen. Nuposta eläimestä ei pys-

tytä ulkomuodon perusteella varmaksi sanomaan, onko eläin homotsygootti vai heterotsygootti ominaisuuden suhteen, kuten kuvioista 3 nähdään. Vallitsevuus saattaa ilmetä myös osittaisena joissain ominaisuuksissa. (Juga ym. 1999, 41–42; Rajala 1993, 211; Toivonen 2007a, 28–30.)



KUVIO 3. Sarvien periytyminen paritettaessa nupoja ja sarvellisia eläimiä keskenään (Juga ym. 1999, 37–38)

Määrällisiin eli *kvantitatiivisiin* ominaisuuksiin vaikuttavat ympäristökijät sekä suuri määrä geenejä. Ominaisuuden arvot vaihtelevat populaatiossa liukuvasti ja muuntelu noudattaa normaalijakaumaa sitä selvemmin, mitä enemmän geenejä ominaisuuteen vaikuttaa. (Toivonen 2007a, 28–30.) Normaalijakauma eli Gaussin käyrä kuvaa sitä, että keskimääräisten havaintojen osuus otannassa on suuri, kun taas erittäin pienten ja suurten havaintojen osuus on pieni. Asteikolle piirretty normaalijakauman muotoon vaikuttaa ominaisuuden hajonta. Pienemmällä hajonnalla suurin osa havainnoista jää keskiarvon tuntumaan, kun suuremmalla hajonnalla havainnot jakaantuvat tasaisemmin ja laajemmalle. Normaalijakauman puolet keskiarvon kummallakin puolella ovat symmetriset, eli havainnolla on yhtä suuri todennäköisyys osua keskiarvon heikommalle kuin paremmallekin puolelle. (Metsämuuronen 2006, 412–413.) Normaalijakaumaa noudattavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi maitotuotos, useat rakenneominaisuudet ja monet muut taloudellisesti merkittävät ominaisuudet (Toivonen 2007a, 30). Kaikkien geeniparien vaikutus ei ole yhtä suuri ja geenien vaikutus voi riippua myös muista geeneistä (Rajala 1993, 218).

Jalostusarvon ennusteet kuvaavat sonninin tai lehmän perimää, eli millaisia jälkeläisiä eläin jättää. Ennusteet eivät kuvaa eläimen omaa fenotyyppiä. Ennusteet lasketaan usealle eri ominaisuudelle ja niillä voidaan verrata eläimen jälkeläisten ominaisuuksien ennusteita populaation muihin yksilöihin. Vertailuryhmänä toimivat ominaisuudesta riippuen 7–9 vuotta aikaisemmin syntyneet sonnit tai 3–5 aikaisemmin syntyneet lehmät. Arvosteluvarmuus on 0–100 %, mutta täysin 100 % arvosteluvarmuuteen ei voida päästä. Lehmien jalostusarvon ennusteiden arvosteluvarmuus jää matalaksi, sillä niillä ennusteiden laskemiseen ei voida käyttää yhtä paljon jälkeläisten tietoja kuin sonneilla. Ennusteet elävät uusien tietojen saamisen ja vertailuryhmän muuttumisen myötä. Vertailun helpottamiseksi jalostusarvon ennusteet julkaistaan Suomessa yhteispohjoisina NAV-indekseinä, joissa 100 indeksipistettä vastaa rodun keskiarvoa ja yksi hajonnanyksikkö vastaa 10 indeksipistettä. Joissain ominaisuuksissa suurin mahdollinen indeksiluku on tavoiteltava, kun taas joissain indekseissä optimi on joku tietty arvo. (Jalostustoiminta 2002; Toivonen 2007a, 35–37, 39; Toivonen 2007b, 45–46.)

Periytymisaste,  $h^2$ , kuvaa perintötekijöiden vaikutuksen osuutta eläimissä havaittavaan muunteluun. Periytymisaste ilmaistaan joko prosenttilukuna 0–100 tai suhdelukuna 0–1. Mitä korkeampi periytyvyys eli *heritabiliteetti* on, sitä pienempi vaikutus ympäristötekijöillä on ominaisuuteen ja sitä helpompi ominaisuutta on jalostaa. Periytymisaste on arvio, joka on populaatio- ja olosuhdekohtainen. Vakioiduissa oloissa periytyvyys paranee. Taulukosta 2 nähdään eri ominaisuuksien periytymisasteita. Rakenneominaisuudet periytyvät helpommin kuin tuotanto-ominaisuudet ( $h^2$  0,15–0,30) tai hedelmällisyys ( $h^2$  alle 0,10). (Toivonen 2007a, 31–32.)

TAULUKKO 2. Ominaisuuksien periytymisasteita (Toivonen 2007a, 35)

Ominaisuus	Periytymisastearvio
Maitotuotos	n. 0,30
Valkuaistuotos	n. 0,25
Rasva- ja valkuaispitoisuus	0,40–0,50
Hedelmällisyysominaisuudet	0,01–0,04
Terveysominaisuudet	0,01–0,03
Takakorkeus	n. 0,60
Muut runko-ominaisuudet	0,09–0,28
Jalkaominaisuudet	0,09–0,28
Utareominaisuudet	0,17–0,41
Lypsettävyys	n. 0,25
Vuoto	n. 0,10
Luonne	n. 0,15

Mutaatioksi sanotaan äkillistä muutosta perintötekijöiden sisällössä, jota voivat aiheuttaa esimerkiksi säteily ja kemialliset ärsykkeet. Muutoin perintötekijät pysyvät muuttumattomina eläimen koko eliniän. Perinnöllinen merkitys mutaatiolla on vain, jos mutaatio tapahtuu sukusoluissa, jolloin mutaatio voi siirtyä jälkeläisille. Geenimutaatio on yleensä eläimelle haitallinen, mutta jää usein resessiiviseksi. Mutaatio ilmenee tällöin vasta jälkeläisellä, joka on ominaisuuden suhteen samanperintäinen. Pahimmillaan mutaatiosta syntynyt heikkoustekijä on kuolettava eli *letaalitekijä*, joka johtaa homotsygoottisena vasikan kuolemaan viimeistään pian syntymän jälkeen. Kromosomimutaatiot ovat harvinaisempia. (Rajala 1993, 216–217.)

## 4 PARITUSMENETELMÄT

Karjan samanperintäisyyttä voidaan lisätä tai vähentää erilaisilla paritusmenetelmillä. Paritusmenetelmät jaotellaan paritettavien eläinten sukulaisuusasteen mukaan. Eri tilanteisiin soveltuu erilainen paritusmenetelmä ja eri menetelmiä voidaan käyttää karjassa yhtä aikaa täydentämään toisiaan. (Rajala 1993, 228, 235.)

### 4.1 Sukusiitos

Sukusiitoksessa keskenään paritettavat eläimet ovat joko serkkuja tai läheisempää sukua keskenään, eli niillä on enemmän kuin yksi isovanhempi tuplana ja yhteisiä geenejä enemmän kuin 12,5 %. Tällöin jälkeläisen odotettu sukusiitosaste on yli 6,25 %. Serkuksia kaukaisempia sukulaisia parittamalla on sukulaisuudella niin pieni merkitys, että sukusiitoksesta ei voida enää puhua. Vanhempien samanlaisten geenien vuoksi jälkeläisten samanperintäisyys kasvaa. Samanperintäisyys yleistyy sitä nopeammin, mitä läheisempää sukua vanhemmat ovat keskenään. Sukusiitoksen kautta eläinten ominaisuudet vakiintuvat niin hyvässä kuin pahassa. Tämän vuoksi sukusiitoksessa tulisi käyttää vain perimältään erittäin hyviä eläimiä. Jälkeläinen ei ole sukusiitetty, kun sukusiitetty eläin paritetaan erisukuisen eläimen kanssa. (Rajala 1993, 228, 231; Toivonen 2007a, 33.)

Väistyvät eli resessiiviset heikkoustehtäjät eläinten perimässä paljastuvat, kun eläinten samanperintäisyys lisääntyy. Samalla suotuisien dominanssivaikutusten ja geeniyhdistelmien vaikutukset vähenevät. Tätä sanotaan *sukusiitosheikkoudeksi*, sukusiitostaantumaksi tai sukusiitosdepressioksi. Esiin tulevien letaalitekijöiden takia kuolleisuuden ja epämuodostumien määrä sukusiitoksen myötä nousee. Muiden heikkoustehtäjöiden lisääntyminen aiheuttaa myös yleistä elinvoiman heikkenemistä. Tämä ilmenee pienentyneenä syntymäpainona, hidastuneena kasvuna, huonona tautien vastustuskykyinä ja huonona hedelmällisyytenä, eli etupäässä periytyvyydeltään alhaisissa ominaisuuksissa. (Juga ym. 1999, 91; Rajala 1993, 231.)

## 4.2 Rodunjalostus

Rodunjalostus on Suomessa lypsylehmillä yleisimmin käytetty paritusmenetelmä. Rodunjalostuksessa käytettävät eläimet ovat keskenään samanrotuisia, mutta ne eivät ole läheistä sukua keskenään. Rodunjalostuksen vaikutukset jälkeläisissä näkyvät roduille tyypillisinä ominaisuuksina. Jalostukselliseen edistymiseen on hyvä mahdollisuus, vaikka rodunjalostus on sukusiitosta hitaampi paritusmenetelmä. Perinnöllinen edistyminen vaatii kuitenkin riittävän tehokkaan jälkeläistuotannossa käytettävien eläinten valinnan. (Rajala 1993, 232.)

Myös rodunjalostuksessa tapahtuu homotsygoitumista eli samanperintäisyyden lisääntymistä. Suomessa yksittäisten puhdasrotuisten eläinten odotettu sukusiitosaste pyritään pitämään alle 6,25 prosentissa. Jalostussuunnittelussa käytettävä [wwwJASU](#)-ohjelma varoittaa automaattisesti tätä korkeammasta jälkeläisen odotetusta sukusiitosasteesta. Vuoden 2006 alussa Suomen holstein-friisiläisen sukusiitosaste oli keskimäärin noin 1,1 % ja ayrshiren noin 2,7 %. (Juga ym. 1999, 91; Risteyttäminen ei ole jalostusta 2006; Toivonen 2007a, 33.) Sukusiitosasteet nousevat tulevaisuudessa, sillä muutamasta hyvästä sonnista voidaan tuottaa suuri määrä jälkeläisiä ja tuontisonneista on entistä vaikeampaa löytää uusia sukuja. (Vahlsten & Mäntysaari 2003, 36–38.) Yksilössä korkea sukusiitosaste ei ole samanlainen ongelma kuin populaatiossa, sillä yksilöstä voidaan tuottaa erisukuisia jälkeläisiä.

Rodunjalostuksessa on käytetty ns. ryhmäjalostusta. Eläimet on siinä jaettu kaikilla roduilla sukuryhmiin B, C ja D isän sukuryhmän mukaan. Alun perin ryhmät muodostettiin kantasonnien sukulaisuussuhteiden perusteella. Ayrshiren entinen A-ryhmä yhdistettiin C-ryhmään, mihin myös kaikki tuontisonnit aluksi sijoitettiin. Nykyään tuontisonneilla vahvistetaan heikointa sonniryhmää. Siemennyksissä on pyritty kierrättämään sukuryhmiä niin, että B-ryhmän lehmä on siemennetty C-ryhmän sonnilla, C-ryhmän lehmä puolestaan D-ryhmän sonnilla ja D-ryhmän lehmä B-ryhmän sonnilla. Lehmä on voitu siementää myös tavoiteryhmää seuraavan ryhmän sonnilla, jos tavoiteryhmästä ei sopivaa sonnia ole löytynyt. Tällä tavoin on vältelty sukusiitosta. Ryhmäjalostuksessa sonninemät on kuitenkin pyritty siementämään oman ryhmänsä sonnilla, jotta ryhmien sukulaisuusaste ei nousisi. Nykyään on helppo selvittää eläinten suvut ja estää sukusiitos, joten normaaleissa valiosonni-siemennyksissä sekä son-

ninemäsiemennyksissä ei noudateta enää ryhmäjalostusta. Nuorsonnisiemennyksissä ryhmäjalostus on edelleen käyttökelpoinen menetelmä. (Toivonen 2001, 79.)

### 4.3 Roturisteytys

Roturisteytyksessä paritettavat eläimet ovat keskenään eri rotua. Risteytyksen avulla voidaan eri rotujen ominaisuuksia yhdistää toisiinsa tai siirtää rodusta toiseen. Risteytettyjen eläinten eriperintäisyys lisääntyy, sillä vanhempien perintötekijöissä on suuria eroja. Jälkeläisissä ilmenee *heteroosia* eli risteytyselinvoimaa, mikä on sukusiitosheikkouden vastakohta. Jälkeläisen perimässä on edelleen resessiivisiä heikkoustehtekijöitä, mutta resessiiviset homotsygoottiset geeniyhdistelmät purkautuvat ja eriperintäisyyden ansiosta heikkoustehtekijät jäävät dominoivan geenin syrjäyttämiksi. Harvoin heteroosia aiheuttaa myös geenien *ylidominanssi*, jolloin heterotsygootti on vastaavia homotsygootteja parempi. Heteroosia voi aiheuttaa myös eri lokuksissa sijaitsevien geenien yhdistelmien vaikutus, *epistasia*. Heteroosi ilmenee erivahvaisena eri ominaisuuksissa ja heteroosin voimakkuuteen vaikuttaa risteytettävien rotujen ominaisuuksien poikkeaminen toisistaan. Heteroosi voi olla myös negatiivinen, eli joku tietty ominaisuus onkin keskimäärin vanhempien keskiarvoa heikompi. Heteroosia ilmenee myös risteytettäessä kaksi samanrotuista, pitkälle sukusiitettua eläintä, jotka eivät ole sukua keskenään. Kuten sukusiitos, heteroosi vaikuttaa eniten periytyvyydeltään alhaisiin ominaisuuksiin, joihin geeniyhdistelmällä on suuri vaikutus. Heteroosin vaikutukset ovat yleensä positiivisia, sillä resessiiviset heikkoustehtekijät jäävät yleensä dominoivien geenien alle. Yhden ominaisuuden heteroosivaikutukset voivat olla prosentteina pieniä, mutta yksittäiset heteroosivaikutukset voivat kertautua niin, että niillä on yhdessä suurempi taloudellinen vaikutus. (Cassell; Juga ym. 1999, 91–92; Rajala 1993, 232–233; Risteyttäminen ei ole jalostusta 2006.)

Risteytystä on käytetty jo pitkään muilla tuotantoeläimillä, kuten sioilla, ja erilaisia risteytysmenetelmiä on useita. Naudoilla sukusiitoslinjoihin perustuva linjaristeytys on vaikeaa huonon lisääntymiskyvyn (lehmä tekee keskimäärin vain yhden vasikan vuoteen), pitkän sukupolvien välisen ajan ja sukusiitosheikkouden vuoksi, joten nautojen risteyttämiseen käytetään erirotuisia tai eri populaatioiden eläimiä (kuvio 4). Sukusiitoslinjoihin perustuvia risteytyksiä kutsutaan siipikarja- ja sikataloudessa hybri-



deiksi. Risteyttämällä voidaan nostaa jälkeläisten tasoa, mutta geneettistä edistymistä ei tapahdu, ellei risteytyseläimissäkin harjoiteta karsintaa ja risteyttämiseen käytetä vain parhaimpia keinosiemennyssonneja. Paras tulos saadaan näin yhdistämällä risteyttäminen ja jalostusvalinta. (Juga ym. 1999, 93–94, 96.)



KUVIO 4. Triggerhappy on Niemen Vernerin ay-tyttären sekä fr-tilasonnin risteytys (Pakkanen 2008)

#### 4.3.1 Risteytysmenetelmät

Uusien perintötekijöiden tuonti rotuun tapahtuu yleensä siementämällä tai astuttamalla puhdasrotuisia lehmiä erirotuisella sonnilla. Vieraan rodun valintaan vaikuttavat vieraan rodun ominaisuudet, jalostustavoitteet ja sen soveltuvuus suomalaisiin olosuhteisiin. Risteytyksessä tulee käyttää vain vieraan rodun parhaita yksilöitä, jotta heteroosiin lisäksi saadaan aikaan myös perinnöllistä edistymistä. Näin lähtörodun perinnöllis-

tä vaihtelua saadaan laajemmaksi, rodun heikkouksia voidaan korjata ja rodun perinnöllistä tasoa voidaan parantaa vastaamaan nykyisiä jalostustavoitteita. Tämän risteytysmenetelmän tarkoitus ei ole muuttaa rotua toiseksi, vaan ensimmäisen risteytyksen jälkeen palataan takaisin alkuperäisen rodun sonnien käyttöön. (Rajala 1993, 233.)

Jatkuvassa risteytyksessä tavoitteena on rodun muuttaminen toiseksi tai sekarotuisen eläinaineksen puhdistaminen yhdeksi roduksi. Perättäisien sukupolvien isät ovat tällöin aina samaa tavoiterotua. Alkuperäisen rodun osuus puolittuu joka sukupolvella edellisestä. Neljännen polven risteytystä pidetään jo puhdasrotuisena, sillä jalostavan rodun osuus on yli 93 %. Jatkuva risteytys on huomattavasti taloudellisempi tapa vaihtaa rotua kuin ostoeläinten hankinta. Jokaisessa sukupolvessa voidaan vielä harjoittaa eläinten valintaa. (Juga ym. 1999, 95; Rajala 1993, 233.) Suomalainen holsteinfriisiläinen on ollut varsin hedelmällinen, kenties johtuen sen risteytystaustasta suomenkarjan kanssa, mutta rodun hedelmällisyys on laskenut selvästi runsaan tuontisonnien käytön aikana (Pösö 2007, 23).

Käyttöeläinristeytyksessä ensimmäisen polven risteytyksiä ei käytetä jalostukseen, vaan ne käytetään lihantuotannossa. Yleensä tämä tarkoittaa karjan huonoimpien lehmien siementämistä liharotuisten sonnien siemenellä, jolloin jälkeläiset ovat kannattavampia lihantuotannossa kuin puhdasrotuiset (kuvio 5). Käyttöeläinristeytys ei suoraan tähtää tulevaisuuteen, sillä sen tavoitteena on parantaa eläinten ominaisuuksia vain yhden sukupolven aikana. Välillisesti tällä on kuitenkin hyötyä karjan perinnöllisessä edistymisessä, sillä samalla voidaan suorittaa eläinten valintaa puhdasrotuisissa lehmissä, eikä perinnöllisesti huonommista lehmistä saada jälkeläisiä rodunjalostukseen. (Rajala 1993, 234.) Suomessa käytetty maito-liha-ohjelma suosittaa, että karjan heikoimmat 10 % siemennettäisiin liharotuisten sonnien siemenellä. Lypsyrotuisten siemennyksistä kuitenkin vain noin 6 % on liharotusiemennyksiä. (Niskanen 2009a).



KUVIO 5. Perinnöllisesti heikkotasaisen ayrshire-lehmän ja hyvän blonde d’aquitaine-sonnin lehmävasikka on kannattavampi lihantuotannossa kuin puhdasrotuinen ayrshire-lehmävasikka

Kierto- eli rotaatoristeytyksessä käytetään peräkkäisissä sukupolvissa vuorottain kahden tai useamman eri rodun sonneja (kuvio 6). Isärotu on ennalta suunniteltu ja vuorojärjestys pysyy samana. Jälkeläisiä voidaan käyttää lihantuotantoon tai uusiin risteytyksiin. Näin myös jälkeläisiä tuottavilla lehmillä on itsellään heteroosia. Menetelmää käytetään eritoten emolehmätuotannossa. (Rajala 1993, 234.) Pitkällä tähtäimellä vain kahden rodun käyttö rotaatoristeytyksessä rajoittaa heteroosista saatavaa hyötyä ja neljän rodun käyttö voi tehdä risteytysmenetelmän liian mutkikkaaksi, joten sopiva määrä rotuja rotaatoristeytykseen lienee kolme. (Risteyttäminen ei ole jalostusta 2006). Neljännen rodun lisäys rotaatioon ei myöskään lisää heteroosin hyödyntämistä yhtä paljon kuin kolmannen rodun lisäys (Hansen & Heins 2007, 38). Kolmannen ja tätä seuraavien rotujen ei kuitenkaan tulisi olla kannattamattomampia kuin kahden ensimmäisen rodun, jotta jälkeläisten kannattavuudessa ei otettaisi takapakkia. Rotuja



valittaessa tulee ottaa huomioon rotujen ominaisuudet ja niiden soveltuvuus olosuhteisiin ja risteytyksiin toistensa kanssa. (Murray 2002.)



KUVIO 6. Aprikoosin isä on holstein-friisiläinen, emänisä ayrshire ja emänemä holstein-friisiläinen (Finnilä 2009)

#### 4.3.2 Risteytysten kantakirjaus

Kantakirja on tietopankki kantakirjanumeron saaneista eläimistä ja siitä selviää eläimen rotu, polveutuminen, väri, sarvellisuus, jalostuksellinen taso, rakennearvostelut ja tuotostiedot. Suomessa Faba Jalostus pitää kaikkien nautarotujen kantakirjoja. (Hilpelä-Lallukka 2007, 107.)

Eläimen rodun kantakirjassa määrää sen isän rotu. Kantakirja on jaettu pää- ja lisäjaksoon polveutumisen mukaan. Pääjakssoon pääsee vain eläin, jonka molemmat vanhemmat on jo merkitty kyseisen rodun kantakirjaan. Naaraspuoliset naudat, jotka eivät täytä polveutumiseltaan pääjakssoon vaatimuksia, merkitään kantakirjan lisäjaksoon. Sukupolviluokka 1, 2 tai 3 kertoo, monettako polvea eläin on lisäjaksossa. Neljäs polvi hyväksytään pääjakssoon. Risteytysten kantakirjaus pää- ja lisäjaksoihin nähdään taulukossa 3. Perinnöllisen tason perusteella eläin voi päästä valioluokkaan ja tuotoksen perusteella 50-, 100- ja 150-tonnin luokkaan. (Hilpelä-Lallukka 2007, 107; Kantakirjaus 2002.)

TAULUKKO 3. Yleisimpien lypsyrotujen risteytysten kantakirjaus

Kantakirjaluokka ja -jakso	Rotu		
	Ayrshire	Holstein-Friisiläinen	Suomenkarja
Perusluokka, pääjakso	A	F	S
lisäjakso, 1. polven risteytys	B1	R1	S1
lisäjakso, 2. polven risteytys	B2	R2	S2
lisäjakso, 3. polven risteytys	B3	R3	S3
Valioluokka, pääjakso	AAA	FFF	SSS
lisäjakso, 1. polven risteytys	B1BB	R1RR	S1SS
lisäjakso, 2. polven risteytys	B2BB	R2RR	S2SS
lisäjakso, 3. polven risteytys	B3BB	R3RR	S3SS

## 5 RISTEYTTÄMINEN

Risteyttäessä kannattaa valita rotu tai rotuja, jotka paikkaavat lähtörodun ja toistensa puutteita. Pienilukuisten rotujen geneettinen eteneminen ei välttämättä pysy isompien rotujen tahdissa pitempiaikaisissa jalostusohjelmissä. Risteyttämisen yleistyessä lisääntyvien puhdasrotuisten eläinten määrä laskee ja rodun geneettinen eteneminen hidastuu. (Murray 2002; VanRaden & Sanders 2003, 1036.) Risteyttäminen voi olla myös saman rodun eri linjojen risteyttämistä (Toivonen 2007b, 48). Kahden läheistä sukua olevan risteytyksen jälkeläisissä ilmenee sukusiitosheikkoutta, sillä samanperintäisyys väistyvien heikkoustehtäjäiden suhteen yleistyy (Cassell).

Jos heteroosin tuoma hyöty ei vie jotain tiettyä ominaisuutta paremmaksi kuin puhtaan rodun parhaimmilla yksilöillä, risteytyksestä ei välttämättä ole hyötyä tämän ominaisuuden suhteen. Risteytyksissä kannattaa kuitenkin huomioida useiden ominaisuuksien yhdistelmät ja risteytyksen kokonaishyöty. (Murray 2002.) Heteroosin hyödyt ja risteytysten kannattavuus kasvavat, jos sukusiitosheikkous voimistuu puhtaassa rodussa. Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan jersey x holstein ja brown swiss x holstein -risteytykset ovat kahdella kolmesta eri hinnoittelumenetelmästä taloudellisesti kannattavampia kuin puhdasrotuinen holstein, joka on korkean tuotoksensa takia Yhdysvaltojen valtarotu. Puhdas holstein oli puolestaan kannattavampi kuin jersey x brown swiss ja ayrshire x holstein -risteytykset. (VanRaden & Sanders 2003.)

Periytyminen on erilaista risteyttämisessä ja puhdasjalostuksessa käytetyssä valinnassa. Valinnan avulla lisätään haluttujen geenien määrää tulevissa sukupolvissa ja muutokset periytyvät jälkeläiseltä jälkeläiselle. Tämän vaikutusta sanotaan additiiviseksi geneettiseksi vaikutukseksi. Risteyttämisellä haetaan heteroosia eli haluttuja geeniyhdistelmiä, jotka rupeavat purkautumaan yhden rodun geenien osuuden ylittäessä puolet jälkeläisen perimästä. Teoriassa yksittäinen sonni voisi tuottaa laskennallisesti enemmän heteroosia kuin toinen saman rodun sonni, jos sonnien puhdasrotuisilla tyttäryhmillä olisi erisuuret sukusiitosasteet ja tämän sonnin tyttärillä ilmenisi enemmän sukusiitosheikkoutta. Tästä johtuva teoreettinen ero risteytystyttärissä olisi kuitenkin selvästi pienempi kuin sonnien perinteisestä valinnasta johtuva. Heteroosin lisäksi risteytyksissä tapahtuu samanlaista geenien pysyvää siirtymistä kuin rodunjaloituksessa.

Tämän takia risteyttämisessä kannattaa käyttää samanlaista valintaa kuin puhdasrotuistenkin kanssa. (Cassell; Crossbreeding – Is It The Next Magic Pill?.)

Vaikka puhdasrotuisilla ilmenee sukusiitosheikkoutta, eri lokuksiin on pitkällisen valinnan kautta tulleet geenit, jotka toimivat hyvin yhteen. Risteytyksissä geenit joutuvat toimimaan vieraiden geenien kanssa, eivätkä välttämättä toimikaan hyvin yhdessä, vaikka resessiiviset heikkoustekijät jäisivät piiloon. Tällöin eri lokuksissa sijaitsevien geenien yhteisvaikutus onkin negatiivinen. Tätä epäillään yhdeksi syyksi joidenkin myöhempien risteytyskuvien heikkouteen. (Kahi 2002.)

Risteytyssonnien käyttö on vaikeaa, sillä keinosiemennyssonniensa kanssa pyritään mahdollisimman suureen arvosteluvarmuuteen, eikä heteroosin vaikutuksia kyetä erittelemään jälkeläisarvostelussa (Niskanen 2008b). Siitä huolimatta ainakin Uudessa-Seelannissa on käytössä niin sanottuja Kiwi-risteytyssonneja, holsteinin ja jersey-risteytyksiä (Daughter Proven Teams 2008). Suomalaisella ayrshirellakin on käytetty ja käytetään edelleen sonneja, joista löytyy esimerkiksi brown swiss-rotua, kuten tanskalaisen Öjy Mabrun poika Nystrand ja tyttärenpojat Orraryd ja O Brolin. (Ruotsalaisten sonnien rotusuhteet; SRB 75 år 2003 2003.)

Risteytettäessä ensimmäisen polven (F1) risteytyksiä keskenään, F2-polvi säilyttää laskennallisesti puolet F1-polven heteroositasosta. Sama taso säilyy, jos samalla menetelmällä tehdään F3- ja alempia polvia. F1-polven eläimen parittaminen jommankumman lähtörodun kanssa puolittaa heteroosin. Jatkettaessa parituksia samalla rodulla heteroosi puolittuu joka sukupolvi. Kahden rodun kiertoristeytyksessä päästään lopulta tilanteeseen, että isän rodun osuus jälkeläisessä on 2/3 ja loput geneistä tulevat toiselta lähtörodulta. Heteroosi pysyy 67 % ensimmäisen risteytyspolven heteroosin tasosta. Molempien rotujen tulisi olla mieluisia tässä paritusmenetelmässä, ettei joka toinen sukupolvi olisi epämieluisia. Kolmiroturisteytyksessä kahdessa ensimmäisessä risteytyspolvessa heteroosi on suurin mahdollinen mitä paritetut rodut ja yksilöt voivat saavuttaa eri ominaisuuksissa. Heteroositaso asettuu lopulta 86 prosenttiin eri ominaisuuksien maksimiheteroosista, kuten taulukosta 4 nähdään. (Cassell.)

TAULUKKO 4. Kolmiroturisteytyksessä isän rodun osuus asettuu 57 prosenttiin, emänisän rodun osuus 29 prosenttiin ja emänemänisän osuus 14 prosenttiin

Risteytyspolvi	Rotujen laskennallinen osuus %			Heteroositaso
	Holstein	Jersey	Ayrshire	%
1	50	50	0	100
2	25	25	50	100
3	63	13	25	75
4	31	56	13	88
5	16	28	56	88
6	58	14	28	84
7	29	57	14	86
8	14	29	57	86
9	57	14	29	86
10	29	57	14	86
20	14	29	57	86
30	57	14	29	86

Yhdysvalloissa risteytysten helpommat poikimiset, terveys, hedelmällisyys ja kestävyys houkuttelevat karjanomistajia risteyttämään holsteinia muiden rotujen kanssa. Samalla he joutuvat tinkimään maitotuotoksesta, sillä risteyttämällä tärkeitä holsteinia ei voida vähentää tuotantokustannuksia ja samalla nostaa tuottoja. (Weigel.)

### 5.1 Tuotosominaisuudet

Suomalaisessa tuotosarvostelussa tehdään korjaus eri rotujen tai saman rodun eri linjojen risteytyksille positiivisen heteroosi vaikutuksen takia. Risteytettyjen lypsylehmien tuotosominaisuudet ovat 2–5 % korkeammat ominaisuudesta ja roduista riippuen. (Toivonen 2007b, 48.)

Kanadalaisissa risteytyskokeissa holsteinin ja ayrshiren risteytyksillä tuotos on ollut puhtasrotuista holsteinia heikompi, mutta puhtasrotuista ayrshirea parempi (Gunjal, Menard & Shanmugam 1997, 337). Sen sijaan elinikäistuotoksissa F1-risteytykset



pärjäivät puhdasrotuisia paremmin. Risteytyksen isän ollessa holstein maito-, rasva- ja valkuaiskilot olivat molempia puhtaita rotuja paremmat. Risteytyksen isän ollessa ayrshire maitokilot jäivät holsteinia heikommiksi, mutta rasva- ja valkuaiskilot olivat suuremmat. F1-risteytyksien elinikäistuotoksia ja tuottoja vertailtaessa, holstein isänä tuotti aina paremman tuloksen kuin holstein emänä. F1-risteytyksien elinikäistuotos oli merkittävästi puhtaisten rotujen keskiarvoa suurempi, heteroosin ollessa 16,5 %. Elinikäisvalkuaisuotoksen heteroosi oli tätä suurempi ja elinikäisrasvatuotoksen jopa 20,0 %. F2-ryhmät (isänisä ja emänemä yhtä rotua, isänemä ja emänisä toista) eivät eronneet merkittävästi puhtaasta holsteinista, mutta jäivät F1-risteytyksiä heikommiksi tuotokseltaan ja tuotoltaan. Tässä McAllisterin ym. tutkimuksessa (1994) todettiin, että rotaatoristeytys kahdella rodulla oli kannattavampi kuin jatkuva risteytyssonnien käyttö tai puhdasrotuinen holstein.

Myös Yhdysvalloissa puhtaan holsteinin maitotuotos on muita suurempi, mutta risteytyksillä ilmeni heteroosia. Ayrshiren ja holsteinin risteytyksissä maito-, rasva- ja valkuaisuotoksen heteroosi oli positiivinen, kun isä oli holstein ja emä ayrshire. Heteroosi oli negatiivinen, kun isä oli ayrshire ja emä holstein. Holsteinin risteytyksillä brown swiss, guernsey, jersey ja milking shorthorn -rotujen kanssa tuotosominaisuuksien heteroosivaikutus oli aina positiivinen, mutta heteroosi oli kaikilla suurempi holsteinin ollessa isänä kuin emänä. (VanRanden & Sanders 2003, 1041.) Jos risteytettävien rotujen tuotostasot ovat kaukana toisistaan, heteroosihyöty ei riitä pitämään tuotosta korkeatuottoisemman rodun tasolla.

Minnesotan yliopistossa on tutkittu holsteinin risteytyksiä muun muassa ruotsalaisen punaisen (SRB) ja norjalaisen punaisen (NRF) rodun kanssa. Ensimmäisellä 305 pv tuotoskaudella puhtaat holsteinit lypsivät keskimäärin 9891 kg maitoa ja ensimmäisen polven risteytykset punaisten kanssa 9309 kg. Punaisten ja holsteinin risteytyksillä oli kuitenkin paremmat maidon pitoisuudet ja risteytysten yhteenlaskettu rasva- ja valkuaisuutus jäi vain 3 % alemmaksi kuin puhtaalla holsteinilla. Toisella lypsykaudella holsteinit paransivat 305 pv maitotuotosta yli 2000 kg. Risteytykset eivät nostaneet tuotostaan samassa tahdissa ja yhteenlaskettu rasva- ja valkuaisuutus jäi 6 % holsteinia heikommaksi. Kolmannella tuotoskaudella ero oli 5 % ja neljännellä vain 4 %, eli risteytykset petrasivat tuotostaan hitaammin kuin holsteinit. Tutkimuksessa ei kuitenkaan voitu täysin huomioida tyhjäksiä tuotosta he-

delmättömämmän eduksi. (Heins, Hansen & Seykora 2007, 5–9.) Lyhyt tyhjäkausi pienentää tuotosta, mutta suuri tuotos viivästyttää tiinehtymistä ja pidentää tyhjäkautta. Hedelmällisemmät risteytykset saattaisivat näin olla todellisuudessa tuotokseltaan lähempänä puhdasta holsteinia. Pitkämaitoisuudessa ei huomattu eroa. (Heins ym. 2006a, 2802–2804.) Kolmiroturisteytysten tuotos oli hivenen ensimmäisen polven risteytyksiä alempi, mikä johtunee holsteinin pienemmästä vaikutuksesta. Suurin yhteenlaskettu rasva- ja valkuaistuotos saatiin yhdistelmällä montbeliarde-SRB/NRF-holstein, missä montbeliarde oli isä ja SRB/NRF emänisä. (Heins ym. 2007, 15.)

## 5.2 Utareterveys

Australialaisessa tutkimuksessa holsteinin solupitoisuudet olivat koko lypsykauden holstein x jersey -risteytysten solupitoisuuksia korkeampia. (Pyman, Auldist, Grainger & Macmillan 2005.) Minnesotan yliopiston risteytyskokeissa solupitoisuus oli sama puhtaalla holsteinilla sekä sen risteytyksillä montbeliarden, SRB/NRF:n kanssa. Sen sijaan normanden ja holsteinin risteytyksillä oli alhaisempi solupitoisuus kuin muilla. (Heins ym. 2007, 9.)

Toisen yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan risteytettäessä holstein muiden rotujen kanssa maidon solupitoisuus puolestaan kasvoi hivenen, vaikka risteyttäminen yleensä parantaa terveyttä. Tämän oletettiin johtuvan risteytysten korkeammasta maitotuotoksesta ja maidon pitoisuuksista, mitkä rasittavat utareterveyttä. (VanRanden & Sanders 2003, 1041–1041.)

## 5.3 Hedelmällisyys

Minnesotan yliopistossa tutkittiin puhtaan holsteinin ja sen risteytysten hedelmällisyyttä. Puhtaan holsteinin keskimääräinen lepokausi oli 69 vrk ja 22 % eläimistä tiinehtyi ensimmäiseen siemennykseen. SRB/NRF x holstein -risteytysten keskimääräinen lepokausi oli 66 vrk ja eläimistä 30 % tiinehtyi ensimmäisellä siemennyksellä. Weigel ja Rekayan tutkimuksessa (2000) oli huomattu, että vaikean poikimisen jälkeen ensikot tarvitsivat 0,22 siemennystä enemmän, ja tämän tutkimuksen eläimistä puh-

tailla holsteineilla oli enemmän poikimavaikeuksia, mikä saattaa vaikuttaa tiinehtyvyytuloksiin. (Heins ym. 2006c, 4948.)

Puhtaan holsteinin keskimääräinen tyhjäkausi oli 156 vrk. SRB/NRF x holstein - risteytys oli tyhjänä keskimäärin 142 vrk. (Hansen & Heins 2007, 24.) Puhtaista holsteineista 38 % oli tyhjänä 35–99 vrk ja 21 % yli 250 vrk. SRB/NRF x holstein - risteytyksistä 44 % oli tyhjänä 35–99 vrk ja 14 % yli 250 vrk. Holsteinin pidempään tyhjäkauteen saattoi vaikuttaa holsteinin korkeampi tuotos. (Heins ym. 2006c, 4949.)

#### 5.4 Poikimiset

Minnesotan yliopiston tutkimuksissa poikimavaikeudet ja vasikkakuolleisuus vähenivät huomattavasti, kun holsteinhiehoja ja -lehmiä siennettiin ruotsalaisen ja norjalaisen punaisten rotujen sonneilla. Hiehoilla poikimavaikeudet putosivat 16,4 prosentista 5,5 prosenttiin. Myös vasikkakuolleisuus väheni holsteinin hiehopoikimisissa 15,1 prosentista 7,7 prosenttiin. Myöhemmillä poikimakerroilla poikimavaikeudet vähenivät 8,4 prosentista 2,1 prosenttiin ja vasikkakuolleisuus 12,7 prosentista 4,7 prosenttiin. Tutkijat epäilivät, että holsteinin korkea vasikkakuolleisuutta selittäisi holsteinin korkea sukusiitosaste ja resessiiviset letaalitekijät, joita ei ole vielä löydetty. Sonnipoikimiset olivat huomattavasti useammin vaikeita kuin lehmäpoikimiset. (Heins ym. 2007, 10–11.)

Vasikan sukupuoli vaikutti poikimavaikeuksiin ja vasikkakuolleisuuteen myös vertailtaessa risteytysten omia hiehopoikimisia puhtaisiin holsteineihin. Myöhemmillä poikimakerroilla vain isän rotu vaikutti vasikkakuolleisuuteen, eikä sekään vaikuttanut poikimavaikeuksiin. Käytetyt sonnit olivat brown swiss- ja montbeliarde-rotuja sekä ruotsalaista ja norjalaista punaista rotua. Ensimmäisellä poikimakerralla koeryhmän puhtailla holsteineilla poikimavaikeuksia oli 17,7 % poikimisista ja punaisen ja holsteinin risteytyksillä 3,7 %. Ensimmäisellä poikimakerralla vasikkakuolleisuus puhtaalla holsteinilla oli 14,0 %, kun taas risteytyshiehoilla se oli 5,1 %. Toisella poikimakerralla puhtaan holsteinin poikimisista 3,1 % oli vaikeita ja vasikkakuolleisuus oli 3,7 %, kun taas punaisen ja holsteinin risteytyksillä vastaavat luvut olivat 1,9 % ja 2,3

%. Tutkimuksessa huomioitiin, että puhtaan holsteinin vasikkakuolleisuus on kasvussa ja risteyttäminen vähentää tuotantokustannuksia. (Heins ym. 2006b, 2809–2810.)

### 5.5 Kestävyys ja rakenne

USDA:n (*United States Department of Agriculture*) tutkimuksessa tuotantoian heterosivaikutus oli vähäinen, mutta kuitenkin positiivinen (VanRanden & Sanders 2003, 1041). Minnesotan yliopiston tutkimuksessa risteytykset kestivät karjassa pitempään kuin puhtaat holsteinit. Puhtaista holsteineista karjassa oli 30 vrk kuluttua poikimisesta 96 %, 150 vrk kuluttua 96 % ja 305 vrk kuluttua 83 %. Ruotsin ja Norjan punaisen kanssa risteytettyjen vastaavat luvut olivat 99 %, 97 % ja 90 %. (Heins ym. 2007, 12.) Kanadalaisessa tutkimuksessa holsteinin ja ayrshiren risteytykset tuottivat enemmän uudistuseläimiä kuin puhdasrotuiset. Risteytyksistä pärjäsivät jälleen paremmin ne, joissa holstein oli isänä. (McAllister ym. 1994, 2411–2412.)

Kanadalaisessa tutkimuksessa holsteinin ruokintakustannukset syntymästä kolmannen lypsykauden loppuun olivat 30 % korkeammat kuin ayrshiren. Näiden risteytysten ruokintakustannukset jäivät puhdasrotuisten välille. Risteytyksillä, joiden isä oli holstein ja emä ayrshire, oli pienemmät ruokintakustannukset kuin risteytyksillä, joiden isä oli ayrshire ja emä holstein. (Gunjal ym. 1997, 332.)

## 6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksen tavoite oli selvittää missä ominaisuuksissa ja kuinka voimakkaasti ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytykset eroavat puhtaista roduista. Tutkimusaineisto saatiin tuotosseurantatiedoista, Faba Jalostuksen kautta Maa- ja eläintieteiden tutkimuskeskuksen ylläpitämästä tietokannasta. Tiedot saatiin vuosina 2000–2002 syntyneistä ensimmäisen polven risteytyksistä, joiden vanhemmista toinen oli ayrshire ja toinen holstein-friisiläinen. Aineistosta selvisi eläimen syntymäpäivä sekä isän ja emän rodut. Aineistossa oli vanhempien tuotosindeksit (maito-, rasva- ja valkuaistuotokset, rasva- ja valkuaispitoisuudet sekä solupitoisuus) sekä lehmän omat maito-, rasva- ja valkuaistuotokset (305 pv) sekä solupitoisuudet enintään kahdeksalta tuotoskaudelta. Koska kaksosvasikoita tehneillä lehmillä kaksosia seuranneet tuotoskaudet näkyivät tuotostiedoissa tuplana, korjattiin nämä aineistosta käsin. Näin aineiston lehmillä oli käytännössä enintään kuusi tuotoskautta. Lehmän poikimäpäivät, poikimista edeltänyt viimeisin siemennyspäivä ja -kerta löytyivät myös aineistosta. Risteytysten vasikoista aineistosta selvisi vasikan sukupuoli sekä niiden tila syntymässä ja nyt. Poistetuista risteytyslehmistä aineistosta löytyi poistopäivä ja poiston syy.

Tämä tutkimus toteutettiin määrällisenä eli kvantitatiivisena tutkimuksena. Näin aineistoa voitiin käsitellä tilastollisesti suurilla määriä ja tulosten merkittävyys voitiin testata tilastollisesti. Ominaisuudet noudattavat normaalijakaumaa, joten tuloksista ei saa yhtä luotettavia käyttämällä laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 131, 155). Aineistossa oli tietoja 4 405 eläimestä. Tällä otannalla pitäisi olla hyvä *reliabiliteetti*, eli tutkimus on toistettavissa samoin tuloksin, ja käsiteltäessä valmista aineistoa *validiteetin* eli pätevyyden voidaan olettaa olevan myös hyvä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 216–217). Yksittäiset virheet eivät suuresti vaikuta isossa otannassa. Lisäksi mahdollisia virheitä voidaan olettaa olevan samassa suhteessa vertailutiedoissa. Aineisto käsiteltiin SPSS-tilastonkäsittelyohjelmassa ja Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmassa. Tilastolliset hypoteesit testattiin t-testillä,  $\chi^2$ -yhteensopivustestillä tai Fisherin nelikenttätestillä. Merkittävyysasteena käytettiin 5 prosenttia.

Aineistosta voi tunnistaa yksittäiset eläimet syntymätunnuksen mukaan, joten tietojen käsittely lienee ollut suurin tämän tutkimuksen eettinen kysymys. Aineistoa ei luovutettu ulkopuolisille ja opinnäytetyön valmistumisen jälkeen aineisto hävitetään. Vastaavaa suomalaista tutkimusta ei ole tehty, joten plagioiminen ei ole ollut mahdollista. Tuloksia ei myöskään ole käsitelty samankaltaisiksi kuin ulkomaisissa tutkimuksissa.

Kaikkia jalostettavia ominaisuuksia ei tässä tutkimuksessa tutkittu. Tutkittavat ominaisuudet valittiin aikaisempien tutkimusten ja aineiston saatavuuden pohjalta. Pitkämaitoisuudessa ei Heinsin ym. tutkimuksessa oltu huomattu eroa ja se koettiin tässä tutkimuksessa vaikeasti tutkittavaksi, joten se jätettiin nyt pois. Terveysominaisuuksissa epäiltiin, ettei hoitomerkitöjä olisi saatu aineistoon tarpeeksi, joten eri hoitojen vertailu jätettiin pois. Lypsettävyyttä, vuotoa ja luonnetta ei nähty kovin tärkeinä risteytyksen kannalta. Kovin montaa ensimmäisen polven risteytystä ja tämän emää tuskin on rakennearvosteltu, joten rakenneominaisuuksia vertailtiin vain rotujen keskiarvojen perusteella. Tutkittavat ominaisuudet voidaan jaotella tuotosominaisuuksiin (tuotokset ja pitoisuudet), terveysominaisuuksiin (maidon solupitoisuus), hedelmällisyyteen (tiinehtyvyys ja poikimaväli), poikimaominaisuuksiin (tiineyden kesto ja vasikkakuolleisuus) ja kestävyYTEEN. Tulokset esitetään keskiarvoina, prosenttilukuina ja taulukoina. Tuotosominaisuuksista laskettiin heteroosi eli ero vanhempien keskiarvoihin. Muissa ominaisuuksissa risteytyksien keskiarvoja vertailtiin puhdasrotuisten tietojen kanssa. Tulokset eriteltiin sen mukaan kummin päin ayrshire ja holsteinfriisiläinen olivat risteytyksen emänä ja isänä.

## 7 TULOKSET

### 7.1 Tuotosominaisuudet

Risteytyslehmien vanhempien tuotosominaisuuksista on laskettu keskiarvot näiden tuotosindeksien avulla. Vanhempien tuotosindeksit on ensin muutettu kiloiksi tai maidonpitoisuuksiksi ja näistä on sitten otettu keskiarvo. Rotujen keskiarvot on otettu Internetistä Faba Jalostuksen Sonnihausta. Indeksi on muutettu alkuperäiseksi mittayksiköksi kaavalla  $(\text{indeksi}-100) * \text{yhden indeksipisteen vaikutus} + \text{rodun keskiarvo}$ . Keskiarvot ja kymmenen indeksipisteen vaikutus löytyvät taulukosta 5. Esimerkiksi ayrshiren maitotuotosindeksillä 94 on saatu tulos  $(94 - 100) * 259 / 10 + 8\,472 \text{ kg} = 8\,317 \text{ kg}$ . Tuotosindekseissä eri lypsykaudet vaikuttavat indekseihin eri painotuksilla. Ensimmäisen tuotoskauden painotus on 0,5, toisen lypsykauden 0,3 ja myöhempien lypsykausien 0,2 (Toivonen 2007b, 50).

TAULUKKO 5. Rotujen keskimääräiset tuotosominaisuudet ja kymmenen indeksipisteen vaikutus (Sonnihaku; Toivonen 2007b, 53)

Tuotosominaisuus	Ayrshire		Holstein-friisiläinen	
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Maitotuotos, kg	8 472	259	9 122	247
Rasvatuotos, kg	363	11,4	358	10,2
Rasva-%	4,29	0,12	3,93	0,14
Valkuaistuotos, kg	293	6,8	309	7,0
Valkuais-%	3,46	0,06	3,39	0,06

Laskettaessa risteytyseroa (heteroosin ja ympäristövaikutuksien vaikutukset) tuotosominaisuuksille risteytyslehmän omaa ominaisuutta vertailtiin sen vanhempien indekseihin. Sen takia niille risteytyseläimille, joilla löytyi kolme tai useampi lypsykausi, ominaisuus painotettiin samalla tavalla kuin indeksilaskennassa. Aikaisemmin poistuneille eläimille ei laskettu tässä tutkimuksessa myöhempien lypsykausien ennus-

teita ja ne jätettiin pois vertailusta. Kesken kolmannen lypsykauden tapahtuneita poistoja ei huomioitu, vaan lehmät olivat mukana keskimääräisessä painotetussa ominaisuudessa. Yli 305 vrk kolmannesta poikimisesta karjassa säilyneiden painotettu maitotuotos oli itse asiassa pienempi kuin kesken lypsykauden poistuneiden kanssa. Molempien vanhempien tuotosindeksit löytyivät 2 053 risteytykseltä, joille voitiin laskea tuotosominaisuuden ennuste. Kaikille näille risteytyksille ei kuitenkaan voitu laskea painotettuja tuotosominaisuuksia. Risteytystä voitiin vertailla vanhempiinsa 839 tapauksessa.

### 7.1.1 Maitotuotos

Ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytyksille laskettiin keskimääräiset maitotuotokset eri tuotosvuosille (taulukko 6). Lehmille laskettiin ensin yksilökohtainen keskiarvo sen kolmannesta ja myöhemmistä lypsykausista, joista laskettiin risteytysten keskiarvo. Sillä oli vaikutusta, kumpi roduista oli isänä ja kumpi emänä. Maitotuotos oli suurempi, jos holstein-friisiläinen oli isänä ( $p < 0,001$  kaikilla lypsykausilla).

TAULUKKO 6. Risteytysten maitotuotokset eri lypsykausina (kg)

<b>Isän rotu</b>	<b>1. lypsykausi</b>	<b>2. lypsykausi</b>	<b>3.–6. lypsykausi</b>
Ayrshire	7 193 (n=1 428)	8 272 (n=944)	8 983 (n=525)
Holstein-friisiläinen	7 490 (n=2 977)	8 670 (n=2 007)	9 371 (n=1 116)
Kaikki	7 393 (n=4 405)	8 543 (n=2 951)	9 247 (n=1 641)

Niillä risteytyslehmillä, jotka poikivat toisen kerran, maitotuotos nousi toiselle lypsykaudelle keskimäärin 1 062 kg (n=2 951). Tuotoksen nousussa ei ollut merkitsevää eroa sen suhteen, kumpi rotu oli isänä ja kumpi emänä ( $p=0,396$ ). Tuotos nousi toisesta lypsykaudesta myöhemmille lypsykausille keskimäärin 580 kg. Isän rotu ei tuonut tähänkään merkitsevää eroa ( $p=0,153$ ).



Painotettu maitotuotos saatiin 1 686 risteytyslehmälle, ja se oli keskimäärin 8 169 kg. Sillä oli merkitystä, kumpi rotu oli isänä ja kumpi emänä ( $p < 0,001$ ). Isän ollessa ayrshire painotetun tuotoksen keskiarvo oli 7 969 kg ( $n=537$ ), kun taas isän ollessa holstein-friisiläinen se oli 8 263 kg ( $n=1 149$ ).

Vanhempien indeksien pohjalta laskettu maitotuotoksen ennuste oli keskimäärin 8 617 kg ( $n=2 053$ ). Isän rodun vaikutus oli pieni, 48 kg, mutta merkitsevä holstein-friisiläisisien eduksi ( $p < 0,001$ ). Painotetun maitotuotoksen saaneilla risteytyksillä tuotosennuste oli hiukan isompi, 8 678 kg, ja ero enää 34 kg holstein-friisiläisisien eduksi ( $p=0,010$ ). Isän rodun mukaan jaoteltujen tutkimusryhmien lähtötasot olivat siis lähellä toisiaan.

Risteytysero laskettiin eläinkohtaisesti, selvittämällä kuinka paljon eläimen painotettu maitotuotos eroaa sen vanhempien indekseihin perustuvasta keskimääräisestä tuotoksesta. Risteytyseläimien maitotuotos onkin pienempi kuin näiden vanhempien indekseihin pohjautuva tuotosennuste. Keskimäärin risteytysero oli -3,0 % ( $n=839$ ). Isän ollessa ayrshire risteytysero oli -4,6 % ( $n=220$ ) ja isän ollessa holstein-friisiläinen hivenen parempi, -2,4 % ( $n=619$ ), mutta ero ei ollut merkitsevä ( $p=0,090$ ).

### 7.1.2 Rasvatuotos

Ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytykset lypsivät keskimäärin 307 kg rasvaa ensikkotuotokautenaan ja 351 kg toisena lypsy kautena (taulukko 7). Lehmälle laskettiin ensin yksilökohtainen keskiarvo sen kolmannelta ja sitä myöhemmistä lypsykausista, minkä jälkeen lehmäkohtaisista keskiarvoista laskettiin risteytysten keskiarvo, 378 kg rasvaa. Se, kummin päin rodut olivat isänä ja emänä, vaikutti rasvatuotokseen ensimmäisellä ( $p=0,019$ ) ja toisella ( $p=0,004$ ) lypsykaudella. Myöhemmillä lypsykausilla tällä ei ollut enää merkitystä ( $p=0,117$ ).

TAULUKKO 7. Risteytysten rasvatuotokset eri lypsykausina (kg)

<b>Isän rotu</b>	<b>1. lypsykausi</b>	<b>2. lypsykausi</b>	<b>3.–6. lypsykausi</b>
Ayrshire	303 (n=1 428)	345 (n=944)	373 (n=525)
Holstein-friisiläinen	309 (n=2 977)	354 (n=2 007)	380 (n=1 116)
Kaikki	307 (n=4 405)	351 (n=2 951)	378 (n=1 641)

Rasvatuotoksen nousu toiselle lypsykaudelle oli keskimäärin 42 kg (n=2 951). Rasvatuotoksen nousussa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa sen suhteen, kumpi rotu oli isänä ja kumpi emänä (p=0,194). Tuotos nousi toisesta myöhemmille lypsykausille keskimäärin 21 kg, eikä isän rotu vaikuttanut merkitsevästi tähänkään (p=0,308).

Painotettu rasvatuotos oli keskimäärin 337 kg (n = 1 686). Isän rotu ei vaikuttanut merkitsevästi painotettuun rasvatuotokseen (p=0,475).

Vanhempien indekseistä laskettu jälkeläisen rasvatuotosennuste oli keskimäärin 352 kg (n=2 053). Isän rodun vaikutus oli hyvin pieni, 1,4 kg, mutta merkitsevä holstein-friisiläisissä eduksi (p<0,001). Risteytyksien, joille voitiin laskea painotettu rasvatuotos, tuotosennuste oli sama 352 kg (n=839). Isän rodun vaikutus oli enää 1,1 kg holstein-friisiläisissä eduksi, mutta ero oli edelleen merkitsevä (p=0,021).

Risteytysero laskettiin eläinkohtaisesti, selvittämällä kuinka paljon eläimen painotettu rasvatuotos eroaa vanhempien indekseistä lasketusta keskiarvosta. Risteytyseläimien rasvatuotos on pienempi kuin näiden vanhempien laskennallinen keskiarvo. Kaikkiaan risteytysero oli -1,8 % (n=839). Isän ollessa ayrshire Kaikkiaan risteytysero oli -2,4 % (n=220) ja isän ollessa holstein-friisiläinen hivenen parempi, -1,6 % (n=619), mutta ero ei ollut merkitsevä (p=0,540).

### 7.1.3 Rasvapitoisuus

Risteytyslehmille laskettiin maidon rasvapitoisuudet jakamalla rasvatuotos maitotuotoksella kunakin lypsy kautena (taulukko 8). Lehmälle on ensin laskettu yksilökohmainen keskiarvo sen kolmannelta ja sitä myöhemmistä lypsykausista, jonka jälkeen lehmäkohtaisista keskiarvoista on laskettu risteytysten keskiarvo.

TAULUKKO 8. Risteytysten rasvapitoisuudet eri lypsykausina (%)

<b>Isän rotu</b>	<b>1. lypsykausi</b>	<b>2. lypsykausi</b>	<b>3.–6. lypsykausi</b>
Ayrshire	4,25 (n=1 428)	4,21 (n=944)	4,19 (n=525)
Holstein-friisiläinen	4,15 (n=2 977)	4,11 (n=2 007)	4,08 (n=1 116)
Kaikki	4,18 (n=4 405)	4,14 (n=2 951)	4,12 (n=1 641)

Rasvapitoisuus laski lypsykausien myötä. Risteytyksen isän ollessa holstein-friisiläinen rasvapitoisuus oli alhaisempi kuin isän ollessa ayrshire ( $p < 0,001$  ensimmäisellä, toisella ja myöhemmillä lypsykausilla). Rasvapitoisuus laski toiselle lypsykaudelle keskimäärin 0,03 % maidosta (n=2 951), mihin isän rodulla ei ollut merkitsevää vaikutusta ( $p=0,318$ ). Myöhemmille lypsykausille rasvapitoisuus laski keskimäärin toiset 0,03 % maidosta (n=1 641), eikä isän rodulla ollut edelleenkään merkitsevää vaikutusta ( $p=0,923$ ). Risteytyksillä, jotka eivät poikineet toista kertaa, ensimmäisen lypsykauden rasvaprosentti oli 4,21 % (n=1 454), korkeampi kuin kestävimmillä risteytyslehmillä, minkä takia rasvapitoisuuden alenemista ei näe suoraan taulukosta.

Painotettu rasvapitoisuus oli keskimäärin 4,15 % (n=1 686). Se, kummin päin rodut olivat isänä ja emänä vaikutti risteytyksen maidon rasvapitoisuuteen ( $p < 0,001$ ). Isän ollessa ayrshire painotetun rasvapitoisuuden keskiarvo oli 4,24 % (n=537). Isän ollessa holstein-friisiläinen painotetun rasvatuotoksen keskiarvo oli 4,11 % (n=1 149).

Vanhempien indekseistä laskettu jälkeläisen rasvapitoisuusennuste oli keskimäärin 4,07 % (n=2 053). Isän rodulla ei ollut merkitsevää vaikutusta ( $p=0,073$ ). Niille ristey-

tyslehmille, joille voitiin laskea myös oma painotettu rasvapitoisuus, ennuste oli sama 4,07 % (n=839), eikä isän rodulla ollut edelleenkään merkitystä (p=0,106).

Risteytysero laskettiin eläinkohtaisesti, selvittämällä kuinka paljon eläimen painotettu rasvatuotos erosi sen vanhempien indekseistä. Rasvapitoisuudessa ilmeni positiivista risteytyseroa, keskimäärin 1,6 % (n=839) vanhempien laskennallisesta keskiarvosta. Risteytysero oli 2,9 % isän ollessa ayrshire (n=220) ja 1,2 % isän ollessa holstein-friisiläinen (n=619), mutta ero ei ollut merkitsevä (p=0,053).

#### 7.1.4 Valkuaistuotos

Ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytykset tuottivat keskimäärin 249 kg valkuaista ensimmäisenä lypsy kautenaan, kuten taulukosta 9 ilmenee. Toisena lypsy kautena valkuaistuotos nousi 289 kiloon. Risteytyslehmälle laskettiin ensin oma keskiarvo sen kolmannesta ja sitä myöhemmistä lypsykausista, jonka jälkeen lehmäkohtaisista keskiarvoista on laskettu risteytysten keskiarvo, 309 kg. Risteytysten tuotokseen vaikutti edelleen se, kummin päin rodut olivat emänä ja isänä (p<0,001 ensimmäisellä, toisella ja myöhemmillä lypsykausilla). Risteytyksen valkuaistuotos on suurempi, jos sen isä on holstein-friisiläinen. Tämä ero oli ensimmäisenä lypsy kautena 11 kg ja toisena sekä myöhemmillä lypsykausilla 12 kg.

TAULUKKO 9. Risteytysten valkuaistuotokset eri lypsykausina (kg)

Isän rotu	1. lypsykausi	2. lypsykausi	3.–6. lypsykausi
Ayrshire	242 (n=1 428)	281 (n=944)	301 (n=525)
Holstein-friisiläinen	253 (n=2 977)	293 (n=2 007)	313 (n=1 116)
Kaikki	249 (n=4 405)	289 (n=2 951)	309 (n=1 641)

Valkuaistuotos kasvoi toiselle lypsykaudelle keskimäärin 38 kg (n=2 951). Isän rodulla ei ollut merkitsevää vaikutusta (p=0,768). Myöhemmillä lypsykausilla valkuaistuotos kasvoi keskimäärin 17 kg (n=1 641), eikä isän rodulla ollut edelleenkään merkitsevää vaikutusta (p=0,074).

Painotettu valkuaistuotos oli keskimäärin 275 kg (n=1 685). Isän ollessa ayrshire (n=536) painotetun valkuaistuotoksen keskiarvo oli 269 kg. Isän ollessa holstein-friisiläinen (n=1 149) painotetun valkuaistuotoksen keskiarvo oli 278 kg. Ero oli merkitsevä (p=0,001).

Vanhempien indekseistä laskettu risteytyksen tuotosennuste oli keskimäärin 296 kg valkuaista (n=2 053). Isän rodun vaikutus oli hyvin pieni, 1,5 kg, mutta merkitsevä (p<0,001) holstein-friisiläisiksi eduksi. Risteytyksien, joille voitiin laskea oma painotettu valkuaistuotos, vanhempien indekseistä laskettu ennuste oli sama 296 kg (n=839) ja isän rodun vaikutus oli entistäkin pienempi, mutta edelleen merkitsevä, 1,3 kg holstein-friisiläisiksi eduksi (p<0,001). Isän rodun mukaan jaoteltujen tutkimusryhmien lähtötasot olivat siis lähellä toisiaan.

Heteroosi laskettiin eläinkohtaisesti, selvittämällä kuinka paljon eläimen painotettu valkuaistuotos erosi vanhempien laskennallisesta keskiarvosta. Risteytyseläimien valkuaistuotos on pienempi kuin näiden vanhempien keskiarvo. Keskimääräinen heteroosi oli -4,5 % (n=839). Isän ollessa ayrshire heteroosi oli -6,2 % (n=220) ja isän ollessa holstein-friisiläinen hieman parempi, -3,9 % (n=619), mutta ero ei ollut merkitsevä (p=0,060).

#### 7.1.5 Valkuaispitoisuus

Risteytyslehmille laskettiin maidon valkuaispitoisuudet eri tuotoskausille jakamalla valkuaistuotos maitotuotoksella. Risteytykselle laskettiin ensin yksilökohtainen keskiarvo sen kolmannesta ja sitä myöhemmistä lypsykausista, jonka jälkeen lehmäkohtaisista keskiarvoista laskettiin risteytysten keskiarvo. Valkuaispitoisuus oli korkeimmillaan toisena lypsy kautena. Myöhemmillä lypsykausilla valkuaispitoisuus oli alhaisempi kuin ensikkokaudella, kuten taulukosta 10 ilmenee. Lehmät ilmeisesti kasvoivat vielä ensikkona, mikä alensi maidon valkuaispitoisuutta. Se, kummin päin eritoutiset eläimet olivat risteytyksen emänä ja isänä, ei vaikuttanut merkitsevästi valkuaispitoisuuteen (p=0,704, p=0,060 & p=0,381).

TAULUKKO 10. Risteytysten valkuaispitoisuudet eri lypsykausina (%)

<b>Isän rotu</b>	<b>1. lypsykausi</b>	<b>2. lypsykausi</b>	<b>3.–6. lypsykausi</b>
Ayrshire	3,38 (n=1 428)	3,42 (n=944)	3,36 (n=525)
Holstein-friisiläinen	3,39 (n=2 977)	3,40 (n=2 007)	3,35 (n=1 116)
Kaikki	3,39 (n=4 405)	3,40 (n=2 951)	3,35 (n=1 641)

Maidon valkuaispitoisuus nousi toiselle lypsykaudelle keskimäärin 0,03 % maidosta (n=2 951). Isän ollessa ayrshire (n=944) valkuaispitoisuus nousi 0,04 % maidosta ja isän ollessa holstein-friisiläinen (n=2 007) hieman vähemmän, 0,02 % (p=0,024). Myöhemmille lypsykausille maidon valkuaispitoisuus laski keskimäärin 0,04 % maidosta (n=1 641), eikä isän rotu enää vaikuttanut merkitsevästi (p=0,190). Ensikoiden toista lypsykautta alhaisempi maidon valkuaispitoisuus johtunee siitä, että valkuaista on vielä kulunut eläimen kasvuun.

Painotettu valkuaispitoisuus oli keskimäärin 3,38 % (n=1 685). Se, kummin päin ayrshire ja holstein-friisiläinen olivat emänä ja isänä, ei vaikuttanut merkittävästi risteytksen painotettuun valkuaispitoisuuteen (p=0,121).

Vanhempien indekseistä laskettu risteytksen tuotosennuste oli keskimäärin 3,42 % (n=2 053). Isän rodulla ei ollut merkitsevää vaikutusta (p=0,054). Vähintään kolmesti poikineiden ja painotetun valkuaispitoisuuden saaneiden risteytysten vanhempien indekseistä laskettu tuotosennuste oli myös 3,42 % (n=839), eikä isän rodulla ollut edelleenkaan vaikutusta (p=0,948).

Risteytysero laskettiin eläinkohtaisesti, selvittämällä kuinka paljon eläimen painotettu valkuaispitoisuus erosi vanhempien jalostusarvon ennusteiden keskiarvosta. Valkuaispitoisuudessa ilmeni negatiivista risteytyseroa, eli risteytysten eri lypsykausien kesken painotettu valkuaispitoisuus oli alhaisempi kuin näiden vanhempien laskennallinen keskiarvo. Risteytysero oli keskimäärin -1,3 % (n=839). Isän ollessa ayrshire risteytysero oli -1,5 % (n=220) ja isän ollessa holstein-friisiläinen -1,3 % (n=619), mutta ero ei ollut merkitsevä (p=0,483).

## 7.2 Solut

Jalostusarvostelussa käytetään kolmen ensimmäisen lypsykauden solupitoisuustietoja. Eri lypsykausien painotus on sama kuin tuotosominaisuuksissa; ensimmäisen lypsykauden painoarvo on 0,5, toisen 0,3 ja kolmannen 0,2. (Toivonen 2007b, 66–67.) Taulukosta 11 nähdään ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytysten keskimääräiset maidon solupitoisuudet kyseisillä lypsykausilla. Ensikkokaudella isän ollessa ayrshire, risteytysten solupitoisuus oli noin 26 000 kpl/ml alhaisempi kuin isän ollessa holstein-friisiläinen ( $p=0,002$ ). Isän rodulla ei ollut merkitystä toisella ( $p=0,575$ ) tai kolmannella ( $p=0,617$ ) lypsykaudella.

TAULUKKO 11. Risteytysten solupitoisuudet eri lypsykausina (1 000 kpl/ml)

Isän rotu	1. lypsykausi	2. lypsykausi	3. lypsykausi
Ayrshire	133 (n=1 428)	182 (n=944)	198 (n=525)
Holstein-friisiläinen	159 (n=2 977)	190 (n=2 007)	205 (n=1 116)
Kaikki	150 (n=4 405)	187 (n=2 951)	203 (n=1 641)

Painotettu maidon solupitoisuus laskettiin risteytyslehmille, joiden kolmannen lypsykauden soluluku oli vähintään 1 000 kpl/ml. Painotettu soluluku oli 151 000 kpl/ml ( $n=1 636$ ). Isän ollessa ayrshire soluluku oli 139 000 kpl/ml ( $n=521$ ) ja isän ollessa holstein-friisiläinen 157 000 kpl/ml ( $n=1 115$ ), mutta ero ei ollut merkitsevä ( $p=0,109$ ). Painotettu solupitoisuus oli alhainen risteytysten kolmen ensimmäisen lypsykauden keskiarvoihin verrattuna. Tämä siksi, että vähintään kolme kertaa poikineiden solupitoisuus oli alkuun matalampi kuin aikaisemmin poistetuilla lehmillä. Painotetun solupitoisuuden saaneiden lehmien ensikkokauden solupitoisuus oli keskimäärin 127 000 kpl/ml ( $n=1 636$ ). Jos eri lypsykausien kesken painotettu solupitoisuus laskettiin suoraan eri lypsykausien keskiarvoista, kaikkien risteytysten painotettu solupitoisuus oli 172 000 kpl/ml. Isän ollessa ayrshire painotettu solupitoisuus oli 161 000 kpl/ml ja isän ollessa holstein-friisiläinen 178 000 kpl/ml. Näiden voidaan olettaa olevan hieman korkeammat, sillä jos aikaisemmin poistuneet lehmät olisivat olleet mukana kolmannenkin lypsykauden, näidenkin solupitoisuudet olisivat nousseet ja nosta-

neet keskiarvoa. Myöhemmillä lypsykausilla on kuitenkin pienempi painoarvo painotetussa solupitoisuudessa, joten tämä vaikutus ei ole kovin suuri.

Maidon solupitoisuuden vertailua tässä tutkimuksessa rajoittivat puutteelliset laskumenetelmät. Soluindeksit lasketaan logaritmeilla, eikä tätä kaavaa saatu käyttöön tähän tutkimukseen. Ryhmän ayrshireisien soluindeksi oli keskimäärin 102, ayshiremien 100, holstein-friisiläisistä 100 ja holstein-friisiläisempien 102. Näiden perusteella ryhmän solupitoisuuksien pitäisi olla suurin piirtein keskimääräiset. Puhtaan ayrshiren solupitoisuus on keskimäärin 171 000 kpl/ml ja holstein-friisiläisen 203 000 kpl/ml (Niskanen 2009b). Näiden keskiarvo on 187 000 kpl/ml. Risteytyksen isän ollessa ayrshire solupitoisuus lienee jopa hivenen parempi kuin puhtaalla ayrshirella. Risteytyksen isän ollessa holstein-friisiläinen solupitoisuuden voidaan olettaa jäävän vähän rotujen keskiarvoa paremmaksi.

### 7.3 Hedelmällisyys

Risteytyseläimiä oli hiehokaudella siemennetty keskimäärin 1,52 kertaa tiineyttä kohden (taulukko 12). Isän ollessa ayrshire hiehoja oli siemennetty keskimäärin 0,07 kertaa enemmän kuin isän ollessa holstein-friisiläinen ( $p=0,019$ ). Lehmien siemennyskerat siirrettiin Microsoft Excel -ohjelmaan, missä kaikkien lehmien kaikista siemennysmääristä saatiin kerralla laskettua yksi keskiarvo. Lehmiä piti siementää hiehoja enemmän, 1,95 kertaa poikimista kohden ( $n=5\ 642$ ). Tästä sekä hiehojen keskiarvosta puuttuivat kuitenkin siemennysten määrät niiltä eläimiltä, jotka eivät tiinehtyneet tai jotka poistettiin ennen seuraavaa poikimista, mikä voi vääristää tulosta jompaankumpaan suuntaan. Se, kumminko päin ayrshire ja holstein-friisiläinen olivat risteytyksen emänä ja isänä, ei enää vaikuttanut merkittävästi tiinehtyvyyteen lehmänä ( $p=0,433$ ).



TAULUKKO 12. Siemennysten määrä tiineyttä kohden risteytyksillä

Isän rotu	Siemennyksiä/tiineys	
	Hieho	Lehmä
Ayrshire	1,57 (n=1 156)	1,98 (n=1 770)
Holstein-friisiläinen	1,50 (n= 2 336)	1,94 (n=3 872)
Kaikki	1,52 (n=3 492)	1,95 (n=5 642)

Faba Jalostuksen Sonnihaun mukaan puhdasrotuisia ayrshirehiehoja siemennetään keskimäärin 1,57 ja holstein-friisiläishiehoja 1,51 kertaa tiineyttä kohden. Näiden keskiarvo on 1,54, mikä on hieman suurempi kuin näiden risteytyksillä hiehona. Ayrshiren ollessa risteytyksen isänä hiehojen tiinehtyvyys jäi ayrshiren tasolle. Risteytyksen isän ollessa holstein-friisiläinen hiehot tiinehtyivät paremmin kuin puhdasrotuiset ayrshire tai holstein-friisiläinen tai näiden keskiarvo.

Puhdasrotuisia ayrshirelehmiä siemennetään Sonnihaun mukaan keskimäärin 2 ja holstein-friisiläislehmiä keskimäärin 1,91 kertaa per tiineys, näiden keskiarvon ollessa 1,955 siemennystä. Risteytyslehmät jäivät tiinehtyvyydessä puhdasrotuisten välille.

Risteytyslehmille laskettiin myös keskimääräinen poikimaväli. Aineistosta poistettiin ensin kaksospoikimisista johtuvat nollapoikimavälit sekä yksi kolmen päivän poikimaväli. Poikimavälit siirrettiin Microsoft Excelliin, missä niistä voitiin laskea yksi yhteinen keskiarvo. Ayrshiren ja holstein-friisiläisen risteytysten poikimaväli oli keskimäärin 406 vrk (n=5 614). Myös poikimaväliin vaikutti se, kumpi rotu oli isänä ja kumpi emänä (p=0,005). Trendi on sama kuin risteytyksien tiinehtyvyydessä. Ayrshiren ollessa isänä poikimaväli oli 411 vrk (n=1 783) ja holstein-friisiläisen ollessa isänä 404 vrk (n=3 831). Vuoden 2007 keskimääräinen poikimaväli kaikilla lehmillä oli sama 406 vrk, ayrshirella 408 vrk ja holstein-friisiläisellä 403 vrk (Niskanen 2009c). Ayrshireisän ja holstein-friisiläisemän risteytys pidensi siis poikimaväliä, kun taas holstein-friisiläisistä isän ja ayrshire-emän risteytyksen poikimaväli oli puhtaiden rotujen keskiarvoa parempi.

Aineiston 4405 eläimestä 160 lehmää oli tehnyt yhteensä 171 paria kaksosvasikoita ja yhden kolmosen. Hiehot poikivat 26 paria kaksosia ja määrä nousi myöhemmillä poi-

kimakerroilla, vaikka poikivia eläimiä oli poistunut joukosta. Kaikista poikimisista kaksos- tai kolmospoikimisia oli 1,75 % (n=9 824). Kaksospoikimisia on yleensä suurempi osuus poikimisista, 2,4 % (Niskanen 2009c).

## 7.4 Poikimaominaisuudet

### 7.4.1 Tiineyden kesto

Jokaista ensimmäisen polven risteytyksen vasikkaa kohden laskettiin tiineyden kesto. Tästä poistettiin ne vasikat, jotka oli ilmoitettu luoduiksi sekä ennen että jälkeen 7 kk kestäneen tiineyden. Aineistosta poistettiin myös yli 350 vrk ja alle 150 vrk kestäneet tiineydet. Vasikan isän rotua ei ollut aineistossa, eikä sitä siksi huomioitu tutkimuksessa. Myöskään poikimakuukautta ei huomioitu tässä tutkimuksessa. Sitä, kauanko ensimmäisen polven risteytysten emät kantoivat itse ensimmäisen polven risteytyksiä, ei voitu tämän aineiston pohjalta laskea. Hiehojen tiineyksien kestot laskettiin SPSS-ohjelmalla (taulukko 13). Sonnivasikoiden näennäinen vuorokauden ero hiehojen tiineyksissä johtui pyöristyksestä ja ero oli vain 0,1 vrk.

TAULUKKO 13. Tiineyden kesto risteytyshiehoilla (vrk)

<b>Poikijan isän rotu</b>	<b>Lehmävasikat</b>	<b>Sonnivasikat</b>	<b>Kaikki vasikat</b>
Ayrshire	278 (n=536)	280 (n=556)	279 (n=1 138)
Holstein-friisiläinen	278 (n=1 060)	279 (n=1 136)	279 (n= 2 301)
Kaikki	278 (n=1 596)	279 (n=1 692)	279 (n= 3 439)

Lehmien tiineyksien kestot laskettiin Microsoft Excelissä. Tällöin voitiin laskea yhteinen keskiarvo eri tiineyksille eri poikimakerroilta (taulukko 14).

TAULUKKO 14. Tiineyden kesto risteytyslehmillä (vrk)

Poikijan isän rotu	Lehmävasikat	Sonnivasikat	Kaikki vasikat
Ayrshire	278 (n=867)	279 (n=884)	278 (n=1 751)
Holstein-friisiläinen	278 (n=1 819)	279 (n=1 983)	278 (n=3 802)
Kaikki	278 (n=2 686)	279 (n=2 867)	278 (n=5 553)

Se, kumpi rotu oli risteytyksen isänä, ei vaikuttanut risteytyksen tiineyden keston (hiehojen lehmävasikat  $p=0,652$ , sonnivasikat  $p=0,780$  ja kaikki vasikat  $p=0,907$  sekä lehmien lehmävasikat  $p=0,322$ , sonnivasikat  $p=0,912$  ja kaikki vasikat  $p=0,401$ ). Sekä hiehot että lehmät kantoivat sonnivasikoita päivän lehmävasikoita pidempään (hiehoilla  $p=0,001$  ja lehmillä  $p<0,001$ ).

Kymmenen vuotta sitten tehdyn tutkimuksen mukaan puhtaat ayrshiret kantavat vasikkaa keskimäärin 277,8 vrk hiehona ja 279,0 vrk lehmänä. Holstein-friisiläisten tiineyden kesto oli keskimäärin 277,7 vrk hiehoilla ja 278,6 vrk lehmillä. (Niskanen 1999, 25.) Tähän vertailtuna risteytyksien keskimääräinen tiineys kestää hiehona vuorokauden pitempään kuin puhdasrotuisilla, mutta vuorokauden vähemmän lehmänä.

#### 7.4.2 Vasikkakuolleisuus

Vasikkakuolleisuus laskettiin vasikan calfstatuksen (tila syntymässä) ja bovinestatukseen (tila tällä hetkellä) mukaan. Calf- ja bovinestatuskoodit löytyvät liitteestä 1. Calfstatus 1 oli elävä vasikka. Koodit 21–26 olivat kuolleille tai viimeistään ennen 7 vrk ikää lopetetuille vasikoille. Vanhimmissa poikimisissa calfstatus saattoi olla myös 0, joka ei ole enää käytössä ja käsiteltiin elävänä tai kuolleen vasikkana bovinestatukseen avulla. Bovinestatukset 1 (elossa oleva rekisteröity eläin) ja 2 (kuollut rekisteröity eläin) käsiteltiin elävinä vasikoina ja bovinestatus 3 (merkittä kuollut eläin) kuolleen vasikkana. Vasikkakuolleisuusprosentit risteytyshiehojen poikimisissa on esitetty taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Vasikkakuolleisuus risteytyshiehojen poikimissa (%)

Poikijan isän rotu	Lehmävasikat	Sonnivasikat	Kaikki vasikat
Ayrshire	2,79 % (n=680)	5,09 % (n=687)	4,44 % (n=1 374)
Holstein-friisiläinen	4,46 % (n=1 369)	6,01 % (n=1 464)	5,86 % (n=2 851)
Kaikki	3,90 % (n=2 049)	5,72 % (n=2151)	5,40 % (n=4 225)

Osasta kuolleista vasikoista ei tiedetty niiden sukupuolta. Näitä oli hiehojen poikimisista 25 kappaletta ja vanhempien lehmien poikimista 17 kappaletta. Tämän vuoksi vasikan sukupuolen mukaan eriteltyt vasikkakuolleisuudet lienevät todellisuudessa aavistuksen korkeammat. Aineistosta ei selvinnyt, mitä rotua vasikoiden isät olivat. Vasikkakuolleisuusprosentit risteytyslehmien poikimisissa on esitetty taulukossa 16.

TAULUKKO 16. Vasikkakuolleisuus risteytyslehmien poikimisissa (%)

Poikijan isän rotu	Lehmävasikat	Sonnivasikat	Kaikki vasikat
Ayrshire	2,90 % (n=898)	4,66 % (n=922)	4,21 % (n=1 828)
Holstein-friisiläinen	3,30 % (n=1 876)	5,06 % (n=2 057)	4,44 % (n=3 942)
Kaikki	3,17 % (n=2 774)	4,93 % (n=2 979)	4,37 % (n=5 770)

Vaikka silminnähdessä vasikkakuolleisuudessa on eroa sen mukaan, kummin päin ayrshire ja holstein-friisiläinen ovat poikivan risteytyksen emänä ja isänä, eivät erot ole tilastollisesti merkittäviä (hiehoilla  $p=0,70$ ;  $0,427$  &  $0,066$  ja lehmillä  $p=0,644$ ;  $0,715$  &  $0,474$ ). Myöskään erot hiehojen ja lehmien poikimisissa eivät ole tilastollisesti merkittäviä (lehmävasikat  $p=0,177$ ; sonnivasikat  $p=0,229$  ja kaikki vasikat  $p=0,075$ ). Sonnivasikoilla oli lehmävasikoita suurempi vasikkakuolleisuus. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, kun poikija oli holstein-friisiläissonnin hiehotytär ( $p=0,065$ ) ja ayrshiresonnin lehmätytär ( $p=0,050$ ), mutta ero oli merkitsevä vertailtaessa hiehojen ja lehmien poikimisia yhtä aikaa (isän ollessa ayrshire  $p=0,004$  ja isän ollessa holstein-friisiläinen  $p=0,001$ ). Tarkemmin eriteltyissä ryhmissä ero oli merkitsevä hiehoilla joiden isä oli ayrshire ( $p=0,036$ ), kaikilla hiehoilla ( $p=0,006$ ), lehmillä joiden isä oli holstein-friisiläinen ( $p=0,007$ ) ja kaikilla lehmillä ( $p=0,001$ ).

Keskimääräinen vasikkakuolleisuus ensimmäisen polven risteytyshiehojen ja -lehmien jälkeläisissä oli 4,80 %. Poikijan isän ollessa ayrshire vasikkakuolleisuus oli kaikkiaan 4,31 % ja poikijan isän ollessa holstein-friisiläinen 5,03 %. Faba Jalostuksen Sonnihaun mukaan vasikkakuolleisuus on puhtaalla ayrshirella 4,51 % ja holstein-friisiläisellä 8,50 %. Näiden keskiarvo on 6,51 %, joten ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytykset tuottavat enemmän eläviä vasikoita kuin voitaisiin suoraan rotujen keskiarvoista olettaa. Risteytyksillä, joiden isä on ayrshire ja emä holstein-friisiläinen, on jopa puhdasta ayrshirea pienempi vasikkakuolleisuus.

### 7.5 Kestävyys

Kaikkiaan 4 405 aineiston eläimestä 3 836 oli jo poistettu. Näistä 3 303 eläimellä poistonsyy oli tiedossa. Poistonsyiden osuudet ja määrät selviävät taulukosta 17. Poistonsyiden osuuksissa oli havaittavissa pieniä eroja sen mukaan, kummin päin rodut olivat isänä ja emänä, mutta nämä eivät olleet tilastollisesti merkittäviä minkään poistonsyyn kohdalla. Yleisimmät poistonsyyt olivat utaretulehdus ja hedelmällisyysongelmat, kuten puhdasrotuisillakin. Pösön (2008) mukaan vuonna 2007 lehmistä 24 % poistettiin huonon utareterveyden ja 18 % huonon hedelmällisyyden vuoksi.

TAULUKKO 17. Risteytseläinten poistonsyiden osuudet

Poistonsyy	Isä ay		Isä fr		Kaikki	
	%	n	%	n	%	n
Huono luonne	1,1	12	0,7	16	0,8	28
Huono lypsettävyys	0,8	8	1,1	25	1,0	33
Huono tuotos	5,2	55	6,5	145	6,1	200
Huono utare	5,8	62	7,1	159	6,7	221
Jalkarakenne	4,1	43	2,9	66	3,3	109
Jalkasairaus	5,4	57	5,3	119	5,3	176
Maho	19,5	207	18,0	403	18,5	610
Muu sairaus	3,4	36	4,3	97	4,0	133
Muu syy	5,7	61	7,0	156	6,6	217
Poikimahalvaus	2,5	27	2,7	61	2,7	88
Poikimavaikeus	2,4	25	1,8	40	2,0	65
Ruoansulatussairaus	2,6	28	3,5	78	3,2	106
Tapaturma	2,1	22	2,1	48	2,1	70
Utaretulehdus	28,7	304	27,8	623	28,1	927
Vanha	1,1	12	0,6	14	0,8	26
Vedinvika	9,6	102	8,6	192	8,9	294

Ayrshiren ja holstein-friisiläisen ensimmäisen polven risteytysten poistonsyitä vertailtiin puhdasrotuisten poistonsyihin vuonna 2006 (taulukko 18). Monessa poistonsyissä risteytykset jäivät puhdasrotuisten arvojen välille. Syyt, joiden vuoksi risteytyksiä poistettiin suhteessa vähemmän kuin puhdasrotuisia, olivat luonne, jalkasairaudet ja vanhuus. Risteytyksiä poistettiin suhteessa enemmän ruoansulatussairauksien ja varsinkin utaretulehdusten vuoksi.

TAULUKKO 18. Risteytseläinten poistonsyyt vertailtuna puhdasrotuisten vuoden 2007 poistonsyihin (Niskanen 2009c)

Poistonsyy	Ayrshire	Risteytykset	Holstein- friisiläinen
	%	%	%
Huono luonne	1,8	0,8	1,4
Huono lypsettävyys	1,4	1,0	1,0
Huono tuotos	8,3	6,1	5,6
Huono utare	7,8	6,7	5,8
Jalkarakenne	3,4	3,3	3,3
Jalkasairaus	5,9	5,3	7,0
Maho	21,4	18,5	16,3
Muu sairaus	3,8	4,0	4,3
Muu syy	6,3	6,6	6,0
Poikimahalvaus	1,8	2,7	2,9
Poikimavaikeus	2,0	2,0	2,3
Ruoansulatussairaus	2,3	3,2	2,9
Tapaturma	2,1	2,1	3,0
Utaretulehdus	22,1	28,1	26,4
Vanha	2,1	0,8	1,7
Vedinvika	7,4	8,9	10,1

Risteytseläimien kestävyyttä tutkittiin myös laskemalla, moniko lehmä selvisi toiseen, kolmanteen tai myöhempään poikimisiin. Aineistosta korjattiin manuaalisesti kaksospoikijoiden aiheuttamat vääristymät. Kaksi kolmasosaa lehmistä poiki toisen kerran, kuten taulukosta 19 nähdään. Isän rodulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ( $p=0,654$ ).

TAULUKKO 19. Risteytyslehmien kestävyys eri poikimakerroille

Isän rotu	Toiselle poikima-		Kolmannelle poi-		Neljännelle poi-	
	kerralle		kimakerralle		kimakerralle	
	%	n	%	n	%	n
Ayrshire	66,9	956	38,9	556	21,8	312
Holstein-friisiläinen	68,4	2 035	39,6	1 179	22,9	681
Kaikki	67,9	2 991	39,4	1 735	22,5	993

Vuosina 1995–2002 syntyneistä ayrshirelehmistä on 76 % poikunut toisen kerran. Vuosina 1995–2001 syntyneistä ayrshireista 51 % on poikunut kolmannen ja 30 % neljännen kerran, tosin neljä kertaa poikineiden osuus oli laskussa. Vastaavina aikoina syntyneistä holstein-friisiläisistä 78 % poiki toisen, 54 % kolmannen ja 32 % neljännen kerran. (Niskanen 2009c.) Tästä voidaan päätellä, että risteytyksessä isän rotu vaikuttaa enemmän kuin emän rotu. Vaikkei isän rodulla ollutkaan merkitsevää vaikutusta tässä ominaisuudessa, kestävämmillä risteytyksillä isänä oli holstein-friisiläinen, joka oli myös puhtaista roduista kestävämpi, ja sama toisin päin ayrshirella. Risteytykset eivät kestäneet karjassa yhtä hyvin kuin puhdasrotuiset, mikä selittänee miksi risteytyksien poistoista pienempi osuus johtui lehmän iästä kuin puhdasrotuisilla. Aineiston pohjalta ei tosin voida arvioida karjavaikutusta, eli ei nähdä kyseisten tilojen eläinten kestävyyttä.

## 7.6 Rakenneominaisuudet

Tässä tutkimuksessa ei tutkittu risteytyseläimien rakenneominaisuuksia aineiston pohjalta. Eri rotujen rakenneominaisuuksia on kuitenkin helppo vertailla toisiinsa rotujen keskiarvojen ja hajontojen avulla (taulukko 20). Rakenneominaisuudet noudattavat normaalijakaumaa ja takakorkeutta lukuun ottamatta ne arvostellaan asteikolla 1–9. Takakorkeus arvostellaan todellisena korkeutena senttimetreissä. Eri ominaisuuksissa ja eri roduilla on erilainen hajonta normaalijakaumassa. Rakenneominaisuuksille on määritetty optimit, joten suurin mahdollinen arvo ei aina ole paras vaihtoehto. Myös optimit eroavat hieman roduittain.



TAULUKKO 20. Rakenneominaisuuksien keskiarvot, 10 indeksipisteen hajonta ja optimit (Toivonen 2007b, 56; Vahlsten 2007a, 10)

Ominaisuus	Keskiarvo		Hajonta		Optimi	
	Ay	Fr	Ay	Fr	Ay	Fr
Takakorkeus	138,1	145,1	1,64	1,24	142	148
Lypsytyyppisyys	4,9	5,4	0,26	0,23	5,5	6
Rinnan leveys	5,1	5	0,16	0,2	5,5	5
Rungon syvyys	5,6	6	0,22	0,23	6	6
Selkälinja	6,4	6,4	0,18	0,18	7	7
Lantion kulma	5,3	4,9	0,31	0,28	5	5
Lantion leveys	5	5,1	0,27	0,23	6	5,5
Takajalkojen as. takaa	6	6,1	0,24	0,18	8	8
Kinnerlaatu	6	5,9	0,23	0,2	9	9
Luuston laatu	6,3	6,7	0,28	0,21	7,5	8
Kinner	5,3	5,1	0,27	0,18	5	5
Sorkkakulma	5	5,2	0,18	0,14	7	6,5
Etukiinnitys	5,7	6	0,24	0,25	9	9
Etuvedinten pituus	4,6	4,8	0,4	0,44	5,5	5,5
Etuvedinten paksuus	4,9	4,9	0,28	0,24	6	5
Tasapaino	4,4	4,6	0,22	0,23	5	5
Takakiinnityksen korkeus	5,2	6	0,29	0,29	9	9
Takakiinnityksen leveys	4,9	5,7	0,26	0,23	9	9
Keskiside	5,6	6,4	0,26	0,25	9	9
Muoto	5,4	6,4	0,39	0,4	9	9
Takavetimien sijainti	6,3	6,4	0,34	0,4	5	5
Etuvetimien sijainti	6,5	6,7	0,27	0,24	8	8

Koska eri roduilla sama indeksiluku tarkoittaa usein erilaista jalostusarvon ennustetta, ei risteytettäessä voida suoraan vertailla eri rotujen sonneja toisiinsa pelkkien indeksilukujen perusteella. Taulukossa 21 on kuitenkin laskettu millaiset rakenneindeksit keskimääräinen ayrshire saisi holstein-friisiläisenä ja toisin päin. Hajontana on käytetty aina sen rodun hajontaa, minkä indeksiasteikolla ennusteet ilmoitetaan.

TAULUKKO 21. Keskiaverto ayrshire ja holstein-friisiläinen vastapuolen rakenneindekseinä

<b>Ominaisuus</b>	<b>Keskiaverto ay fr-indekseissä</b>	<b>Keskiaverto fr ay-indekseissä</b>
Takakorkeus	44	143
Lypsytyyppisyys	78	119
Rinnan leveys	105	94
Rungon syvyys	83	118
Selkälinja	100	100
Lantion kulma	114	87
Lantion leveys	96	104
Takajalkojen as. takaa	94	104
Kinnerlaatu	105	96
Luuston laatu	81	114
Kinner	111	93
Sorkkakulma	86	111
Etukiinnitys	88	113
Etuväntien pituus	95	105
Etuväntien paksuus	100	100
Tasapaino	91	109
Takakiinnityksen korkeus	72	128
Takakiinnityksen leveys	65	131
Keskiside	68	131
Muoto	75	126
Takaväntien sijainti	98	103
Etuväntien sijainti	92	107

Holstein-friisiläisen rakenne on kokonaisuutena ayrshirea edempänä. Ensimmäisen polven risteytysten emien rodut noudattivat kuitenkin valtakunnallisia rotusuhdanteita. Ayrshire on hivenen parempi kinnerlaadultaan ja takaväntien sijainniltaan.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ainut tuotosominaisuus, jossa ilmeni positiivista risteytyseroa tämän tutkimuksen pohjalta, oli maidon rasvapitoisuus (taulukko 22). Tosin jo VanRandenin ja Sandersin (2003, 1041) tutkimuksen mukaan holsteinin ja ayrshiren risteytyksillä ilmeni tuotosominaisuuksissa vähemmän heteroosia, kuin jos holstein risteytettiin muiden rotujen (brown swiss, guernsey, jersey ja milking shorthorn) kanssa. Kyseisessä tutkimuksessa ayrshiren ja holsteinin risteytysten maito-, rasva- ja valkuaistuotosten heteroosi oli positiivinen, jos risteytyksen isä oli holstein, ja negatiivinen, jos isä oli ayrshire. Tässä tutkimuksessa kyseisten ominaisuuksien risteytyserot, eli heteroosin ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutus, olivat negatiivisia kumminkin päin. Risteytysero oli vähemmän negatiivinen isän ollessa holstein-friisiläinen, vaikkeivat erot olleet tilastollisesti merkitseviä. Risteytysten maitotuotokset eivät olleet myöskään suoraan verrannollisia suomalaisten lehmien kanssa, sillä risteytysten emillä oli keskimääräistä alhaisempi tuotos. Ayrshire-emien maitotuotosindeksi oli keskimäärin 92 ja holstein-friisiläisten 87. Risteytysten isät olivat kutakuinkin keskimääräisiä; ayrshireisien maitotuotosindeksi oli 101 ja holstein-friisiläisten 99. Kun ayrshire lypsää keskimäärin 8 472 kg ja holstein-friisiläinen 9 122 kg, näiden risteytys lypsää kuitenkin keskimäärin 8 533 kg, negatiivinen heteroosivaikutus huomioituna. Risteytysten maitotuotos on siis negatiivisesta heteroosista huolimatta korkeampi kuin puhtaalla ayrshirella. Tulee myös muistaa, että risteytyksessä sukulaisuus ei rajoita sonnivalintaa ja paritukseen voidaan vapaasti käyttää rodun parhaita sonneja.

TAULUKKO 22. Heteroosi eri tuotosominaisuuksissa

<b>Tuotosominaisuus</b>	<b>Heteroosi (%)</b>
Maitotuotos, kg	-3,0
Rasvatuotos, kg	-1,8
Rasvapitoisuus, %	+1,6
Valkuaistuotos, kg	-4,5
Valkuaispitoisuus, %	-1,3

Heinsin ym. kokeessa holsteinin risteytykset olivat hedelmällisempiä kuin puhtas holstein. Tässäkin tutkimuksessa huomattiin tietyissä tilanteissa eroa risteytysten ja puhtasrotuisten tiinehtyvyydessä. Vaikkei tässä tutkimuksessa voitu laskea heteroosia hedelmällisyysominaisuuksia, näyttäisi risteytys olevan puhtaiden rotujen keskiarvoa hedelmällisempi, kun sen isänä on holstein-friisiläinen. Sen sijaan risteytykset, joiden isänä oli ayrshire, jäivät rotujen keskiarvon huonommalle puolelle tai hedelmättömämmän ayrshiren tasolle ja poikimavälissä jopa ayrshirea huonommaksi. Erirotuisia lehmä on voitu risteyttää eri syistä ja huonon hedelmällisyyden vuoksi risteytettyjen osuus on voinut olla suurempi holstein-friisiläislehmässä, mutta heteroosi voi myös oikeasti olla negatiivinen rotuyhdistelmän isän ollessa ayrshire.

Heinsin ym. tutkimuksessa risteytyksillä oli vähemmän poikimavaikeuksia ja pienempi vasikkakuolleisuus kuin puhtaalla holsteinilla. Myös tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan risteyttäminen pienentää vasikkakuolleisuutta, jos holstein-friisiläislehmä risteytetään ayrshiren kanssa. Risteytettäessä ayrshirelehmä holstein-friisiläisen kanssa vasikkakuolleisuus nousi hieman ayrshiren alhaisemmasta tasosta, mutta vasikkakuolleisuus jäi matalammaksi kuin puhtaiden rotujen keskiarvo.

McAllisterin ym. sekä Heinsin ym. tutkimuksissa risteytykset ovat olleet keskimääräistä kestävämpiä. Tässä tutkimuksessa olleet risteytykset kuitenkin poistuiivat karjasta nopeammin kuin puhtasrotuiset. Risteytyksiä oli poistettu utaretulehdusten takia enemmän kuin puhtasrotuisesta ayrshirea tai holstein-friisiläistä, vaikka risteytykset eivät hävinneet maidon solupitoisuudessa puhtasrotuisille. Risteytyksiä saatetaan pitää puhtasrotuisiin verrattuna kakkosluokan lehminä, ja poistaa herkemmin kuin puhtasrotuisia.

Holstein-friisiläinen on kokonaisuutena rakenteellisesti ayrshirea edempänä. Ayrshirea on voitu risteyttää rakenteen ja varsinkin takakorkeuden takia, mutta holstein-friisiläislehmiä lienee harvemmin siennetty ayrshirella rakenteen takia. Tämä tukisi teoriaa siitä, että holstein-friisiläisiä risteytetään enemmän huonon hedelmällisyyden takia. Holstein-friisiläisellä on enemmän jalkasairauksia ainakin poistojen mukaan ja risteytyksiä poistetaan vähemmän jalkasairauksien vuoksi kuin ayrshirea tai holstein-friisiläistä, joten holstein-friisiläislehmiä on voitu risteyttää myös sen vuoksi.

Risteytettyjä ayrshirelehmii oli suunnilleen kaksinkertainen määrä risteytettyjen holstein-friisiläislehmien määrään nähden. Tämä noudattaa valtakunnan rotusuhdanteita, joten molempia rotuja on risteytetty suunnilleen yhtä herkästi vaikka risteyttämisen syyt ja tavoitteet ovat voineet vaihdella roduittain. Tutkimusaineistosta ei pysty päättämään, kuinka paljon mitään risteytysmenetelmää on ensimmäisen polven risteytyksille lähdetty käyttämään. Eri tilanteissa voi olla tarvetta erilaiselle risteytysmenetelmälle. Esimerkiksi siirryttäessä robottilypsyyn voi olla tarve nostaa eläinten takakorkeutta ja siirtyä ayrshiresta holstein-friisiläiseen. Laajennusvaiheessa voi olla tarve jättää jälkeläisiä huonompiperimäisistäkin lehmistä ja kysyntää alkionkantajille, joiden ei haluta tuottavan omia jälkeläisiä. Myös sukupuolilajitellun siemenen saatavuus voi johtaa risteytyksiin laajennusvaiheessa. Omaan karjaan voidaan haluta myös taloudellisesti merkittäviä ominaisuuksia muilta roduilta, kuten syntymänupous ja korkeat maidon pitoisuudet. Muiden rotujen risteytyksillä voi ilmetä enemmän heteroosia kuin tämän tutkimuksen ayrshirella ja holstein-friisiläisellä, kuten ulkomaisissa tutkimuksissa on todettu. Koska risteytysvaikutuksia voidaan havaita vielä useamman sukupolven päästä, olisi hyvä tutkia myös ayrshiren ja holstein-friisiläisen toisen polven risteytyksiä.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan lypsyrotujen risteyttäminen ei vielä tuo Suomessa samanlaista hyötyä kuin korkeamman sukusiitosasteen maissa, mutta tietyissä tilanteissa siitä voitiin hyötyä. Jotta tuloksista saataisiin täysin vertailukelpoisia, tulisi risteytettävien eläimien olla kaikissa ominaisuuksissa samantasoisia kuin muidenkin puhdasrotuisten ja risteytyseläinten olla joko hajautettu hyvin eri tiloille tai vertailuryhmän oltava samoissa oloissa. Tässä tutkimuksessa ei voitu arvioida karjvaikutusta, joten tulokset ovat enemmän suuntaa-antavia. Isän rodun ominaisuudet tuntuivat dominoivan risteytyksessä, sillä monessa ominaisuudessa huomattiin eroa sen mukaan, miten päin ayrshire ja holstein-friisiläinen olivat risteytyksen emänä ja isänä. Tämä voi osin johtua eri arviointivarmuuksista eri rotujen jälkeläisarvosteluissa.

Laajempi risteyttäminen hidastaa lisääntyvien puhdasrotuisten määrää ja näin puhtaiden rotujen jalostusta, sillä vasta neljännen polven risteytys katsotaan puhdasrotuiseksi. Koska ayrshiren ja holstein-friisiläisen risteytykset eivät olleet ylivoimaisia puhtaisiin rotuihin nähden, ei puhtaiden rotujen jalostusta kannata minun mielestäni risteyttämällä paljoa hidastaa. Jälkeläistuotantoon käytettäviä eläimiä kannattaa edelleen

karsia samaan malliin ja rotujen parhaat lehmät kannattaa edelleen käyttää puhdasjalostukseen. Myöskään nuorsonnien testauksesta ei kannata tinkiä. Ensimmäisenä risteytykseen minä käyttäisin lehmää, joka on tarkoitus siementää valiosonnilla, mutta joka ei ole karjan parhaasta päästä ja jonka sopivin parituskumppani onkin jonkin toisen rodun edustaja. Genomivalinta mahdollistaa tulevaisuudessa myös risteytyseläimien perimän testauksen, mutta toisaalta sen vaikutukset puhdasjalostukseen voivat vähentää risteytyksestä saatavia hyötyjä.

Tietyissä tilanteissa risteyttämisestä voidaan jo hyötyä. Esimerkiksi risteyttämällä ayrshirelehmä holstein-friisiläisen kanssa sen maito-, rasva- ja valkuaistuotoksia nostetaan näiden ominaisuuksien negatiivisesta heteroosista huolimatta, sen jälkeläinen tiinehtyy paremmin ja jälkeläinen on myös rakenteellisesti parempi. Jos paritettavat yksilöt ovat vielä hyviä terveys- ja poikimaominaisuuksiltaan, voidaan risteyttämällä saada varsin toimiva jälkeläinen. Minunkin kotitalaltani löytyy nyt yksi tällainen tulevaisuuden toivo (kuvio 7).



KUVIO 7. Eriväri-vasikan isä on holstein-friisiläinen Mäntylän Rakuuna ja emä Puhakan Oinaan ayrshire-tytär.

## LÄHTEET

- Gunjal, K., Menard, L. & Shanmugam, R. 1997. Economic Analysis of Crossbreeding Dairy Cattle. *Agricultural Systems*, Vol. 54, No. 3, 327–339.
- Heins, B.J., Hansen, L.B. & Seykora, J. 2006a. Production of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science* 89, 2799–2804.
- Heins, B.J., Hansen, L.B. & Seykora, J. 2006b. Calving Difficulty and Stillbirths of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science* 89, 2805–2810.
- Heins, B.J., Hansen, L.B. & Seykora, J. 2006c. Fertility and Survival of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science* 89, 4944–4951.
- Hilpelä-Lallukka, R. 2007. Jalostussuunnittelu tilatasolla. Teoksessa Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Toivonen, M., Vahlsten, T. & Tauriainen, S. (toim.). 2007. Mittaa ja välitsee – lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Helsinki: Opetushallitus.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. 10. painos. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Joensuu, P. 2008. Suomen ensimmäiset swiss brown -vasikat nähneet päivänvalon. *Maaseudun tulevaisuus* 21.7.2008, 8.
- Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. 1999. Kotieläinjalostus. Vantaa: Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta.
- McAllister, A.J., Lee, A.J., Batra, T.R., Lin, C.Y., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. & Winter, K.A. 1994. The Influence of Additive and Nonadditive Gene Action

on Lifetime Yields and Profitability of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 77, 2400–2414.

Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: Opiskelijalaitos. Helsinki: International Methelp.

Niskanen, S. 1999. Poikimavaikkeudet ja vasikkakuolleisuus suomalaisessa lypsykarjapopulaatiossa. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja. Helsinki.

Niskanen, S. 2008a. Mäntylän Rakuuna – suomalainen sonni maailman huipulla. *Pistoletti* 2/08, 4.

Niskanen, S. 2009a. Liharotusonnit risteytyskäyttöön. *Pistoletti Ekstra* 2009, 2.

Pyman, M., Auldish, M., Grainger, C. & Macmillan, K. 2005. Comparison of the production, liveweight, feed intake, health and reproductive performance of Holstein and Jersey Holstein crossbred cows in Australian pasture-based herds. *Journal of Animal Science* 83, Supplement 1, 92.

Pösö, J. 2007. Holsteinille hedelmällisyyttä. *Nauta* 3/07, 22–23.

Rajala, H. 1993. Nautakarjatalous. 5. painos. Helsinki: Kirjayhtymä.

Risteyttäminen ei ole jalostusta. *Nauta* 1/06, 42.

Toivonen, M. 2001. Ayrshirerodun sukuryhmien synty. *Nauta* 5/01, 78–79.

Toivonen, M. 2007a. Jalostuksen teoriaa. Teoksessa Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Toivonen, M., Vahlsten, T. & Tauriainen, S. (toim.). 2007. Mittaa ja valitse – lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Helsinki: Opetushallitus.

Toivonen, M. 2007b. Jalostusarvostelut käytännössä. Teoksessa Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Toivonen, M., Vahlsten, T. & Tauriainen, S. (toim.). 2007. Mittaa ja valitse – lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Helsinki: Opetushallitus.



Vahlsten, T. 2007a. Indeksit kiloina ja sentteinä. *Nauta* 4/07, 9–11.

Vahlsten, T. 2007b. Lypsykarjarodut. Teoksessa Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Toivonen, M., Vahlsten, T. & Tauriainen, S. (toim.). 2007. Mittaa ja valitse – lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Helsinki: Opetushallitus.

Vahlsten, T. & Mäntysaari, E. 2003. Sukulaisuus ja sukusiitos – Ayrshiresonnien sukulaisuutta on syytä tarkkailla. *Nauta* 3/03, 36–38.

VanRaden, P.M. & Sanders, A.H. 2003. Economic Merit of Crossbred and Purebred US Cattle. *Journal of Dairy Science* 86, 1036–1044.

#### Painamattomat lähteet

Alhainen, S. Historia. Suomen Ayrshirekasvattajat – Finnish Ayrshire Breeders ry. [Viitattu 31.3.2009]. Saatavissa:  
<http://www.ayrshire-finland.com/historia/historia1.html>

Cassell, B. Should You Consider Crossbreeding? [Viitattu 10.1.2008]. Saatavissa:  
<http://dairy.ifas.ufl.edu/files/dpc/2002/Cassell2.pdf>

Crossbreeding – Is It The Next Magic Pill? [Viitattu 10.1.2008]. Saatavissa:  
[http://www.bullsemen.com/cattle-breeding/bull-semen-article.php?article\\_id=2](http://www.bullsemen.com/cattle-breeding/bull-semen-article.php?article_id=2)

Daughter Proven Teams. 2008. LIC. [Viitattu 3.12.2008]. Saatavissa:  
[http://www.lic.co.nz/lic\\_Premier\\_Sires\\_Teams.cfm?ps\\_id=3](http://www.lic.co.nz/lic_Premier_Sires_Teams.cfm?ps_id=3)

Hansen, L. & Heins, B. 2007. Results from the California study on crossbreeding and optimal approaches for systematic crossbreeding. University of Minnesota. Moniste.

Heins, B.J., Hansen, L.B. & Seykora, J. 2007. The California experience of mating Holstein cows to A.I. sires from the Swedish Red, Norwegian Red, Montbeliarde, and Normande breeds. [Viitattu 10.12.2008]. Saatavissa:

<http://www.vikinggenetics.com/en/cross/articles/californiaupdate2007.pdf>

Jalostustoiminta. 2002. Faba Jalostus. [Viitattu 22.10.2008]. Saatavissa: <http://www.faba.fi/jalostus/lypsykarja/jalostustoiminta/>

Kahi, A.K. 2002. Crossbreeding systems and appropriate levels of exotic blood: Examples from Kilifi Plantations. [Viitattu 10.1.2008]. Saatavissa: [http://agtr.ilri.cgiar.org/Casestudy/casestudy\\_khai/pdf/casestudy-Kahi-queries.pdf](http://agtr.ilri.cgiar.org/Casestudy/casestudy_khai/pdf/casestudy-Kahi-queries.pdf)

Kantakirjaus. 2002. Faba Jalostus. [Viitattu 19.2.2008]. Saatavissa: <http://www.faba.fi/palvelut/lypsykarja/kantakirjaus/>

Laurila, J. 2009. Niskanen, S. Sähköpostiviesti 5.1.2009.

Lypsyrodut. 2002. Faba Jalostus. [Viitattu 19.3.2009]. Saatavissa: <http://www.faba.fi/jalostus/lypsykarja/rodut/>

Murray, B. 2002. Dairy Crossbreeds – The Rare Breed. [Viitattu 10.1.2008]. Saatavissa: [http://www.omafr.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/info\\_breed.htm](http://www.omafr.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/info_breed.htm)

Niskanen, S. 2008b. Jalostusagronomi. Henkilökohtainen tiedonanto 27.11.2008. Faba Jalostus. Iisalmi.

Niskanen, S. 2009b. Sähköpostiviesti 13.2.2009.

Niskanen, S. 2009c. Sähköpostiviesti 18.3.2009.

Pösö, J. 2008. Jalostuksen työkalut kestävyiden parantamiseen. Luentomateriaali 7.11.2008. [Viitattu 13.3.2009]. Saatavissa: [http://www.faba.fi/ajankohtaista/Lypsykarja110v/Poso\\_Tampere\\_07112008.pdf](http://www.faba.fi/ajankohtaista/Lypsykarja110v/Poso_Tampere_07112008.pdf)

Ruotsalaisten sonnien rotusuhteet. Suomen Ayrshirekasvattajat – Finnish Ayrshire Breeders ry. [Viitattu 31.3.2009]. Saatavissa: <http://www.ayrshire-finland.com/suomi/hsonnit/SWEsonnit.htm>

Sonnihaku. Faba Jalostus. [Viitattu 18.3.2009]. Saatavissa:  
[http://www2.mloy.fi/SKJOWeb/WWWjasu/BullSearch.asp?strBreed=&strHBNo=&strBovi-  
neID=&strName=&strLang=&strPage=&strSort=&strSelected=&strInterBulls=&strC  
ountry=](http://www2.mloy.fi/SKJOWeb/WWWjasu/BullSearch.asp?strBreed=&strHBNo=&strBovi-<br/>neID=&strName=&strLang=&strPage=&strSort=&strSelected=&strInterBulls=&strC<br/>ountry=)

SRB 75 år 2003. 2003. Svensk Avel. [Viitattu 9.12.2008]. Saatavissa:  
<http://www.scanred.se/SRB75.pdf>

Suomen Ayrshirekasvattajat – Finnish Ayrshire Breeders ry. b. Suomalaissonnien ro-  
tushteet. [Viitattu 31.3.2009]. Saatavissa:  
<http://www.ayrshire-finland.com/suomi/hsonnit/FINsonnit.htm>

Weigel, K.A. Crossbreeding: A Dirty Word or an Opportunity? [Viitattu 10.1.2008].  
Saatavissa:  
<http://www.usjersey.com/Reference/WeigelCrossbreeding%2007WDMC.pdf>

Valokuvaajat

Finnilä, K. 2009. Haapajärvi.

Pakkanen, N. 2008. Iisalmi.

## CALF- JA BOVINESTATUKSET

Calfstatus kertoi vasikan tilan syntymähetkellä. Calfstatus 0 ei ole enää käytössä, mutta tutkimusaineiston vanhimmilla vasikoilla tätä vielä ilmeni. Calfstatuskoodit on selitetty taulukossa 1. (Laurila 2009.)

TAULUKKO 1. Calfstatusten selitteet (Laurila 2009)

<b>Koodi</b>	<b>Koodin selite</b>
0	Ei kuolinsyytä (elossa olevat, historiaeläimet ja kadonneet)
1	Elävä vasikka
3	Teurastettu tilalla, omaan käyttöön
4	Kuollut
8	Lopetettu, ei elintarvikkeeksi
9	Teurastettu laitoksessa
21	Luotu, tiineyden kesto alle 7 kk
22	Luoto, tiineyden kesto 7 kk ja yli
23	Syntyi kuolleena, täysiaikainen
24	Kuollut ennen 7 vrk:n ikää
25	Teurastettu ennen 7 vrk:n ikää
26	Lopetettu ennen 7 vrk:n ikää

Bovinestatus kertoo eläimen tilan nykyhetkellä (taulukko 2). Bovinestatus 0 tarkoittaa rekisteröityjä eläimiä, joiden lopullista kohtaloa ei tiedetä. Näitä ovat ainakin kadonneiksi ilmoitetut eläimet sekä eloon tai teuraaksi myydyt eläimet, joille ei ilmaannu seuraavaa rekisteröintiä, eli ostoa tai teurasilmoitusta. Koodia 6 voi käyttää vain eläintunnisterekisteri (ETR). Bovinestatus 7 voi olla istutettu tai istuttamaton alkio. Koodi 8 tulee tietokannasta poistetuille riveille. Bovinestatusta 9 käyttää vain neuvonta. Tällöin alkioista ei tule eläintä Suomessa, eli se on luotu, tuhottu tai viety maasta. (Laurila 2009.)

TAULUKKO 2. Bovinestatusten selitteet (Laurila 2009)

<b>Koodi</b>	<b>Koodin selite</b>
0	Ei tiedossa, rekisteröity eläin
1	Elossa, rekisteröity eläin
2	Kuollut, rekisteröity eläin
3	Merkittä kuollut eläin
4	Kotimainen vanhempi
5	Ulkomainen vanhempi, jolla EU-tunnus
6	Ulkomainen vanhempi, jolla ei EU-tunnusta
7	Alkio
8	Rivi peruutettu tietokannasta
9	Alkio, kuollut