

Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon  
perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet  
maidontuotanto-ominaisuuksiin

Hilppa Hietanen

Helsingin Yliopisto  
Kotieläinten jalostustieteen laitos

---

Helsinki 1992

*Julkaisijat:*

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki  
Kotieläinjalostuslaitos, Maatalouden Tutkimuskeskus, Jokioinen

**Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon  
perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet  
maidontuotanto-ominaisuuksiin**

**Hilppa Hietanen**  
kotieläinten jalostustieteen  
*pro gradu*-työ 1991

**ISBN 951-45-6172-4**

**ISSN 0356-1429**

**Helsinki 1992**

**Yliopistopaino**

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää suomalaisen karjantarkkailuaineiston pohjalta lehmien elopainon vaihteluun vaikuttavia tekijöitä sekä laskea elopainon perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet maidontuotanto-ominaisuuksiin (305 päivän maito-, rasva- ja valkuaistuotos sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuus). Lehmien elopainon yhteyttä muihin ominaisuuksiin tutkittiin epäsuorasti tarkastelemalla sonneille tyttärien elopainoista lasketun elopainoindeksin yhteyksiä muiden ominaisuuksien indekseihin. Näiden tulosten avulla pyrittiin selvittämään lehmien elopainon tarpeellisuutta lypsyrotujen jalostusohjelmassa.

Lehmäaineisto koostui vuosina 1985 tai 1986 ensimmäisen kerran poikineista ayrshire- ja friisiläislehmistä. Niiltä oli käytettävissä kolmen ensimmäisen tuotosvuoden tulokset, jotka olivat vuosilta 1985–1989(alku). Aineistoa täydennettiin karjojen ruokintatiedoilla, jotka olivat vuodelta 1986. Analyysiaineistossa oli 92 307 ayrshirelehmää 517 isältä ja niiltä oli yhteensä 195 356 havaintoa sekä 20 038 friisiläislehmää 127 isältä ja niiltä oli 42 562 havaintoa. Sonniaineisto sisälsi 2 586 ayrshire- ja 579 friisiläissonnin jälkeläisarvostelutulokset keväältä 1991.

Aineisto analysoitiin Helsingin yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitoksella WSYS-ohjelmistoa käyttäen. Analyysit tehtiin pienimmän neliosumman (LS) varianssianalyysillä erikseen ayrshire- ja friisiläislehmille sekä eri lypsykausille. Perinnöllisten tunnuslukujen laskemisessa hyödynnettiin isänpuoleisten puolisisarten välistä korrelaatiota.

Lehmien elopainoon merkitsevästi vaikuttavia tekijöitä olivat poikimakertha, alue (maatalouskeskus), ruokintaluokka, poikimaikä, poikimavuosi, poikimavuodenaika, lypsykauden vaihe ja tyhjäkauden pituus. Karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta oli noin kolmannes.

Elopainon toistuvuus oli ayrshirelehmillä 0.65 ja friisiläislehmillä 0.62. Elopainon periytyvyysaste oli ayrshirelehmillä 1. lypsykaudella 0.24, 2. lypsykaudella 0.32 ja 3. lypsykaudella 0.34. Friisiläislehmien periytyvyysasteet olivat n. 0.10-yksikköä alhaisempia (0.14–0.21). Elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset korrelaatiot olivat eri lypsykausina molemmilla roduilla hyvin samanlaiset. Elopainon ja maito-, rasva- ja valkuaistuotoksen väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat selvästi positiivisia (+0.18–+0.46). Elopainon ja maidon pitoisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat negatiivisia, mutta vastaavat fenotyypiset korrelaatiot olivat likimain nollia.

Ayrshiresonnien elopainoindeksit ovat jatkuvasti kohonneet eli nuorten sonnien tyttäret olivat painavampia kuin vanhojen sonnien tyttäret.

Friisiläissonneilla tilanne oli päinvastoin. Elopainoindeksillä oli selvä positiivinen yhteys kasvu-, maito-, valkuaistuotos- ja rakenneindekseihin sekä kokonaisjalostusarvoon. Negatiivinen yhteys elopainoindeksillä oli rasva- ja valkuaisprosentti-indekseihin sekä vasikkakuolleisuusindeksiin (isänä). Muihin indekseihin elopainoindeksillä ei ollut merkittävää yhteyttä. Yhteydet olivat ayrshiresonneilla voimakkaampia kuin friisiläissonneilla.

Lehmien elopaino on hyvin periytyvä ominaisuus, joten sen jalostaminen on melko helppoa. Jos lehmien elopainojen ei enää haluta kohoavan, on sonnien valinnassa suosittava pieniä tyttäriä periyttäviä sonneja. Lehmien elopaino saadaan helpoimmin jalostukseen mukaan käyttämällä sonneille jo laskettuja elopainoindessejä.

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Kirjallisuuskatsaus</b>	<b>3</b>
2.1 Lehmien elopainon määrittäminen rungon mittojen avulla	3
2.2 Lehmien elopainon rekisteröinti Pohjoismaissa . . . . .	4
2.2.1 Suomi . . . . .	4
2.2.2 Ruotsi . . . . .	6
2.2.3 Norja . . . . .	6
2.2.4 Tanska . . . . .	7
2.3 Lehmien elopainoon vaikuttavat tekijät . . . . .	7
2.3.1 Rotu . . . . .	7
2.3.2 Alue ja karja . . . . .	7
2.3.3 Poikimakerta ja lehmän ikä . . . . .	8
2.3.4 Poikimaikä . . . . .	9
2.3.5 Poikimavuosi ja -vuodenaika . . . . .	10
2.3.6 Lypsykauden vaihe ja tiineys . . . . .	10
2.4 Lehmien elopainon periytyvyys . . . . .	12
2.5 Lehmien elopainon yhteydet maidontuotanto-ominaisuuksiin	14
2.5.1 Maito-, rasva- ja valkuaistuotos . . . . .	14
2.5.2 Maidon rasva- ja valkuaispitoisuus . . . . .	17
2.6 Lehmien elopainon yhteydet muihin ominaisuuksiin . . . . .	19
2.6.1 Kasvunopeus . . . . .	19
2.6.2 Rakenne . . . . .	20
2.6.3 Vasikan syntymäpaino . . . . .	20
2.6.4 Poikimavaikeudet ja vasikkakuolleisuus . . . . .	21
2.6.5 Hedelmällisyys . . . . .	22
2.6.6 Tehokkuus . . . . .	23
2.7 Elopaino sonnien kokonaisjalostusarvossa . . . . .	23
2.7.1 Sonnien oma elopaino . . . . .	23
2.7.2 Tyttärien elopaino . . . . .	24
<b>3 Aineisto ja menetelmät</b>	<b>26</b>
3.1 Aineiston kuvaus ja tarkistukset . . . . .	26
3.1.1 Lehmäaineisto . . . . .	26
3.1.2 Sonniaineisto . . . . .	30
3.2 Tutkittavat muuttujat . . . . .	31
3.3 Tilastolliset menetelmät ja käytetyt mallit . . . . .	32
3.3.1 Tilastolliset menetelmät . . . . .	32

3.3.2	Kiinteiden tekijöiden luokittelu . . . . .	32
3.3.3	Käytetyt mallit . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Tulokset ja tulosten tarkastelu</b>	<b>39</b>
4.1	Tutkittavien muuttujien keskiarvot ja vaihtelu lehmäaineis- tossa . . . . .	39
4.2	Systemaattisten tekijöiden vaikutus lehmien elopainoon .	42
4.2.1	Poikimakerta . . . . .	42
4.2.2	Alue . . . . .	43
4.2.3	Ruokintaluokka . . . . .	44
4.2.4	Poikimaikä . . . . .	45
4.2.5	Poikimavuosi . . . . .	46
4.2.6	Poikimavuodenaika . . . . .	47
4.2.7	Lypsykauden vaihe . . . . .	48
4.2.8	Tyhjäkauden pituus . . . . .	50
4.2.9	Karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta . . . .	50
4.3	Lehmien elopainon perinnölliset tunnusluvut . . . . .	51
4.3.1	Toistuvuus . . . . .	51
4.3.2	Periytyvyysaste . . . . .	51
4.3.3	Eri lypsykausien elopainojen väliset korrelaatiot .	53
4.4	Lehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien vä- lisiä korrelaatioita . . . . .	53
4.4.1	Elopaino ja maito-, rasva- ja valkuaistuotos . . . . .	53
4.4.2	Elopaino ja maidon rasva- ja valkuaispitoisuus . .	57
4.4.3	Elopaino ja maidon soluluku . . . . .	58
4.5	Lehmien elopainon yhteydet eri ominaisuuksiin sonnien jäl- keläisarvostelun perusteella . . . . .	59
4.5.1	Elopaino- ja kasvuindeksi . . . . .	59
4.5.2	Elopaino- ja kasvuindeksin yhteydet muiden omi- naisuuksien indekseihin . . . . .	63
<b>5</b>	<b>Yhteenvedo ja johtopäätökset</b>	<b>68</b>
	<b>Kirjallisuus</b>	<b>72</b>
	<b>Taulukot</b>	
1	Lehmien elopainon ja rinnanympäryksen periytyvyysasteita eri tutkimuksissa. . . . .	13
2	Elopainon (tai rinnanympäryksen) ja maito-, rasva- tai val- kuaistuotoksen välisiä korrelaatioita. . . . .	16

3	Elopainon (tai rinnanympäryksen) ja maidon pitoisuuksien välisiä korrelaatioita. . . . .	18
4	Analyysiaineiston eläin- ja havaintomäärät. . . . .	28
5	Analyysiaineiston eläinmäärät lypsykausittain. . . . .	29
6	Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien tunnuslukuja koko aineistossa ja eri lypsykausilla. . . .	40
7	Friisiläislehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien tunnuslukuja koko aineistossa ja eri lypsykausilla. . . .	41
8	Poikimakerran vaikutus ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoon (kg) (LS-poikkeamat). . . . .	42
9	Alueen vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . . .	43
10	Karjan ruokintaluokan vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . .	44
11	Poikimaiän (kk) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . .	45
12	Poikimavuoden vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . .	46
13	Poikimavuodenajan (kuukausina) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . . .	47
14	Lypsykauden vaiheen (päivää poikimisesta) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . . .	48
15	Tyhjäkauden pituuden (päivää) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat). . . . .	50
16	Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon periytyvyysaste koko aineistossa (Malli 1a) ja erikseen kolmella lypsykaudella (Malli 2a). . . . .	52
17	Ayrshirelehmien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopainojen väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypilliset (alokolmio) korrelaatiot (Malli 4). . . . .	54
18	Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypilliset (alokolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) koko analyysiaineistossa (Malli 1b). . . . .	55



19	Friisiläislehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypilliset (alokolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) koko analyysiaineistossa (Malli 1b).	56
20	Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypilliset (alokolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) 1. lypsykaudella (Malli 2b).	57
21	Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainojen ja vuoden solulukujen logaritmien keskiarvon väliset geneettiset ( $r_G$ ) ja fenotyypilliset ( $r_P$ ) korrelaatiot 1. ja 3. poikimavuonna (Malli 2b).	59
22	Elopainoindeksin keskiarvo eri vuosina syntyneillä ayrshire- ja friisiläissonneilla sekä elopaino- ja kasvuindeksin välinen korrelaatio ( $r$ ) ayrshiresonneilla syntymävuosiryhmittäin.	60
23	Kasvuindeksin keskiarvo vuosina 1982–1986 syntyneillä ayrshire- ja friisiläissonneilla.	61
24	Elopaino- ja kasvuindeksien keskiarvot kokonaisjalostusarvon mukaisilla ayrshire- ja friisiläissonniryhmillä.	62
25	Elopainoindeksin korrelaatio ( $r$ ) muiden sonniaineiston muutustujen kanssa ayrshire- ja friisiläissonneilla.	65
26	Kasvuindeksin korrelaatio ( $r$ ) muiden sonniaineiston muutustujen kanssa ayrshire- ja friisiläissonneilla.	66

## Kuvat

1	Lehmien elopainon kehitys Suomessa tarkkailuvuosina 1969/70–1990 karjantarkkailutilastojen mukaan (MAATILAHALLITUS 1971–1991).	5
2	Lypsykauden eri vaiheissa mitattujen ayrshirelehmien elopaino (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella. (Lypsykauden vaiheen luokittelu ks. taulukko 14.)	49
3	Ayrshiresonnien tyttärien keskimääräiset elopainot sonnien kasvuindeksin mukaan muodostetuissa ryhmissä.	63

# 1 Johdanto

Suomessa maidontuotantoon käytetyt ayrshire- ja friisiläislehmät ovat ns. yhdistelmärotuja, joiden olisi oltava hyviä sekä maidon- että lihantuottajina. Vaikka lihakarjarotuihin perustuva naudanlihantuotanto on jatkuvasti lisääntynyt, on valtaosa naudanlihasta edelleen peräisin lypsykarjatiloilta.

Naudanlihantuotannon lisäämiseksi ja taloudellisuuden parantamiseksi pyrittiin varsinkin 1970-luvulla ayrshire- ja friisiläisrodun elopainoja kohottamaan. Ayrshire- ja friisiläislehmien keskimääräiset elopainot, jotka karjantarkkailussa arvioidaan rinnanympärysmitan perusteella, ovatkin karjantarkkailutilastojen mukaan kohonneet viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana n. 50 kg (MAATILAHALLITUS 1971–1991). Osittain elopainojen nousu on johtunut ympäristökiteijöistä kuten ruokinnan ja hoito-olosuhteiden parantumisesta. Osa elopainojen noususta on puolestaan ollut perinnöllistä, sillä lehmien elopaino on melko hyvin periytyvä ominaisuus. Myös keinosiemennyssonniin valinta paremman kasvukyvyyn ja maitotuotoksen perusteella on voinut kohottaa lehmien elopainoja, koska nämä molemmat ominaisuudet ovat positiivisessa yhteydessä lehmien elopainoon.

Painavien lehmien jälkeläiset kasvavat nopeasti ja siksi naudanlihantuottajat ovat suosineet suuria lehmiä. Lypsylehmien elopainojen kohoaminen ei ole ollut yksinomaan myönteinen ilmiö. Varsinkin 1980-luvulla on huomattu, että entistä suuremmat lehmät eivät sovi vanhoihin parsiin ja liian pienessä parressa lehmän terveys voi kärsiä. Painavilla lehmillä voi olla enemmän poikimavaikeuksia ja vasikkakuolleisuutta, eivätkä ne ole kovin tehokkaita, koska ne tarvitsevat ylläpitoonsa enemmän energiaa kuin pienemmät lehmät. Lehmien elopaino on tyyppillinen optimiominaisuus.

Lehmien elopaino ei ole jatkuvasti sama, vaan se vaihtelee mm. lypsykauden vaiheen ja iän mukaan. Myös poikimakerta, poikimakuukausi ja -vuosi sekä karja vaikuttavat lehmien elopainoihin. Näiden tekijöiden vaikutus olisi korjattava, jos halutaan verrata eri lehmien elopainoja keskenään. Myös rotujen välillä on elopainoissa eroja, vaikka rotujen sisäiset erot ovatkin usein suurempia kuin rotujen väliset.

Suomessa keinosiemennyssonneille on jälkeläisarvostelujen alusta lähtien laskettu 'elopainoindeksi' tyttärien elopainoista. Aluksi indeksinä oli tyttärien elopainojen keskiarvo. 1970-luvun alusta lähtien käytössä oli painopoikkeama ja 1980-luvulta lähtien indeksit on laskettu BLUP-menetelmällä. Elopainoindeksi ei kuulu sonniin kokonaisjalostusarvoon, eikä sitä ole julkaistu vuoden 1982 jälkeen. Lehmien elopaino ei ole 1980-lu-

vulla ollut aktiivisen jalostuksen piirissä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lehmien elopainoon vaikuttavia systemaattisia tekijöitä suomalaisen karjantarkkailuaineiston pohjalta sekä tutkia suomalaisten ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon toistuvuutta ja periytyvyyttä kolmen ensimmäisen lypsykauden tulosten perusteella sekä elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien (maito-, rasva- ja valkuaisuus sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuus) välisiä geneettisiä ja fenotyyppejä yhteyksiä. Lisäksi lehmien elopainon yhteyttä maidon solulukuun tarkasteltiin ensimmäisellä ja kolmannella lypsykaudella.

Lehmien elopainon yhteyttä muihin kuin maidontuotanto-ominaisuuksiin tutkittiin epäsuorasti laskemalla sonneille tyttärien elopainoista lasketun elopainoindeksin ja sonnien jälkeläisarvostelun muiden indeksien väliset korrelaatiot käytössä olleesta sonniaineistosta. Näiden tulosten avulla pyrittiin selvittämään, onko lehmien elopainon huomioon ottaminen lypsyrotujen jalostusohjelmassa tarpeellista.

## 2 Kirjallisuuskatsaus

### 2.1 Lehmien elopainon määrittäminen rungon mittojen avulla

Varmin tieto eläimen tietyn hetkisestä elopainosta saadaan luonnollisesti-kin punnitsemalla eläin vaa'alla. Tämä ei ole yleensä mahdollista tavallisisilla tuotantotiloilla. Siksi on ollut tarvetta kehittää jokin muu menetelmä eläimen elopainon määrittämiseksi. Tutkimuksen kohteena ovat olleet erilaiset rungon mitat (mm. säkäkorkeus, pituus, rinnanympäryys) ja niiden erilaiset yhdistelmät. Rungon mittojen etuna on, että ruuansulatuskanavan sekä utareen ja virtsarakon sisältö eivät vaikuta niihin yhtä paljon kuin punnittuun elopainoon (JOHANSSON 1964).

Punnitun elopainon ja rungon mittojen väliset yhteydet ovat melko voimakkaita. JOHANSSONIN (1964) laatiman kirjallisuuskatsauksen mukaan lehmien säkäkorkeuden ja elopainon välinen geneettinen korrelaatio ( $r_G$ ) oli +0.70 ja fenotyypin korrelaatio ( $r_P$ ) +0.53. Lehmän pituuden ja elopainon väliset vastaavat korrelaatiot olivat +0.83 ja +0.70. PANDEY ym. (1985) saivat tutkimuksessaan vastaaviksi fenotyypiksi korrelaatioiksi +0.84 (säkäkorkeus) ja +0.87 (pituus). Ruotsalaistutkimuksessa lehmien elopainon ja säkäkorkeuden välinen korrelaatio oli +0.89 (PÖNNIÄINEN 1989).

Suomessa lehmien elopaino määritettiin vielä 1970-luvun alussa sekä pituutta että rinnanympärysmittaa hyväksikäyttäen. Elopaino laskettiin kaavalla:  $(rinnan\ ympäryys \times rinnan\ ympäryys \times pituus) / 10\,000$ . Mitat on kaavassa ilmoitettu senttimetreinä. Lehmän pituuden mittaaminen on kuitenkin hankalaa, koska mittauksen alku- ja loppupisteen määrittäminen on vaikeaa. Virheet pituuden mittauksessa voivat olla kolme kertaa suuremmat kuin rinnanympäryksen mittaamisessa (KENTTÄMIES 1973). Rinnanympäryys mitataan heti etujalkojen takaa, eikä mittauskohdan määrittäminen yleensä tuota ongelmia.

Lehmien rinnanympäryksen yhteydet elopainoon ovat voimakkaampia kuin muiden rungon mittojen vastaavat yhteydet. JOHANSSONIN (1964) mukaan punnitun elopainon ja rinnanympäryksen välinen geneettinen korrelaatio oli +0.81 ja fenotyypin korrelaatio +0.88. PANDEYN ym. (1985) tutkimuksessa vastaava fenotyypin korrelaatio oli +0.91 (759 mittausta) ja ruotsalaistutkimuksessa +0.97 (222 ruotsinpunakirjavaa ensikkoo) (PÖNNIÄINEN 1989).

KENTTÄMIES ym. (1974) selvittivät lehmien elopainon määrittämistä pelkän rinnanympärysmitan perusteella melko laajassa tutkimuksessa, jossa oli mukana yhteensä 1465 ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjan lehmää 52 karjasta. Sama henkilö mittasi ja punnitsi kaikki eläi-

met. Mittaukset ja punnitukset pyrittiin suorittamaan aina aamupäivisin, jotta utareen ja ruuansulatuskanavan sisällöt eivät vaikuttaisi tuloksiin. Käytössä olleella rinnanympärys- ja pituusmittaan perustuvalla kaavalla pystyttiin elopainon muuntelua selittämään 3.4–6.4 %-yksikköä paremmin kuin pelkällä rinnanympäryksellä. Erilaiset rinnanympärysmittasta ja sen muunnoksista kootut yhtälöt olivat keskenään yhtä hyviä elopainon kuvaajia. Rinnanympärysmitta sellaisenaan selitti ayrshirelehmien elopainosta 80 % ja friisiläislehmien elopainosta 86 %. Kaiken kaikkiaan mittaamalla arvioidut elopainot poikkesivat punnituista vain 12–13 kg. Virhe voi olla suurempi, jos mittauksia suorittavat useat eri henkilöt kuten karjantarkkailussa. JOHANSSONIN (1964) mukaan rinnanympärysmittaan perusteella arvioidun elopainon virhe on keskimäärin 5–7 % oikeasta elopainosta. PÖNNIÄISEN (1989) tutkimuksessa erilaiset rinnanympärysmittasta tehdyt yhtälöt selittivät 94–96 % punakirjavan rodun ensikoiden elopainosta. Arvioidujen elopainojen keskivirheeksi muodostui hänen tutkimuksessaan noin 20 kg.

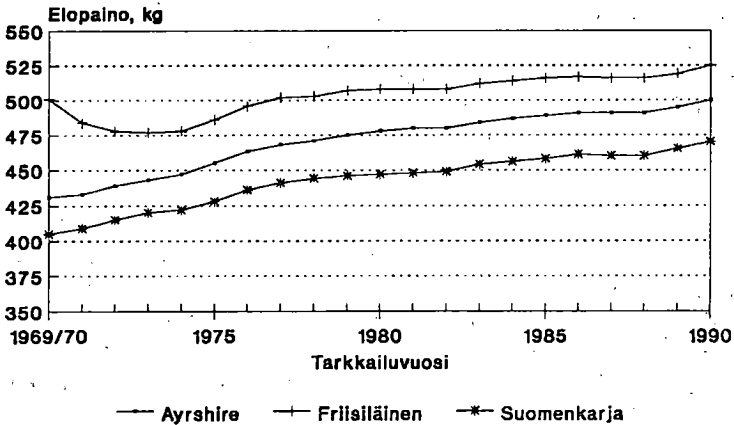
Rinnanympäryys on useissa tutkimuksissa todettu parhaaksi yksittäiseksi mitaksi lehmien elopainoa arvioitaessa (mm. KENTTÄMIES *ym.* 1974, PÖNNIÄINEN 1989). PÖNNIÄINEN (1989) kiteyttää rinnanympärysmittaan edut seuraavasti: se on helppo mitata, sen vaihtelukerroin on melko alhainen (n. 11 %) ja sen yhteys elopainoon on voimakas.

Elopainon arvioimiseksi rinnanympärysmittasta on laadittu taulukoita (esim. MKL 1983, PÖNNIÄINEN 1989). Niitä käytettäessä on otettava huomioon, että ne antavat luotettavan arvion elopainosta vain normaalkuntoisille ja -rakenteisille lehmille. Hyvin lihaviiden lehmien elopaino tulee aliarvioiduksi rinnanympärykseen perustuvia taulukoita käytettäessä ja laihojen puolestaan yliarvioitua (KENTTÄMIES *ym.* 1974). PÖNNIÄISEN (1989) tutkimuksessa ensikoiden kunto ei vaikuttanut elopainon arviointiin.

## 2.2 Lehmien elopainon rekisteröinti Pohjoismaissa

### 2.2.1 Suomi

Suomessa kaikkien karjantarkkailuun kuuluvien lehmien elopaino määritetään ja rekisteröidään. Vuoden 1990 loppuun saakka voimassa olleessa Karjantarkkailun ohjesäännössä määrättiin, että "Lehmän elopaino määritetään joko punnitsemalla tai mittaamalla neljänä ensimmäisenä tarkkailuvuotena kerran lypsykaudessa, kun poikimisesta on kulunut enintään neljä (4) kuukautta. Saadut tulokset merkitään navettakirjaan ja ilmoitetaan laskentakeskukselle. Viidennestä tarkkailuvuodesta lähtien käyte-



Kuva 1: Lehmien elopainon kehitys Suomessa tarkkailuvuosina 1969/70–1990 karjantarkkailutilastojen mukaan (MAATILAHALLITUS 1971–1991).

tään 3. ja 4. tarkkailuvuoden keskiarvoja.” (MKL 1983). Hyvin harvoilla tiloilla on mahdollisuutta punnita lemmiä vaa’alla. Viralliseksi elopainoksi hyväksytään myös rinnanympärysmitan perusteella arvioitu elopaino, jota varten on laadittu taulukot eri roduille (Liite 1.). Mittauksessa suositellaan käytettävän kahden metrin teräs- tai kangasmittaa. Rinnanympäryys mitataan heti lapojen takaa ja mitta vedetään suhteellisen kireäksi. Mittauksen aikana eläimen tulee seisoa tasaisella alustalla, pää ja selkä suorana (MKL 1983). Vuoden 1991 alusta tuli voimaan uusi Karjantarkkailun ohjesääntö, jossa elopainon määrittämisestä ei enää anneta yhtä yksityiskohtaisia ohjeita kuin aiemmin (MKL 1991). Tarkemmat ohjeet annetaan soveltamisohjeissa, mutta ne eivät ole vielä valmistuneet. Todennäköisesti ohjeet säilyvät samanlaisina kuin tähänkin asti.

Karjantarkkailutilastojen mukaan lehmien elopaino on kohonnut Suomessa viimeisten 20 vuoden aikana 425 kg:sta 503 kg:aan (MAATILAHALLITUS 1971–1991). Roduittain elopainon kehitys on esitetty kuvassa 1. Friisiläislehmien osuus karjantarkkailuun kuuluvista lehmistä oli vielä 1970-luvun alussa pieni; esimerkiksi tarkkailuvuonna 1969/70 friisiläisiä oli vain 0.9% tarkkailulehmistä ja tarkkailuvuonna 1973/74 7.4% (MAATILAHALLITUS 1971–1975). Friisiläislehmien elopainoja on voinut aluksi pienentää se, että lehmän emä on voinut olla muuta rotua, esim. suomenkarjaa. Leh-

män oma rotu määräytyy sen isän rodun perusteella (MKL 1983). Suomenkarjan ja ayrshirelehmien paino on noussut melko tasaisesti. 1980-luvun puolivälissä kaikkien rotujen elopainojen kasvu pysähtyi muutamaksi vuodeksi, mutta parin viime vuoden aikana lehmien elopainot ovat taas kohonneet. Vertailun vuoksi mainittakoon, että samana ajanjaksona karjantarkkailuun kuuluvien lehmien maitotuotos on noussut 4 518 kg:sta 6 445 kg:aan (MAATILAHALLITUS 1971–1991).

### 2.2.2 Ruotsi

Ruotsissa kaikkien karjantarkkailuun kuuluvien lehmien rinnanympäryys määritetään ensimmäisellä lypsykaudella. Sitä ei muuteta elopainoksi, kuten Suomessa, vaan ilmoitetaan sellaisenaan senttimetreinä. Myös punittu elopaino on mahdollista ilmoittaa. Lisäksi vuosittain mitataan rinnanympäryys osalta kolmatta lypsykauttaan tuottavilta lehmiltä. Tämän tarkoituksena on lähinnä kehityksen seuraaminen tutkimusta ja tilastointia varten. Rinnanympäryys pyritään mittaamaan viimeistään kolmannella koelypsykerralla poikimisen jälkeen (BRATT 1991).

Sekä punakirjavan rodun että friisiläisensikoiden rinnanympäryys on Ruotsissa kasvanut viimeisten kymmenen vuoden aikana 4 cm. Kolme kertaa poikineiden lehmien rinnanympäryksen kasvu on ollut vähäisempää (2–3 cm). Vuonna 1990 punakirjavan rodun ensikoiden rinnanympäryys oli keskimäärin 185 cm ja friisiläisten 188 cm (BRATT 1991). Suomalaisien taulukoiden mukaan ne vastaisivat ayrshirellä 502 kg ja friisiläisellä 525 kg elopainoa (MKL 1983). Kolme kertaa poikineiden lehmien rinnanympärykset olivat Ruotsissa vastaavasti 191 cm ja 197 cm (BRATT 1991).

### 2.2.3 Norja

Norjassa lehmien rinnanympäryksen mittaaminen liittyy sonnien jälkeläisarvosteluun kuuluvaan tyttärien rakennearvosteluun. Rinnanympäryys mitataan kaikilta ensikoilta, joiden isänä on nuorsonni (noin 14 000 ensikkoa vuosittain). Mittauksen tekevät karjantarkkailijat ja se voidaan suorittaa mihin aikaan lypsykautta tahansa (NYSTED 1991).

Norjanpunakirjavan rodun ensikoiden rinnanympäryys on kasvanut viimeisten kymmenen vuoden aikana noin 5 cm. Vuonna 1990 ensikoiden rinnanympäryys oli keskimäärin 180.2 cm (NYSTED 1991). Suomalaisien taulukoiden mukaan se vastaisi 496 kg elopainoa ayrshire-ensikoilla (MKL 1983).

## 2.2.4 Tanska

Tanskassa lehmien rinnan ympärystä tai elopainoa ei määritetä lainkaan (NIELSEN 1991).

## 2.3 Lehmien elopainoon vaikuttavat tekijät

### 2.3.1 Rotu

Eri rotujen elopainojen keskiarvoissa on yleensä niin selvät erot, että useimmiten eri rodut analysoidaan erikseen (mm. KARLSSON 1979, RAJAKANGAS 1988). Lehmien elopainojen vaihtelu rodun sisällä on yleensä suurempaa kuin rotujen välillä (ERB ja ASHWORTH 1961).

Jos eritotuiset eläimet halutaan ottaa samaan aineistoon, on rodun vaikutus elopainoon otettava huomioon. RUVUNAN *ym.* (1986) tutkimuksessa oli mukana ayrshire-, brown swiss-, holstein-, jersey- ja tanskanpuhaisen rodun lemmiä sekä niiden erilaisia risteytyksiä. Rodun vaikutus elopainoon oli tilastollisesti merkitsevä. Puhdasrotuisista brown swiss -lehmät olivat painavimpia ja jerseylehmät kevyimpiä. Myös KANTASEN (1991) suomalaisia alkuperäisrotuja käsittelevässä tutkimuksessa rodun vaikutus rinnan ympärystmittaan oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Länsisuomenkarjan lehmät olivat suurimpia.

Suomessa karjantarkkailutietojen perusteella painavimpia ovat friisiläislehmät, keskimäärin 525 kg (vuonna 1990), ja kevyimpiä suomenkarjan lehmät, keskimäärin 470 kg. Ayrshirelehmien keskipaino on 500 kg (MAATILAHALLITUS 1991).

### 2.3.2 Alue ja karja

Suomi on kohtalaisen suuri maa ja eri osissa maata sääolosuhteet ja muut tuotantoedellytykset ovat erilaisia. Suomi on jaettu maatalousneuvonnan ja karjantarkkailun toteuttamiseksi 22 maatalouskeskukseen. Maatalouskeskuksella on tilastollisesti merkitsevä vaikutus lehmien elopainon muunteluun. KENTTÄMIEHEN *ym.* (1974) aineistossa oli yhteensä 52 karjaa 12 maatalouskeskuksen alueelta. Maatalouskeskusten välillä oli useita merkitseviä eroja lehmien elopainossa, mutta ne eivät olleet johdonmukaisia. Heidän mukaansa se voi johtua siitä, että sattuman vaikutus oli suuri näin pienessä aineistossa. KOSKISEN (1980) tutkimuksessa olivat mukana maatalouskeskukset 1-6. Niiden vaikutus lehmien elopainoon oli erittäin merkitsevä. Myös RAJAKANKAAN (1988) aineistossa alueen (pienimmät maatalouskeskukset oli yhdistetty, joten mukana oli 17 aluetta) merkitys ayrshirelehmien elopainoon oli erittäin merkitsevä ja friisiläislehmien



elopainoon merkitsevä, mutta suomenkarjan elopainoon alue ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi. Suomenkarjan osuus koko aineistosta oli pieni. Ayrshire- ja friisiläislehmät olivat suurimpia Länsi-Suomessa ja pienimpiä Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Karjan vaikutus lehmien elopainoon johtuu osittain ympäristötekijöistä, joista ruokinta on tärkeimpiä, mutta myös karjojen erilaisesta geneettisestä tasosta. Karjan vaikutus on ollut useissa tutkimuksissa tilastollisesti merkitsevä (mm. KARLSSON 1979, KOSKINEN 1980, PÖNNIÄINEN 1989). Karjavaikutuksen huomioon ottaminen voi kuitenkin olla vaikeaa, jos karjojen lukumäärä on suuri ja kussakin karjassa on vain muutamia eläimiä.

### 2.3.3 Poikimakerta ja lehmän ikä

Lehmät poikivat useimmiten ensimmäisen kerran noin 2-vuotiaina ja sen jälkeen ne poikivat suunnilleen vuoden välein. Näin ollen lypsylehmillä poikimakerta ja ikä ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa. Käytävissä olevista tiedoista riippuu, onko systemaattisena tekijänä ikä vai poikimakerta. Lehmät kasvavat selvästi vielä ensimmäisen tuotosvuotensa aikana, mutta sen jälkeen elopainon kasvu hidastuu. Lehmää voidaan pitää täysikasvuisena, kun se on poikunut kahdesti eli on vähintään 3-vuotias (KARLSSON 1979), vaikka niiden elopaino kohoaa hieman senkin jälkeen.

Tutkimusten mukaan lehmien elopaino kasvaa ainakin viidenteen poikimakertaan saakka, joskin kasvu hidastuu koko ajan. HOOVENIN *ym.* (1968) tutkimuksessa oli 318 holstein-friisiläislehmältä 661 havaintoa. Vähintään viisi kertaa poikineet lehmät olivat keskimäärin 124 kg painavampia kuin kerran poikineet. Erot eri poikimakertojen välillä olivat merkitseviä, kuten myös KOSKISEN (1980) tutkimuksessa, jossa ayrshirelehmien elopaino kasvoi keskimäärin 29 kg ensimmäisestä viidenteen poikimakertaan. SIEBERIN *ym.* (1988) tutkimuksessa oli 1 898 havaintoa 771 holsteinlehmältä (131 isää). Lehmien paino kohosi yli 140 kg (28 %) ensimmäisen ja viidennen poikimakerran välillä. Erot eri poikimakertojen välillä olivat merkitsevät, kuten myös PANDEYN *ym.* (1985) tutkimuksessa. Heidän aineistossaan viisi kertaa poikineet lehmät painoivat 143 kg enemmän kuin ensikot. RAJAKANGAS (1988) sijoitti tutkimuksessaan vähintään neljä kertaa poikineet lehmät yhdeksi ryhmäksi. Hän sai muista tutkimuksista poikkeavan tuloksen. Ayrshire- ja friisiläisensikot olivat rinnanympärykseltään 3–4 cm suurempia kuin vanhimmat lehmät. Hän arvelee tämän johtuvan siitä, että ensikoiden rinnanympäryys oli mitattu lypsykauden loppupuolella useammin kuin vanhempien lehmien, eikä tu-

loksia oltu korjattu lypsykauden vaiheen suhteen, vaikka tiineys kasvattaa rinnanypärystä lypsykauden lopussa.

Friisiläis- ja holsteinlehmien elopaino näyttää kohoavan iän karttuessa enemmän kuin ayrshirelehmien. KENTTÄMIEHEN *ym.* (1974) tutkimuksessa lehmän iällä oli merkitsevä vaikutus elopainoon. Eri rotujen kasvurytmi oli erilainen; suomenkarjan kasvu pysähtyi ensimmäisenä ja friisiläiset kasvoivat kauimmin. Ensikoiden elopaino erosi selvimmin muiden lehmien elopainoista. 3-vuotiaiden ayrshirelehmien elopainot olivat keskimäärin 29 kg ja yli 6-vuotiaiden 78 kg suurempia kuin 2-vuotiaiden lehmien eli ensikoiden. Friisiläislehmillä vastaavat painoerot olivat 75 kg ja 186 kg. Vaikka KARLSSONIN (1979) aineistossa kaikki lehmät olivat yli 3-vuotiaita, oli iällä tilastollisesti merkitsevä vaikutus. Iän vaikutus lehmän elopainoon kuitenkin heikkeni lehmän vanhetessa. Myös RÖNNINGENIN (1967) mukaan iän ja elopainon yhteys on sitä heikompi, mitä vanhempia eläimet ovat. Hänellä oli käytettävissään ensimmäisen lypsykauden tulokset 9 596 norjanpunakirjavalta lehmältä (168 isää) ja toisen lypsykauden tulokset 4 124 lehmältä (109 isää). Lehmien rinnanypäryys suureni ensimmäisellä lypsykaudella  $0.67 \pm 0.02$  cm kuukautta kohti ja toisella lypsykaudella  $0.55 \pm 0.05$  cm kuukautta kohti.

#### 2.3.4 Poikimaikä

Ensikoilla, jotka eivät ole vielä saavuttaneet täysikasvuisuutta, on poikimaiällä suuri vaikutus elopainoon, varsinkin jos elopaino määritetään lyhyen ajan kuluessa poikimisesta. Mitä vanhempana lehmä on poikunut ensimmäisen kerran, sitä kauemmin se on ehtinyt kasvaa ja sitä painavampi se on.

KOSKISEN (1980) tutkimuksessa poikimaiän vaikutus ensikoiden elopainoon oli tilastollisesti merkitsevä. Yli 32 kuukauden iässä poikineiden ensikoiden elopainot olivat keskimäärin 58 kg suurempia kuin alle 23 kuukauden iässä poikineiden ensikoiden. Myös RUVUNA *ym.* (1986) ovat yhteensä 680 ensikkoa käsittävässä aineistossaan havainneet poikimaiän vaikuttavan elopainoon siten, että vanhimpina poikineet olivat painavimpia. Elopainon noustessa yhdellä kilolla ensikoiden poikimaikä kohosi keskimäärin 0.02 kuukautta. RAJAKANKAAN (1988) tutkimuksessa 514 ayrshire-ensikolta tiedettiin rinnanypäryksen mittausikä. Mittausiän kasvaessa rinnanypärykset suurenivat ja erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

### 2.3.5 Poikimavuosi ja -vuodenaika

Rehujen laatu ja määrä vaihtelevat vuosittain ja se vaikuttaa eläinten tuloksiin ja tuotoksiin. Lisäksi Suomen olosuhteissa laidunkauden ja sisäruokintakauden välillä on vaihtelua ruokinnassa ja siten myös tuotoksissa. Eläinten luontainen rytmi seuraa vuodenaikaisvaihtelua. Lehmät tulevat esimerkiksi helpoimmin tiineiksi kesällä.

Poikimavuoden vaikutus lehmien elopainoon riippuu tutkittavan ajanjakson pituudesta. Eri vuodet poikkeavat satunnaisesti toisistaan, mitään selvää suuntaa ei ole olemassa lyhyellä aikavälillä. Pitkällä tähtäyksellä esim. Suomessa lehmien elopainot ovat kasvaneet. Poikimavuoden vaikutusta elopainoon ovat tutkineet HOOVEN *ym.* (1968). Tutkimuksessa oli 318 holstein-friisiläislehmältä 661 tuotosta 10 vuoden ajalta. Vuoden vaikutus elopainoon oli tilastollisesti merkitsevä, kuten myös PANDEYN *ym.* (1985) sekä RUVUNAN *ym.* (1986) tutkimuksissa, vaikka vuosien väliset erot eivät olleet johdonmukaisia. Sen sijaan RAJAKANKAAN (1988) tutkimuksessa mittausvuodella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta lehmien rinnanympäryksen muunteluun.

Poikimavuodenajalla tai -kuukaudella on useissa tutkimuksissa ollut merkitsevä vaikutus lehmien elopainoon. HOOVENIN *ym.* (1968) amerikkalaiseen aineistoon perustuvassa tutkimuksessa poikimavuodenajan vaikutus lehmien elopainoon oli tilastollisesti merkitsevä. Heidän tutkimuksessaan kevyimpiä olivat loka-joulukuussa poikineet ja painavimpia tammi-maaliskuussa poikineet lehmät. RAJAKANGAS (1988) oli tutkimuksessaan jakanut vuoden kolmeen 4 kuukauden jaksoon helmikuusta alkaen. Näin luokitellulla mittausvuodenajalla oli ayrshirelehmien elopainoon tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus. Suurimpia olivat loka-tammikuussa mitatut ja pienimpiä helmi-toukokuussa mitatut lehmät. Friisiläisillä suuntaus oli sama, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. FISHERIN *ym.* (1983) kanadalaistutkimuksen mukaan keväällä poikineet ensikot olivat kevyempiä kuin muina vuodenaikoina poikineet. Myös KOSKISEN (1980) tutkimuksessa ayrshirelehmien elopaino oli pienin keväällä ja suurin keskitalvella poikineilla lehmillä, vaikka erot eivät hänen tutkimuksessaan olleetkaan tilastollisesti merkitseviä.

### 2.3.6 Lypsykauden vaihe ja tiineys

Tavoitteena on, että lehmät poikisivat säännöllisesti vuoden välein. Lehmät pyritään saamaan kantaviksi 3–4 kuukauden kuluttua poikimisesta. Lypsykauden puolesta välistä lähtien, 6–7 kuukauden kuluttua poikimisesta, tiineyden vaikutus alkaa näkyä lehmän tuloksissa. Niinpä tiineyden

ja lypsykauden vaiheen merkitykset lehmän elopainoon ovat kiinteästi yhteydessä toisiinsa, varsinkin lypsykauden loppupuolella.

Lypsykauden vaihe, eli montako päivää poikimisesta on kulunut, vaikuttaa eri tutkimusten mukaan tilastollisesti merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi lehmien elopainoon (KENTTÄMIES *ym.* 1974, KOSKINEN 1980). Lypsykauden loppua kohti lypsykauden vaiheen merkitys kasvaa (KARLSSON 1979). KOSKISEN (1980) tutkimuksessa ayrshirelehmien painonmäärityksen ja poikimisen välisen ajanjakson pituus ei ollut ensikoilla tilastollisesti merkitsevä, mutta useamman kerran poikineilla se oli erittäin merkitsevä. Lehmät olivat kevyimpiä 2–3 kuukauden kuluttua poikimisesta ja painavimpia, kun poikimisesta oli kulunut yli 7 kuukautta. Eroa oli kuitenkin vain reilut 13 kg. RAJAKANKAAN (1988) rakennearvosteluaineistossa 514 ayrshire-ensikon rinnanympärysmittaan lypsykauden vaihe (3 kuukauden jaksot) vaikutti erittäin merkitsevästi. Rinnanympärysyys oli pienimmillään 3–6 kuukauden kuluttua poikimisesta, mutta sen jälkeen se suureni koko lypsykauden loppuajan.

Tiineys luonnollisesti kasvattaa lehmän elopainoa. Sikiö ja sen tarvitsemat kudokset kasvavat, lisäksi lehmä usein kerää ravintovarastoja elimistönsä tulevaa lypsykautta varten, varsinkin tiineyden loppuvaiheessa. Ensimmäisten tiineyskuukausien aikana painonnousu on hyvin vähäistä, mutta suunnilleen viidennestä tiineyskuukaudesta alkaen lehmän paino alkaa kohota (KENTTÄMIES *ym.* 1974). Samaan tulokseen on päätyntä myös KANTANEN (1991) suomalaisia alkuperäisrotuja käsittelevässä tutkimuksessaan. Rinnanympärysmittasta arvioitua elopainoa varten taulukoita laatiessaan KENTTÄMIES *ym.* (1974) totesivat, että rinnanympärysmitta ja elopaino kohosivat kaikilla suomalaisilla lypsyroduilla tiineyden edetessä. Kuitenkin vain 8. ja 9. kuukautta tiineinä olleiden lehmien elopaino oli merkitsevästi suurempi kuin ei-tiineiden lehmien. Ayrshirelehmillä ei-tiineiden ja 9. kuukautta tiineinä olleiden lehmien elopainojen ero oli 41 kg. Friisiläislehmillä vastaava ero oli noin 35 kg. Heidän käyttämänsä aineisto ei kuitenkaan ollut hyvä tiineyden vaikutuksen selvittämiseksi, koska jokaiselta lehmältä oli vain yksi tulos satunnaisessa tiineyden vaiheessa ja vain pieni osa lehmistä oli tiineyden loppuvaiheessa.

Tiineyden vaikutuksen poistamiseksi lehmien elopainot on Suomessa määritettävä neljän kuukauden kuluessa poikimisesta, jolloin mahdollinen tiineys ei vielä vaikuta elopainoon (MKL 1983). Myös useissa lehmien elopainoa koskevissa tutkimuksissa elopaino on mitattu pian poikimisen jälkeen, joten lypsykauden vaihe tai tiineys ei ole vaikuttanut elopainoon (mm. CLARK ja TOUCHBERRY 1962, MCDANIEL ja LEGATES 1965, SIEBER *ym.* 1988, MOORE *ym.* 1991).

## 2.4 Lehmien elopainon periytyvyys

Lehmien elopaino on melko hyvin periytyvä ominaisuus, joskin periytyvyysasteen ( $h^2$ ) arviot vaihtelevat paljon eri tutkimuksissa rodusta ja populaatiosta riippuen (Taulukko 1). Ensikoiden ja vanhempien lehmien elopainon periytyvyysasteissa on eroja; yleensä ensikoiden elopainon periytyvyysaste on alhaisempi kuin vanhempien lehmien (mm. KOSKINEN 1980). SYRSTADin (1966) mukaan elopainon periytyvyysaste kasvaa myöhemminkin lehmän iän kohotessa.

Ayrshiren ja muiden punakirjavien rotujen ensikoiden elopainon periytyvyysasteet ovat vaihdelleet eri tutkimuksissa 0.12–0.54 (mm. HICKMAN ja BOWDEN 1971, BATRA *ym.* 1986, MOORE *ym.* 1991) (Taulukko 1). Suomalaistutkimuksissa elopainot on arvioitu rinnanympärysmittan perusteella. KOSKISEN (1980) aineistossa oli 833 ayrshire-ensikkoa, joiden elopainon periytyvyysaste oli 0.30. HAAPA ja SYVÄJÄRVI (1987) saivat ayrshireaineistostaan hieman korkeamman periytyvyysasteen; 0.42 (1 002 ensikkoa, 44 isää). Norjalais- ja kanadalaistutkimuksissa lasketut vastaavat periytyvyysasteen arviot ovat olleet hyvin samanlaisia kuin suomalaisarviot; 0.30 (RØNNINGEN 1967) ja 0.26 (BATRA *ym.* 1986). Selvästi muita tutkimuksia alhaisemman periytyvyysasteen (0.12) ovat saaneet MOORE *ym.* (1991). Se voi johtua siitä, että he ovat laskeneet periytyvyysasteen monen ominaisuuden Maximum likelihood -menetelmällä, kun muut ovat laskeneet periytyvyysasteet yhden ominaisuuden isänpuoleisella puolisisarkorrelaatiolla.

Friisiläis- ja holsteinensikoiden elopainon periytyvyydestä on olemassa lukuisia arvioita, jotka vaihtelevat 0.16–0.66 (mm. HARVILLE ja HENDERSON 1966, PHILIPSSON 1976, MILLER *ym.* 1981). Suuri vaihtelu arvioissa voi johtua sekä erilaisista laskentamenetelmistä ja havaintomääristä että populaatioiden välisistä geneettisistä eroista. Suomalaisten friisiläisensikoiden elopainon periytyvyydestä ei kirjallisuudessa ole arvioita. Ruotsalaisten friisiläisensikoiden rinnanympäryksen periytyvyysaste oli PHILIPSSONin (1976) tutkimuksessa 0.29 (1 090 ensikkoa). Eri tutkimusten keskiarvo asettuu 0.30–0.40 (mm. LIN *ym.* 1985, BATRA *ym.* 1986) (Taulukko 1).

Vähintään kaksi kertaa poikineiden punakirjavien rotujen lehmien elopainon periytyvyysasteet olivat eri tutkimuksissa hyvin samanlaisia; 0.27–0.39 (mm. SYRSTAD 1966, KARLSSON 1979, KOSKINEN 1980) (Taulukko 1). Näistä selvästi poikkeava oli RAJAKANKAAN (1988) tutkimuksen tulos, jonka mukaan ayrshirelehmien rinnanympäryksen periytyvyysaste oli 0.56 (7 330 lehmää, 187 isää). Syytä tähän poikkeavaan tulokseen ei

Taulukko 1: Lehmien elopainon ja rinnanympäryksen periytyvyysasteita eri tutkimuksissa.

$h^2 \pm s.e.$	lehmiiä	isiä	rotu <sup>1</sup>	huom. <sup>2</sup>	lähde
0.29	185		hl	(1) <sup>3</sup>	Clark ja Touchberry 1962
0.19	385		hl	(1-4) <sup>3</sup>	Clark ja Touchberry 1962
0.44 ± 0.11	986		hl	(1)	McDaniel ja Legates 1965
0.58 ± 0.12	(1054) <sup>4</sup>		hl	3-4 v.	McDaniel ja Legates 1965
0.57 ± 0.11	(1128) <sup>4</sup>		hl	5-10 v.	McDaniel ja Legates 1965
0.31 ± 0.03	12935	66	nrf	r.ymp.; 3 v.	Syrstad 1966
0.37 ± 0.04	11054	63	nrf	r.ymp.; 4 v.	Syrstad 1966
0.39 ± 0.05	8456	55	nrf	r.ymp.; 5 v.	Syrstad 1966
0.16	22767	215	hl	(1)	Harville ja Henderson 1966
0.40	2174	63	gr	(1)	Harville ja Henderson 1966
0.30 ± 0.03	9596	168	nrf	r.ymp. (1)	Rønningen 1967
0.42 ± 0.06	4124	109	nrf	r.ymp. (2)	Rønningen 1967
0.38 ± 0.07	2367	81	hl	(1)	Brum ja Ludwick 1969
0.43 ± 0.13	847	50	hl	5 v.	Brum ja Ludwick 1969
0.22 ± 0.07	649		hl	(1)	Hickman ja Bowden 1971
0.54 ± 0.10	423		ay	(1)	Hickman ja Bowden 1971
0.29 ± 0.09	1090		slb	(1)	Phillipsson 1976
0.27 ± 0.09	994	35	srb	r.ymp.; > 3 v.	Karlsson 1979
0.49 ± 0.13	1054	32	slb	r.ymp.; > 3 v.	Karlsson 1979
0.30 ± 0.12	833		ay	(1)	Koskinen 1980
0.32 ± 0.03	14020		ay	(≥ 2)	Koskinen 1980
0.66 ± 0.17	530		hl	(1)	Miller <i>ym.</i> 1981
0.57 ± 0.11	317		hl	(1) <sup>3</sup>	Miller <i>ym.</i> 1981
0.27 ± 0.09	994	56	hl	(1)	Lin <i>ym.</i> 1985
0.25 ± 0.08	2263		hl, jr		Badinga <i>ym.</i> 1985
0.43 ± 0.09	1087		hl	(1)	Batra <i>ym.</i> 1986
0.40 ± 0.13	551		hl	(≥ 2)	Batra <i>ym.</i> 1986
0.26 ± 0.14	524		ay	(1)	Batra <i>ym.</i> 1986
0.34 ± 0.09	1341	71	ay, hl	r.ymp.	Lin <i>ym.</i> 1987
0.42 ± 0.11	1002	44	ay	(1)	Haapa ja Syväjärvi 1987
0.40 ± 0.07	32061		dsr	(1)	Rybka ja Wolf 1988
0.54 ± 0.05	9933	137	ay, fr	r.ymp.	Rajakangas 1988
0.12	11457	66	ay	(1)	Moore <i>ym.</i> 1991
0.18	112371	416	hl	(1)	Moore <i>ym.</i> 1991
0.37	keskiarvo				

- <sup>1</sup> hl = holstein  
gr = guernsey  
ay = ayrshire  
jr = jersey  
fr = friisiläinen  
nrf = norjanpunakirjava  
slb = ruotsinfrisiiläinen  
srb = ruotsinpunakirjava  
dsr = saksanmustankirjava

<sup>2</sup> Suluissa, minkä lypsykauden tuloksista periytyvyysaste on laskettu.

<sup>3</sup> Emä - tytär -regressio.

<sup>4</sup> Havaintojen lukumäärä.

tiedetä. KOSKISEN (1980) suomalaisessa ayrshireaineistossa elopainon periytyvyysaste oli 0.32 (14 020 lehmää), mikä on samanlainen ulkomaisten tutkimustulosten kanssa.

Vähintään kaksi kertaa poikineiden friisiläis- ja holsteinlehmien elopainon periytyvyysaste on useiden tutkimusten mukaan hieman korkeampi kuin ayrshirelehmien, myös vaihtelua esiintyy enemmän. Periytyvyysasteen arviot vaihtelivat 0.19–0.58 (mm. CLARK ja TOUCHBERRY 1962, MCDANIEL ja LEGATES 1965, BATRA *ym.* 1986) (Taulukko 1). RAJAKANKAAN (1988) tutkimuksen mukaan suomalaisten friisiläislehmien rinnanympäryksen periytyvyysaste oli 0.50 (1987 lehmää, 50 isää). Myös KARLSSON (1979) on päätenyt samaan arvioon (0.49) ruotsalaisessa friisiläispopulaatiossa. Keskimäärin friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteet ovat olleet suunnilleen samanlaisia kuin friisiläisensikoiden eli 0.30–0.40.

Kirjallisuuden perusteella lehmien elopainon periytyvyysaste eri populaatioissa ja eri-ikäisillä lehmillä asettuu 0.25 ja 0.40 välille, joissakin tapauksissa jopa 0.50:n tienoille. Taulukon 1 periytyvyysasteiden aritmeettiseksi keskiarvoksi tulee 0.37. Varianssien käänteisluvuilla painotettu keskiarvo on puolestaan hieman korkeampi, 0.44 (keskiarvossa ovat mukana vain ne periytyvyysasteet, joille on ilmoitettu keskivirhe). LIN *ym.* (1987) ovat lisäksi tehneet sen havainnon, että valinta korkeiden ensikoiden suhteen on tuloksellisempaa kuin valinta pitkien ensikoiden suhteen, koska lehmien korkeus ( $h^2 = 0.51$ ) on paremmin periytyvä ominaisuus kuin niiden pituus ( $h^2 = 0.19$ ). Rinnanympäryksen periytyvyysaste (0.34) asettuu korkeuden ja pituuden puoliväliin.

## 2.5 Lehmien elopainon yhteydet maidontuotanto-ominaisuuksiin

### 2.5.1 Maito-, rasva- ja valkuaistuotos

Lypsyrotuisten eläinten tärkeimpänä valintaperusteena ovat maidontuotanto-ominaisuudet. Niiden ja elopainon välisistä yhteyksistä voidaan arvioida, miten tällainen valinta vaikuttaa elopainoihin. Myös taloudellisesti on tärkeää tietää, millainen yhteys maitotuotoksen ja elopainon välillä on, koska painava lehmä kuluttaa enemmän energiaa kuin kevyt lehmä. Siksi sen olisi myös tuotettava enemmän kattaakseen rehukustannuksensa. Maito-, rasva- ja valkuaistuotos ovat erittäin kiinteästi yhteydessä toisiinsa. Niiden keskinäiset geneettiset korrelaatiot ovat yli +0.65 ja fenotyypiset korrelaatiot ovat vielä korkeampia; yli +0.75 (TORNIAINEN

1991). Sen vuoksi eri tuotosten yhteydet elopainoon ovat hyvin samantyyppiset.

HARVILLE ja HENDERSON (1966) esittävät kolme mahdollista syytä lehmien koon ja tuotoksen väliselle positiiviselle yhteydelle. Ensimmäkin sekä koko että tuotos ovat positiivisesti korreloituneet eläimen ikään. Koska molemmat ovat samalla tavalla yhteydessä ikään, ne ovat samoin yhteydessä myös toisiinsa. Toinen selitys on, että ympäristöolot, jotka suosivat korkeaa maidontuotantoa, suosivat usein myös eläimen koon kasvua. Kolmas mahdollinen selitys on, että koon ja tuotoksen välillä voi olla positiivinen geneettinen korrelaatio, mikä johtuu siitä, että samat geenit vaikuttavat sekä maitotuotokseen että elopainoon.

Ayrshirelehmien ensimmäisen lypsykauden tuloksista laskettuja elopainon ja tuotosten välisiä yhteyksiä kirjallisuudessa oli vain muutamia (mm. RØNNINGEN 1967, KOSKINEN 1980), eivätkä ne poikenneet useamman lypsykauden tuloksista lasketuista yhteyksistä. Ayrshirelehmien elopainon ja tuotosten väliset fenotyypilliset korrelaatiot olivat useimmissa tutkimuksissa positiivisia vaihdellen  $-0.02$ – $+0.18$  (mm. RØNNINGEN 1967, MOORE *ym.* 1991) (Taulukko 2). Vastaavat geneettiset korrelaatiot sen sijaan olivat ayrshirelehmillä negatiivisia ( $-0.33$ – $-0.04$ ). Arvioita oli vain muutamia ja keskivirheet olivat suuria (RØNNINGEN 1967, MOORE *ym.* 1991). Elopainon ja rasva- ja valkuaistuotoksen geneettiset yhteydet oli laskenut vain MOORE *ym.* (1991), eivätkä ne poikenneet elopainon ja maitotuotoksen välisestä yhteydestä.

Suomalaistutkimuksessa ayrshirelehmien elopainon ja tuotosten yhteydet olivat  $+0.15$ – $+0.18$  eli selvästi positiivisia (KOSKINEN 1980). HAAVAN ja SYVÄJÄRVEN (1987) mukaan ayrshire-ensikoiden elopainon ja 4-prosenttiseksi rasvakorjatun maitotuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli  $+0.38$  ja fenotyypinen  $+0.25$  (1 002 ensikkoa, 44 isää). Suomalaisarviot olivat selkeämmin positiivisia kuin vastaavat ulkomaisissa tutkimuksissa lasketut korrelaatiot.

Mustankirjavien rotujen elopainon ja tuotosten välisistä yhteyksistä oli useita tutkimuksia sekä ensikoiden että vanhempien lehmien tuloksista (Taulukko 2). Toisin kuin ayrshirellä, friisiläis- tai holsteinlehmien elopainon ja tuotosten väliset sekä geneettiset että fenotyypilliset korrelaatiot olivat useimmissa tutkimuksissa positiivisia (mm. HARVILLE ja HENDERSON 1966, MEYER *ym.* 1987).

Friisiläisensikoiden elopainon ja maitotuotoksen väliset geneettiset korrelaatiot vaihtelivat  $-0.23$ – $+0.45$  (mm. CLARK ja TOUCHBERRY 1962, BRUM ja LUDWICK 1969, MOORE *ym.* 1991). Keskivirheet olivat kuitenkin monissa tutkimuksissa suuria, joten yhteyden ei voitu aina osoittaa



Taulukko 2: Elopainon (tai rinnanympäryksen) ja maito-, rasva- tai valkuaistuotoksen välisiä korrelaatioita.

elopaino x						lehmää <sup>1</sup>	isiä	rotu <sup>2</sup>	lähde
maito, kg		rasva, kg		valk. kg					
$r_G \pm s.e.$	$r_P$	$r_G \pm s.e.$	$r_P$	$r_G \pm s.e.$	$r_P$				
	+0.03		0.08			1 771	hl	Anon. -61	
	+0.73		0.46		0.66	154	hl,gr,	Erb & Ashworth -61	
+0.02 ± 0.34		+0.05				(216)	jr		
		±0.33				185	hl <sub>1</sub>	Clark & Touchberry -62	
-0.12 ± 0.33		-0.23				385	hl <sub>1-4</sub>	Clark & Touchberry -62	
		±0.32							
+0.50 ± 0.32	+0.02					452	71 hl, gr	Wilk ym. -63	
+0.21 ± 0.20						986	hl <sub>1</sub>	McDaniel & Legates -65	
-0.02 ± 0.22						(1054)	hl <sub>2-3</sub>	McDaniel & Legates -65	
+0.45	+0.17	+0.35	0.18			22 767	215 hl <sub>1</sub>	Harville & Henderson -66	
+0.40	+0.08	+0.60	0.13			2 174	63 gr <sub>1</sub>	Harville & Henderson -66	
-0.06 ± 0.08	+0.08					9 596	168 nrf <sub>1</sub>	Rønningen -67	
-0.04 ± 0.11	-0.02					4 124	109 nrf <sub>2</sub>	Rønningen -67	
	+0.42		0.43			318	17 hl	Hooven ym. -68	
						(661)			
+0.03 ± 0.18	+0.02	+0.13	0.04			2 367	81 hl <sub>1</sub>	Brum & Ludwick -69	
		±0.17							
	+0.31		0.27			82	dsr	Jähne ym. -76	
					0.19	833	ay <sub>1</sub>	Koskinen -80	
	+0.17		0.18		0.15	14 020	ay	Koskinen -80	
+0.35 ± 0.31	+0.52	+0.50	0.35	+0.16	0.41	994	56 hl <sub>1</sub>	Lin ym. -85	
		±0.16		±0.27					
+0.30 ± 0.15	+0.18					1 341	71 hl, ay	Lin ym. -87	
-0.09	+0.09	-0.06	0.11	-0.05	0.11	11 239	507 fr-hl <sub>1</sub>	Meyer ym. -87 <sup>3</sup>	
+0.16	+0.03	+0.13	0.05	+0.19	0.07	5 849	270 fr-hl <sub>2</sub>	Meyer ym. -87 <sup>3</sup>	
	+0.20		0.24			771	131 hl	Sieber ym. -88	
						(1898)			
+0.16	+0.09	-0.24	0.02	+0.09	0.14	≈14 000	dsr	Rybka & Wolf -88	
	-0.02		0.09		0.06		164 fr <sup>3</sup>	Murphy & Sinnott -89	
-0.33	+0.15	-0.30	0.16	-0.38	0.17	11 457	66 ay <sub>1</sub>	Moore ym. -91	
-0.23	+0.11	-0.27	0.12	-0.18	0.14	112 371	416 hl <sub>1</sub>	Moore ym. -91	
Keskiarvot									
+0.11	+0.17	+0.06	0.18	-0.03	0.21				

<sup>1</sup> Suluissa avaintojen lukumäärä.

<sup>2</sup> ay = ayrshire jr = jersey dsr = saksanmustankirjava gr = guernsey

hl = holstein fr = friisil. nrf = norjanpunakirjava

Alaindeksinä minkä lypsykauden tuloksista korrelaatiot laskettu.

<sup>3</sup> Silmävaraisesti arvioitu koko.

poikkeavan tilastollisesti merkitsevästi nollassa. Vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot olivat positiivisia (+0.02–+0.52). Ensikoiden elopainon ja rasvatuotoksen sekä muutamat elopainon ja valkuaisuotoksen väliset geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot olivat kaikissa tutkimuksissa hyvin samanlaisia kuin elopainon ja maitotuotoksen vastaavat korrelaatiot.

Friisiläis- ja holsteinlehmien usean lypsykauden tuloksista lasketuissa elopainon ja tuotosten välisissä geneettisissä ja fenotyyppisissä korrelaatioissa esiintyi hieman enemmän vaihtelua (–0.12–+0.50) kuin ensikoiden vastaavissa korrelaatioissa (mm. CLARK ja TOUCHBERRY 1962, RYBKA ja WOLF 1988) (Taulukko 2). Myös vähintään kahdesti poikineilla lehmillä elopainon ja tuotosten väliset fenotyyppiset korrelaatiot olivat positiivisia, vaikka vastaavat geneettiset korrelaatiot olisivatkin olleet negatiivisia, kuten ensikoillakin. Maito-, rasva- ja valkuaisuotosten yhteydet elopainoon olivat keskenään samanlaisia.

HUHTASEN (1982) tutkimuksen mukaan lehmien elopainon ja tuotoksen välinen riippuvuus on käyräviivainen; yhteys heikkenee elopainon kasvaessa ja voi tietyn rajan jälkeen muuttua jopa negatiiviseksi. Myös SYRSTAD (1966) on havainnut saman ilmiön; suurimmat tuotokset ovat keskikokoisilla lehmillä.

Eri tutkijoiden mukaan lehmien elopainon ja maitotuotoksen välinen yhteys on hyvin lievästi positiivinen (mm. HARVILLE ja HENDERSON 1966) tai sitä ei ole ollenkaan (mm. RYBKA ja WOLF 1988) populaatiosta riippuen. Toisaalta vain MOORE *ym.* (1991) olivat sitä mieltä, että yhteys olisi negatiivinen. Samanlaisia tuloksia on saatu elopainon ja rasva- ja valkuaisuotoksen välisistä yhteyksistä. Elopainon ja maitotuotoksen väliset geneettiset korrelaatiot vaihtelivat eri tutkimuksissa paljon (–0.33–+0.50) (Taulukko 2). Vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot olivat yleensä positiivisia. Taulukon 2 geneettisten korrelaatioiden aritmeettiseksi keskiarvoksi tuli +0.11. Keskiarvot olivat useissa tutkimuksissa suuria, joten itseisarvoltaan suurehkothan korrelaatiot eivät välttämättä eronneet merkitsevästi nollassa. Elopainon ja rasva- ja valkuaisuotoksen yhteydet olivat samanlaisia kuin elopainon ja maitotuotoksen. Varsinkin valkuaisuotoksesta oli vähän tutkimustuloksia. Elopainon kohotessa maidon ja sen eri aineosien tuotokset näyttävät siis keskimäärin hieman nousevan. Yhteys on kuitenkin pieni ja se voi olla eri populaatioissa erilainen.

## 2.5.2 Maidon rasva- ja valkuaispitoisuus

Maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden sekä elopainon välisten yhteyksien suunnasta ja suuruudesta on vaikea sanoa mitään varmaa, koska asiaa

Taulukko 3: Elopainon (tai rinnanympäryksen) ja maidon pitoisuuksien välisiä korrelaatioita.

elopaino X				lehmä	isiä	rotu <sup>1</sup>	lähde
rasva-%		valkuais-%					
$r_G \pm s.e.$	$r_P$	$r_G \pm s.e.$	$r_P$				
+0.10 ± 0.18				986		hl (1)	McDaniel ja Legates 1965
-0.08 ± 0.16				1 054		hl (2-3)	McDaniel ja Legates 1965
-0.28	±0.00			22 767	215	hl (1)	Harville ja Henderson 1966
+0.52	+0.11			2 174	63	gr (1)	Harville ja Henderson 1966
-0.01	+0.02	+0.05	+0.03	11 239	507	fr-hl (1) <sup>3</sup>	Meyer ym. 1987
-0.03	±0.00	+0.11	+0.04	5 849	270	fr-hl (2) <sup>3</sup>	Meyer ym. 1987
	+0.09			771 <sup>2</sup>	131	hl	Sieber ym. 1988
-0.42	-0.11	-0.19	+0.15	14 000		dsr	Rybka ja Wolf 1988
	+0.16		+0.18		164	fr <sup>3</sup>	Murphy ja Sinnott 1989
-0.03	+0.04	-0.01	+0.10	keskiarvo			

<sup>1</sup> hl = holstein fr = friisiläinen

gr = guernsey dsr = saksanmustankirjava

Suluissa, minkä lypsykauden tuloksista korrelaatiot laskettu.

<sup>2</sup> 1898 havaintoa.

<sup>3</sup> Silmävaraisesti arvioitu koko.

on tutkittu hyvin vähän. Rasva- ja valkuaispitoisuuden yhteydet elopainoon ovat samanlaiset, koska ne ovat voimakkaassa yhteydessä toisiinsa, kuten tuotoksetkin keskenään.

Muutamat kirjallisuudesta löytyvät tutkimustulokset viittavat siihen suuntaan, että geneettiset yhteydet elopainon ja maidon pitoisuuksien välillä olisivat lievästi negatiivisia, mutta fenotyypiset yhteydet lievästi positiivisia, tai yhteyttä ei käytännöllisesti katsoen ole ollenkaan. Elopainon, rinnanympäryksen tai silmävaraisesti arvioitun koon ja maidon rasvapitoisuuden väliset geneettiset korrelaatiot olivat ensikoilla eri roduilla -0.28 - +0.10 ja vanhemmilla lehmillä -0.42 - -0.08 (mm. MCDANIEL ja LEGATES 1965, RYBKA ja WOLF 1988) (Taulukko 3). Keskiarvo oli lievästi negatiivinen (-0.03). Vastaavat fenotyypiset korrelaatiot olivat keskimäärin hieman positiivisia (+0.04) ja vaihtelua esiintyi vähemmän (-0.11 - +0.16). Elopainon ja maidon valkuaispitoisuuden välisestä yhteydestä oli vain muutama arvio. Geneettiset korrelaatiot vaihtelivat -0.19 - +0.11 ja fenotyypiset korrelaatiot +0.03 - +0.15 (mm. MEYER ym. 1987, MURPHY ja SINNOTT 1989).

## 2.6 Lehmien elopainon yhteydet muihin ominaisuuksiin

### 2.6.1 Kasvunopeus

Lehmien elopaino on positiivisessa yhteydessä niiden omaan kasvunopeuteen ennen ensimmäistä poikimista ja painonmuutokseen varsinkin ensimmäisellä lypsykaudella (RYBKA ja WOLF 1988). Lisäksi lehmien elopaino on positiivisessa yhteydessä niiden isien tai poikien kasvunopeuteen (ROO ja FIMLAND 1983). Tämä yhteys on mielenkiintoinen siksi, että monissa maissa kasvunopeus on yksi keinosiemennyssonnien valintaperusteista.

Nuorilla eläimillä kasvunopeuden ja elopainon välinen yhteys on hyvin korkea, koska kasvavalla eläimellä elopaino ja kasvu ovat likimain sama ominaisuus. Esimerkiksi kasvutestissä sonnien päiväkasvun (90–365 päivää) ja elopainon (vuoden iässä) välinen yhteys on sekä geneettisesti että fenotyypisesti yli +0.80 (LAMPINEN 1987). Saman voidaan olettaa pätevän myös hiehoihin; nopeasti kasvavista hiehoista tulee suuria lehmiä.

RYBKAN ja WOLFIN (1988) mukaan painavilla lehmillä on eniten taipumusta elopainon kasvattamiseen tulevan lypsykauden aikana. Heidän tutkimuksessaan oli 32 061 mustankirjavaa ensikkoo. Niiden elopaino oli mitattu 20, 135 ja 225 päivän kuluttua poikimisesta. Lisäksi oli laskettu elopainonmuutos 45–135 ja 136–225 päivän kuluttua poikimisesta. Geneettiset korrelaatiot elopainojen ja elopainojenmuutosten välillä olivat melko korkeita ja positiivisia (+0.10–+0.57), esimerkiksi elopainon 20 päivän kuluttua poikimisesta ja kahden jakson kasvun geneettiset korrelaatiot olivat +0.38 ja +0.57. Fenotyypiset korrelaatiot olivat alhaisempia. Samansuuntaisen havainnon ovat tehneet myös MILLER *ym.* (1981).

Sonnin oman tai sen poikien kasvutestitulosten ja tyttärien elopainon tai rinnanympäryksen väliset yhteydet ovat yleensä positiivisia. Sonnin oman päiväkasvun ja tytärten rinnanympäryksen välinen geneettinen korrelaatio oli +0.40 norjanpunakirjavalla rodulla (ROO ja FIMLAND 1983). Tutkimuksessa oli mukana 467 jälkeläisarvosteltua sonnina. Rinnanympäryks oli mitattu vähintään 60 tyttäreltä. ROO ja FIMLAND (1983) ovat kuitenkin sitä mieltä, että sonnien valinta kasvutestin perusteella vaikuttaa vain vähän tytärten kokoon, koska he eivät pidä laskemaansa korrelaatiota riittävän suurena. KARLSSON (1979) on päätenyt tutkimukseensa päinvastaiseen tulokseen. Hänen mielestään sonnien valinta kasvukyvyn suhteen kasvattaa selvästi lehmien rinnanympärystä ja elopainoa. Ruotsinpunakirjavalla rodulla sonnien poikien päiväkasvun ja tytärten rinnanympäryksen välinen geneettinen korrelaatio oli +0.73 (35 sonnina, 808 poikaa, 994 tytärtä) ja friisiläisellä +0.65 (32 sonnina, 443 poikaa, 1054

tytärtä). KARLSSONIN (1979) mielestä lehmien elopainon kasvu voidaan estää vain käyttämällä rajoitettua valintaindeksiä.

Lehmän elopainolla voi olla vaikutusta myös sen poikien kasvukykyyn. OJALA (1982) tutki sonnien kasvutestituloksia ja mm. emän painon vaikutusta niihin. Emän elopainolla oli lievä positiivinen yhteys sonnien kasvukykyyn ( $r = +0.12$ ). Keskimääräistä painavampien emien pojat kasvoivat eri ikäkausina muita nopeammin.

## 2.6.2 Rakenne

Lehmien rakennetta kuvataan monilla erilaisilla mitoilla ja ominaisuuksilla. Rakenneominaisuuksien ja elopainon väliset geneettiset ja fenotyypilliset korrelaatiot ovat olleet eri tutkimuksissa lievästi positiivisia tai likimain nollia (LIN *ym.* 1987, MEYER *ym.* 1987, RAJAKANGAS 1988). Silmävaraisesti, subjektiivisesti arvosteltujen rakenneominaisuuksien ja elopainon väliset yhteydet ovat positiivisia. Tämä johtuu osittain siitä, että suurikokoisten eläinten on huomattu näyttävän helposti parempirakenteisilta kuin vastaavien pienikokoisten eläinten (RAJAKANGAS 1988).

LIN *ym.* (1987) tutkivat 1341 holstein- ja ayrshire-ensikon utare- ja nänniominaisuuksien ja rinnanympäryksien yhteyksiä. Geneettiset korrelaatiot vaihtelivat  $-0.17$ – $+0.48$  keskivirheiden ollessa melko suuria. Fenotyypilliset korrelaatiot olivat huomattavasti pienempiä, likimain nollia ( $+0.01$ – $+0.11$ ). Suunnilleen samoihin tuloksiin on päätyntä RAJAKANGAS (1988) suomalaisten lehmien rakennetta tutkiessaan. Geneettiset korrelaatiot rinnanympäryksen ja utare- ja nänniominaisuuksien välillä olivat  $-0.18$ – $+0.12$  ja vastaavat fenotyypilliset korrelaatiot  $-0.07$ – $+0.08$ . Samassa tutkimuksessa lehmien rinnanympäryksen ja jalkaominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot vaihtelivat  $+0.02$ – $+0.17$  ja fenotyypilliset korrelaatiot  $0.00$ – $+0.09$  (RAJAKANGAS 1988).

## 2.6.3 Vasikan syntymäpaino

Lehmien elopainon kasvamisesta on haluttu hillitä siksi, että samalla vasikoiden syntymäpainot saattavat kasvaa, ja se taas lisää poikimavaiveuksia. Lehmän elopainon ja vasikan syntymäpainon välillä on havaittu olevan positiivinen yhteys.

Suomessa tutkittiin erään koetilan karjassa 1960-luvun lopulla 225 poikimista. Lehmän elopaino mitattiin 5 päivän kuluttua poikimisesta. Lehmän elopainon ja vasikan syntymäpainon välinen korrelaatio oli  $+0.41$  ja se oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Vasikan syntymäpainon ja emän elopainon välinen korrelaatio oli suurempi  $1.-3.$  poikimakerralla

kuin myöhemmin (KOSSILA ja TASKINEN 1969). Toisessa suomalaistutkimuksessa (OJALA 1982) emän elopainon ja sonnivasikan syntymäpainon välinen korrelaatio,  $+0.13$  (314 ayrshirevasikkaa), oli alhaisempi mutta tilastollisesti merkitsevä. SIEBER *ym.* (1989) ovat myös tutkinet yhden koetilän karjassa 1794 poikimista 762 lehmältä. Vasikan syntymäpainon ja lehmän elopainon väliset fenotyypiset yhteydet eri poikimakerroilla vaihtelivat  $+0.05$ – $+0.20$ . Kun kaikki poikimiset käsiteltiin yhdessä, yhteydeksi tuli  $+0.27$ , joka oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Myös ensimmäisellä poikimakerralla vasikan ja emän painojen yhteys oli erittäin merkitsevä. Lähes samaan tulokseen ovat päätyneet MEIJERING ja POSTMA (1984); 250 mustankirjavan hiehon rinnanypäryksen ja vasikan syntymäpainon välinen korrelaatio oli  $+0.30$ .

#### 2.6.4 Poikimavaikkeudet ja vasikkakuolleisuus

Lehmän suuri elopaino yhdistetään yleensä poikimavaikkeuksien lisääntymiseen. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan vahvista tällaisen yhteyden olemassaoloa, vaan suurilla lehmillä näyttäisi olevan helpommat poikimiset kuin pienillä lehmillä (MEIJERING ja POSTMA 1984, SIEBER *ym.* 1989). PHILIPSSON (1976) tutki 1090 ruotsinfrüisiläishiehon poikimiset. Jokaiselta mitattiin rinnanypäryys muutamaa päivää ennen poikimista. Poikimisen vaikeutta arvosteltiin erilaisin asteikoin helposta vaikeaan. Niiden ja rinnanypäryksen välinen geneettinen korrelaatio vaihteli  $-0.20$ – $-0.16$ , mutta keskivirheet olivat suurempia kuin itse estimaatit, joten poikimavaikkeuksien ja lehmän elopainon välillä ei voitu osoittaa olevan minkäänlaista yhteyttä. Suuntaus oli kuitenkin, että hyvin lihavilla ja hyvin laihoilla lehmillä oli poikimavaikkeuksia enemmän kuin muilla. Suomalaisilla lehmillä poikimavaikkeuksien (poikiminen oli arvosteltu helposta vaikeaan asteikolla 1–4) ja rinnanypäryksen geneettinen korrelaatio oli  $-0.16$ – $-0.09$  ja fenotyypinen  $-0.01$  (RAJAKANGAS 1988). Vaikka yhteydet eivät olleetkaan tilastollisesti merkitseviä, suurilla lehmillä tuntui olevan helpommat poikimiset.

MEIJERING ja POSTMA (1984) tutkivat 250 mustankirjavan hiehon poikimiset. He arvostelivat poikimiset helposta vaikeaan asteikolla 1–3. Hiehon elopainolla tai rinnanypäryksellä oli vain jokseenkin merkitsevä vaikutus poikimavaikkeuksien esiintymiseen. SIEBER *ym.* (1989) ovat puolestaan tutkimiensa 1794 poikimisen (762 lehmää), perusteella sitä mieltä, että painavilla ja suurilla lehmillä on helpommat poikimiset ja ne tarvitsevat vähemmän ulkopuolista apua poikiessaan kuin pienet lehmät. He saivat lehmien elopainon ja poikimisavun määrän (asteikolla 1–10) vä-

liseksi fenotyyppiseksi korrelaatioksi  $-0.24$ , joka oli myös tilastollisesti merkitsevä.

Lehmien elopainon kohotessa vasikkakuolleisuus lisääntyy eli niiden välinen yhteys on positiivinen. LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI (1978) ottivat karjantarkkailuaineistosta noin 47000 poikimista käsittävän otoksen ja tutkivat ne tapaukset, joissa vasikka oli joko syntynyt kuolleena tai kuollut vuorokauden kuluessa poikimisesta. Pienillä (alle 450 kg) ja keskikokoisilla (460–500 kg) lehmillä vasikkakuolleisuus oli selvästi vähäisempää kuin suurilla (yli 510 kg) lehmillä. Karjantarkkailuun kuuluvien lehmien keskielopaino oli tuolloin 470 kg (MAATILAHALLITUS 1978). Lehmän koon (arvioituna pienestä suureen asteikolla 1–9) ja vasikkakuolleisuuden välinen korrelaatio Irlannissa oli friisiläisillä  $+0.23$  (MURPHY ja SINNOTT 1989). Ruotsinpunakirjavalla rodulla rinnanypäryksen ja vasikkakuolleisuuden välinen geneettinen korrelaatio oli  $+0.45$  ja friisiläisillä  $+0.18$  (PHILIPSSON ja KARLSSON 1977).

### 2.6.5 Hedelmällisyys

Elopainon ja hedelmällisyysominaisuuksien väliset korrelaatiot vaihtelevat eri tutkimuksissa negatiivisista positiivisiin riippuen siitä, mitkä hedelmällisyysominaisuudet ovat kyseessä. Nopeasti kasvavat eläimet tulevat yleensä sukukypsiksi nuorempina kuin pienemmät toverinsa. Eläimen ikä ensimmäisen kiiman ilmetessä on positiivisessa yhteydessä eläimen elopainoon ( $r_P = +0.03 - +0.10$ ) (BATRA *ym.* 1986).

Lehmän suuri elopaino huonontaa tutkimusten mukaan joitakin hedelmällisyyden osa-alueita. Elopaino ja rinnanypäryys ovat korreloituneet positiivisesti mm. tiineysajan pituuteen ( $r_P = +0.04 - +0.16$ ), siemennysten määrään tiineyttä kohti ( $r_P = +0.01 - +0.32$ ) ja aikaan ensimmäisestä viimeiseen siemennykseen ( $r_P = +0.35 - +0.40$ ). Negatiivisesti elopaino on puolestaan korreloitunut mm. ensimmäisestä siemennyksestä tiinehtyneiden määrään ( $r_P = -0.28 - -0.21$ ). Tyhjäkauden pituuteen ( $r_P = -0.02 - -0.01$ ) ja aikaan poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen ( $r_P = -0.03$ ) elopainolla ei ole paljon vaikutusta (BADINGA *ym.* 1985, BATRA *ym.* 1986, MOORE *ym.* 1990). Lehmien elopainon hedelmällisyyttä heikentävän vaikutuksen arvellaan johtuvan siitä, että energiaa kuluu suurilla lehmillä niin paljon ylläpitoon, että hedelmällisyys kärsii. Elopainon ja hedelmällisyysominaisuuksien yhteydet eivät kuitenkaan ole voimakkaita.

## 2.6.6 Tehokkuus

Eläinten tehokkuutta kuvataan useilla erilaisilla mitoilla. Tehokkuuden yksiselitteinen mittaaminen on vaikeaa. Biologiseen tehokkuuteen vaikuttavat hyvin monet eri osatekijät. Taloudellinen tehokkuus taas riippuu tuotteiden ja tuotantopanosten hinnoista. Parasta taloudellista tehokkuutta ei välttämättä saavuteta parhaalla biologisella tehokkuudella eli niiden optimit eivät ole aina samat.

Yksi tehokkuuden mitta on rehuhyötysuhde, paljonko eläin tuottaa esim. maitoa tietyllä rehumäärällä. SIEBER *ym.* (1988) laskivat rehuhyötysuhteen kaavalla:  $(0.75 \times \text{rasvakorjattu maito(kg)}) / (\text{kulutettu nettoenergia})$ . 771 lehmän tuloksista laskettuna rehuhyötysuhteen ja elopainon välinen fenotyyppinen korrelaatio oli  $-0.33$ , joka oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Elopainon kohotessa lehmien tehokkuus heikkeni. He tutkivat myös rungon mittojen yhteyttä rehuhyötysuhteeseen. Heidän mielestään pitkät, korkeat, syvät ja erityisesti painavat lehmät eivät ole yhtä tehokkaita kuin pienet lehmät.

Elopainon ja tehokkuuden negatiivista yhteyttä tukevat myös HOOVENIN *ym.* (1968) tutkimukset, joskin yhteys oli vain lievästi negatiivinen. 318 holstein- ja friisiläislehmän tulosten pohjalta he ovat saaneet korrelaatioksi  $-0.04$ . Tehokkuuden parantamiseksi he suosittelevat indeksiä, joka antaisi positiivista painoa tuotoksille ja negatiivista painoa elopainolle. Saksalaisen tutkimuksen mukaan eläimen koolla ei ole ratkaisevaa merkitystä tehokkuudelle (RUCHTI 1989). Tutkimuksessa oli kaksi lehmälinjaa, joista toista jalostettiin yhä suuremmaksi ja toista yhä pienemmäksi. Yksilöiden väliset erot olivat suurempia kuin linjojen välinen ero.

HUHTANEN (1982) tutki laajan suomalaisen ensikkoaineiston (290 433 ayrshire-, 10 600 suomenkarja- ja 44 791 friisiläisensikkoa) avulla elopainon ja tehokkuuden yhteyttä. Elopainon kasvaessa rehun hyväksikäyttö ( $\text{ry/kg rasvakorjattua maitoa}$ ) huononi kaikilla tutkituilla roduilla. Elopainon lisääntyminen paransi kuitenkin taloudellista tulosta lehmää kohti tiettyyn rajaan saakka, vaikka biologinen tehokkuus huononikin. Jos rehun ja maidon hintasuhde olisi 0.8, paras taloudellinen tulos saavutettaisiin hieman keskitasoa suuremmilla lehmillä.

## 2.7 Elopaino sonnien kokonaisjalostusarvossa

### 2.7.1 Sonnien oma elopaino

Sonnien kasvutestissä mitatun 365 päivän painon ja koko koeajan päiväkasvun välinen sekä geneettinen että fenotyyppinen korrelaatio ovat



eri tutkimuksissa olleet hyvin korkeita; +0.88–+0.99 (KARLSSON 1979, OJALA 1984, HENNINGSSON 1985, LAMPINEN 1987). Vuoden ikäisten, kasvaviin sonnien kasvunopeus ja elopaino ovat siis lähes sama ominaisuus. Kokonaisjalostusarvoon on otettu mukaan sonnien kasvunopeus, koska nopea kasvu on toivottavampi ominaisuus kuin pelkkä suuri koko.

Suomessa sonnien kasvuindeksille on annettu kokonaisjalostusarvossa vain vähän painoa, koska sen on pelätty lisäävän vasikkakuolleisuutta (SYVÄJÄRVI 1987). Kasvuindeksi lasketaan vertaamalla sonnien kasvua samaan aikaan kasvatusasemalla olleiden samanrotuisten sonnien kasvuun. Vuodesta 1991 lähtien kasvuindeksin laskennassa on otettu korjaustekijänä mukaan vuosi, jolloin sonni on ollut kasvukokeessa (HIMANEN 1991).

Myös Ruotsissa ja Norjassa sonnien kasvu on mukana kokonaisjalostusarvossa, mutta sille on annettu enemmän painoa kuin Suomessa. Tanskassa käytetään sekä sonnien lisäkasvua että lihaksikkuutta, joka mitataan ultraäänilaitteella (JUGA 1991). Sonnien elopaino on siis Pohjoismaissa otettu huomioon kasvuindeksin välityksellä.

## 2.7.2 Tyttärien elopaino

Suomessa tyttärien elopaino on ollut jatkuvasti mukana sonnien jälkeläisarvostelussa. Tietokoneella suoritettujen arvostelujen alusta lähtien (1950-luvulta) julkaistiin jälkeläisarvostelutuloksissa jokaisen sonnien tyttärien keskipaino. Vuodesta 1970 alkaen ilmoitettiin jokaisen sonnien tyttärien painopoikkeama, joka laskettiin vertaamalla sonnien jokaisen tyttären elopainoa kotikarjansa lehmien keskipainoon. Poikkeamia laskettaessa tehtiin myös ikäkorjaus. Painopoikkeama ilmaisi kiloina sonnien keskimääräisen vaikutuksen tyttärien kokoon (KIVIPELTO 1971).

Painopoikkeama laskettiin jälkeläisarvostelluille sonneille yli kymmenen vuoden ajan. Syksyllä 1983 sonnien jälkeläisarvostelua muutettiin MÄNTYSAAREN (1984) tutkimusten perusteella. Tyttärien elopainoa ei otettu mukaan sonnien kokonaisjalostusarvoon, eikä sitä laskettu jälkeläisarvostelutulosten yhteydessä. Sonneille on alettu kuitenkin laskea elopainoindeksi maidon pitoisuuksien indeksien laskennan yhteydessä vuodesta 1988 alkaen BLUP-menetelmällä ensikotyttyärien elopainoista (HELLMAN, henkilökohtainen tiedonanto 1991). Vuonna 1991 elopainoindeksi laskettiin eläinmallia hyväksi käyttäen tyttärien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopainoista (MÄNTYSAARI 1991). Lisäksi valiosonneille on tyttärien rakennearvostelun yhteydessä laskettu rinnanympärysindeksi, joka on ollut jalostuskonsulenttien käytössä.

Tyttyärien elopainoa ei käytetä sonnien jälkeläisarvostelussa Ruotsissa

eikä Tanskassa (JUGA 1991). Norjassa ensikkotyttöärien rinnan ympäritys on mukana sonniien rakennearvostelussa, mutta sille on annettu hyvin vähän painoa (NYSTED 1991).

### **3 Aineisto ja menetelmät**

#### **3.1 Aineiston kuvaus ja tarkistukset**

##### **3.1.1 Lehmäaineisto**

Aineisto koottiin karjantarkkailun lehmärekisteristä, jota täydennettiin karjarekisterin tiedoilla. Kaikki tiedot saatiin Maatalouden Laskentakeskukselta. Lehmäaineisto koostui kaikista vuonna 1985 tai 1986 ensimmäisen kerran poikineista ayrshire- ja friisiläislehmistä. Niiltä oli käytettävissä ensimmäisen, toisen ja kolmannen lypsykauden tiedot, jotka olivat vuosilta 1985–1988. Rekisterin laskenta-ajankohdasta johtuen osalla lehmistä oli tietoja myös vuoden 1989 alusta. Karjatiedot olivat vuodelta 1986. Alkuperäisessä aineistossa oli 132 792 ayrshire- ja 30 511 friisiläislehmää. Jatkossa pelkkä 'aineisto' tarkoittaa aina lehmäaineistoa.

Jokaiselta lehmältä oli käytettävissä seuraavat tiedot:

#### **1. tunnistete**

- maatalouskeskus
- karjanumero
- korvanumero

#### **2. syntymäaika**

#### **3. rotu**

#### **4. emän tiedot**

- rotu
- tunnistete

#### **5. isän tiedot**

- kantakirjanumero
- kantakirjaluokka

#### **6. karjatiedot (karjarekisteristä)**

- karjan keskielopaino
- väkirehuprosentti
- energian saanti prosentteina tarvenormeista

## 7. tiedot kolmelta lypsykaudelta

- poikimakerta
- poikimapäivä
- poikimaikä
- viimeinen poikimisen jälkeinen siemennyspäivä
- tyhjäkauden pituus
- 305 päivän maito-, rasva- ja valkuaistuotos sekä näistä lasketut rasva- ja valkuaisprosentti

8. vuosilta, jolloin lehmä oli poikunut ensimmäisen ja kolmannen kerran, vuoden solulukujen logaritmien keskiarvo

## 9. tuotosvuosilta 1985–1988

- elopaino
- elopainon mittauspäivä

Lehmäaineistosta poistettiin lehmät, joilla ei ollut yhtään elopainotietoa. Ayrshirelehmistä karsiutui 19 421 (14.6 %) ja friisiläisistä 4 346 (14.2 %). Aineistoa rajattiin siten, että jokaisella isällä oli oltava vähintään 50 tytärtä. Näin aineisto pyrittiin saamaan sopivammaksi perinnöllisten tunnuslukujen laskemiseen. Näiden karsintojen jälkeen aineistossa oli 105 638 ayrshirelehmää 517 isältä ja 23 282 friisiläislehmää 127 isältä.

Virheellisiksi katsottiin elopainot, jotka oli mitattu ennen ensimmäistä poikimapäivää tai jotka olivat alle 300 kg. Myös hyvin suuria elopainoja poistettiin, mikäli ne poikkesivat huomattavasti eläimen muista elopainoista. Samoin maitotuotokset, jotka olivat alle 2 000 kg, katsottiin virheellisiksi. Virheellisten elopainojen tai maitotuotosten vuoksi eläintä ei poistettu aineistosta kokonaan, vaan ainoastaan kyseisen lypsykauden tulokset poistettiin. Sellaiset eläimet poistettiin kokonaan, joille ei jäänyt tämän jälkeen lainkaan elopainotietoa. Lisäksi poistettiin eläimet, joiden syntymäpäivä puuttui, ikä ensimmäisen kerran poikiessa oli alle 15 kuukautta tai yli 36 kuukautta, ensimmäisen lypsykauden maitotuotos puuttui tai poikimaväli oli alle 7 kuukautta. Kaikkien edellä mainittujen tarkistusten ja rajausten jälkeen analyysiaineistossa oli 92 307 ayrshirelehmää ja 20 038 friisiläislehmää (Taulukko 4). Isien lukumäärät säilyivät ennallaan. Alkuperäisestä aineistosta karsiutui kaikkiaan 40 485 ayrshirelehmää (30.5 %) ja 10 473 friisiläislehmää (34.3 %).

Taulukko 4: Analyysiaineiston eläin- ja havaintomäärät.

	ay	fr
isiä	517	127
elopaino		
- lehmä	92 307	20 038
- tyttäriä/isä	178.5	157.8
- havaintoja	195 356	42 562
- havaintoja/lehmä	2.1	2.1
elopaino ja maitotuotos		
- lehmä	78 448	16 625
- tyttäriä/isä	151.7	130.9
- havaintoja	161 066	34 568
- havaintoja/lehmä	2.1	2.1

ay = ayrshire

fr = friisiläinen

Jokaisella lehmällä oli 1–4 elopainotietoa. Ne sijoitettiin tiettyyn lypsykauteen mittauspäivämäärän mukaan. Ensimmäiseen lypsykauteen liitettiin elopaino, joka oli mitattu ensimmäisen ja toisen poikimisen välillä tai jos toinen poikimäpäivä puuttui, riitti, että elopaino oli mitattu ensimmäisen poikimisen jälkeen. Samoin sijoitettiin toisen lypsykauden elopaino. Koska neljännestä poikimäpäivästä ei ollut tietoa, kaikki ne elopainot, jotka oli mitattu kolmannen poikimisen jälkeen, katsottiin kuuluviksi kolmanteen lypsykauteen.

Koska osa lehmistä oli poikunut vuonna 1988 jo neljännen kerran, oli kolmannella lypsykaudella paljon lehmä, joilla oli kaksi elopainotietoa samalta lypsykaudelta. Tällaisia eläimiä oli myös ensimmäisellä ja toisella lypsykaudella 2.2–2.4% ko. lypsykauden lehmistä, mutta kolmannella lypsykaudella niitä oli huomattavasti enemmän, n. 27%. Useilla lehmillä kolmannen lypsykauden ensimmäisen ja toisen mittauspäivän ero oli yli vuoden, mikä vahvisti käsitystä siitä, että toinen elopaino oli suurella osalla todellisuudessa neljännen lypsykauden elopaino. Karjantarkkailun ohjesäännön (MKL 1983) mukaan lehmän elopaino on mitattava kerran lypsykaudessa neljän kuukauden kuluessa poikimisesta. Näiden seikkojen perusteella eläinten elopainoina päätettiin käyttää ensimmäistä kyseisenä lypsykautena mitattua elopainoa.

Analyysiaineistossa, jossa jokaisen lehmän eri lypsykausien havainnot

Taulukko 5: Analyysiaineiston eläinmäärät lypsykausittain.

	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	ay	fr	ay	fr	ay	fr
isiä	517	127	517	127	517	127
Lehmiä, joilla oli elopaino	76 540	16 320	69 785	15 395	49 031	10 847
- tyttäriä/isä	148.0	128.5	135.0	121.2	94.8	85.4
elop. ja maitotuotos	76 540	16 320	57 699	12 345	26 827	5 903
- tyttäriä/isä	148.0	128.5	111.6	97.2	51.9	46.5
elop. ja solulukku	71 871	15 244	-	-	48 429	10 705
- tyttäriä/isä	139.0	120.0	-	-	93.7	84.3

ay = ayrshire

fr = friisiläinen

elop. = elopaino

(1–3) olivat omina tietueinaan, oli ayrshirelehmiä 92 307 ja friisiläislehmiä 20 038 (Taulukko 4). Kummankin rodun lehmillä oli keskimäärin 2.1 elopainoa. Ayrshirelehmillä oli elopainoja aineistossa 195 356 ja friisiläisillä 42 562 kappaletta.

Kaikilla aineistossa olevilla eläimillä oli elopaino ainakin yhdeltä lypsykaudelta. Joukossa oli sellaisia lehmiä, joilla oli esim. elopaino 2. lypsykaudella, mutta ei 1. lypsykaudella. Taulukossa 5 on esitetty lypsykausittain niiden eläinten lukumäärät, joilla oli elopaino tai sekä elopaino että 305 päivän maitotuotos tai elopaino ja vuoden solulukujen logaritmien keskiarvo. Kaikilla lehmillä, joilla oli maitotuotos, oli myös rasva- ja valkuaisuotos sekä rasva- ja valkuaisprosentit. 2. ja 3. lypsykaudella oli selvästi vähemmän lehmiä, joilla oli sekä elopaino että maitotuotos, kuin niitä, joilla oli vain elopaino. Tämä johtui siitä, että kaikilla lehmillä ei ehtinyt toisen tai kolmannen poikimisen jälkeen tulla 305 päivää täyteen rekisterin laskenta-ajankohtaan mennessä. Ayrshiresonneilla oli kaikilla lypsykausilla keskimäärin enemmän tyttäriä kuin friisiläissonneilla.

Lehmien elopainoa tutkittiin vertailun vuoksi myös TORNIAISEN (1991) *pro gradu* -työssään käyttämästä ensikkoaineistosta. Se koostui vuosina 1981–1983 syntyneistä ayrshire- ja friisiläislehmistä. Elopainon mittauspäivämäärää ei em. aineistossa ollut, mutta muuten käytettävissä olivat samat tiedot kuin tämän tutkimuksen lehmäaineistossa. Analyysieihin otettiin mukaan vain ne ensikot, joilla oli elopainotieto. Analyysieihin tuli näin ollen yhteensä 111 256 ayrshire-ensikkoa (734 isää) ja 24 043 friisiläisensikkoa (171 isää).

### 3.1.2 Sonniaineisto

Lehmien elopainon yhteyttä muihin kuin maidontuotanto-ominaisuuksiin tutkittiin epäsuorasti sonnien jälkeläisarvostelutulosten perusteella. Tätä varten saatiin Maatalouden Laskentakeskukselta käyttöön sonnirekisteri, jonka tiedot olivat vuoden 1991 kevään jälkeläisarvostelusta. Sonnirekisterissä oli tiedot 2586 ayrshire- ja 579 friisiläissonnilta.

Sonniaineistossa oli jokaiselta sonnilta käytettävissä:

- nimi
- kantakirjanumero
- rotu
- syntymävuosi
- ryhmätunnus
- tyttärien lukumäärä
- eri ominaisuuksien standardoidut indeksit:
  - maitoindexi
  - rasvaprosentti-indexi
  - valkuaisprosentti-indexi
  - valkuaisuotosindexi
  - kasvuindexi
  - uusimattomuusindexi
  - tyhjäkausi-indexi
  - vasikkakuolleisuusindexi isänä
  - vasikkakuolleisuusindexi emänisänä
  - lypsettävyyssindexi
  - luonneindexi
  - vuotoindexi
  - runkorakenneindexi
  - jalkarakenneindexi
  - rinnanympäryssindexi
  - utareen etukorkeusindexi

- utareen takakorkeusindeksi
- utarerakenneindeksi
- hedelmällisyshäiriöiden hoitoindeksi
- kokonaishoitoindeksi
- utaresairauksien hoitoindeksi
- soluindeksi
- elopainoindeksi

- kokonaisjalostusarvo.

Sonniaineistoa ei tarvinnut virheiden takia karsia, mutta eri analyysihin tulevien sonnien lukumäärät vaihtelivat sen mukaan, minkä ominaisuuksien indeksit olivat muuttujina. Tyttörien lukumäärä, maidontuotanto-ominaisuuksien indeksit, elopaino-, tyhjäkausi- ja soluindeksit sekä kokonaisjalostusarvo olivat kaikilla sonneilla (Liite 2). Kasvuindeksi puuttui tuontisonneilta. Rakenneominaisuuksien indeksit oli laskettu vain pienelle osalle sonneista, koska vain valiosonnien tyttörien rakenne arvostellaan. Myös terveysindeksit puuttuivat lähes joka toiselta sonnilta. Terveystarkkailu on toiminut vasta kymmenkunta vuotta, joten terveysindeksejä on voitu laskea vasta 1980-luvulla.

Ayrshiresonneilla oli keskimäärin 260.9 tytärtä (vaihtelu 20–6 698) ja friisiläissonneilla 244.9 tytärtä (21–3 461). Tyttörien määrä sonnia kohti oli sitä suurempi mitä suurempi oli sonnien kokonaisjalostusarvo. Kokonaisjalostusarvo oli ayrshiresonneilla keskimäärin –3.0 ja friisiläissonneilla –2.9.

### 3.2 Tutkittavat muuttujat

Tutkittavina muuttujina olivat lehmien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopaino ja siitä laskettu metabolinen elopaino, 305 päivän maito-, rasva- ja valkuaisuustuotos sekä niistä lasketut rasva- ja valkuaispitoisuus. Vuoden solukujen logaritmien keskiarvo oli muuttujana ensimmäisen ja kolmannen lypsykauden tarkasteluissa, koska aineiston otannasta johtuen solulukutietoa ei ollut toiselta lypsykaudelta. Elopaino määritetään karjantarkkailussa rinnanympärysmittan perusteella ja ilmoitetaan kymmenen kilon tarkkuudella (Liite 1). Metabolinen elopaino laskettiin kaavalla:  $(\text{elopaino})^{0.75}$ . Koska metabolinen elopaino oli täydellisesti korreloitunut elopainoon, on tulokset pääasiassa esitetty vain elopainosta. Ne pätevät sellaisenaan myös metaboliseen elopainoon.

Sonniaineistossa olivat tutkittavina muuttujina tyttörien lukumäärä, kaikkien eri ominaisuuksien indeksit ja kokonaisjalostusarvo.



### 3.3 Tilastolliset menetelmät ja käytetyt mallit

#### 3.3.1 Tilastolliset menetelmät

Tulokset laskettiin Helsingin yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitoksen mikrotietokoneilla käyttäen WSYS-ohjelmistoa (Vilva 1991). Tilastollisissa analyyseissä käytettiin pienimmän neliösumman (LS) varianssianalyysiä ja varianssikomponenttien laskenta perustui Henderson III -menetelmään (HARVEY 1970). Periytyvyysaste ( $h^2$ ) laskettiin varianssikomponenteista kertomalla isävarianssikomponentti neljällä ja jakamalla näin saatu tulo kokonaisvarianssikomponentilla. Ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot ( $r_G$ ) laskettiin siten, että kahden ominaisuuden isäkovarianssikomponentti jaettiin ominaisuuksien isävarianssikomponenttien tulon neliöjuurella (mm. FALCONER 1989). Kiinteiden tekijöiden tilastollinen merkitsevyys testattiin F-testillä. Sonnien eri indeksien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin yksinkertaisella korrelaatiolla.

Muuttujia tarkasteltiin koko analyysiaineistosta, jossa olivat lehmien kolmen ensimmäisen lypsykauden tulokset peräkkäin sekä erikseen kullakin lypsykaudella. Rodut analysoitiin erikseen. Mallit olivat sekamalleja, joissa isä, isä ja eläin tai karja olivat satunnaistekijöinä. Kiinteinä tekijöinä eri malleissa olivat poikimakerta, alue, karjan ruokintaluokka, poikimaikä, poikimavuosi, poikimavuodenaika, lypsykauden vaihe ja tyhjäkauden pituus.

#### 3.3.2 Kiinteiden tekijöiden luokittelut

Poikimakertoja kullakin lehmällä oli korkeintaan kolme ja niistä jokainen muodosti oman luokkansa. Poikimakerta oli mukana vain koko aineiston analyyseissä.

Aineistossa oli lehmiä kaikkien 22 maatalouskeskuksen alueelta (Liite 3). Koska maatalouskeskuksista olisi tullut analyyseihin liikaa luokkia, niistä muodostettiin lähinnä maantieteellisin perustein 6 suurempaa aluetta. Maatalouskeskukset ryhmiteltiin seuraavasti:

- alue 1 = maatalouskeskukset 1-5 ja 22
- 2 = maatalouskeskukset 6-8 ja 14
- 3 = maatalouskeskukset 9-11
- 4 = maatalouskeskukset 12-13
- 5 = maatalouskeskukset 15-17
- 6 = maatalouskeskukset 18-21.

Karjaa ei voitu ottaa kiinteänä tekijänä malliin, koska luokkia olisi tullut liikaa. Käytetyssä tietokoneohjelmistossa ei ole myöskään mahdollista ottaa karjaa satunnaisena tekijänä malliin mukaan, jos siellä on jo satunnaisena isä-tekijä. Karjan vaikutusta pyrittiin kuvaamaan karjan ruokintaluokalla. Karjat ryhmiteltiin ensin kolmeen suunnilleen yhtä suureen ryhmään sen mukaan, kuinka paljon ne saivat energiaa prosentteina tarvenormeista. Samoin karjat ryhmiteltiin erikseen kolmeen ryhmään väkirehuprosentin mukaan. Nämä ryhmät yhdistettiin yhdeksäksi ruokintaluokaksi, joista ensimmäisessä olivat lehmät, joiden karjoissa oli keskimääräistä alhaisempi energian saanti sekä väkirehuprosentti ja seuraavassa luokassa edelleen keskimääräistä alhaisempi energian saanti, mutta keskimääräinen väkirehuprosentti jne. Lisäksi muodostettiin kymmenes luokka lehmille, joiden karjoilta ruokintatiedot puuttuivat. Ruokintaluokat olivat:

ruokinta- luokka	energiaa % tarpeesta	väkirehu- prosentti
1	≤101	≤32
2	≤101	33-39
3	≤101	≥40
4	102-108	≤32
5	102-108	33-39
6	102-108	≥40
7	≥109	≤32
8	≥109	33-39
9	≥109	≥40
10	ruokintatiedot puuttuvat:	

Kaikille lehmille laskettiin poikimaikä kuukausina erikseen jokaiselle lypsykaudelle. Ensimmäisellä lypsykaudella lehmät jaettiin poikimaiän mukaan seitsemään luokkaan sekä toisella ja kolmannella lypsykaudella kuuteen luokkaan seuraavasti:

1. lypsykausi:	2. lypsykausi:	3. lypsykausi:
1 = 15-23 kk	1 = ≤36 kk	1 = ≤48 kk
2 = 24 kk	2 = 37 kk	2 = 49 kk
3 = 25 kk	3 = 38 kk	3 = 50 kk
4 = 26 kk	4 = 39 kk	4 = 51-52 kk
5 = 27 kk	5 = 40-41 kk	5 = 53-54 kk
6 = 28-29 kk	6 = ≥42 kk	6 = ≥55 kk.
7 = 30-36 kk		

Aineiston alkuperäisestä otannasta johtuen ensimmäisen lypsykauden poikimiset olivat vuosilta 1985 ja 1986. Toisen ja kolmannen lypsykauden poikimisia oli neljältä eri kalenterivuodelta, joista jokainen muodosti oman poikimavuosiluokkansa:

1. lypsykausi:	2. lypsykausi:	3. lypsykausi:
1 = -85	1 = -85	1 = -86
2 = -86	2 = -86	2 = -87
	3 = -87	3 = -88
	4 = -88	4 = -89.

Poikimavuodenajan mukaan lehmät jaettiin kaikilla lypsykausilla kuuteen kahden kuukauden jaksoon tammikuusta alkaen.

Lypsykauden vaihe määritettiin elopainon mittauspäivän ja poikimispäivän erotuksena. Se laskettiin erikseen lehmän kullekin lypsykaudelle. Koska lypsykauden vaihe oli erityisen mielenkiinnon kohteena ja sitä tarvittiin esikorjauksiin, se jaettiin poikimapäivästä lähtien 30 päivän jaksoihin. Luokkia tuli kaikkiaan 12, joista viimeinen sisälsi kaikki ne, joiden elopaino oli mitattu yli 11 kuukautta poikimisen jälkeen.

1 =	0 - 30 päivää poikimisesta
2 =	31 - 60 päivää poikimisesta
3 =	61 - 90 päivää poikimisesta
4 =	91 - 120 päivää poikimisesta
5 =	121 - 150 päivää poikimisesta
6 =	151 - 180 päivää poikimisesta
7 =	181 - 210 päivää poikimisesta
8 =	211 - 240 päivää poikimisesta
9 =	241 - 270 päivää poikimisesta
10 =	271 - 300 päivää poikimisesta
11 =	301 - 330 päivää poikimisesta
12 =	≥ 331 päivää poikimisesta.

Lehmät jaettiin tyhjäkauden pituuden mukaan kullakin lypsykaudella viiteen suunnilleen yhtä suureen ryhmään. Koska siemennyspäivämäärissä oli puutteita ensimmäisellä ja kolmannella lypsykaudella, muodostettiin kuudes luokka niille, joiden tyhjäkauden pituudesta ei ollut tietoa. Toisella lypsykaudella kaikille lehmille voitiin laskea tyhjäkauden pituus, joten toisen lypsykauden analyyseissä olivat käytössä vain luokat 1–5. Luokittelu oli seuraava:

- 1 = 0– 75 päivää
- 2 = 76–105 päivää
- 3 = 106–135 päivää
- 4 = 136–180 päivää
- 5 =  $\geq 181$  päivää
- 6 = tieto puuttuu.

### 3.3.3 Käytetyt mallit

Koko analyysiaineistosta laskettiin roduttain lehmien elopainon periytyvyysaste kolmen ensimmäisen lypsykauden aikana ja elopainon toistuvuus mallilla 1a. Toistuvuus laskettiin erikseen koko analyysiaineistosta sekä rajoittaen aineistoa siten, että jokaisella lehmällä oli oltava elopaino vähintään kahdelta eri lypsykaudelta. Mallilla 1a tarkasteltiin myös poikimakerran vaikutusta lehmien elopainoon. Muiden systemaattisten tekijöiden vaikutusta lehmien elopainoon tutkittiin erikseen joka lypsykaudella mallilla 2a.

#### Malli 1a.

$$y_{ijklmno} = \mu + s_i + a_{ij} + b_k + c_l + d_m + f_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

$y_{ijklmno}$  = lehmän elopaino (kg)

$\mu$  = yleiskeskisarvo

$s_i$  = isä<sub>i</sub>

$a_{ij}$  = eläin<sub>j</sub>

$b_k$  = poikimakerta<sub>k</sub>, k = 1–3

$c_l$  = poikimavuodenaika<sub>l</sub>, l = 1–6

$d_m$  = lypsykauden vaihe<sub>m</sub>, m = 1–12

$f_n$  = tyhjäkauden pituus<sub>n</sub>, n = 1–6

$\varepsilon_{ijklmno}$  = jäännöstermi.

Sekä isä että eläin olivat satunnaistekijöitä jäännöstermin ohella ja eläin oli hierarkkisesti isän sisällä. Muut tekijät olivat kiinteitä tekijöitä.

Elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot koko analyysiaineistosta laskettiin mallilla 1b. Mallia 1b käytettäessä elopaino oli esikorjattava lypsykauden vaiheen suhteen. Esikorjauksiin tarvittavat korjauskertoimet saatiin mallilla 2a tehdyistä analyyseistä. Malli 1b oli muuten samanlainen kuin malli 1a, mutta lypsykauden vaihe ei ollut mukana kiinteänä tekijänä. Muuttujina mallissa 1b olivat lypsykauden vaiheen suhteen esikorjattu elopaino (kg), maito-, rasva- ja valkuaisuus (kg) sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuus.

Kiinteiden tekijöiden vaikutuksia lehmien eri lypsykausien elopainoihin tarkasteltiin mallilla 2a. Samaa mallia käyttäen laskettiin elopainon ja metabolisen elopainon periytyvyysasteet erikseen kullakin lypsykaudella. Tarkastelu tehtiin erikseen eri roduille.

### Malli 2a.

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + s_i + a_j + b_k + c_l + d_m + e_n + f_o + g_p + \varepsilon_{ijklmnopq}$$

$Y_{ijklmnopq}$  = lehmän kyseisen lypsykauden elopaino (kg) tai metabolinen elopaino

$\mu$  = yleiskeskisarvo

$s_i$  = isä<sub>i</sub>

$a_j$  = alue<sub>j</sub>, j = 1 - 6

$b_k$  = ruokintaluokka<sub>k</sub>, k = 1 - 10

$c_l$  = poikimaikä<sub>l</sub>, l = 1 - 7 (1. lypsykausi)

l = 1 - 6 (2. lypsykausi)

l = 1 - 6 (3. lypsykausi)

$d_m$  = poikimavuosi<sub>m</sub>, m = 1 - 2 (1. lypsykausi)

m = 1 - 4 (2. lypsykausi)

m = 1 - 4 (3. lypsykausi)

$e_n$  = poikimavuodenaika<sub>n</sub>, n = 1 - 6

$f_o$  = lypsykauden vaihe<sub>o</sub>, o = 1 - 12

$g_p$  = tyhjäkauden pituus<sub>p</sub>, p = 1 - 6 (1. ja 3. lypsykausi)

p = 1 - 5 (2. lypsykausi)

$\varepsilon_{ijklmnopq}$  = jäännöstermi.

Isä ja jäännöstermi olivat satunnaistekijöitä, muut kiinteitä tekijöitä. Kun elopainoa ja maidontuotanto-ominaisuuksia analysoitiin yhtä aikaa, elopainot oli esikorjattava lypsykauden vaiheen suhteen. Esikorjauksiin tarvittavat korjauskertoimet saatiin mallilla 2a tehdyistä analyyseistä.

Elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien sekä elopainon ja soluluvun välisiä geneettisiä ja fenotyyppejä korrelaatioita eri lypsykausilla laskettaessa käytettiin mallia 2b. Malli 2b oli samanlainen kuin malli 2a, paitsi että kiinteitä tekijöitä oli yksi vähemmän; lypsykauden vaihe oli jätetty pois. Mallin 2b muuttujina olivat lypsykauden vaiheen suhteen esikorjattu elopaino (kg), maito-, rasva- ja valkuaisuus (kg), maidon rasva- ja valkuaispitoisuus sekä vuoden solulukujen logaritmien keskiarvo.

Karjan osuutta lehmien elopainon muuntelusta koko analyysiaineistossa tutkittiin mallilla 3a ja eri lypsykausilla mallilla 3b.

Malli 3a.

$$y_{ijklmn} = \mu + a_i + h_{ij} + b_k + c_l + d_m + \varepsilon_{ijklmn}$$

$y_{ijklmn}$  = lehmän elopaino (kg)

$\mu$  = yleiskeskisarvo

$a_i$  = alue<sub>i</sub>,  $i = 1-6$

$h_{ij}$  = karja<sub>j</sub>

$b_k$  = poikimakerta<sub>k</sub>,  $k = 1-3$

$c_l$  = poikimavuodenaika<sub>l</sub>,  $l = 1-6$

$d_m$  = lypsykauden vaihe<sub>m</sub>,  $m = 1-12$

$\varepsilon_{ijklmn}$  = jäännöstermi.

Alue oli kiinteä tekijä, mutta karja oli satunnainen alueen sisällä. Myös jäännöstermi oli satunnaistekijä ja muut tekijät kiinteitä. Malli 3b oli samankaltainen kuin malli 3a. Myös mallissa 3b oli karja satunnaisena kiinteän alueen sisällä. Muina kiinteinä tekijöinä mallissa 3b olivat poikimaikä, poikimavuosi, poikimavuodenaika ja lypsykauden vaihe. Mallissa 3b kiinteiden tekijöiden luokittelut olivat samanlaiset kuin mallissa 2a.

Haluttiin myös tutkia, onko lehmien elopaino eri lypsykausilla sama ominaisuus ja sitä varten laskettiin eri lypsykausien elopainojen keskinäiset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot aineistosta, jossa yhden lehmän kaikki elopainot olivat samassa tietueessa. Elopainot esikorjattiin poikimaian, -vuoden ja -vuodenajan sekä lypsykauden vaiheen suhteen. Korjauskertoimet laskettiin mallilla 2a. Korrelaatiot laskettiin mallilla 4.

#### Malli 4.

$$y_{ijkl} = \mu + s_i + a_j + b_k + \varepsilon_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$  = lehmän poikimäiän, -vuoden ja -vuodenajan sekä lypsykauden vaiheen suhteen esikorjattu 1., 2. tai 3. lypsykauden elopaino (kg)

$\mu$  = yleiskeskisarvo

$s_i$  = isä<sub>i</sub>

$a_j$  = alue<sub>j</sub>, j = 1-6

$b_k$  = ruokintaluokka<sub>k</sub>, k = 1-10

$\varepsilon_{ijkl}$  = jäännöstermi.

Mallissa 4 isä oli jäännöstermin ohella satunnainen tekijä.

Vuosien 1981-1983 ensikkoaineistosta elopainon periytyvyysaste ja elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot laskettiin käyttämällä samaa mallia, jolla TORNIAINEN (1991) laski omassa tutkimuksessaan maidontuotanto-ominaisuuksien periytyvyysasteita. Mallissa oli satunnaisena tekijänä isä ja jäännöstermi sekä kiinteinä tekijöinä poikima-aika, poikimaikä, tyhjäkauden pituus, ruokintaluokka ja karjan tuotostaso.

## 4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 4.1 Tutkittavien muuttujien keskiarvot ja vaihtelu lehmäaineistossa

Koko analyysiaineistossa ayrshirelemmät painoivat keskimäärin 481.7 kg ja friisiläislemmät 503.4 kg (Taulukot 6 ja 7). Vuonna 1987 oli kaikkien karjantarkkailuun kuuluvien ayrshirelehmien elopaino keskimäärin 491 kg ja friisiläislehmien 516 kg (MAATILAHALLITUS 1988). Karjantarkkailun suuremmat elopainojen keskiarvot johtuvat pääasiassa siitä, että karjantarkkailuun kuuluu kaiken ikäisiä lemmiä, kun taas tässä tutkimuksessa oli paljon ensikoita, jotka olivat kevyempiä kuin vanhemmat lemmät.

Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainojen erot kasvoivat lypsykausittain. Ensimmäisellä lypsykaudella ayrshirelemmät olivat keskimäärin n. 14 kg kevyempiä kuin friisiläislemmät. Ayrshire-ensikot painoivat 458.3 kg ja friisiläisensikot 472.2 kg. Kolmannella lypsykaudella ero oli jo lähes 30 kg friisiläislehmien hyväksi. Ayrshirelemmät kasvoivat ensimmäisestä kolmanteen lypsykauteen n. 50 kg ja friisiläislemmät lähes 60 kg. Friisiläislemmät (tai holsteinlemmät) on muissakin tutkimuksissa havaittu painavammiksi kuin ayrshirelemmät (mm. HICKMAN ja BOWDEN 1971, MOORE ym. 1991). Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoissa on kuitenkin ulkomaisissa tutkimuksissa ollut suurempi ero friisiläisten hyväksi kuin tässä tutkimuksessa. Suomessa ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoissa ei näytä olevan yhtä suurta eroa kuin muualla maailmassa. Vuosien 1981–1983 ensikkoaineiston lemmät olivat keskimäärin hieman painavampia kuin tässä tutkimuksessa olleet ensikot: ayrshire-ensikoiden keskipaino oli 462.3 kg ja friisiläisensikoiden 480.5 kg.

Koko aineistossa lehmien elopainon hajonta oli ayrshirellä 54.2 kg ja friisiläisillä 59.1 kg sekä vaihtelukerroin hieman yli 11 %. Elopainojen hajonta eri lypsykausina kasvoi keskiarvon kohotessa, mutta vaihtelukerroin pysyi kummallakin rodulla samana: 10.13–10.93 % (Taulukot 6 ja 7). Suunnilleen saman suuruisen elopainon vaihtelukertoimen ovat tutkimuksissaan havainneet PÖNNIÄINEN (1989) ruotsinpunakirjavilla lemmillä (11 %) ja SIEBER ym. (1988) holsteinilla (9.59–10.35 %). Hieman alhaisempia arvoja (7.75–7.90 %) on friisiläislehmien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopainoista laskenut HOOVEN ym. (1968). Metabolisen elopainon käyttö pienensi vaihtelukerrointa 2–3 %-yksikköä.

Rasva- ja valkuaispitoisuudet olivat ayrshirelemmillä kaikkina lypsykausina korkeammat kuin friisiläislemmillä. Sen sijaan maitotuotoksessa ei ollut suuria eroja rotujen välillä. Korkeampien pitoisuuksien ansiosta myös rasva- ja valkuaisutuokset olivat ayrshirellä korkeammat kuin frii-



Taulukko 6: Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien tunnuslukuja koko aineistossa ja eri lypsykausilla.

	ka	s	V-%	min	max
<b>koko aineisto</b>					
elopaino (kg)	481.7	54.2	11.26	300	790
metabolinen elopaino	102.7	8.7	8.44	72.1	149.0
maitotuotos (kg)	5507	1157	21.00	2006	12476
rasvatuotos (kg)	244.4	50.7	20.74	72	645
valkuaistuotos (kg)	177.8	36.8	20.67	57	382
rasva-%	4.47	0.49	10.96	2.49	7.43
valkuais-%	3.24	0.22	6.73	2.07	4.62
<b>1. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	458.3	48.8	10.66	300	780
metabolinen elopaino	98.9	7.9	7.99	72.1	147.6
maitotuotos (kg)	5097	977	19.16	2008	10273
rasvatuotos (kg)	227.0	43.3	19.04	72	517
valkuaistuotos (kg)	163.9	30.9	18.87	62	341
rasva-%	4.49	0.47	10.50	2.49	7.31
valkuais-%	3.22	0.21	6.50	2.32	4.46
soluluku (ln)	4.68	0.89	19.02	1.43	9.67
<b>2. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	487.9	49.7	10.18	300	780
metabolinen elopaino	103.7	7.9	7.63	72.1	147.6
maitotuotos (kg)	5768	1158	20.07	2006	12433
rasvatuotos (kg)	255.9	51.0	19.95	80	570
valkuaistuotos (kg)	187.8	36.6	19.47	57	382
rasva-%	4.46	0.50	11.27	2.75	7.43
valkuais-%	3.27	0.23	6.90	2.39	4.62
<b>3. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	509.5	52.9	10.38	300	790
metabolinen elopaino	107.1	8.3	7.77	72.1	149.0
maitotuotos (kg)	6115	1197	19.57	2143	12476
rasvatuotos (kg)	268.3	52.9	19.70	81	645
valkuaistuotos (kg)	196.0	37.5	19.12	67	382
rasva-%	4.41	0.51	11.50	2.71	7.37
valkuais-%	3.22	0.22	6.77	2.07	4.53
soluluku (ln)	4.53	1.03	22.74	0.69	9.15

ka = keskiarvo, s = keskihajonta, V-% = vaihtelukoefficientti

min = minimiarvo, max = maksimiarvo

Taulukko 7: Friisiläislehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien tunnuslukuja koko aineistossa ja eri lypsykausilla.

	ka	s	V-%	min	max
<b>koko aineisto</b>					
elopaino (kg)	503.4	59.1	11.74	300	790
metabolinen elopaino	106.1	9.3	8.80	72.1	149.0
maitotuotos (kg)	5 487	1 177	21.46	2 039	12 901
rasvatuotos (kg)	227.4	49.9	21.95	80	509
valkuaistuotos (kg)	173.8	37.9	21.84	61	416
rasva-%	4.16	0.45	10.91	2.72	6.79
valkuais-%	3.17	0.21	6.62	2.17	4.69
<b>1. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	472.2	51.6	10.93	300	740
metabolinen elopaino	101.2	8.3	8.19	72.1	141.9
maitotuotos (kg)	5 081	999	19.65	2 039	10 515
rasvatuotos (kg)	209.9	42.4	20.21	80	480
valkuaistuotos (kg)	158.9	31.5	19.83	63	309
rasva-%	4.15	0.44	10.51	2.72	6.53
valkuais-%	3.13	0.19	6.15	2.48	4.05
soluluku (ln)	5.02	0.93	18.53	1.36	9.35
<b>2. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	511.7	51.8	10.13	320	770
metabolinen elopaino	107.5	8.1	7.58	75.7	146.2
maitotuotos (kg)	5 692	1 170	20.56	2 043	10 905
rasvatuotos (kg)	237.3	59.5	20.87	86	509
valkuaistuotos (kg)	183.3	37.6	20.50	61	386
rasva-%	4.19	0.47	11.20	2.78	6.71
valkuais-%	3.23	0.22	6.83	2.50	4.69
<b>3. lypsykausi</b>					
elopaino (kg)	538.6	55.5	10.31	370	790
metabolinen elopaino	111.7	8.6	7.71	84.4	149.0
maitotuotos (kg)	6 179	1 214	19.65	2 308	12 901
rasvatuotos (kg)	255.1	51.6	20.23	91	500
valkuaistuotos (kg)	195.0	38.6	19.79	82	416
rasva-%	4.15	0.47	11.29	2.82	6.79
valkuais-%	3.16	0.21	6.58	2.17	4.17
soluluku (ln)	4.87	1.07	21.97	1.39	8.40

ka = keskiarvo, s = keskihajonta, V-% = vaihtelukerroin

min = minimiarvo, max = maksimiarvo

Taulukko 8: Poikimakerran vaikutus ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoon (kg) (LS-poikkeamat).

poikimakerta	ayrshire		friisiläinen	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	195 356	481.70	42 562	503.42
1	76 540	-27.33	16 320	-35.56
2	69 785	2.91	15 395	4.25
3	49 031	24.42	10 847	31.32
til. merk.		***		***

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

siläisillä. Samanlaiset erot näiden rotujen välillä on havainnut mm. TORNIAINEN (1991). Maidontuotanto-ominaisuuksien keskiarvot olivat koko aineistossa molemmilla roduilla hieman alhaisempia kuin karjantarkkailutilastossa vuonna 1987 (MAATILAHALLITUS 1988). Tämäkin johtuu todennäköisesti ensikoiden suuresta osuudesta tämän tutkimuksen aineistossa.

Eri muuttujien keskiarvot ja hajonnat pysyivät aineistossa samoina kuin alkuperäisessä, tarkistamattomassa aineistossa. Rajaukset ja tarkistukset poistivat alkuperäisestä aineistosta kaikenlaisia eläimiä ja jäljelle jäänyt aineisto säilyi hyvin edustavana.

## 4.2 Systemaattisten tekijöiden vaikutus lehmien elopainoon

### 4.2.1 Poikimakerta

Poikimakerran vaikutusta lehmien elopainoon oli mahdollista tutkia vain koko analyysiaineistosta, jossa olivat mukana kaikki kolme poikimakertaa. Poikimakerran vaikutus lehmien elopainoon oli tilastollisesti erittäin merkitsevä sekä ayrshirellä että friisiläisellä (Taulukko 8). Molemmilla roduilla elopainot kohosivat poikimakertojen määrän lisääntyessä.

Sekä ayrshire- että friisiläislehmien elopainot kasvoivat 1. ja 2. poikimakerran välillä enemmän kuin 2. ja 3. poikimakerran välillä. Ayrshirelehmien elopainot kohosivat ensimmäisellä lypsykaudella 30 kg ja toisella lypsykaudella 22 kg sekä friisiläislehmillä vastaavasti 40 kg ja 27 kg. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu lehmien elopainon kohoamisen vähenevän poikimakertojen lukumäärän kasvaessa. KOSKISEN (1980) tutkimuksessa suomalaisten ayrshirelehmien (14 000 lehmää) elopaino kasvoi en-

Taulukko 9: Alueen vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

maatalous- keskukset	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76540	458.26	69785	487.87	49031	509.50
1-5 ja 22	10208	-5.62	9481	-0.06	6444	0.44
6-8 ja 14	13679	8.38	12255	8.84	8649	9.14
9-11	11341	-2.71	10650	-5.12	7489	-3.12
12-13	14029	2.97	13876	1.82	10240	1.75
15-17	15771	-6.40	13619	-6.04	9169	-7.59
18-21	11512	3.38	9904	0.57	7040	-0.62
til. merk.		***		***		***

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

simmäisellä lypsykaudella 42 kg ja toisella 20 kg. Koska holsteinlehmien elopaino on suurempi kuin suomalaisten friisiläisten, on elopainon kasvu myös suurempaa. HOOVENIN ym. (1968) tutkimuksessa holstein-friisiläiset kasvoivat ensimmäisellä lypsykaudella 56 kg ja toisella 52 kg (318 lehmää, 661 havaintoa). SIEBERIN ym. (1988) tutkimuksessa holsteinlehmien elopainot kasvoivat vastaavasti 63 kg ja 42 kg (771 lehmää, 1898 havaintoa).

#### 4.2.2 Alue

Maatalouskeskuksista muodostettujen kuuden alueen vaikutus lehmien elopainoon oli kaikilla lypsykausilla tilastollisesti erittäin merkitsevä (Taulukko 9). Kaikilla lypsykausilla ayrshirelehmien elopainoissa alueiden välinen ero oli suurimmillaan 15 kg.

Kaikilla lypsykausilla kevyimmät ayrshirelehmät olivat Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla (maatalouskeskukset 15-17) ja painavimmat Hämeen ja Keski-Suomen alueella (maatalouskeskukset 6-8 ja 14). Alueiden väliset erot olivat kaikilla lypsykausilla samanlaiset. Friisiläislehmillä alueiden väliset erot olivat suurempia kuin ayrshirellä, suurimmillaan n. 20 kg. Painavimmat friisiläiset olivat kaikilla lypsykausilla samalla alueella kuin ayrshiretkin, samoin kevyimmät friisiläiset toisella ja kolmannella lypsykaudella. Sen sijaan ensimmäisellä lypsykaudella kevyimmät friisiläiset olivat Kaakkois-Suomessa (maatalouskeskukset 9-11).

Alueen merkitsevän vaikutuksen lehmien elopainoon (tai rinnanympä-

Taulukko 10: Karjan ruokintaluokan vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

ruok. luokka <sup>1</sup>	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76 540	458.26	69 785	487.87	49 031	509.50
1	6 739	1.81	6 242	0.50	4 516	0.03
2	8 766	3.29	8 206	4.54	5 863	4.35
3	6 866	6.55	6 276	5.72	4 295	4.55
4	7 402	-3.56	7 070	-4.63	5 088	-4.36
5	10 467	1.00	9 942	0.82	7 190	1.09
6	8 757	3.21	7 996	5.73	5 473	5.62
7	4 530	-8.77	4 118	-10.60	2 990	-9.86
8	6 919	-4.18	6 206	-2.97	4 367	-2.71
9	6 528	1.75	5 936	2.76	4 103	2.97
10	9 566	-1.10	7 793	-1.87	5 146	-1.67
til. merk.		***		***		***

<sup>1</sup> Ks. Kiinteiden tekijöiden luokittelut s. 33.

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

rykseen) Suomessa ovat havainneet myös KENTTÄMIES *ym.* (1974), KOSKINEN (1980) ja RAJAKANGAS (1988). Myöskään he eivät havainneet lehmien elopainojen muuttuvan säännöllisesti mentäessä esim. etelästä pohjoiseen tai lännestä itään.

#### 4.2.3 Ruokintaluokka

Karjan energian saannin ja väkirehuprosentin mukaan muodostettujen ruokintaluokkien vaikutus ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoon oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (Taulukko 10). Erot useimpien ruokintaluokkien välillä eivät kuitenkaan olleet kovin suuria.

Selvästi muita kevyemmän ryhmän muodostivat lehmät, joiden energian saanti oli keskimääräistä korkeampi, mutta tuli keskimääräistä enemmän karkearehuista (ruokintaluokka 7). Ne olivat kaikilla lypsykausilla n. 10 kg keskimääräistä kevyempiä. Samoin oli friisiläislehmillä. Painavimmat ayrshire- ja friisiläislehmät olivat ensimmäisellä lypsykaudella ruokintaluokassa 3 ja toisella ja kolmannella lypsykaudella ruokintaluokassa 6. Yhteistä näille ruokintaluokille oli, että energiasta keskimääräistä suurempi osuus oli peräisin väkirehuista.

Taulukko 11: Poikimaiän (kk) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

1. lypsykausi			2. lypsykausi			3. lypsykausi		
kk	hav.	elopaino	kk	hav.	elopaino	kk	hav.	elopaino
ka	76 540	458.26	ka	69 785	487.87	ka	49 031	509.50
15-23	5 008	-14.14	≤36	11 631	-6.50	≤48	7 604	-3.97
24	11 767	-6.49	37	11 274	-4.68	49	6 708	-3.32
25	17 916	-3.62	38	11 299	-2.59	50	7 120	-1.84
26	13 836	-1.18	39	9 076	0.18	51-52	11 557	0.00
27	9 355	3.01	40-41	13 112	3.66	53-54	7 523	2.91
28-29	11 176	7.24	≥42	13 393	9.93	≥55	8 519	6.21
30-36	7 482	15.17						
til. merk.		***			***			***

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

Ayrshirelehmien elopainojen suurimmat erot ruokintaluokkien välillä olivat kaikilla lypsykausilla 15-16 kg. Friisiläislehmillä erot olivat hieman suurempia ja suurimmillaan n. 20 kg. Useissa maissa ei ole käytettävissä karjojen ruokintatietoja, joten vastaavaa tekijää ei ollut käytetty muissa tutkimuksissa.

#### 4.2.4 Poikimaikä

Poikimaiän vaikutus lehmien elopainoon oli sekä ayrshire- että friisiläislehmillä tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikilla kolmella lypsykaudella, vaikka erot eri ikäisinä poikineiden lehmien välillä eivät enää kolmannella lypsykaudella olleet kovin suuret (Taulukko 11). Kaikilla lypsykausilla oli sama suuntaus: elopaino kasvoi poikimaiän kohotessa. Kasvu oli voimakkainta ensimmäisellä lypsykaudella. 15-23 kuukauden ikäisinä poikineet ayrshire-ensikot olivat n. 30 kg kevyempiä kuin vähintään 30 kuukauden ikäisinä poikineet. Friisiläisensikoilla vastaava ero oli n. 36 kg. Toisella lypsykaudella nuorimpina ja vanhimpina poikineiden lehmien välinen ero supistui ayrshirellä 16 kg:aan ja friisiläisellä 21 kg:aan sekä kolmannella lypsykaudella vastaavasti 10 kg:aan ja 13 kg:aan.

Samanlaisia tuloksia ovat saaneet myös muut tutkijat. KOSKISEN (1980) ayrshireaineistossa alle 23 kuukauden iässä poikineet ensikot painoivat 58 kg vähemmän kuin yli 32 kuukauden iässä poikineet. RUVUNAN ym. (1986) mukaan ensikoiden poikimaiän noustessa 0.02 kuukautta elopaino kasvaa yhden kilon.

Taulukko 12: Poikimavuoden vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

vuosi	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76 540	458.26	69 785	487.87	49 031	509.50
-85	37 605	-0.33	472	-1.65		
-86	38 935	0.33	31 536	-0.18	585	-2.93
-87			34 452	-0.97	22 987	-2.42
-88			3 325	2.80	24 343	-1.94
-89					1 116	7.28
til. merk.		n.s.		***		***

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

n.s. = ei merkitsevä

\*\*\* =  $p < 0.001$

Koska ensikot ovat vielä kasvavia, on poikimaiällä ratkaiseva merkitys niiden elopainoon. Yleensä poikimaikä on mukana vain ensikoita analysoidaessa (mm. KOSKINEN 1980, RUVUNA 1986). Tämä tutkimus kuitenkin osoitti, että poikimaiällä on vaikutusta lehmien elopainoon vielä kolmannellakin lypsykaudella.

#### 4.2.5 Poikimavuosi

Poikimavuodella oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus ayrshirelehmien elopainoon toisella ja kolmannella lypsykaudella (Taulukko 12) sekä friisiläislehmien elopainoon toisella lypsykaudella. Ensimmäisen lypsykauden tuloksia oli vain kahtena eri vuonna poikineilta lehmiltä ja näiden vuosien välinen ero oli ayrshirelehmillä alle 1 kg ja friisiläislehmilläkin vain 1.5 kg. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan toisella ja kolmannella lypsykaudella poikimavuosien välillä oli jo selkeämpi ero. Varsinkin vuonna 1989 poikineet lehmät olivat painavia. Jos ensimmäisen lypsykauden tuloksia olisi ollut useammalta kuin kahdelta eri vuodelta, olisi poikimavuoden vaikutus todennäköisesti ollut silloinkin erittäin merkitsevä.

Vuosien väliset erot johtuvat osittain sään aiheuttamista rehujen määrä- ja laatuvaihteluista. Esimerkiksi 1987 oli katovuosi, jolloin rehujen laatukin jäi heikoksi. Toisaalta ainakin Suomessa lehmät ovat perinnöllisesti entistä kookkaampia ja se aiheuttaa pitkällä aikavälillä eroja vuosien välille (vrt. Kuva 1, s. 5). Myös muissa tutkimuksissa poikimavuoden

Taulukko 13: Poikimavuodenajan (kuukausina) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

kk	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76540	458.26	69785	487.87	49031	509.50
1-2	11622	6.08	11142	3.44	7134	4.36
3-4	13712	1.60	15266	-2.16	11658	-3.10
5-6	9547	-9.36	9983	-6.62	7624	-7.38
7-8	13164	-5.69	9817	-1.73	6243	-3.30
9-10	16329	1.07	12765	2.21	8383	3.33
11-12	12166	6.30	10812	4.86	7989	6.09
til. merk.		***		***		***

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

vaikutus on ollut merkitsevä, mutta usein vuodet poikkeavat satunnaisesti toisistaan, eikä ulkomaisissa tutkimuksissa ole ollut näkyvissä selvää kasvusuuntausta (mm. HOOVEN ym. 1968, RUVUNA ym. 1986).

#### 4.2.6 Poikimavuodenaika

Lehmät oli ryhmitelty poikimavuodenajan mukaan kuuteen kahden kuukauden jaksoon, joilla oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus sekä ayrshire- että friisiläislehmien elopainoon (Taulukko 13). Poikimavuodenaikojen välillä oli suurimmat erot ensimmäisellä lypsykaudella, sekä ayrshirellä että friisiläisellä n. 15 kg. Kummallakin rodulla kaikilla lypsykausilla kevyimpiä olivat touko-kesäkuussa poikineet ja painavimpia marras-joulukuussa poikineet lehmät. Elopaino käyttäytyi samoin kuin maitotuotos, sillä myös maitotuotokset ovat suomalaistutkimuksen mukaan suurimpia marras-joulukuussa poikineilla ja alhaisimmat touko-kesäkuussa poikineilla lehmillä (TORNIAINEN 1991).

Myös muissa tutkimuksissa talvella poikineet lehmät ovat olleet painavimpia ja loppukeväästä poikineet lehmät kevyimpiä (mm. FISHER ym. 1983, RAJAKANGAS 1988). Syynä tähän voi olla, että sisäruokintakauden lopussa rehujen laatu voi olla heikko, eikä lehmä pysty kuntoutumaan tulevaa lypsykautta varten yhtä hyvin kuin syksyllä sisäruokintakauden alussa.



Taulukko 14: Lypsykauden vaiheen (päivää poikimisesta) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poik-keamat).

pv poik.	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76 540	458.26	69 785	487.87	49 031	509.50
0-30	65 688	-2.19	61 465	-4.47	41 417	-0.36
31-60	963	-6.52	774	-3.35	495	1.39
61-90	2 780	-8.30	2 088	-9.36	1 390	-5.02
91-120	2 236	-7.32	1 781	-7.78	1 143	-6.67
121-150	1 448	-4.36	1 217	-6.96	840	-4.12
151-180	863	-2.80	667	0.26	537	-5.33
181-210	661	-1.92	622	1.50	430	0.61
211-240	456	-0.73	331	-0.02	220	-1.37
241-270	422	3.61	274	-2.11	155	0.66
271-300	297	5.49	205	3.96	96	-0.29
301-330	247	8.26	159	10.45	207	10.52
≥331	479	16.78	202	17.87	2 101	9.98
til. merk.		***		***		***

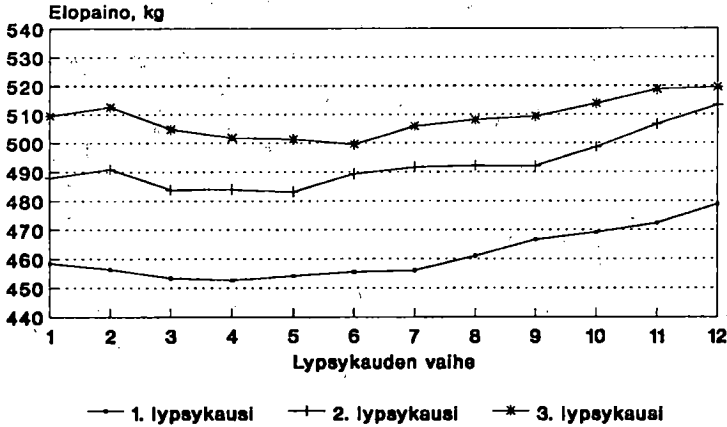
tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

\*\*\* =  $p < 0.001$

#### 4.2.7 Lypsykauden vaihe

Lypsykauden vaihe, eli monenko päivän kuluttua poikimisesta lehmän elopaino oli mitattu, vaikutti tilastollisesti erittäin merkitsevästi ayrshire- ja friisiläislehmien elopainoon kaikilla lypsykausilla (Taulukko 14). Vaikka lehmien elopaino olisi karjantarkkailun ohjeiden mukaan mitattava neljän kuukauden kuluessa poikimisesta, sisälsi aineisto kaikissa lypsykauden vaiheissa mitattuja eläimiä. Yli 90 % lehmistä oli mitattu ohjeiden mukaisesti.

Kaikilla lypsykausilla ayrshirelehmien elopaino oli samalla tavalla riipuvainen mittaajankohdasta (Kuva 2). Kevyimpiä olivat 3-5 kuukauden kuluttua poikimisesta mitatut ayrshirelehmät. Lehmien elopaino laskee yleensä hieman korkean tuotannon vaiheessa, kun ne eivät saa riittävästi energiaa syömästään rehusta. Sen jälkeen elopaino alkaa vähitellen kohota, kun lehmä saa energiatasapainonsa kuntoon. Lisäksi mahdollinen tiineys alkaa kohottaa lehmän elopainoa. Tiineys alkaa vaikuttaa selvästi vasta lypsykauden loppuvaiheessa, sillä KENTTÄMIEHEN *ym.* (1974) mu-



Kuva 2: Lypsykauden eri vaiheissa mitattujen ayrshirelehmien elopaino (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella. (Lypsykauden vaiheen luokittelu ks. taulukko 14.)

kaan vasta 8. ja 9. kuukaudella tiineinä olevien lehmien elopaino poikkeaa merkittävästi ei-tiineiden lehmien elopainosta. Tämä näkyi myös tässä tutkimuksessa. Mitä myöhemässä lypsykauden vaiheessa lehmä oli mitattu (suunnilleen 120 päivästä eteenpäin), sitä painavampi se oli, mutta vasta yli 10 kuukauden kuluttua poikimisesta mitatut lehmät poikkesivat yli 10 kg keskiarvosta. Sama kehitys näkyi friisiläislehmillä, mutta ei ihan yhtä selvänä. Eri lypsykauden vaiheissa mitattujen ayrshirelehmien elopainojen erot olivat ensimmäisellä ja toisella lypsykaudella suurimmillaan n. 25 kg ja kolmannella 17 kg. Friisiläislehmillä suurimmat erot olivat kaikilla lypsykausilla vähän yli 30 kg.

Myös KOSKISEN (1980) ja RAJAKANKAAN (1988) tutkimuksissa lypsykauden vaiheen vaikutus lehmien elopainoon oli samanlainen kuin tässä tutkimuksessa; kevyimpiä olivat muutaman kuukauden kuluttua poikimisesta mitatut lehmät ja sen jälkeen elopainot alkoivat tasaisesti kohota. KOSKISEN (1980) ayrshireaineistossa suurimmat erot olivat 13 kg. Monissa tutkimuksissa kaikki lehmät on mitattu samassa lypsykauden vaiheessa, jolloin lypsykauden vaihetta ei tarvitse ottaa huomioon (mm. SIEBER *ym.* 1988, MOORE *ym.* 1991).

Taulukko 15: Tyhjäkauden pituuden (päivää) vaikutus ayrshirelehmien elopainoon (kg) kolmella ensimmäisellä lypsykaudella (LS-poikkeamat).

päivää	1. lypsykausi		2. lypsykausi		3. lypsykausi	
	hav.	elopaino	hav.	elopaino	hav.	elopaino
ka	76 540	458.26	69 785	487.87	49 031	509.50
0-75	18 904	1.90	23 580	0.90	5 893	0.07
76-105	22 379	0.48	20 196	0.85	7 157	1.14
106-135	13 878	0.57	11 651	0.54	4 189	0.17
136-180	10 994	-0.65	8 704	-0.58	3 256	-0.90
≥181	8 154	-0.33	5 654	-1.71	2 257	-0.71
ei tietoa	2 231	-1.97			26 279	0.24
til. merk.		***		***		n.s.

tilastollinen merkitsevyys (F-testi):

n.s. = ei merkitsevä

\*\*\* =  $p < 0.001$

#### 4.2.8 Tyhjäkauden pituus

Tyhjäkauden pituus vaikutti erittäin merkitsevästi sekä ayrshire- että friisiläislehmien elopainoon ensimmäisellä ja toisella lypsykaudella. Kolmannella lypsykaudella tyhjäkausi ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kummankaan rodun elopainoon (Taulukko 15). Lehmien elopainot pienenevät tyhjäkauden pituuden kasvaessa. Muutokset olivat kuitenkin hyvin vähäisiä, suurimmillaan n. 4 kg. Tyhjäkauden pituus otettiin analyysiin mukaan lähinnä siksi, että se vaikuttaa useiden tutkimusten mukaan erittäin merkitsevästi maidontuotanto-ominaisuuksien vaihteluun (mm. TORNIAINEN 1991). Elopainon yhteydessä tyhjäkauden pituutta ei ole käytetty muissa tutkimuksissa.

#### 4.2.9 Karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta

Karjaa ei voitu ottaa kiinteänä tekijänä malleihin mukaan, joten sen osuutta elopainon muuntelusta oli tutkittava erikseen malleilla 3a ja 3b. Karjan vaikutus lehmien elopainoon oli erittäin merkitsevä.

Koko aineistossa karjan osuus ayrshirelehmien elopainon muuntelusta oli 29.2% ja friisiläislehmien 37.0%. Karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta vaihteli lypsykausittain ayrshirelehmillä 24.7-33.1% ja friisiläislehmillä 31.1-37.5%. Karjan osuus oli suurin ensimmäisellä lypsykaudella ja se pieneni lypsykausien lukumäärän kasvaessa. Karjan suurempi

osuus friisiläislehmien kuin ayrshirelehmien elopainojen vaihtelusta johtui ilmeisesti friisiläislehmien ja -karjojen pienemmästä lukumäärästä. Käytännössä ayrshire- ja friisiläislehmien välillä ei todennäköisesti ole eroja, vaan karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta on molemmilla roduilla noin kolmanneksen. Myös KARLSSONIN (1979) ja KOSKISEN (1980) mukaan karjan vaikutus lehmien elopainoon on erittäin merkitsevä, mutta he eivät ole ilmoittaneet tarkkoja lukuarvoja.

### 4.3 Lehmien elopainon perinnölliset tunnusluvut

#### 4.3.1 Toistuvuus

Lehmien elopainon toistuvuus kolmen ensimmäisen lypsykauden aikana laskettiin mallilla 1a. Ayrshirelehmien elopainon toistuvuus oli 0.65, kun mukana olivat kaikki lehmät ja jokaisella oli 1–3 elopainoa (195 356 havaintoa, 92 307 eläintä, 517 isää). Aineiston rajaaminen siten, että otettiin huomioon vain ne lehmät, joilla oli vähintään 2 elopainotietoa, ei vaikuttanut toistuvuuden suuruuteen. Friisiläislehmien elopainojen toistuvuus oli lähes sama kuin ayrshirelehmien; 0.62 (42 562 havaintoa, 20 038 eläintä, 127 isää). Myöskään friisiläislehmien elopainon toistuvuuteen ei aineiston rajauksella ollut vaikutusta. Metabolisen elopainon toistuvuus oli molemmilla roduilla aivan samanlainen kuin muuntamattoman elopainon.

BADINGAN *ym.* (1985) tutkimuksessa holstein- ja jerseylehmien elopainon toistuvuus oli 0.53, joka on hieman alhaisempi kuin tässä tutkimuksessa lasketut arviot. Sonniin elopainoindeksiin laskennassa on käytetty lehmien elopainon toistuvuutena 0.60, joka on arvioitu suomalaisesta karjantarkkailuaineistosta (MÄNTYSAARI, henkilökohtainen tiedonanto 1991).

#### 4.3.2 Periytyvyysaste

Sekä ayrshire- että friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteet laskettiin koko aineistosta mallilla 1a ja kullakin lypsykaudella erikseen mallilla 2a. Lehmien elopaino osoittautui olevan lähes yhtä voimakkaasti periytyvä ominaisuus kuin maitotuotos.

Koko aineistosta laskettu ayrshirelehmien elopainon periytyvyysaste oli 0.30. Friisiläislehmien elopainon periytyvyysaste oli hieman alhaisempi, 0.18 (Taulukko 16). Ayrshirelehmillä periytyvyysasteet kohosivat tasaisesti lypsykausittain. Friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteet eivät kohonneet yhtä tasaisesti, mutta nousua kuitenkin tapahtui. Periytyvyysasteiden kohoaminen lypsykausittain saattoi johtua lehmien karsiutu-

Taulukko 16: Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon periytyvyysaste koko aineistossa (Malli 1a) ja erikseen kolmella lypsykaudella (Malli 2a).

	ay			fr		
	n	$h^2$	s.e.	n	$h^2$	s.e.
koko aineisto	195 356 (92 307) <sup>1</sup>	0.30	0.02	42 562 (20 038) <sup>1</sup>	0.18	0.03
1. lypsykausi	76 540	0.24	0.02	16 320	0.14	0.02
2. lypsykausi	69 785	0.32	0.02	15 395	0.21	0.03
3. lypsykausi	49 031	0.34	0.02	10 847	0.18	0.03

ay = ayrshire (isiä 517), fr = friisiläinen (isiä 127)

<sup>1</sup> lehmien lukumäärä

misesta maitotuotoksen perusteella. Koska maitotuotos on positiivisessa yhteydessä elopainoon, kohdistuu karsinta osittain myös elopainoon. Toinen mahdollinen syy on, että lehmien elopaino eri lypsykausilla olisi eri ominaisuus, joilla olisi eri periytyvyysasteet.

Ayrshire-ensikoiden elopainon periytyvyysaste oli 0.24 (Taulukko 16). Vertailuaineistona olleessa vuosien 1981–1983 ensikkoaineistossa ayrshire-ensikoiden elopainon periytyvyysaste oli 0.23 (111 256 lehmää, 734 isää). Friisiläisensikoiden elopainon periytyvyysaste oli kummastakin aineistosta laskettuna 0.10-yksikköä alhaisempi kuin ayrshirellä (0.14 ja 0.13). Toisella ja kolmannella lypsykaudella ayrshirelehmien elopainon periytyvyysaste oli vähän yli 0.30 ja friisiläislehmillä noin 0.20. Metabolisen elopainon periytyvyysasteet olivat kaikissa tapauksissa aivan samat kuin muunta-mattoman elopainonkin.

Tässä tutkimuksessa lasketut ayrshirelehmien elopainon periytyvyysastearviot asettuvat kirjallisuudesta löytyvien arvojen keskivaiheille. Tämän tutkimuksen kanssa hyvin samanlaisia arvioita (0.26–0.37) ovat saaneet mm. SYRSTAD (1966), KOSKINEN (1980), BATRA ym. (1986); LIN ym. (1987). Myös SYRSTAD (1966) havaitsi tutkimuksessaan punakirjajien lehmien rinnanypäryksen periytyvyysasteen kohoavan lehmien vanhetessa, kuten tässä tutkimuksessa ayrshirelehmillä.

Sen sijaan friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteet ovat useissa muissa tutkimuksissa olleet korkeampia kuin tässä tutkimuksessa ja lisäksi hieman korkeampia kuin ayrshirelehmien elopainon periytyvyysasteet, joskin vaihtelu on ollut suurta (0.16–0.66; mm. HARVILLE ja HENDERSON 1966, MILLER ym. 1981, RYBKA ja WOLF 1988). Tämän tutkimuksen kanssa yhtä suuria friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteita ovat saa-

neet CLARK ja TOUCHBERRY (1962) ja MOORE ym. (1991). Tosin he ovat käyttäneet eri laskentamenetelmiä kuin tässä tutkimuksessa, joten arviot eivät ole aivan vertailukelpoisia.

Todennäköisesti ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon periytyvyydessä ei ole Suomessa paljon eroa, vaikka eri populaatioissa periytyvyysasteet voivat olla erilaisia. Lukuisten muiden tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että tässä tutkimuksessa on saatu friisiläislemmille liian alhainen periytyvyysaste. Friisiläisaineistossa isävarianssikomponentti oli selvästi pienempi kuin ayrshireaineistossa ja se laski periytyvyysastearviota. Ilmeisesti Suomessa käytetyt friisiläislonnit ovat geneettisesti yhtenäisempiä kuin ayrshiresonnit.

### 4.3.3 Eri lypsykausien elopainojen väliset korrelaatiot

Eri lypsykausien elopainojen väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot laskettiin mallilla 4 niiden lehmien tuloksista, joilla oli elopaino kaikilta kolmelta lypsykaudelta. Näin pyrittiin selvittämään, ovatko eri lypsykausien elopainot sama vai eri ominaisuus.

Ayrshirelehmillä eri lypsykausien elopainojen väliset geneettiset korrelaatiot olivat  $+0.97$ – $+1.00$  eli ne olivat geneettisesti aivan sama ominaisuus (Taulukko 17). Fenotyypiset korrelaatiot olivat  $+0.59$ – $+0.71$ . Pienin korrelaatio oli odotetusti 1. ja 3. lypsykauden elopainojen välillä ja suurin 2. ja 3. lypsykauden elopainojen välillä, joskaan erot eivät olleet suuria. Friisiläislehmillä eri lypsykausien elopainojen väliset sekä geneettiset ( $+0.93$ – $+0.96$ ) että fenotyypiset korrelaatiot ( $+0.55$ – $+0.69$ ) olivat hieman alhaisempia kuin ayrshirellä. Fenotyypiset korrelaatiot olivat molemmilla roduilla suunnilleen toistuvuuden suuruisia.

Näiden tulosten mukaan karjantarkkailussa mitattavat elopainot ovat eri lypsykausina sama ominaisuus, vaikka varsinkin ensimmäisen lypsykauden elopaino olisi voinut olla erilainen kuin myöhemmät elopainot, koska eläimet eivät ole vielä täysikasvuisia (KARLSSON 1979). Samanlaisuus voi johtua osittain mittaustavasta. Kirjallisuudesta vastaavia tutkimuksia ei löytynyt.

## 4.4 Lehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien välisiä korrelaatioita

### 4.4.1 Elopaino ja maito-, rasva- ja valkuaistuotos

Elopainon ja maito-, rasva- ja valkuaistuotoksen välisiä yhteyksiä tarkasteltiin roduittain koko aineistossa mallilla 1b ja erikseen kullakin lypsykau-

Taulukko 17: Ayrshirelehmien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopainojen väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypiset (alacolmio) korrelaatiot (Malli 4).

	1. lypsykauden elopaino	2. lypsykauden elopaino	3. lypsykauden elopaino
1. lypsykauden elopaino		+0.99 ±0.01	+0.97 ±0.01
2. lypsykauden elopaino	+0.65		+1.00 ±0.00
3. lypsykauden elopaino	+0.59	+0.71	

lehmä 34 149, isä 517

della mallilla 2b. Ayrshireaineistossa eläinten ja havaintojen lukumäärät olivat kohtalaisen suuria (26 827–161 066) ja geneettisten korrelaatioiden keskivirheet olivat pieniä (0.02–0.04), joten tuloksia voi pitää luotettavina. Friisiläislehmien geneettiset korrelaatiot eivät ole yhtä luotettavia, koska havaintomäärät olivat pieniä ja keskivirheet olivat usein suurempia kuin geneettisten korrelaatioiden arviot. Maito-, rasva- ja valkuaistuotokset olivat hyvin voimakkaassa positiivisessa yhteydessä toisiinsa sekä ayrshire- että friisiläislehmillä, joten ne olivat elopainoon yhteydessä keskenään samalla tavalla.

Elopainon ja tuotosten väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat kummallakin rodulla positiivisia. Ayrshirelehmien elopainon ja tuotosten väliset geneettiset korrelaatiot olivat koko aineistossa +0.37–+0.46 ja fenotyypiset +0.25–+0.26 (Taulukko 18). Vastaavat korrelaatiot friisiläislehmillä olivat +0.22–+0.27 ja +0.25–+0.28 (Taulukko 19).

Eri lypsykausilla elopainon ja tuotosten väliset yhteydet olivat hyvin samanlaisia. Ensimmäisellä lypsykaudella ayrshirelehmien elopainon ja tuotosten väliset geneettiset korrelaatiot olivat positiivisia ja melko korkeita (+0.37–+0.43) (Taulukko 20). Vastaavat fenotyypiset korrelaatiot olivat hieman alhaisempia (+0.24–+0.27), mutta silti selvästi positiivisia. Friisiläisensikoilla elopainon ja tuotosten väliset sekä geneettiset että fenotyypiset korrelaatiot olivat positiivisia ja keskenään yhtä suuria (+0.25–+0.33). Vuosien 1981–1983 ensikkoaineistosta lasketut elopainon ja tuotosten väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot eivät poikenneet kummallakaan rodulla tämän tutkimuksen lehmäaineistosta

Taulukko 18: Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypiset (alakolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) koko analyysiaineistossa (Malli 1b).

	elo- paino	maito- tuotos	rasva- tuotos	valk.- tuotos	rasva- %	valk.- %
elopaino	0.28 ±0.03	+0.46 ±0.04	+0.37 ±0.04	+0.37 ±0.04	-0.21 ±0.04	-0.33 ±0.04
maitotuotos	+0.25	0.26 ±0.02	+0.73 ±0.02	+0.88 ±0.01	-0.54 ±0.03	-0.60 ±0.03
rasvatuotos	+0.25	+0.82	0.18 ±0.02	+0.84 ±0.01	+0.18 ±0.04	-0.10 ±0.05
valkuaisuotos	+0.26	+0.94	+0.86	0.17 ±0.02	-0.24 ±0.04	-0.15 ±0.05
rasva-%	-0.01	-0.28	+0.30	-0.11	0.36 ±0.03	+0.73 ±0.02
valkuais-%	+0.04	-0.19	+0.08	+0.15	+0.47	0.46 ±0.04

havaintoja 161 066, lehmiä 78 448, isiä 517

lasketuista korrelaatioista.

Elopainon ja tuotosten väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat sekä ayrshire- että friisiläislehmillä toisella lypsykaudella 0.02–0.04-yksikköä alhaisemmat kuin ensimmäisellä lypsykaudella. Kolmannen lypsykauden tuloksista lasketut korrelaatiot eivät kummallakaan rodulla poikenneet toisen lypsykauden vastaavista korrelaatioista.

Myös muissa tutkimuksissa ensimmäisellä lypsykaudella elopainon ja tuotosten väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot ovat olleet positiivisia (+0.02–+0.50), joskaan eivät yleensä yhtä korkeita kuin tässä tutkimuksessa (mm. CLARK ja TOUCHBERRY 1962, BRUM ja LUDWICK 1969). LIN ym. (1985) ovat holsteinensikoita koskevassa tutkimuksessa saaneet elopainon ja tuotosten väliseksi yhteydeksi samansuuntaisia arvioita (+0.16–+0.52) kuin tässä tutkimuksessa.

Useiden lypsykausien tuloksista lasketut elopainon ja tuotosten väliset geneettiset korrelaatiot ovat eri tutkimuksissa olleet vain heikosti positiivisia tai jopa negatiivisia (esim. -0.24–+0.16; RYBKA ja WOLF



Taulukko 19: Friisiläislehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyypiset (alakolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) koko analyysiaineistossa (Malli 1b).

	elo- paino	maito- tuotos	rasva- tuotos	valk.- tuotos	rasva- %	valk.- %
elopaino	0.17 ±0.03	+0.27 ±0.09	+0.22 ±0.09	+0.27 ±0.09	-0.05 ±0.09	+0.05 ±0.09
maitotuotos	+0.25	0.22 ±0.04	+0.76 ±0.04	+0.92 ±0.01	-0.26 ±0.09	-0.03 ±0.09
rasvatuotos	+0.25	+0.84	0.23 ±0.04	+0.81 ±0.03	+0.44 ±0.08	+0.28 ±0.09
valkuaistuotos	+0.28	+0.95	+0.86	0.24 ±0.05	-0.07 ±0.09	+0.35 ±0.08
rasva-%	+0.02	-0.22	+0.34	-0.08	0.37 ±0.07	+0.45 ±0.07
valkuais-%	+0.11	-0.12	+0.11	+0.21	+0.41	0.33 ±0.06

havaintoja 34 568, lehmiä 16 625, isiä 127

1988). Tässä tutkimuksessa geneettiset korrelaatiot olivat sekä ayrshire-että friisiläislehmillä selvästi positiiviset, joten ne poikkesivat muiden tutkimusten tuloksista. Eri populaatioiden välillä näyttää olevan suuriakin eroja, jotka voivat johtua erilaisista jalostustavoitteista. Sen sijaan fenotyypiset korrelaatiot elopainon ja tuotosten välillä ovat olleet eri tutkimuksissa lähes poikkeuksetta positiivisia (+0.02–+0.43; mm. WILK *ym.* 1963, JÄHNE *ym.* 1976, SIEBER *ym.* 1988), kuten tässäkin tutkimuksessa. Ympäristötekijöillä näyttäisi olevan samansuuntainen vaikutus sekä tuotoksiin että elopainoon.

Lehmäpopulaatioiden välillä on eri tutkimusten mukaan selviä eroja elopainon ja tuotosten välisissä yhteyksissä. Tämän tutkimuksen tulokset eivät oleellisesti poikkea aiemmista vastaavista tutkimuksista. Hyvin samanlaisiakin tuloksia on saatu, varsinkin ensikoiden osalta. Näiden tulosten perusteella suomalaisissa ayrshire- ja friisiläispopulaatioissa lehmien elopainon ja maito-, rasva- ja valkuaistuotoksen välillä vallitsee selvä positiivinen yhteys.

Taulukko 20: Ayrshirelehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset (yläkolmio) ja fenotyyppiset (alacolmio) korrelaatiot sekä periytyvyysasteet (halkaisija) 1. lypsykaudella (Malli 2b).

	elo- paino	maito- tuotos	rasva- tuotos	valk.- tuotos	rasva- %	valk.- %
elopaino	0.24 ±0.02	+0.43 ±0.04	+0.37 ±0.04	+0.37 ±0.04	-0.16 ±0.05	-0.25 ±0.04
maitotuotos	+0.24	0.29 ±0.02	+0.75 ±0.02	+0.88 ±0.01	-0.51 ±0.04	-0.60 ±0.03
rasvatuotos	+0.27	+0.82	0.21 ±0.01	+0.85 ±0.01	+0.17 ±0.05	-0.14 ±0.05
valkuaistuotos	+0.27	+0.93	+0.85	0.19 ±0.01	-0.21 ±0.05	-0.15 ±0.05
rasva-%	+0.04	-0.27	+0.32	-0.11	0.37 ±0.02	+0.72 ±0.02
valkuais-%	+0.06	-0.18	+0.09	+0.18	+0.46	0.50 ±0.03

lehmiä 76 540, isäiä 517

#### 4.4.2 Elopaino ja maidon rasva- ja valkuaispitoisuus

Lehmien elopainon ja maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden välisiä yhteyksiä tutkittiin roduittain aivan samoin kuin elopainon ja tuotosten välisiä yhteyksiä eli mallilla 1b koko analyysiaineistosta ja mallilla 2b erikseen kullakin lypsykaudella. Ayrshire- ja friisiläislehmien välillä oli elopainon ja maidon pitoisuuksien välisissä korrelaatioissa enemmän eroja kuin elopainon ja tuotosten välisissä korrelaatioissa.

Ayrshirelehmillä elopainon ja maidon pitoisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat koko analyysiaineistossa selvästi negatiivisia (-0.33 - -0.21). Sekä ayrshire- että friisiläislehmillä elopainon ja maidon pitoisuuksien väliset fenotyyppiset korrelaatiot olivat likimain nollia (-0.01 - +0.11) (Taulukot 18 ja 19). Friisiläislehmillä myös vastaavat geneettiset korrelaatiot olivat lähes nollia (-0.05 - +0.05), mutta keskivirheet olivat suuria.

Ensimmäisellä lypsykaudella elopainon ja pitoisuuksien väliset fenotyyppiset korrelaatiot olivat ayrshirellä ja friisiläisellä samanlaiset, vaikka geneettiset korrelaatiot olivat aivan erilaiset. Ayrshire-ensikoiden elopai-

non ja maidon pitoisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat negatiivisia ( $-0.25 - -0.16$ ), mutta vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot olivat hyvin lievästi positiivisia ( $+0.04 - +0.06$ ) (Taulukko 20). Sitä vastoin friisiläisensikoilla elopainon ja maidon pitoisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat positiivisia ( $+0.03 - +0.21$ ), joskin keskivirheet olivat suuria (0.10). Vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot olivat friisiläisilläkin lievästi positiivisia ( $+0.05 - +0.13$ ). Molempien rotujen vastaavat korrelaatiot olivat vuoden 1981–1983 ensikkoaineistosta laskettuina likimain samoja kuin tässä tutkimuksessa.

Toisella lypsykaudella ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon ja maidon pitoisuuksien välisissä yhteyksissä ei tapahtunut suuria muutoksia ensimmäiseen lypsykauteen verrattuna. Vain ayrshirelehmien elopainon ja rasvapitoisuuden fenotyyppinen korrelaatio muuttui lievästi negatiiviseksi ( $-0.02$ ), kun se ensimmäisellä lypsykaudella oli lievästi positiivinen. Kolmannen lypsykauden tuloksissa ainoa ero toisen lypsykauden tuloksiin verrattuna oli friisiläislehmien elopainon ja rasvapitoisuuden fenotyyppisen korrelaation muuttuminen lievästi negatiiviseksi ( $-0.01$ ), kuten ayrshirellä tapahtui toisella lypsykaudella.

Ensikoiden elopainon ja maidon pitoisuuksien välisistä yhteyksistä on saatu hyvin vaihtelevia tuloksia niissä muutamissa tutkimuksissa, joissa asiaa on tutkittu. HARVILLEN ja HENDERSONIN (1966) tutkimuksessa holsteinensikoiden elopainon ja maidon rasvapitoisuuden geneettinen korrelaatio oli  $-0.28$  ja fenotyyppinen korrelaatio oli nolla. Samansuuntaisia tuloksia saatiin tässä tutkimuksessa ayrshire-ensikoilla. Sitä vastoin MEYERIN *ym.* (1987) mukaan ensikoiden koon ja maidon pitoisuuksien väliset sekä geneettiset että fenotyyppiset korrelaatiot ovat likimain nollia ( $-0.01 - +0.05$ ).

Myös usean lypsykauden tuloksista laskettuja elopainon ja maidon pitoisuuksien välisiä korrelaatioita on kirjallisuudessa vähän ja ne ovat keskenään hyvin erilaisia. Niiden perusteella tämän tutkimuksen tuloksia on vaikea vahvistaa tai kumota. Fenotyyppiset korrelaatiot ovat usein olleet lähellä nollaa (mm. MEYER *ym.* 1987, SIEBER *ym.* 1988), vaikka geneettisissä korrelaatioissa esiintyykin paljon vaihtelua.

#### 4.4.3 Elopaino ja maidon solulukku

Niiltä vuosilta, jolloin lehmä poiki ensimmäisen ja kolmannen kerran, oli tiedossa myös vuoden solulukujen logaritmien keskiarvo. Mallilla 2b tutkittiin samaan poikimiseen liittyvien elopainon ja soluluvun välistä yhteyttä roduittain. Geneettiset korrelaatiot olivat kumpanakin poiki-

Taulukko 21: Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainojen ja vuoden solulukujen logaritmien keskiarvon väliset geneettiset ( $r_G$ ) ja fenotyypiset ( $r_P$ ) korrelaatiot 1. ja 3. poikimavuonna (Malli 2b).

	elopaino (kg) × soluluku (log)					
	1. poikiminen			3. poikiminen		
	$r_G \pm s.e.$	$r_P$	lehmää <sup>1</sup>	$r_G \pm s.e.$	$r_P$	lehmää <sup>1</sup>
ayrshire	+0.12 ± 0.06	+0.01	71 871	+0.16 ± 0.05	+0.05	48 429
friisiläinen	+0.19 ± 0.10	+0.04	15 244	+0.06 ± 0.11	+0.04	10 705

<sup>1</sup>isiä: ayrshire 517, friisiläinen 127

mavuonna sekä ayrshirellä että friisiläisellä positiiviset (+0.06–+0.19), joskin keskiarvot olivat varsinkin friisiläisaineistossa suuria (Taulukko 21). Fenotyypiset korrelaatiot sen sijaan olivat lähellä nollaa, vain hyvin lievästi positiivisia (+0.01–+0.05).

Muutamat kirjallisuudessa esitetyt arviot tukevat tämän tutkimuksen tulosta, jonka mukaan elopainolla ja soluluvulla ei ole merkittävää geneettistä tai fenotyypistä yhteyttä. ROGERS *ym.* (1991) ovat tutkineet soluluvun ja lehmien silmävaraisesti arvioidun koon yhteyttä holsteinlehmillä useilla eri aineistoilla. Geneettinen korrelaatio oli ensimmäisellä lypsykaudella lievästi negatiivinen (–0.13––0.10) ja toisella ja kolmannella lypsykaudella se vaihteli nollan molemmin puolin (–0.06–+0.05). Fenotyypinen korrelaatio oli kaikilla lypsykausilla likimain nolla (–0.03–+0.03)(ROGERS *ym.* 1991), kuten tässäkin tutkimuksessa. Myöskään NIEBELIN *ym.* (1987) mukaan lehmien elopainon kasvun ja soluluvun välillä ei ole geneettistä eikä fenotyypistä yhteyttä.

#### 4.5 Lehmien elopainon yhteydet eri ominaisuuksiin sonnien jälkeläisarvostelun perusteella

##### 4.5.1 Elopaino- ja kasvuindeksi

Keinosiemennyssonneille lasketaan jälkeläisarvostelun yhteydessä elopainoindeksi niiden tyttärien elopainojen perusteella. Tyttärien elopainot saadaan karjantarkkailusta, jossa ne on arvioitu rinnanypärysmittan avulla. Elopainoindeksin laskennassa käytetään hyväksi tyttärien kolmen ensimmäisen lypsykauden elopainoja. Elopainoindeksit lasketaan yhtäaikaan kaikille sonneille, joten eri sonnien elopainoindeksit ovat vertailukelpoisia ja elopainoindeksissä tapahtunutta kehitystä voidaan seurata. Elopainoindeksijä ei ole julkaistu vuoden 1982 jälkeen.

Taulukko 22: Elopainoindeksin keskiarvo eri vuosina syntyneillä ayrshire- ja friisiläissonneilla sekä elopaino- ja kasvuindeksin välinen korrelaatio ( $r$ ) ayrshiresonneilla syntymävuosiryhmittäin.

syntymä- vuosi	ayrshire				friisiläinen	
	elopaino		elopaino $\times$ kasvu		elopaino	
	hav.	ka	hav.	$r$	hav.	ka
ka	2586	98.0	2494	+0.39	579	103.6
1960–1969	133	95.8	89	+0.49	30	111.1
1970–1974	549	96.7	522	+0.38	106	106.6
1975–1977	505	97.1	494	+0.47	116	104.0
1978–1980	566	97.3	559	+0.36	124	104.0
1981–1983	517	100.1	514	+0.37	124	101.5
1984–1986	316	100.2	316	+0.47	79	99.1

ka = keskiarvo

Kasvuindeksi lasketaan sonnien oman kasvunopeuden perusteella, joka mitataan koeasemalla 90–365 päivän ikäväliltä. Aikaisemmin kasvuindeksit laskettiin siten, että vain samaan aikaan kasvukokeessa olleet samanrotuiset sonnit olivat vertailukelpoisia eli joka vuosi standardoitujen indeksien keskiarvo oli sata. Keväällä 1991 otettiin kasvuindeksien laskennassa ensimmäisen kerran huomioon kokeessaolovuosi, joka tekee mahdolliseksi eri vuosina kasvukokeessa olleiden sonnien kasvuindeksien vertailun. Tässä ensimmäisessä uuden tavan mukaisessa laskennassa olivat mukana vuonna 1982 ja sen jälkeen syntyneet sonnit.

Sonniaineiston sonnit olivat syntyneet vuosina 1960–1986. 1960-luvulla syntyneitä sonneja oli muutamia jokaiselta vuodelta, mutta 1970-luvulta sonneja oli jo satoja. 1986 syntyneitä oli vain parikymmentä.

Elopainoindeksin suuruudessa eli tyttären keskimääräisissä elopainoissa tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin erikseen ayrshire- ja friisiläissonneilla jakamalla sonnit ryhmiin syntymävuotensa mukaan (Taulukko 22). Ayrshirellä elopainoindeksit olivat alhaisimmat 1960-luvulla syntyneillä sonneilla ja ne olivat sitä suurempia mitä nuoremista sonneista oli kysymys. 1980-luvulla syntyneiden sonnien elopainoindeksit eivät enää kohonneet. Vanhojen ayrshiresonnien tyttäret ovat siis olleet kevyempiä kuin nuorten sonnien tyttäret. Friisiläissonneilla kehitys on ollut päinvastainen eli nuorten sonnien elopainoindeksit olivat alhaisempia kuin vanhojen sonnien. Ilmeisesti holstein-rodun osuuden lisääntyminen Suomen friisi-

Taulukko 23: Kasvuindeksin keskiarvo vuosina 1982–1986 syntyneillä ayrshire- ja friisiläissonneilla.

syntymä- vuosi	ayrshire		friisiläinen	
	hav.	ka	hav.	ka
ka	647	100.3	160	101.8
1982	182	100.4	37	104.7
1983	149	99.7	44	102.0
1984	155	100.2	36	100.6
1985–1986	161	100.7	43	99.9

ka = keskiarvo

läispopulaatiossa on alentanut elopainoja. Elopainoindeksin hajonta oli kaikissa ryhmissä suunnilleen sama eli noin 10.

Kasvuindeksin suuruutta voitiin verrata vain 1982–1986 syntyneiden sonnien kesken. Sitä vanhemmilla sonneilla keskiarvot olivat laskentatavasta johtuen joka vuosi samanlaiset. Koska vuonna 1986 syntyneitä sonneja oli vain muutamia, ne yhdistettiin vuonna 1985 syntyneiden sonnien kanssa samaan ryhmään. Kasvuindeksien keskiarvoissa ei ayrshiresonneilla näkynyt tämän lyhyen ajanjakson kuluessa minkäänlaista muutosta (Taulukko 23) eli ayrshiresonnien kasvukyky ei ole parantunut eikä huonontunut, mikä johtuu ilmeisesti sonnien vähäisestä karsinnasta kasvukokeen perusteella. Friisiläissonnien kasvuindeksit olivat sen sijaan joka vuosi hieman laskeneet eli niiden kasvukyky oli heikentynyt. Tämä voi johtua lievän karsinnan lisäksi holstein-rodun vaikutuksen lisääntymisestä. Myös kasvuindeksin hajonta oli eri vuosina syntyneillä sonneilla samanlainen.

Elopaino- ja kasvuindeksien yhteyttä toisiinsa tutkittiin samaa syntymävuosiryhmittelyä käyttäen kuin elopainoindeksien keskiarvoja (Taulukko 22). Elopaino- ja kasvuindeksin välinen korrelaatio oli ayrshiresonneilla +0.39 ja friisiläissonneilla +0.26. Syntymävuosiryhmittäin tarkasteltuna ayrshiresonnien elopaino- ja kasvuindeksin yhteydessä ei ollut suuria eroja. Korrelaatiot vaihtelivat +0.36–+0.49.

Norjanpunakirjavalla rodulla sonnien kasvun (467 sonnia) ja tyttären rinnanypäryksen välinen geneettinen korrelaatio oli +0.40 (ROO ja FIMLAND 1983). Se oli lähes sama kuin tässä tutkimuksessa ayrshiresonnien elopaino- ja kasvuindeksin välinen korrelaatio (+0.39). Ruotsalaistutkimuksessa sonnien poikien kasvun ja tyttären rinnanypäryksen väliset

Taulukko 24: Elopaino- ja kasvuindeksien keskiarvot kokonaisjalostusarvon mukaisilla ayrshire- ja friisiläissonniryhmillä.

kokonais- jalostus- arvo	ayrshire				friisiläinen			
	elopaino		kasvu		elopaino		kasvu	
	hav.	ka	hav.	ka	hav.	ka	hav.	ka
ka	2 586	98.0	2 494	100.9	579	103.6	520	101.0
-38 - -13	459	95.6	435	98.9	99	103.4	92	98.2
-12 - -7	484	96.0	462	99.0	119	104.1	103	99.5
-6 - -2	495	96.9	483	101.0	109	102.1	100	100.8
-1 - +3	492	98.7	481	101.2	90	103.9	82	102.8
+4 - +11	450	100.5	441	102.6	106	102.7	98	102.2
+12 - +39	206	103.5	192	105.1	56	107.1	45	104.9

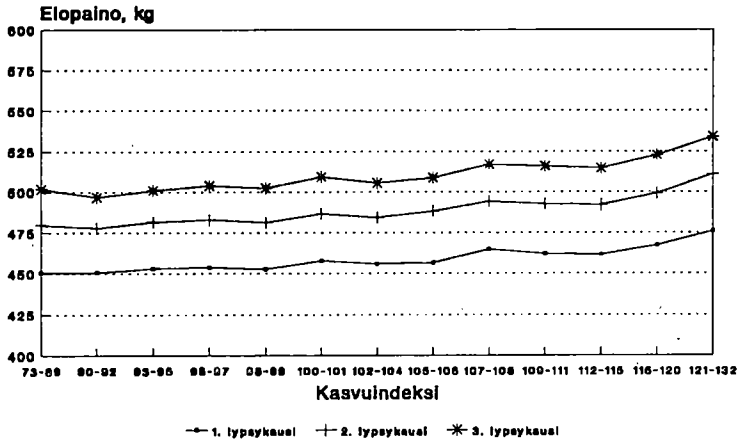
ka = keskiarvo

geneettiset korrelaatiot olivat korkeampia (+0.65 - +0.73) kuin tässä tutkimuksessa, mutta ruotsalaistutkimuksessa yhteys oli laskettu puolisisarten tuloksista ja isiä oli vain kolmisenkymmentä (KARLSSON 1979).

Sonnien kokonaisjalostusarvot vaihtelivat -38:sta +39:ään. Myös kokonaisjalostusarvon mukaan sonnit jaettiin kuuteen ryhmään, joista kuudenteen tulivat ne sonnit, jotka arvosteluhetkellä ylittivät valiosonni-ajan. Muut sonnit jaettiin viiteen suunnilleen tasakokoiseen ryhmään.

Ayrshiresonnien elopainoindeksit olivat sitä suurempia mitä korkeampi oli sonnin kokonaisjalostusarvo (Taulukko 24). Elopainoindeksin ja kokonaisjalostusarvon välinen korrelaatio oli ayrshiresonneilla +0.22 ja friisiläissonneilla +0.06. Friisiläissonnien elopainoindeksissä ei ollut näkyvissä samanlaista suuntausta kuin ayrshiresonneilla, kuten korrelaatioiden perusteella jo voi päätellä. Friisiläisillä vain valiosonnien elopainoindeksit olivat selvästi korkeampia kuin muiden sonnien. Kasvuindeksit kohosivat kummallakin rodulla kokonaisjalostusarvon noustessa. Kasvuindeksin ja kokonaisjalostusarvon välinen korrelaatio oli ayrshiresonneilla +0.19 ja friisiläissonneilla +0.20.

Kasvuindeksin vaikutusta tyttärien elopainoihin tarkasteltiin vielä jakamalla sonnit 13 ryhmään kasvuindeksinsä perusteella ja laskemalla tyttärien elopainojen keskiarvot ryhmittäin lehmäaineistosta. Ayrshiresonnien tyttärien elopainot kasvoivat kaikkina lypsykausina tasaisesti kasvuindeksin kohotessa (Kuva 3). Kasvuindeksin kasvaessa yhdellä hajonnan yksiköllä (10 indeksipistettä) tyttärien elopainot kasvoivat 6.1 - 8.4 kg



Ayrshire

Kuva 3: Ayrshiresonnien tyttärien keskimääräiset elopainot sonnien kasvuindeksin mukaan muodostetuissa ryhmissä.

lypsykaudesta riippuen. Friisiläissonnien tyttärillä ei ollut havaittavissa yhtä voimakasta kehitystä. Sonnin kasvuindeksin suuruudesta riippumatta tyttärien elopainot olivat kaikkina lypsykausina suunnilleen samanlaisia. Vain hyvin korkean kasvuindeksin (yli 115) saavuttaneiden sonnien tyttäret olivat painavampia kuin muut. Friisiläissonnien kasvuindeksin kohotessa yhdellä hajonnan yksiköllä tyttärien elopainot kasvoivat keskimäärin 4.7–5.5 kg.

#### 4.5.2 Elopaino- ja kasvuindeksin yhteydet muiden ominaisuuksien indekseihin

Lehmien elopainon yhteyttä eri ominaisuuksiin tutkittiin laskemalla elopainoindeksin korrelaatio sonnien muiden jälkeläisarvostelussa laskettujen indeksien kanssa (Taulukko 25). Eri ominaisuuksien indeksit suurenevat, kun ominaisuus kehittyy toivottuun suuntaan, esim. maitotuotos ja maidon pitoisuudet kohoavat tai vasikkakuolleisuus ja sairauksien hoitomäärät pienenevät. Positiiviset korrelaatiot merkitsevät siis, että elopainoindeksin kohotessa kyseisen indeksin ominaisuus kehittyy myönteiseen suuntaan.

Monet korrelaatiot olivat ayrshiresonneilla lähellä nollaa, joten elopai-



noindeksillä ei ollut käytännöllisesti katsoen minkäänlaista yhteyttä näihin indekseihin. Tällaisia olivat mm. uusimattomuus-, tyhjäkausi-, lypsettävyys-, luonne-, vuoto-, hedelmällisyyshäiriöiden hoito- ja soluindeksi. Ayrshiresonneilla elopainoindeksin kohotessa heikkenivät varsinkin vasikkakuolleisuusindeksit.

Koska sonneille ei muissa maissa lasketa yhtä monipuolisesti indeksejä, tämän tapaisia tarkastelujakaan ei ole suoritettu. Lehmien elopainon yhteyttä eri ominaisuuksiin on tutkittu suoraan. Lehmien elopainon ja tyhjäkauden pituuden väliset korrelaatiot ovat eri tutkimuksissa olleet lähes nollia. Elopainon yhteydet muihin hedelmällisyysominaisuuksiin ovat hyvin vaihtelevia, mutta eivät yleensä kovin suuria (mm. BADINGA *ym.* 1985, BATRA *ym.* 1986, MOORE *ym.* 1990). Myös tässä tutkimuksessa ayrshiresonnien elopaino- ja tyhjäkausi-indeksien välinen korrelaatio oli lähes nolla (+0.06), mutta friisiläissonneilla yhteys oli hieman voimakkaampi (+0.16).

Lehmien silmävaraisesti arvioidun koon tai rinnanympäryksen ja vasikkakuolleisuuden välillä on tutkimusten mukaan positiivinen yhteys. Ruotsalaisessa ja irlantilaisessa tutkimuksessa arviot lehmien koon ja vasikkakuolleisuuden välisestä yhteydestä vaihtelivat +0.18–+0.45 (PHILIPSSON ja KARLSSON 1977, MURPHY ja SINNOTT 1989). Tässä aineistossa sonnien vasikkakuolleisuusindeksi oli sitä suurempi, mitä pienempi vasikkakuolleisuus oli eli negatiivinen yhteys elopaino- ja vasikkakuolleisuusindeksin välillä tarkoittaa tässä tutkimuksessa vasikkakuolleisuuden lisääntyvän lehmien elopainon kohotessa. Ayrshiresonneilla vasikkakuolleisuusindeksin, kun sonni oli vasikan isänä, ja elopainoindeksin välinen korrelaatio oli -0.18, joka on yhtä voimakas kuin kirjallisuudessa. Friisiläisillä vastaava yhteys oli heikompi (-0.09). Kun sonni oli vasikan emänisä, oli vastaava yhteys lähellä nollaa, ayrshirellä -0.07 ja friisiläisillä +0.03. Lehmien elopainon kohotessa vasikkakuolleisuus on ongelma painavia tyttäriä periyttävien sonnien parituskumppaneilla, mutta ei niiden omilla tyttärillä.

Elopainoindeksin ja maito- ja valkuaistuotosindeksien yhteydet olivat selvästi positiivisia. Elopainoindeksin kohotessa maidon valkuais- ja rasvaprosentti-indeksit sen sijaan laskivat. Elopainoindeksin ja maidontuotanto-ominaisuuksien indeksien väliset korrelaatiot olivat samansuuntaisia, mutta eivät ihan yhtä voimakkaita kuin lehmien elopainon ja maidontuotanto-ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot lehmäaineistossa.

Elopainoindeksin ja rakenneindeksien väliset yhteydet olivat ayrshiresonneilla voimakkaan positiivisia. Useissa tutkimuksissa lehmien elopainon tai rinnanympäryksen ja rakenneominaisuuksien väliset korrelaatiot

Taulukko 25: Elopainoindeksin korrelaatio ( $r$ ) muiden sonninaineiston muuttujien kanssa ayrshire- ja friisiläissonneilla.

elopainoindeksi ×	ayrshire		friisiläinen	
	hav.	$r$	hav.	$r$
tyttörien lukumäärä	2 586	+0.09	579	-0.01
kasvuindeksi	2 494	+0.39	520	+0.26
maitoindeksi	2 586	+0.28	579	+0.02
valkuaistuotosindeksi	2 586	+0.24	579	+0.04
valkuaisprosentti-indeksi	2 586	-0.13	579	+0.04
rasvaprosentti-indeksi	2 586	-0.06	579	-0.03
uusimattomuusindeksi	2 143	-0.03	463	+0.04
tyhjääksi-indeksi	2 586	+0.06	579	+0.16
vasikkakuolleisuusindeksi isänä	1 670	-0.18	380	-0.09
vasikkakuolleisuusindeksi emänisänä	2 266	-0.07	499	+0.03
lypsettävyysindeksi	2 472	-0.04	556	-0.07
luonneindeksi	2 472	+0.02	556	+0.01
vuotoindeksi	2 472	-0.05	556	-0.01
runkorakenneindeksi	281	+0.39	84	+0.23
jalkarakenneindeksi	335	+0.20	102	-0.02
utareerakenneindeksi	335	+0.16	102	+0.20
rinnanympärysindeksi	335	+0.71	102	+0.70
utareen etukorkeusindeksi	335	+0.64	102	+0.58
utareen takakorkeusindeksi	335	+0.31	102	+0.22
hedelmällisyyshäiriöiden hoitoindeksi	1 419	-0.01	326	-0.15
kokonaishoitoindeksi	1 419	+0.03	326	-0.04
utaresairauksien hoitoindeksi	1 419	-0.07	326	+0.01
soluindeksi	2 586	-0.05	579	-0.11
kokonaisjalostusarvo	2 586	+0.22	579	+0.06

ovat olleet lievästi positiivisia tai  $= 0$  (LIN *ym.* 1987, MEYER *ym.* 1987, RAJAKANGAS 1988). Näin voimakkaita positiivisia korrelaatioita, kuin tässä tutkimuksessa elopaino- ja rakenneindeksien välillä oli, ei ole muissa tutkimuksissa havaittu. Elopainoindeksi ja rinnanympärysindeksi kuvaavat lähes samaa ominaisuutta, mutta rinnanympärysindeksi lasketaan vain valiosonneille noin 50 tyttäreltä kerättyjen tietojen perusteella, kun taas elopainoindeksi lasketaan kaikille sonneille tyttärien kolmen ensimmäisen tuotosvuoden elopainoista, minkä vuoksi yhteys oli +0.70 eikä 1.

Taulukko 26: Kasvuindeksin korrelaatio ( $r$ ) muiden sonniaineiston muuttujien kanssa ayrshire- ja friisiläissonneilla.

kasvuindeksi x	ayrshire		friisiläinen	
	hav.	$r$	hav.	$r$
tyttöjen lukumäärä	2 494	+0.16	520	+0.14
maitoindeksi	2 494	+0.16	520	+0.12
valkuaistuosindeksi	2 494	+0.16	520	+0.17
valkuaisprosentti-indeksi	2 494	-0.04	520	+0.04
rasvaprosentti-indeksi	2 494	-0.03	520	+0.01
elopainoindeksi	2 494	+0.39	520	+0.26
uusimattomuusindeksi	2 135	+0.05	454	+0.02
tyhjääksi-indeksi	2 494	-0.02	520	-0.00
vasikkakuolleisuusindeksi isänä	1 664	-0.13	370	+0.05
vasikkakuolleisuusindeksi emänisänä	2 240	-0.06	499	-0.02
lypsettävyysindeksi	2 408	-0.05	510	-0.05
luonneindeksi	2 408	+0.05	510	+0.09
vuotoindeksi	2 408	-0.10	510	+0.01
runkorakenneindeksi	277	+0.09	69	+0.11
jalkarakenneindeksi	326	+0.05	82	-0.04
utarerakenneindeksi	326	+0.05	82	-0.14
rinnanympärysindeksi	326	+0.28	82	+0.26
utareen etukorkeusindeksi	326	+0.28	82	+0.08
utareen takakorkeusindeksi	326	+0.16	82	-0.16
hedelmällisyshäiriöiden hoitoindeksi	1 415	-0.09	314	-0.09
kokonaishoitoindeksi	1 415	-0.07	314	-0.08
utaresairauksien hoitoindeksi	1 415	-0.06	314	-0.10
soluindeksi	2 494	+0.02	520	-0.07
kokonaisjalostusarvo	2 494	+0.19	520	+0.20

Ayrshiresonneilla elopainoindeksin kohoaminen vaikuttaisi tämän tutkimuksen mukaan useiden muiden ominaisuuksien indekseihin joko myönteisesti tai ei millään tavalla. Kielteiset vaikutukset olisivat vain vasikkakuolleisuus-indeksiin ja maidon pitoisuuksien indekseihin.

Rotujen välillä oli joitakin eroja. Friisiläisillä yhteydet elopainoindeksin ja muiden indeksien välillä eivät olleet yhtä voimakkaita kuin ayrshireillä, mikä voi johtua osittain havaintojen pienemmästä lukumäärästä. Friisiläisillä useimmilla indekseillä ei ollut selvää yhteyttä elopainoindek-

sin kanssa. Kasvu- ja rakenneindeksien yhteydet elopainoindeksiin olivat myös friisiläisillä positiivisia lukuunottamatta jalkarakenneindeksiä. Sen sijaan elopainoindexin ja maidontuotanto-ominaisuuksien indeksien väliset yhteydet olivat friisiläisillä hyvin heikkoja.

Kasvuindeksin yhteydet muihin indekseihin eivät olleet yhtä voimakkaita kuin elopainoindexin (Taulukko 26). Positiivinen yhteys ayrshiresonneilla oli mm. maito- ja valkuaistuotos- sekä rinnanympärysindeksihin. Myös kasvuindeksin yhteys vasikkakuolleisuusindekseihin oli negatiivinen.

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Ayrshirelehmät olivat kaikilla kolmella lypsykaudella kevyempiä kuin friisiläislehmät. Ayrshirelehmät painoivat keskimäärin 481.7 kg ja friisiläislehmät 503.4 kg. Molempien rotujen elopainot kasvoivat ensimmäisestä kolmanteen lypsykauteen. Poikimakerran vaikutus lehmien elopainoon oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Muita lehmien elopainoon erittäin merkitsevästi vaikuttavia tekijöitä olivat alue (maatalouskeskus), karjan ruokintaluokka, poikimaikä, poikimavuosi, poikimavuodenaika, lypsykauden vaihe ja tyhjäkauden pituus. Karjan osuus lehmien elopainon muuntelusta oli lähes kolmannes. Karja-tekijää ei ollut mahdollista ottaa suoraan huomioon käytetyssä tietokoneohjelmistossa perinnöllisten tunnuslukujen laskennassa, joten karjaa pyrittiin kuvaamaan karjan ruokintaluokalla.

Alueiden välillä oli lehmien elopainoissa suuria eroja. Kevyimmät lehmät olivat Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla (maatalouskeskukset 15–17) ja painavimmat Hämeen ja Keski-Suomen alueella (maatalouskeskukset 6–8 ja 14). Poikimaiän vaikutus lehmien elopainoon heikkeni lypsykausittain. Mitä vanhempana lehmä oli poikunut sitä painavampi se oli. Ainakin ensimmäisen lypsykauden elopainoista poikimaiän vaikutus olisi poistettava, mikäli eri lehmien elopainoja halutaan verrata toisiinsa. Myöhemmin sen vaikutus oli pienempi, joten korjaus ei ole välttämätön. Poikimavuosien välillä ei lehmien elopainoissa tässä tutkimuksessa ollut suuria eroja, koska mukana oli vain muutamia vuosia. Pidempien ajanjaksojen tuloksia analysoidessa on poikimavuoden vaikutus otettava huomioon. Vuosien väliset erot johtuvat geneettisen tason muutoksista ja satunnaisista, lähinnä rehujen aiheuttamista vaihteluista. Poikimavuodenajan vaikutus elopainoon oli samansuuntainen kuin maitotuotokseen; marras-joulukuussa poikineet lehmät olivat painavimpia ja touko-kesäkuussa poikineet kevyimpiä.

Aivan lypsykauden alussa eri vaiheissa mitattujen lehmien elopainoissa ei ollut suuria eroja. Kevyimpiä olivat 3–5 kuukauden kuluessa poikimisesta mitatut lehmät. Siitä eteenpäin elopainot kohosivat lypsykauden loppua kohti. Voimakkainta elopainon kohoaminen oli aivan lypsykauden lopussa (yli 10 kuukauden kuluttua poikimisesta). Lehmien elopaino tulisi ohjeiden mukaan määrittää neljän kuukauden kuluessa poikimisesta. Aineisto sisälsi kuitenkin kaikissa lypsykauden vaiheissa mitattuja elopainoja. Koska lehmien elopainoja mitataan käytännössä kaikissa lypsykauden vaiheissa, on lypsykauden vaiheen vaikutus poistettava.

Tässä tutkimuksessa myös tyhjäkauden pituus vaikutti erittäin merkitsevästi lehmien ensimmäisen ja toisen lypsykauden elopainoihin. Erot

tyhjäkauden pituuden mukaan olivat kuitenkin niin pieniä, että elopainoja ei välttämättä tarvitse korjata tyhjäkauden pituuden suhteen. Tyhjäkauden pituus oli tässä tutkimuksessa mukana sen maidontuotanto-ominaisuuksiin kohdistuvan suuren vaikutuksen vuoksi.

Ayrshirelehmien elopainon toistuvuus aineistossa oli 0.65 ja friisiläislehmien 0.62. Vastaava elopainon periytyvyysaste oli ayrshirelehmillä suunnilleen puolet toistuvuudesta (0.30). Friisiläislehmillä elopainon periytyvyysaste koko aineistossa oli 0.18. Friisiläislehmien elopainon periytyvyysasteet (0.14–0.21) olivat kaikkina lypsykausina alhaisempia kuin ayrshirelehmien (0.24–0.34). Isävarianssikomponentti oli friisiläisaineistossa alhaisempi kuin ayrshireaineistossa eli friisiläissonnit olivat geneettisesti yhtenäisempiä kuin ayrshiresonnit. Syytä elopainon periytyvyysasteiden kohoamiselle lypsykausittain ei löytenyt. Lehmien elopaino periytyy siis yhtä hyvin kuin maitotuotos. Jos halutaan, on lehmien elopainon muuttaminen ylös- tai alaspäin jalostuksen avulla mahdollista.

Lehmien katsotaan yleensä olevan täysikasvuisia vasta toisen poikimisen jälkeen, joten ensimmäisen lypsykauden elopainon voisi olettaa olevan hieman eri ominaisuus kuin myöhempien lypsykausien elopainot. Lehmien eri lypsykausien elopainojen väliset geneettiset korrelaatiot olivat tässä tutkimuksessa likimain 1, joten eri lypsykausien elopainoja voidaan pitää samana ominaisuutena. Eri lypsykausien elopainojen väliset fenotyypiset korrelaatiot olivat yhtä suuria kuin toistuvuus (+0.55–+0.71).

Lehmien elopainon ja maito-, rasva- ja valkuaisuutoksen geneettiset korrelaatiot olivat ayrshirelehmillä eri lypsykausina positiiviset (+0.21–+0.46). Eri lypsykausien välillä ei ollut suuria eroja. Vastaavat fenotyypiset korrelaatiot olivat hieman alhaisempia, mutta edelleen selvästi positiivisia (+0.19–+0.27). Myös friisiläislehmillä elopainon ja maito-, rasva- ja valkuaisuutoksen väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat positiivisia ja kohtalaisen korkeita (+0.20–+0.30), vaikkakin geneettisten korrelaatioiden keskivirheet olivat melko suuria.

Elopainon ja maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden väliset geneettiset korrelaatiot olivat ayrshirelehmillä negatiivisia (–0.39––0.16), mutta vastaavat fenotyypiset korrelaatiot olivat likimain nollia (–0.02–+0.06). Myös friisiläislehmillä elopainon ja maidon pitoisuuksien väliset fenotyypiset korrelaatiot olivat lähellä nollaa. Geneettisten korrelaatioiden keskivirheet olivat friisiläislehmillä suurempia kuin estimaatit, joten geneettisen yhteyden olemassaolosta ei voi sanoa mitään varmaa.

Lehmien elopainon kohoaminen nosti siis maitotuotosta, mutta maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen elopainolla oli perinnöllisesti negatiivinen yhteys. Ympäristökijöiden vaikutuksesta elopainon ja maidon

pitoisuuksien negatiivinen yhteys hävisi ja fenotyyppiset yhteydet olivat lähellä nollaa. Riittääkö painon myötä kohonnut maitotuotos kattamaan kohonneen rehunkulutuksen aiheuttamat kustannukset, riippuu rehujen ja maidon hintasuhteesta. Lehmien elopainon kohotessa maitotuotos elopainokiloa kohti laskee. Elopainon kohoamisen vaikutukset lehmän taloudelliseen tulokseen riippuvat vielä lisäksi naudanlihan hinnasta. Lehmien elopainon ja soluluvun välillä ei tämän tutkimuksen mukaan ole yhteyttä.

Ayrshiresonnien elopainoindeksissä oli selvä suuntaus sonnin syntymävuoden mukaan; mitä nuorempi sonni, sitä suurempi elopainoindeksi eli sitä painavampia sen tyttäret olivat olleet. Friisiläissonneilla kehitys on ollut päinvastainen eli nuorten sonnien tyttäret olivat kevyempiä kuin vanhojen sonnien tyttäret. Karjantarkkailutilaston mukaan sekä ayrshire- että friisiläislehmien keskimääräinen elopaino on jatkuvasti noussut; ayrshiresonnien elopainoindexin kehitys sopii lehmien elopainon kasvun kanssa hyvin yhteen. Holstein-rodun osuuden lisääntyminen Suomen friisiläispopulaatiossa on voinut laskea friisiläissonnien elopainoindexejä. Kasvuindeksin kohotessa yhdellä hajonnan yksiköllä tyttärien elopainot kohosivat ayrshiresonneilla keskimäärin 7 kg ja friisiläissonneilla 5 kg.

Ayrshiresonneilla sekä elopaino- että kasvuindeksi olivat sitä korkeampia, mitä korkeampi oli sonnin kokonaisjalostusarvo. Elopainoindexin ja kokonaisjalostusarvon välinen korrelaatio oli +0.22. Friisiläissonneilla elopainoindexin ja kokonaisjalostusarvon välillä ei ollut merkittävää yhteyttä ( $r = +0.06$ ).

Lehmien elopainon yhteydestä muihin kuin maidontuotanto-ominaisuuksiin koetettiin saada tietoa tutkimalla sonnien elopainoindexin ja muiden jälkeläisarvostelussa laskettujen indeksien yhteyksiä. Ayrshiresonnien elopainoindexillä oli positiivinen yhteys kasvu-, maito- ja valkuaisuus- sekä rakenneindekseihin. Valkuais- ja rasvaprosentti-indeksiin elopainoindexillä oli negatiivinen yhteys, samoin vasikkakuolleisuusindeksiin. Hedelmällisyys-, terveys- ja lypsettävyysindeksien ja elopainoindexin välillä ei ollut merkittävää yhteyttä. Friisiläisillä yhteydet olivat heikompia kuin ayrshireillä.

Lehmien elopainon jatkuva kohoaminen Suomessa on voinut olla seurausta maitotuotoksen voimakkaasta jalostamisesta. Ayrshiresonneilla elopainoindexin ja kokonaisjalostusarvon yhteys oli myös selvästi positiivinen; valiosonnien tyttäret olivat painavampia kuin muiden sonnien tyttäret. Vaikka elopainoindexiä ei huomioitaisi jalostuksessa lainkaan, lehmien elopaino todennäköisesti kohoaisi, koska se on positiivisessa yhteydessä moneen jalostuksella parannettavaan ominaisuuteen.

Merkittävin negatiivinen yhteys elopainoindexillä oli vasikkakuollei-

suusindeksiin, kun sonni oli vasikan isänä. Maidon valkuaispitoisuuden painon lisääminen sonnien valinnassa voi hidastaa tyttärien elopainojen kasvua. Mutta jos lehmien elopainojen halutaan pysyvän nykyisellään tai peräti alenevan, on elopainoindeksiin oltava mukana kokonaisjalostusarvossa negatiivisella painolla.

Ei ole kuitenkaan itsestään selvää, olisiko lehmien elopainojen laskettava, pysyttävä nykyisellään vai kohottava. Eri tiloilla tavoitteet voivat olla hyvin erilaiset. Pyrkimys elopainojen laskemiseen voi johtaa myös maito- ja valkuaisuutosten laskemiseen. Elopainojen jatkuva kasvu puolestaan voi lisätä vasikkakuolleisuutta ja heikentää taloudellista tulosta. Elopainoindeksiin sijoittaminen kokonaisjalostusarvoon voikin olla ongelmallista, koska taloudellisen painokertoimen määrittäminen ei ole helppoa. Lehmien elopaino on optimiominaisuus ja taloudellisen optimin määrittäminen kaipaisi lisätutkimuksia samoin kuin lehmien elopainon ja muiden lihantuotanto-ominaisuuksien yhteydet. Elopainoindeksiä ei kuitenkaan välttämättä tarvitse laittaa mukaan kokonaisjalostusarvoon, mutta se tulisi kuitenkin julkaista jälkeläisarvostelutulosten yhteydessä, jotta karjanomistajat voisivat ottaa sen huomioon jalostusta suunnitellessaan.



## Kirjallisuus

- ANON. 1961. Usefulness of certain body measurements for predicting milk production of dairy animals. Southern cooperative series bulletin 80. 15 s.
- BADINGA, L., COLLIER, R.J., WILCOX, C.J. ja THATCHER, W.W. 1985. Interrelationships of milk yield, body weight, and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 68: 1828–1831.
- BATRA, T.R., LEE, A.J. ja MCALISTER, A.J. 1986. Relationships of reproduction traits, body weight and milk yield in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 66: 53–65.
- BRATT, G. 1991. Kirjallinen tiedonanto.
- BRUM, E.W. ja LUDWICK, T.M. 1969. Heritabilities of certain immature and mature body measurements and their correlations with first-lactation production of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 52: 352–359.
- CLARK, R.D. ja TOUCHBERRY, R.W. 1962. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 45: 1500–1510.
- ERB, R.E. ja ASHWORTH, U.S. 1961. Relationships between age, body weight, and yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 44: 515–523.
- FALCONER, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. Longman Ltd., New York. 3. painos, 438 s.
- FISHER, L.J., HALL, J.W. ja JONES, S.E. 1983. Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *J. Dairy Sci.* 66: 2167–2172.
- HAAPA, M. ja SYVÄJÄRVI, J. 1987. Relationship for growth and intake between young bulls and daughters. Kirjassa: Proceedings EAAP-seminar. Study commissions on cattle production and animal genetics. Wageningen, Netherlands, 27–29 April 1987. EAAP-publication no 34: 99–102.
- HARVEY, W.R. 1970. Estimation of variance and covariance components in the mixed model. *Biometrics* Vol. 26, 3: 485–504

- HARVILLE, D.A. ja HENDERSON, C.R. 1966. Interrelationships among age, body weight, and production traits during first lactations of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 49: 1254–1261.
- HENNINGSSON, T. 1985. Performance testing for beef production traits in Swedish dual purpose and beef cattle. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 64.* 142 s.
- HICKMAN, C.G. ja BOWDEN, D.M. 1971. Correlated genetic responses of feed efficiency, growth, and body size in cattle selected for milk solids yield. *J. Dairy Sci.* 54: 1848–1855.
- HIMANEN, A. 1991. Sonniin jälkeläisarvostelu. *Nautakarja* 3: 35–57.
- HOOVEN, N.W., MILLER, R.H., Jr. ja PLOWMAN, R.D. 1968. Genetic and environmental relationships among efficiency, yield, consumption and weight of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 51: 1409–1419.
- HUHTANEN, P. 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. *Kotieläinjalostuksen tiedote* no 58. 82 s.
- JOHANSSON, I. 1964. The relation between body size, conformation and milk yield in dairy cattle. *Anim. Breed. Abstr.* 32: 421–435.
- JUGA, J. 1991. Jalostustavoitteet muuttuvat Pohjolassa. *Nautakarja* 1: 16–18.
- JÄHNE, M., SCHWARK, H.-J. ja RAASCH, A. 1976. Untersuchungen zur Selektion im Jungkuhalter. 3. Mitteilung: Untersuchungen zur Körpermasseentwicklung von Jungkühen in ihrem Einfluß auf die Milchleistung der ersten Laktation. *Archiv f. Tierzucht* 19: 159–170.
- KANTANEN, J. 1991. Itä-, länsi- ja pohjoissuomenkarjan populaatio-rakenne biokemiallisen polymorfismin ja rungon mittojen perusteella. *Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki. Seminaariesitelmä.* 12 s.
- KARLSSON, U. 1979. Correlated responses of selection for growth rate in Swedish dual-purpose cattle breeds. *Acta Agr. Scand.* 29: 295–303.
- KENTTÄMIES, H. 1973. Elopainon määrittäminen mittaamalla. *Nautakarja* 2: 31, 33–34.
- KENTTÄMIES, H., TAIVALANTTI, P. ja VEHEMAAN-KREULA, E. 1974. Lehmien elopainon määrittäminen rinnanympäryksen avulla. *Kehittyvä Maatalous* 18: 3–15.
- KIVIPELTO, V. 1971. Sonniin jälkeläisarvostelu 1971. *Nautakarja* 4: 32–44.

- KOSKINEN, A. 1980. Lypsylehmän elopainosta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja sen yhteydestä maidontuotantoon. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki. Seminaariesitelmä. 5 s.
- KOSSILA, V. ja TASKINEN, P. 1969. Sources of variation in the birth weight of ayrshire calves. *Maatal.tiet. Aikak.* 41: 180–190.
- LAMPINEN, A. 1987. Maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvukyky ja sen arvostelu. *Kotieläinjalostuksen tiedote* no 76. 79 s.
- LIN, C.Y., LEE, A.J., McALLISTER, A.J., BATRA, T.R., ROY, G.L., VESELY, J.A., WAUTHY, J.M. ja WINTER, K.A. 1987. Intercorrelations among milk production traits and body and udder measurements in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70: 2385–2393.
- LIN, C.Y., McALLISTER, A.J. ja LEE, A.J. 1985. Multitrait estimation of relationships of first-lactation yields to body weight changes in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 68: 2954–2963.
- LINDSTRÖM, U.B. ja SYVÄJÄRVI, J. 1978. Vasikkakuolleisuuteen vaikuttavista tekijöistä. *Suomen Eläinlääk.lehti* 84: 551–565.
- MAATILAHALLITUS 1971–1987. Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta. Maatilahallituksen tiedonantoja no 369, no 372, no 374, no 378, no 380, no 383, no 386, no 389, no 393, no 395, no 399, no 400, no 403, no 405, no 408, no 410 ja no 411.
- MAATILAHALLITUS 1989–1991. Karjantarkkailutilasto 1987, 1988, 1989 ja 1990. Maatilahallitus, Helsinki.
- MCDANIEL, B.T. ja LEGATES, J.E. 1965. Associations between body weight predicted from heart girth and production. *J. Dairy Sci.* 48: 947–956.
- MEIJERING, A. ja POSTMA, A. 1984. Morphologic aspects of dystocia in dairy and dual purpose heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 551–562.
- MEYER, K., BROTHERSTONE, S., HILL, W.G. ja EDWARDS, M.R. 1987. Inheritance of linear type traits in dairy cattle and correlations with milk production. *Anim. Prod.* 44: 1–10.
- MILLER, R.H., LUKASZEWICZ, M. ja PEARSON, R.E. 1981. Dual-purpose selection in dairy cattle. 1. Genetic and phenotypic estimates. *Z. Tierz. und Züchtungsbiol.* 98: 108–124.
- MKL 1983. Karjantarkkailun ohjesääntö ja sen soveltamisohjeet. Maatalouskeskusten Liitto, Helsinki. 102 s.

- MKL 1991. Karjantarkkailun ohjesääntö. Maatalouskeskusten Liitto, Helsinki. 4 s.
- MOORE, R.K., KENNEDY, B.W., SCHAEFFER, L.R. ja MOXLEY, J.E. 1990. Relationships between reproduction traits, age and body weight at calving, and days dry in first lactation Ayrshires and Holsteins. *J. Dairy Sci.* 73: 835–842.
- MOORE, R.K., KENNEDY, B.W., SCHAEFFER, L.R. ja MOXLEY, J.E. 1991. Relationships between age and body weight at calving and production in first lactation Ayrshires and Holsteins. *J. Dairy Sci.* 74: 269–278.
- MURPHY, D.T. ja SINNOTT, M.L. 1989. Relationships between progeny test results for linear type, beef and milk production in Friesian cattle in Ireland. 40th Annual Meeting of the EAAP. Paper C 3.12. 9 s.
- MÄNTYSAARI, E. 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosiemennyssonnien kokonaisjalostusarvon kuvaajana. Kotieläinjalostuksen tiedote no 62. 86 s.
- MÄNTYSAARI, E. 1991. Uudet sonnien hedelmällisyys- ja solulukuarvostelut. *Nautakarja* 3: 11–13.
- NIEBEL, E., FEWSON, D. ja BOVENHUIS, H. 1987. The importance and the use of beef in the breeding goal of dairy and dual-purpose breeds in Western Europe. Kirjassa: Proceedings EAAP-seminar. Study commissions on cattle production and animal genetics. Wageningen, Netherlands, 27–29 April 1987. EAAP-publication no 34: 189–203.
- NIELSEN, A. 1991. Kirjallinen tiedonanto.
- NYSTED, M. 1991. Kirjallinen tiedonanto.
- OJALA, M. 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristökijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Kotieläinjalostuksen tiedote no 55. 54 s.
- OJALA, M 1984. Factors influencing growth of Ayrshire bulls tested at station. *Acta Agr. Scand.* 34: 167–176.
- PANDEY, H.N., SRIVASTAVA, B.B., NIVSARKAR, A.E., TANEJA, V.K. ja GARG, R.C. 1985. Weight and linear body measurements at calving. *Indian J. Dairy Sci.* 38: 250–255.

- PHILIPSSON, J. 1976. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. IV Relationships between calving performance; precalving body measurements and size of pelvic opening in Friesian heifers. *Acta Agr. Scand.* 26: 221–229.
- PHILIPSSON, J. ja KARLSSON, U. 1977. Effekten av selektion för köttproduktionsegenskaper på kornas storlek och frekvensen dödfödselar. Nordiskt symposium kring individprövningsfrågor, Helsinki 13.–14.9.1977. 6 s.
- PÖNNIÄINEN, P. 1989. Metoder att skatta levande vikten på SRB-kvigor. SHS, Ruotsi. *Moniste.* 31 s.
- RAJAKANGAS, A.-M. 1988. Lypsylehmien rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut. *Kotieläinjalostuksen tiedote* no 84. 75 s.
- ROGERS, G.W., HARGROVE, G.L., LAWLOR, T.J., Jr. ja EBERSOLE, J.L. 1991. Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 74: 1087–1091.
- ROO, G. DE ja FIMLAND, E.A. 1983. A genetic analysis of performance and progeny test data for young bulls of Norwegian red cattle and various Friesian crosses. *Livestock Prod. Sci.* 10: 123–131.
- RUCHTI, E. 1989. Wie groß ist die ideale Kuh? Oder: Leisten große oder kleine Kühe mehr. *KB-Mitteilungen* 1: 15–17.
- RUVUNA, F., MCDOWELL, R.E., CARTWRIGHT, T.C. ja MCDANIEL, B.T. 1986. Growth and reproduction characteristics of purebred and crossbred dairy cattle in first lactation. *J. Dairy Sci.* 69: 782–793.
- RYBKA, P. ja WOLF, J. 1988. Kombination von Milch und Fleisch bei der Züchtung des Schwarzbunten Milchrindes als Zweinutzungsgrind. *Archiv f. Tierzucht* 31: 201–208.
- RØNNINGEN, K. 1967. Phenotypic and genetic parameters for characters related to milk production in cattle. *Acta Agr. Scand.* 17: 83–100.
- SIEBER, M., FREEMAN, A.E. ja KELLEY, D.H. 1988. Relationships between body measurements, body weight and productivity in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 3437–3445.
- SIEBER, M., FREEMAN, A.E. ja KELLEY, D.H. 1989. Effects of body measurements and weight on calf size and calving difficulty of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 72: 2402–2410.

- SYRSTAD, O. 1966. Studies on dairy herd records. IV Estimates of phenotypic and genetic parameters. Acta Agr. Scand. 16: 79-96.
- SYVÄJÄRVI, J. 1987. Lypsykarjan jalostustavoitteet. Nautakarja 2: 18-19.
- TORNIAINEN, P. 1991. Maidon aineosien vaihteluun vaikuttavat tekijät ja perinnölliset tunnusluvut Suomen lypsykarjaroduissa. Kotieläinjalostuksen tiedote no 90. 71 s.
- VILVA, V. 1991. WSYS-ohjelmisto. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki.
- WILK, J.C., YOUNG, C.W. ja COLE, C.L. 1963. Genetic and phenotypic relationships between certain body measurements and first lactation milk production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 46: 1273-1277.

Liite 1. Lehmien elopainon arvioiminen rinnanympäryksen perusteella (MKL 1983).

NORMAALIKUNTOISTEN LEHMIEN ELOPAINON ARVIOIMINEN RINNAN-  
YMPÄRYSMITAN MUKAAN

Rinnanympäryys		Elopaino		Rinnanympäryys		Elopaino	
cm	sk	ay	fr	cm	sk	ay	fr
160	361	364	363	189	524	546	549
161	366	369	369	190	530	553	556
162	370	375	375	191	537	560	563
163	375	381	381	192	544	567	570
164	380	387	387	193	551	574	577
165	385	393	194	558	581	584	587
166	390	399	399	195	565	588	591
167	395	405	405	196	572	595	598
168	400	411	411	197	579	602	605
169	406	417	417	198	586	609	612
170	411	423	424	199	593	616	620
171	416	429	430	200	600	623	627
172	422	435	436	201	606	631	634
173	427	442	443	202	615	638	642
174	433	448	449	203	623	645	649
175	438	454	455	204	631	652	657
176	444	461	462	205	638	660	664
177	455	467	468	206	646	667	672
178	456	473	475	207	654	675	679
179	461	480	481	208	662	682	687
180	467	486	488	209	670	690	694
181	473	493	494	210	678	697	702
182	479	499	501	211	686	705	710
183	486	500	508	212	694	712	717
184	492	512	514	213	703	720	725
185	498	519	521	214	711	728	733
186	504	526	528	215	719	736	741
187	511	533	535	216	728	743	749
188	517	539	542				

E n s i k o i d e n elopaino määritetään vähentämällä vastaavasta taulukkopainosta 17 kg.

Liite 2. Havaintojen lukumäärät ja muuttujien keskiarvot roduittain sonniaineistossa.

muuttuja	ayrshire		friisiläinen	
	hav.	ka	hav.	ka
tyttären lukumäärä	2 586	260.9	579	244.9
kasvuindeksi	2 494	100.9	520	101.0
maitoindeksi	2 586	94.9	579	96.1
valkuaistuotosindeksi	2 586	94.5	579	95.5
valkuaisprosentti-indeksi	2 586	101.8	579	100.9
rasvaprosentti-indeksi	2 586	98.7	579	99.1
elopainoindeksi	2 586	98.0	579	103.6
uusimattomuusindeksi	2 143	100.4	463	101.0
tyhjääkausi-indeksi	2 586	100.7	579	103.0
vasikkakuolleisuusindeksi isänä	1 670	100.4	380	99.0
vasikkakuolleisuusindeksi emänisänä	2 266	99.9	499	101.5
lypsettävyyssindeksi	2 472	99.8	556	100.1
luonneindeksi	2 472	99.8	556	99.9
vuotoindeksi	2 472	100.2	556	100.1
runkorakenneindeksi	281	100.0	84	100.0
jalkarakenneindeksi	335	100.0	102	99.8
utarerakenneindeksi	335	100.0	102	100.0
rinnanympärysindeksi	335	99.8	102	99.7
utareen etukorkeusindeksi	335	99.8	102	99.5
utareen takakorkeusindeksi	335	100.2	102	100.1
hedelmällisyyshäiriöiden hoitoindeksi	1 419	99.5	326	99.7
kokonaishoitoindeksi	1 419	99.3	326	99.4
utaresairauksien hoitoindeksi	1 419	99.7	326	99.3
soluindeksi	2 586	101.6	579	98.3
kokonaisjalostusarvo	2 586	-3.0	579	-2.9



Liite 3. Ayrshire- ja friisiläislehmien lukumäärät sekä keskielopainot (kg) maatalouskeskuksittain ensimmäisellä lypsykaudella.

	maatalouskeskus	ayrshire		friisiläinen	
		lehmiä	elopaino	lehmiä	elopaino
1	Uusimaa	2 845	450.9	244	469.5
2	Nylands Svenska	693	460.0	47	448.3
3	Varsinais-Suomi	3 268	465.8	281	489.2
4	Finska Hushällningss.	59	471.4	3	433.3
5	Satakunta	3 337	453.5	1 019	459.7
6	Pirkanmaa	3 109	466.8	1 096	480.7
7	Häme	4 129	474.6	510	485.5
8	Itä-Häme	3 002	455.7	536	478.6
9	Kymenlaakso	2 711	458.6	300	464.4
10	Etelä-Karjala	3 399	451.8	491	463.4
11	Mikkeli	5 231	452.2	1 621	462.7
12	Kuopio	8 497	462.9	2 665	480.5
13	Pohjois-Karjala	5 532	458.2	1 757	472.5
14	Keski-Suomi	3 439	471.2	556	484.9
15	Etelä-Pohjanmaa	7 340	447.2	1 216	458.9
16	Österbottens Svenska	3 441	448.4	180	464.2
17	Keski-Pohjanmaa	4 990	456.1	643	461.2
18	Oulu	7 168	459.8	1 795	473.1
19	Kainuu	1 935	461.1	651	481.4
20	Lappi	2 084	461.9	621	473.1
21	Peräpohjola	325	441.3	88	461.1
22	Åland	6	500.0	0	-
	Koko maa	76 540	458.3	16 320	472.2

## KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H. , 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. *Lisensiaattityö*, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, H. , 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. *Lisensiaattityö*, 197 s.
3. MAIJALA, K. , 1975. Kotieläinjalostus ja sen tutkimus. *Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä*, 26 s.
4. HELLMAN, T. , 1975. Maidon lysotsyymiaktiivisuudesta ja utaretulehduksesta Viikin karjassa. *Pro gradu-työ*, 77 s.
5. MAIJALA, K. , 1975. Pohjoismaiden maataloustuotanto tulevaisuuden resurssitilanteessa. *Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa*, 36 s.
6. MAIJALA, K. , 1975. 50 vuotta kotieläinten jalostustutkimusta Suomessa — tutkimus tänään ja huomenna. *Esitelmä Maa- ja kotitalouden Erikoisyhdistysten Liiton luentopäivillä Helsingissä 28.11.1974*, 21 s.
7. NIEMINEN, P. , 1975. Ultraäänikuvauksella arvioitun lihakuuden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. *Pro gradu-työ*, 95 s.
8. MAIJALA, K. , 1975. Yleisiä näkökohtia kotieläinten jalostustavoitteiden määrittelyssä. *Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa 3.7.1975*, 18 s.
9. OJALA, M., PUNTILO, M.-L., VARO, M. ja LAAKSO, P. , 1976. Sonnien mittauksia yksilöttestausasemilla. 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. ja VARO, M. , 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö päässien yksilöarvostelussa. 15 s.
11. LINDSTRÖM, U. , 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, H. ja HAKKOLA, H. , 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia. 15 s.
13. Lammaspäivä 2.2.1977. 21 s.
14. JOKINEN, L. ja LINDSTRÖM, U. , 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen. 12 s.
15. LINTUKANGAS, S. , 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotoston ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonnien jälkeläisarvosteluun. *Pro gradu-työ*, 114 s.

16. MAIJALA, K. ja SYVÄJÄRVI, J. , 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisynnyttävää nautakarjaa valinnan avulla. 23 s.
- 17a.-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977*,
18. RUOHOMÄKI, H. , 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa. 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977. 23 s.
20. LINDSTRÖM, U. , 1978. Maidon valkuainen. 13 s.
21. HELLMAN, T. ja OJALA, M. , 1978. Karjujen ultraäänikuvaus. 23 s.
22. LINDSTRÖM, U. , 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä. 21 s.
23. RUOHOMÄKI, H. , 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa. 39 s.
24. LINDSTRÖM, U. , 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla. 10 s.
25. LINDSTRÖM, U. , 1978. *Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.-7.6.1978*, 16 s.
26. HAAPA, M. , 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa. *Matkakertomus*, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, H. , 1978. Lihanautakokeiden tuloksia II. 19 s.
28. LINDSTRÖM, U. , 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa. 14 s.
29. LAMPINEN, K. , 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. *Pro gradu-työ*, 86 s.
30. MROUÉ, B. , 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa. *Lisensiaattityö*, 150 s.
31. BONSDORFF, M. VON, NÄSI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. ja KENTTÄMIES, H. , 1979. *Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh - Aberdeen 7.-20.5.1978*, 79 s.
32. RUOHOMÄKI, H. , 1979. Lihanautakokeiden tuloksia III. 26 s.
33. KALLIO, M. , 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. *Laudaturtyö*, 110 s.
34. KATAJAMÄKI, U. , 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihantuotantokyvyn jalostamisessa. *Pro gradu-työ*, 83 s.

35. LAHDENRANTA, M. , 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijajälkeläisarvosteluun suomenhevosella. *Pro gradu-työ*, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U. , 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa. 11 s.
37. LINDHOLM, S. , 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. *Laudaturtyö*, 51 s.
38. LEUKKUNEN, A. , 1979. Pahnuekoko ja porsimisväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineiston perusteella arvioituna. *Pro gradu-työ*, 72 s.
39. PUNTILA, M.-L. , 1979. Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaatua arvioitaessa. *Pro gradu-työ*, 97 s.
40. RUOHOMÄKI, H. , 1980. Lihakarjakokeiden tuloksia IV. 29 s.
41. Jalostuspäivä 9.4.1980. 43 s.
42. Lammaspäivä 24.4.1980. 33 s.
43. SIRKKOMAA, S. , 1980. Simulointitutkimus sukusiitoksen ja voimakkaan valinnan käytöstä munijakanojen jalostuksessa. *Pro gradu-työ*, 90 s.
44. RUOHOMÄKI, H. , 1980. Eri rotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160, 180, 210 ja 250 kilon teuraspainossa. 13 s.
45. MAIJALA, K. , 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. 52 s.
46. RUOHOMÄKI, H. , 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960-1980. 30 s.
47. Jälkeläisarvosteluseminaari 12.5.1981. 44 s.
48. MAIJALA, K. , 1981. Jalostus ja lisääntyminen vaikuttavina tekijöinä lihanaudan tuotannossa. 20 s.
49. SYRJÄLÄ-QVIST, L., BOMAN, M. ja MOISIO, S. , 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa. 25 s.
50. LEUKKUNEN, A. , 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttärien porsimistulosten perusteella. *Lisensiaattityö*, 88 s.
51. LAURILA, T. , 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. *Pro gradu-työ*, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U. , 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa. 13 s.
53. LEUKKUNEN, A. , 1982. Heikkolaatuisen rehun hyväksikäytön geneettinen edistäminen. 24 s.
54. OJALA, M. , 1982. Eri kudoslajien kasvurytmi naudoilla. 22 s.

55. OJALA, M. , 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. *Laudaturtyö*, 54 s.
56. OJALA, M. , 1982. Kilpailutulosten käyttöarvosta ravihevosten jalostuksessa. *Lisensiaattityö*, 16 s.
57. KENTTÄMIES, H. , 1982. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. *Lisensiaattityö*, 104 s.
58. HUHTANEN, P. , 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. *Laudaturtyö*, 82 s.
59. KUOSMANEN, S. , 1983. 305-pv:n maitotuotoksen ennustaminen osatuotostietojen perusteella. *Pro gradu-työ*, 100 s.
60. HEISKANEN, M.-L. , 1983. Hevosen keinosiemennys tuore- ja pakastespermalla. *Pro gradu-työ*, 63 s.
61. MARKKULA, M. , 1984. Kanojen yleiseen sairaudenvastustuskykyyn liittyviä tekijöitä. 24 s.
62. MÄNTYSAARI, E. , 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosiemennyssonniin kokonaisjalostusarvon kuvaajana. *Pro gradu-työ*, 86 s.
63. LAUKKANEN, H. , 1984. Maidon sähkönjohtokykyyn vaikuttavat tekijät ja johtokyvyn käyttömahdollisuuksista utaretulehduksen vastustamisessa. *Pro gradu-työ*, 68 s.
64. SYVÄJÄRVI, J. , 1984. Tutkimuksia maitorotuisten sonnien jälkeläisarvostelun varmistamiseksi ja monipuolistamiseksi. *Lisensiaattityö*, 14 s.  
*LIITE: Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maidontuotantoon.* 78 s.
65. MAIJALA, K. , 1984. Ulkomaisia kokemuksia suomenlampaasta ja sen risteytyksistä. 27 s.
66. ARONEN, P. , 1985. Liharotuisten nautojen painoihin vaikuttavista tekijöistä ja painojen korjaamisesta. *Pro gradu-työ*, 80 s.
67. JUGA, J. , 1985. Karjansisäinen lehmien arvostelu. *Pro gradu-työ*, 93 s.
68. HIMANEN, A. , 1985. Tilatason jalostussuunnitelmien toteutuminen. *Pro gradu-työ*, 45 s.
69. SEVÓN-AIMONEN, M.-L. , 1985. Risteytysvaikutus sikojen tuotant ominaisuuksissa. *Pro gradu-työ*, 89 s.
70. SAASTAMOINEN, M. , 1985. Lypsylehmän karkearehun syönti- ja hyväskäyttökyvyn jalostusmahdollisuudet. *Pro gradu-työ*, 76 s.
71. FALCK-BILLANY, H. , 1985. Celltalets samt vissa polymorfa proteiner användbarhet vid avel för mastitresistens. *Pro gradu-työ*, 54 s.

72. FALCK-BILLANY, H. ja MAIJALA, K. , 1985. Jalostusvalinnan mahdollisuudet muuttaa maidon rasva- ja valkuaiskoostumusta. 38 s.
- 73a. OJALA, M. , 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. *Väitöskirja*, 18 s. , 4 liitettä.
- 73b. OJALA, M. , 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. *Väitöskirjan lyhennelmä*, 18 s.
74. SÄYNÄJÄRVI, M. , 1986. Sukusiitoskertoimet suomalaisessa ayrshire-populaatiossa ja sukusiitoksen vaikutukset eri ominaisuuksiin. *Pro gradu-työ*, 59 s.
75. PYLVÄNÄINEN, H. , 1987. Ravikilpailuominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut eri ikävuosina ja ikävuosien välillä. *Pro gradu-työ*, 87 s.
76. LAMPINEN, A. , 1987. Maitorotuisten keinosiemennyssonniin kasvukyky ja sen arvostelu. *Pro gradu-työ*, 79 s.
77. ALASUUTARI, T. , 1987. Maitorotuisten sonniin tyttärien karsiintuminen ja sonniin jalostusarvojen toistuvuus. *Pro gradu-työ*, 127 s.
78. TIKKANEN, S. , 1987. Minkin pentuekoon periytyvyys. *Pro gradu-työ*, 46 s.
79. TUORI, M. , 1987. Lypsykäyrän muotoa kuvaavien tunnuslukujen ja lypsykauden tuotosten toistuvuus Viikin karjassa. *Laudaturtyö*, 65 s.
80. MÄNTYHAHO, M. , 1988. Maidon rasvahappokoostumukseen vaikuttavista tekijöistä. *Pro gradu-työ*, 82 s.
- 81a. SIRKKOMAA, S. , 1988. Use of inbreeding to increase the response to selection. *Väitöskirja*, 29 s. , 5 liitettä.
- 81b. SIRKKOMAA, S. , 1988. Use of inbreeding to increase the response to selection. *Väitöskirjan lyhennelmä*, 29 s.
82. SIRKKOMAA, S. ja OJALA, M. , 1988. Geeniteknologian hyväksikäyttömahdollisuudet kotieläinjalostuksessa. 50 s.
83. LIUTTULA, M. , 1988. Lammastarkkailun tulosten käyttömahdollisuudet lampaanjalostuksessa. *Pro gradu-työ*, 92 s.
84. RAJAKANGAS, A.-M. , 1988. Lypsylehmien rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut. *Pro gradu-työ*, 75 s.
85. VOUTILAINEN, U. , 1989. Punnitustarkkailun tulosten käyttömahdollisuudet lihakarjan jalostuksessa. *Pro gradu-työ*, 72 s.
86. UKKONEN, M. , 1989. Lypsettävyysominaisuuksien vaihteluun vaikuttavat tekijät ja perinnölliset tunnusluvut. *Pro gradu-työ*, 79 s.
87. MAIJALA, K. , 1989. Naudan geenikartoitus. 17 s.



88. RAUKOLA, I. , 1990. Sonniien sperman määrä- ja laatutekijöiden yhteydet ja niiden vaihteluun vaikuttavat tekijät. *Pro gradu-työ*, 60 s.
89. KORHONEN, T. , 1990. Maidon laktoosipitoisuuteen vaikuttavat tekijät sekä laktoosipitoisuuden yhteydet solulukuun ja maidon muihin aineosiin. *Pro gradu-työ*, 63 s.
90. TORNIAINEN, P. , 1991. Maidon aineosien vaihteluun vaikuttavat tekijät ja perinnölliset tunnusluvut Suomen lypsykarjaroduissa. *Pro gradu-työ*, 71 s.
91. UIMARI, P. , 1991. Dominanssin vaikutus eläinten jalostusarvojen ennustamisessa. *Pro gradu-työ*, 61 s.
92. SAASTAMOINEN, M. , 1991. Ravihevosen kasvuun, kehitykseen ja kilpailutuloksiin vaikuttavat tekijät. *Lisensiaattityö*, 32 s.
93. KANTANEN, J. , 1991. Itä-, länsi- ja pohjoissuomenkarjan populaatiorakenne biokemiallisen polymorfismin ja rungon mittojen perusteella. *Pro gradu-työ*, 85 s.
94. IMMONEN, T. , 1991. Sukusiitosaste ja sukupolvien välinen aika suomenhevospopulaatiossa. *Pro gradu-työ*, 51 s.
95. SMEDS, K. , 1991. Rävens fruktsamhetsegenskapers arvbarhet. *Pro gradu-työ*, 59 s.
96. HIETANEN, H. , 1991. Ayrshire- ja friisiläislehmien elopainon perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet maidontuotanto-ominaisuuksiin. *Pro gradu-työ*, 80 s.

ISBN 951-45-6172-4

ISSN 0356-1429

Helsinki 1992

Yliopistopaino