

**305 pv:n maitotuotoksen  
ennustaminen  
osatuoostietojen perusteella**

Seppo Kuosmanen  
Kotieläinten jalostustieteen laitos

---

Helsinki 1983

**Julkaisija:**

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki

305 PV:N MAITOTUOTOKSEN ENNUSTAMINEN OSATUOTOS-  
TIETOJEN PERUSTEELLA

Seppo Kuusmanen  
pro gradu-työ 1982

## SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	1
KIRJALLISUUSOSA	4
I. Osatuotosten Käytön edut ja haitat	4
I.1. Osatuotosten Käytön edellytykset	4
I.2. Tyttären valinta vähenee	4
I.3. Sukupolvien välinen aika lyhenee	6
I.4. Osatuotoksiin perustuvan valinnan tehokkuus	7
I.5. Vaikutus lypsykäyrän muotoon	8
II. Osa- ja kokonaistuotosten väliset yhteydet	9
II.1. Fenotyyppiset korrelaatiot	9
II.2. Geneettiset korrelaatiot	11
II.3. Heritabiliteetit	13
III. Ympäristötekijöiden vaikutus maidontuotantoon	19
III.1. Satunnaisten tekijöiden vaikutuksista	19
III.2. Systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutus	20
III.2.1. Poikimaikä	21
III.2.2. Vuodenaika poikiessa	22
III.2.3. Tyhjäkausi	23
III.2.4. Karjan tuotostaso	24
III.2.5. Ensimmäinen periodi	25
IV. Osatuotosten laajentaminen kokonaistuotoksiksi	27
IV.1. Systemaattisten ymp. tekijöiden huomioiminen	28
IV.2. Eri menetelmiä kokonaistuotoksen ennustamiseksi	29
IV.2.1. Suhdemenetelmiä	30
IV.2.2. Regressiomenetelmiä	36
IV.2.3. Ennusteiden luotettavuuden arvioiminen	38
OMAT TUTKIMUKSET	44
I. Aineisto	44
I.1. Alkuperäinen aineisto	44
I.2. Analyysitiedostot	45
II. Menetelmät	47
III. Tulokset ja niiden tarkastelu	48
III.1. Karsittujen määrä ja syyt karsintaan	48
III.2. Karsittujen ensikoiden tuotos	50
III.3. Maidontuotantoon vaikuttavat ympäristötekijät	53
III.3.1. Vuodenaika poikiessa	53
III.3.2. IKä poikiessa	57
III.3.3. Karjan tuotostaso	61
III.3.4. Tyhjäkausi	63
III.3.5. Ensimmäinen periodi	66

III.4. 305-pv:n tuotosten ennustaminen osatuotostie- jen perusteella	67
III.4.1 Käytetyt menetelmät	67
III.4.1.1. Suhdemenetelmät	68
III.4.1.2. Usean muuttujan regressioyhtälöt	73
III.4.2. Ympäristötekijöiden vaikutus laajennusker- toimiin	74
III.4.3. Eri menetelmillä saatuja tulosten vertailua	77
IV. Yhteenveto ja keskustelua	87
TIIVISTELMÄ	94
KIRJALLISUUSLUETTELO	96

## JOHDANTO

Suomessa Käytännöllisesti Katsoen Kaikki lehmät kuulu-  
vat Keinosiemennyksen piiriin. Sperman pakastuksen  
johdosta Keinosiemennyssonniien määrä suhteessa koko  
nautakarjapopulaatioon on hyvin pieni ja siten yhden  
sonnin vaikutus jälkeläistössä on suuri. Vuonna 1980  
tehtiin sonnia kohden keskimäärin 2300 siemennystä,  
muutamia jälkeläisarvosteltuja sonneja käytettiin jopa  
yli 10 000 siemennykseen. Nautakarjan jalostuksessa on  
siten Keinosiemennyssonniien jalostusarvon oikealla  
määrittämisellä ja sen perusteella tehtävällä valin-  
nalla Keskeinen merkitys perinnölliselle edistymisel-  
le. Ennenkaikkea on kysymys siitä, että Keinosiemen-  
nyssonnit voidaan periyttämiskyvyltään asettaa parem-  
muusjärjestykseen mahdollisimman luotettavasti ja par-  
haat valita laajempaan käyttöön.

Sonniien valinta tapahtuu useassa eri vaiheessa. Pol-  
veutumistietojen perusteella valitut sonnivasikat kas-  
vatetaan vuoden ikäisiksi yhteisellä kasvatusasemalla  
niiden kasvukyvyyn mittaamiseksi. Tällöin saatu sonnin  
kasvuindeksi yhdistetään lopullisessa valinnassa son-  
nin saamaan jälkeläisarvostelutulokseen, joka pohjau-  
tuu sen tyttärien tuotastietoihin. Jotta jälkeläis ar-  
vostelu olisi luotettava, tulee sen täyttää tietyjä  
ehtoja. Jälkeläisarvostelussa käytettyjen tyttärien  
lukumäärän on oltava riittävän suuri, tyttäret eivät  
saa olla ennalta valittuja, tyttärien emät eivät saa  
olla valittuja jne. Jotta eri sonniien jälkeläisarvos-  
telun tuloksia voidaan verrata keskenään, on ne siis  
oltava samanarvosia lähtötietojensa osalta.

Suomessa Karjantarkkailuun kuului v. 1979 vain 36,9 %  
lehmistä. Kun sonniien jälkeläisarvosteluun otetaan mu-  
kaan vain nuorsonniien ensikkotyttäret, jäävät tytär-

määrät sonnia Kohden usein liian pieniksi. Varsinkin suomenkarjan sonneille on vaikea saada riittävän suuria tytärmääriä luotettavien jälkeläisarvostelujen laskemiseksi. Jalostusohjelman pyrkimyksenä on saada n. 1500 siemennystä nuorsonnia Kohden tarkkailukarjoissa riittävän suuren tytärmäärän saamiseksi. Keinosiemennyskäyttöön hankittujen sonnien lukumäärä onkin riippuvainen suurelta osin siitä, kuinka monelle sonnille voidaan saada jälkeläisarvostelu. Sonnien määrän aleneminen puolestaan vähentää valinnan mahdollisuuksia ja hidastaa siten jalostuksellista edistymistä.

Kaikki nuorsonnien ensikkotyttäret eivät kuitenkaan tule välttämättä mukaan jälkeläisarvostelujen laskentaan. Osa lehmistä karsitaan jo ensimmäisen tuotosvuoden aikana sairauksien, onnettomuuksien ja alhaisen tuotoksen vuoksi tai ne siirtyvät karjasta toiseen, jolloin niiden 305-pv:n tuotosta ei saada lasketuksi. Tästä syystä onkin pyritty kehittämään menetelmiä käyttämään hyväksi myös vajaita tuotostietoja jälkeläisarvostelujen laskennassa joko sellaisenaan, tai niiden perusteella on pyritty ennustamaan vastaava kokonaistuotos. Mahdollinen osatuotosten käyttöönotto jälkeläisarvosteluun mahdollistaa lisäksi myös arvostelua suoritettaessa vielä keskeneräisten tuotosten huomioimisen laskennassa.

On kuitenkin muistettava, että nykyäänkin käytettävät 305-pv:n tuotostiedot ovat arvioita, jotka on laskettu yksittäisten koelypsytulosten perusteella. McDANIEL (1969) toteaa, että kuukausittain tehtyjen koelypsyjen perusteella laskettujen kokonaistuotosten ja todellisten tuotosten välisen virheen hajonta on n. 2,7 % tuotusmäärästä maitotuotoksen osalta ja 3,5 % rasvapitoisuuden ja 5,0 % rasvatuotoksen osalta. Kerran kuukausessa suoritettujen koelypsyjen perusteella lasketuista tuotoksista 90 % poikkeaa todellisesta tuotoksesta

alle +/-5 %. Joka toinen kuuKausi suoritettujen testien perusteella laskettujen tuotosten virheet olivat keskimäärin 30 % suuremmat kuin kuuKausittain suoritettavien testien perusteilla laskettujen tuotosten virheet.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää osatuotosten käyttömahdollisuuksia, lähinnä osatuotosten laajentamista kokonaistuotoksi, sekä kartoittaa laajentamiseen liittyvien eri tekijöiden merkitystä. Työn kokeellisessa osassa pyrittiin kehittämään ennustusmenetelmiä osatuotosten laajentamiseksi 305-pv:n tuotoksi. Tästä syystä selvitettiin suomalaisen kenttäaineiston avulla maidontuotantoon vaikuttavien systemaattisten ympäristötekijöiden merkitystä sekä tuotantoon sinänsä että osatuotosten laajentamisen näkökannalta katsoen. Samoin selvitettiin osa- ja kokonaistuotosten välisiä riippuvuussuhteita. Myös ensikolehmien karsintaan vaikuttavia seikkoja pyrittiin selvittämään.

## KIRJALLISUUSOSA

### I OSATUOTOSTEN KÄYTÖN EDUT JA HAITAT

#### I.1. Osatuotosten Käytön edellytykset

Osatuotoksilla ymmärretään tavallisesti joko yksittäisiä Koelypsytuloksia tai sitten lypsykauden alkuvuoden kumulatiivisia tuotoksia. Näitä on pyritty käyttämään joko sellaisenaan hyväksi eläinten jalostusarvojen määrittämisessä tai niiden perusteella on pyritty laskemaan kokonaistuotosten (yleensä 305-pv:n tuotosten) ennusteita. Mahdollisuus käyttää osatuotoksia sellaisenaan on riippuvainen osatuotosten ja kokonaistuotosten välisistä yhteyksistä. On tiedettävä, kuinka osatuotostietojen perusteella tehtävä valinta vaikuttaa kokonaistuotokseen verrattuna siihen, jos valinta kohdistuu yksinomaan kokonaistuotoksiin. Osatuotosten perusteella laskettujen kokonaistuotosten ennusteiden käyttöarvo taas on riippuvainen siitä, kuinka luotettavasti ennustukset voidaan suorittaa.

Jos osatuotosten ja kokonaistuotoksen välinen yhteys on riittävän voimakas sellaisenaan, tai jos osatuotokset voidaan laajentaa riittäväällä luotettavuudella kokonaistuotoksiksi, on niiden käyttöönotosta hyötyä. Suurin hyöty saavutetaan sonnien jälkeläisarvostelussa, mutta myös karjojen sisällä tällöin voitaisiin lehmät asettaa paremmuusjärjestykseen riippumatta lypsykauden vaiheesta.

#### I.2. Tyttären valinta vähenee

Jälkeläisarvostelun eräs perusvaatimus on, että mu-



Kaanotettavat jälkeläiset ovat ennalta valikoimattomia. Osa tuotantonsa aloittaneista lehmistä karsitaan kuitenkin jo ensimmäisen tuotosvuoden aikana ja siten ne eivät tule mukaan jälkeläisarvostelujen laskentaan käytettäessä vain kokonaistuotoksia. AURAN (1977) totesi karsinnan eri sonnien tyttäriryhmissä vaihtelevan 2,7 %:sta 23,7 %:iin keskimääräisen karsintaprosentin ollessa  $12,5 \pm 3,9 \%$  ja  $14,2 \pm 4,9 \%$  vuosina 1973 ja 1974 norjalaisessa aineistossa. Hän totesi myös merkitsevän negatiivisen korrelaation sonnien tyttärien karsintafrekvenssin ja sonni-indeksin välillä,  $-0,23$  ja  $-0,46$  vuosina 1973 ja 1974. Myös tanskalainen CHRISTENSEN (1970) totesi karsintafrekvenssin ja erilaisten maidontuotantokyvyn mittausten välillä negatiiviset korrelaatiot, lukuarvojen ollessa  $-0,31$  ja  $-0,42$  välillä.

AURAN'in (1977) tutkimuksissa karsittujen eläinten herumistulokset jäivät selvästi alhaisemmiksi kuin eloonjätetyillä, vaikka karsinta oli tehty muunkin syyn kuin alhaisen tuotoksen vuoksi. Karsintaprosentin vaihtelun sekä karsittujen ja eloonjätettyjen eläinten tuotoserojen vuoksi AURAN päätteli, että karsitut eläimetkin pitäisi saada mukaan jälkeläisarvosteluun, koska muuten sonnit, joiden tyttäristä suuri osa karsitaan, tulevat yliarvioituiksi. Koska Norjassa otetaan huomioon myös karsitut eläimet sonni-indeksin laskennassa, oli karsinta-%:n ja indeksin välillä korkeampi negatiivinen korrelaatio kuin karsinta-%:n ja eloonjätettyjen lehmien keskimääräisen maitotuotoksen välillä. Negatiivinen korrelaatio jälkimmäisessä tapauksessa itseasiassa viittaa siihen, että sonnin, jonka tyttärien karsintafrekvenssi on suuri, eloonjätetyt jälkeläiset tuottavat vähemmän.

### I.3. Sukupolvien välinen aika lyhenee

Toinen huomattava merkitys osatuotosten Käyttöönnotolla on se, että silloin voidaan ottaa laskentaan mukaan vielä siinä vaiheessa keskenäiset tuotokset. Näin saataisiin jälkeläisarvostelut lasketuksi hieman aikaisemmassa vaiheessa riittävän suurilla tytärmäärillä. Karsittujen tyttäreiden mukaanotto vain lisää sonnien saamaa tytärmäärää. Arvostelun aikaistuminen lyhentää sukupolvien välistä aikaa, mikä nykyisin nautakarjan jalostuksessa on n. 5-6 vuotta. Sukupolvien välisen ajan lyheneminen johtaa perinnöllisen edistymisen nopeutumiseen aikayksikköä kohden. Tytärmäärän lisääntyminen puolestaan johtaa valinnan varmuuden lisääntymiseen. Vaihtoehtoisesti voidaan kuitenkin lisätä sonnien lukumäärää tytärmäärien sonnia kohden pysyessä samana. Tällöin valintaero kasvaa johtaen jalostuksellisen edistymisen lisääntymiseen.

Jos sukupolviväliksi naudalla oletetaan viisi vuotta, valinta, joka perustuu viiden ensimmäisen tuotoskuukauden tietoihin, lyhentää sukupolvien välistä aikaa 10 %. Tämä kompensoi riittävästi aikaisesta valinnasta johtuvan arvosteluvarmuuden menetyksen (LAMB ja MCGILLIARD (1967)). VAN VLECK ja HENDERSSON (1961a) toteavat puolestaan geneettisen edistymisen lisääntymisen 10 %:lla, jos käytetään jälkeläisarvostelussa vain viiden ensimmäisen tuotoskuukauden tietoja. Edistys on 5 %, jos puolet on viiden ensimmäisen kuukauden tuotostietoja ja puolet kokonaistuotoksia edellyttäen, että arvosteluvarmuus on molemmissa sama.

Lisäksi, jos jälkeläisarvostelu perustuu osittain osatuotosten hyväksikäyttöön, voidaan silloin parhain katsottujen sonnien osalta suorittaa laajennettua käyttöominaisuuksien arvostelua, esim. utarerakenteen ja lypsettävyyden osalta, riittävällä määrällä sellai-

sia tyttäriä, jotka ovat vielä tuotantokautensa puolivälissä.

#### I.4. Osatuotoksiin perustuvan valinnan tehokkuus

Osatuotoksiin perustuvan valinnan tehokkuus saadaan laskemalla geneettisen edistymisen, kun valinta on perustunut osatuotoksiin, suhde vastaavaan edistymiseen, kun valinta tehdään todellisten tuotosten pohjalta (Kaava 1) (FALCONER (1981)).

$$(1) \quad R.E. = \frac{\Delta G_{wp}}{\Delta G_w} = \frac{r_{G(wp)} \cdot h_p \cdot h_w \cdot s_w \cdot i}{h_w^2 \cdot s_w \cdot i}$$

Jos valintaintensiteetti on sama molemmissa valintamenetelmissä, niin Kaava saa muodon:

$$R.E. = \frac{r_{G(wp)} \cdot h_p}{h_w}$$

R.E. = suhteellinen edistyminen

$r_{G(wp)}$  = geneettinen korrelaatio osa- ja kokonaistuotoksen välillä

$h_w^2, h_p^2$  = osa- ja kokonaistuotosten heritabiliteetit

$s_w$  = kokonaistuotoksen fenotyypin hajonta

$i$  = valintaero hajonnan yksiköissä

Useat tutkijat katsovat, että kumulatiivisten osatuotosten perusteella tehtävän valinnan tehokkuus kasvaa lypsykauden edistyessä ja lypsykauden puolivälissä valinnan teho on noin 90 % verrattuna kokonaistuotosten perusteella tehtävään valintaan (SEARLE (1961b), VAN VLECK ja HENDERSON (1961 b). Yksittäisten koelypsytu-  
loksista valinnan tehokkuuden kannalta ovat parhaita

testit, jotka tehdään 3-6 laktatiokuukauden aikana (VAN VLECK ja HENDERSON (1961 c)).

### I.5. Vaikutus lypsykäyrän muotoon

Osatuotosten käyttöönottoa on arvosteltu lähinnä sen vuoksi, että sillä voi olla epäsuotuisa vaikutus lypsykäyrän muotoon. Eläinten ruokinnalliselta kannalta katsoen on suotavaa, että lypsylehmä pystyy tuottamaan mahdollisimman tasaisesti koko lypsykauden ajan. Korkea heruminen tuottaa vaikeuksia ruokinnan tasapainottamisen suhteen ja sitä kautta lisää aineenvaihduntatautiin riskiä. Myös utareterveysten kannalta hyvin korkealle heruminen ei ole edullista, sillä se lisää riskiä saada utaretulehdus tai muita vaurioita, esim. vedinpolkemisten seurauksena.

Tuotannon tasaisuutta (engl. persistency) on tutkittu mm. laskemalla loppu- ja alkukausien tuotosten välisiä suhteita. DANELL (1981c) toteaa tuotannon tasaisuudessa olevan lehmien välillä geneettistä vaihtelua, heritabiliteettiarvojen vaihdellaessa 0,07 ja 0,15 välillä. Fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot olivat negatiivisia tuotannon tasaisuuden ja lyhyiden tuotokausijaksojen välillä. Tämä viittaa siihen, että mitä korkeampi alkukauden tuotos, sitä nopeammin tuotos laskee. Vastaavantyyppisiin päätelmiin ovat tulleet myös monet muut tutkijat (APPLEMAN et al. (1969), LAMB (1962), AURAN (1977)). Korrelaatiot tuotannon tasaisuuden ja 305-pv:n tuotoksen välillä olivat DANELL'in mukaan kuitenkin positiivisia, mikä viittaa siihen, että lypsykäyrä muuttuu tasaisemmaksi valittaessa eläimiä 305-pv:n tuotosten perusteella.

## II OSA- JA KOKONAISTUOTOSTEN VÄLISET YHTEYDET

### II.1 Fenotyyppiset Korrelaatiot

Fenotyyppiset Korrelaatiot laktaatioKauden eri tuotos-tietojen välillä kuvaavat sitä varmuutta, millä kokonaistuotos voidaan arvioida osatuotostiedon perusteella. Useat tutkijat ovat laskeneet sekä yksittäisten koelypsytulosten että kumulatiivisten tuotosten ja kokonaistuotosten välisiä Korrelaatioita. LAMB ja McGILLIARD (1967) totesivat suurimmat fenotyyppiset Korrelaatiot kokonaistuotoksen ja yksittäisten koelypsytulosten välillä viidennellä kuukaudella, neljännän ja kuudennen kuukauden kuukauden osalta Korrelaatioiden ollessa lähes vastaavia. Maitomäärän osalta Korrelaatiot olivat 0.86, 0.86 ja 0.85 ja rasvatuotannon osalta 0.83, 0.82 ja 0.80. LaktaatioKauden alkua ja loppukuukaudet antoivat pienemmät Korrelaatiot, joten lypsyKauden keskivaiheen tuotokset kuvaavat paremmin kokonaistuotosten suuruutta. Yksittäisten koelypsytulosten ja kokonaistuotosten väliset Korrelaatiot on todettu hieman korkeammiksi ensimmäisenä tuotosvuotena kuin myöhempiä laktaatioKausina (LAMB ja McGILLIARD (1967), AURAN (1976a)). Myöhempien tuotosvuosien pienemmät Korrelaatiot johtunevat aikuisten lehmien suuremmasta alttiudesta ympäristötekijöiden vaikutuksille. Mahdollisesti myös eri geenit vaikuttavat tuotoksiin eri ikäkausina.

Taulukossa 1 on esitetty kahdessa viimeisimmässä, pohjoismaissa tehdyssä tutkimuksessa (AURAN (1976a) ja DANELL (1982b)) saadut fenotyyppiset Korrelaatiot. Myös nämä tutkimukset osoittavat, että keskilaktaation yksittäiset koelypsytulokset ovat kiinteimmin yhteydessä kokonaistuotokseen. Rasvatuotoksen ja rasvapiitoisuuden osalta Korrelaatiot osoittautuivat DANELL'in tutkimuksessa alhaisemmiksi kuin maitotuotoksen osalta

Taulukko 1. Fenotyyppiset korrelaatiot 305 pv:n tuotosten ja yksittäisten koelypsytulosten välillä eri tuotanto-ominaisuuksissa AURAN'in (1976a) ja DANELL'in (1982b) tutkimuksissa.

kk	maito kg (Auran)	maito kg (Danell)	rasva kg (Danell)	rasva-% (Danell)
1	0.68	0.66-0.70	0.64-0.68	0.46-0.49
2	0.81	0.75-0.79	0.72-0.73	0.57-0.58
3	0.86	0.82-0.84	0.76-0.77	0.62-0.63
4	0.87	0.84-0.86	0.77-0.79	0.63
5	0.88	0.86-0.87	0.77-0.79	0.62-0.64
6	0.89	0.85	0.77-0.79	0.63
7	0.87	0.83-0.84	0.76-0.77	0.62-0.63
8	0.84	0.80	0.73-0.74	0.54-0.59
9	0.76	0.71-0.72	0.67-0.68	0.36-0.37
10	0.59	0.56-0.57	0.53	0.15-0.17

Yksittäisten koelypsytulosten väliset korrelaatiot ovat sitä suurempia mitä lähemmästä kuukausista on kysymys (AURAN (1976a), DANELL (1982b)). Keskilaktaatiossa vierekkäisten kuukausien tuotosten väliset fenotyyppiset korrelaatiot ovat suuruusluokkaa 0.80-0.85. AURAN laskee myös yksinkertaiset korrelaatiot kahden peräkkäisen kuukausituotoksen keskiarvon ja 305-pv:n tuotosten välille saaden tällöin hieman suurempia lukuarvoja (0.88-0.91 keskilaktaation aikana) kuin vastaavista korrelaatioista yksittäisten kuukausituotosten osalta.

Kumulatiivisten kuukausituotosten osalta LAMB ja MCGILLIARD (1967) totesivat suurimman kasvun korrelaatiossa kokonaistuotoksen kanssa tapahtuvan laktaatiokauden alussa. Ensikoilla neljännen kuukauden kumulatiivisen tuotoksen jälkeen fenotyyppinen korrelaatio oli 0.90 ja seitsemän kuukauden tuotoksen jälkeen 0.95. Myös muissa tutkimuksissa on saatu vastaavan suuruiset korrelaatiot (mm. AURAN (1976a), DANELL (1982b)). Myös kumulatiivisten tuotosten ja kokonaistuotoksen väliset fenotyyppiset korrelaatiot ovat pienempiä myöhempien tuotosvuosien aikana. Sekä DANELL (1982b) että LAMB ja MCGILLIARD (1967) saivat kumula-

tiivisten rasvatuotosten ja kokonaistuosten välillä pienemmät fenotyyppiset korrelaatiot kuin vastaavien maitotuotosten osalta.

Osatuotosten ja kokonaistuotosten väliset korrelaatiot ovat kuitenkin automaattisia, koska osatuotokset kuuluvat osana vastaaviin kokonaistuotoksiin (CHRISTENSEN (1974), MOCQUOT ja AURAN (1975)). Tästä syystä AURAN (1976a) laskee myös korrelaatiot kumulatiivisten alkukauden tuotosten sekä yksittäisten koelypsytulosten ja loppukauden tuotosten välillä. Jälkimmäiset korrelaatiot osoittautuivat suuremmiksi kuin kumulatiivisten alkukauden tuotosten ja tuotokauden loppuosan välillä sekä ensikoilla että vanhemmilla lehmillä (taulukko 2). Tämä viittaa siihen, että viimeisellä testituloksella on tärkeä osuus arvioitaessa kokonaistuotosta osatuotostietojen perusteella. Kahden viimeisen koelypsytuloksen keskiarvon ja kokonaistuotoksen välinen korrelaatio osoittautui sen sijaan pienemmäksi kuin vastaavan laktatiovaiheen viimeisen testituloksen ja kokonaistuotoksen välinen korrelaatio.

Taulukko 2. Fenotyyppiset (rp) korrelaatiot loppukauden ja yksittäisten koelypsytulosten sekä kumulatiivisten tuotosten välillä ensimmäisen tuotovuoden aikana (AURAN (1976a)).

KK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----									
Koelypsytulos - loppukauden tuotos									
rp	.60	.71	.74	.74	.72	.71	.70	.72	.78
-----									
Kumulatiivinen tuotos - loppukauden tuotos									
rp	.60	.68	.70	.70	.67	.64	.59	.55	.49
-----									

## II. 2. Geneettiset korrelaatiot

Geneettiset korrelaatiot osa- ja kokonaistuotosten välillä kuvaavat niitä perinnöllisiä yhteyksiä, jotka vallitsevat tuotannossa laktatiokauden eri vaiheissa.

Niiden avulla voidaan päätellä esimerkiksi, kuinka valinta vaikuttaa tuotannon kehittymiseen laktaatiokauden lopulla, jos valinta on tehty esimerkiksi alkukauden tuotoksen perusteella, tai kuinka nopeaa edistyminen on kokonaistuotoksen suhteen, jos valinta perustuu johonkin osatuotostietoon. Osatuotosten käyttöönoton eräinä kriteereinähän voidaan pitää sitä, ettei lypsykäyrän muoto muutu epädulliseen suuntaan, ja että edistyminen kokonaistuotoksen suhteen ei hidastu.

Geneettiset korrelaatiot ovat useiden tutkimusten mukaan osoittautuneet olevan korkeampia kuin vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot, mutta seuraavan samaa trendiä eri tuotostietojen välisten korrelaatioiden keskinäisissä vertailuissa (AURAN (1976a), DANELL (1982b), KEOWN ja VAN VLECK (1971), VAN VLECK ja HENDERSON (1961b). Taulukossa 3 on esitetty AURAN'in (1976a) ja DANELL'in (1982b) tutkimuksissa saadut tulokset. Molemmissa näissä tutkimuksissa yksittäisten koelypsytulosten väliset korrelaatiot olivat suuremmat, kun kyseessä olivat vierekkäiset testitulokset. KEOWN ja VAN VLECK (1971) totesivat korkeammat geneettiset korrelaatiot rasvaprosentin osalta kuin DANELL (1982b). SEARLE (1961a) on lisäksi todennut negatiivi-

Taulukko 3. Geneettiset korrelaatiot 305-pv:n tuotoksen ja yksittäisten koelypsytulosten sekä kumulatiivisten alkukauden tuotosten välillä AURAN'in (1976a) ja DANELL'in (1982b) tutkimuksissa.

KK	maito Kg (Auran)		maito Kg (Danell)		rasva Kg (Danell)	
	K1	Kt	K1	Kt	K1	Kt
1	.78	.78	.70-.86	.72	.61-.80	.63
2	.90	.81	.84-.90	.77	.78-.89	.71
3	.89	.90	.93-.94	.84	.88-.91	.77
4	.93	.92	.92-.97	.89	.91-.94	.84
5	.97	.94	.94-.99	.93	.96-.98	.89
6	1.03	.96	.99	.96	.97-.99	.93
7	.99	.97	.97-.98	.98	.96-.97	.96
8	.96	.98	.94-.97	.99	.89-.95	.98
9	.94	.99	.81-.90	.99	.81-.82	.99
10	.73		.65-.78		.65-.68	



set geneettiset Korrelaatiot alku- ja loppukauden yksittäisten Koelypsytulosten välillä, kun ne sekä AURAN'in että DANELL'in tutkimuksissa olivat selvästi positiiviset.

Myös geneettiset Korrelaatiot ovat osittain automaattisia eri osatuotosten ja kokonaistuotosten välillä. Tästä syystä yksittäisten Koelypsytulosten sekä Kumulatiivisten tuotosten ja loppukauden tuotosten väliset Korrelaatiot paremmin kuvastavat sitä, mihin suuntaan valinta johtaa loppukauden tuotosten osalta, jos käytetään vain alkukauden tuotoksia. AURAN (1976a) toteaa nämä Korrelaatiot selvästi positiivisiksi, ensikoilla suuremmiksi kuin vanhemmilla lehmillä. Yksittäisten kuukausitulosten ja vastaavan loppukauden tuotosten väliset Korrelaatiot olivat suurempia, varsinkin loppulaktaation aikana, kuin vastaavat alkukauden kumulatiivisten ja loppukauden tuotosten väliset Korrelaatiot (Taulukko 4).

Taulukko 4. Geneettiset (rg) Korrelaatiot loppukauden ja yksittäisten Koelypsytulosten sekä Kumulatiivisten tuotosten välillä ensimmäisen tuotosvuoden aikana (AURAN (1976a)).

KK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----									
Koelypsytulos - loppukauden tuotos									
rg	.73	.83	.82	.87	.85	.93	.87	.89	.90
-----									
Kumulatiivinen tuotos - loppukauden tuotos									
rg	.73	.78	.80	.79	.77	.76	.72	.70	.60
-----									

### II.3. Heritabiliteetit

Heritabiliteetti suppeassa mielessä kuvaa additiivisen geneettisen muuntelun osuutta kokonaismuuntelusta. Koska heritabiliteetti on suhdeluku, on sen suuruus riippuvainen sekä osoittajan että nimittäjän suuruu-

teen vaikuttavista tekijöistä.

Valinta aiheuttaa geneettisen muuntelun pienenemisen ja siten alentaa heritabiliteetti-arvioita. Ympäristövaikutusten vähentäminen tuotostiedoista puolestaan vähentää kokonaismuuntelua ja nostaa heritabiliteetti-arvioita.

Nykyisin tehokkaan Keinosiemennystoiminnan ansiosta käytettyjen sonnien määrä populaatiossa on suhteellisen pieni ja ne polveutuvat muutamista edellisen sukupolven sonneista. Tästä syystä nuorsonnien tyttäret ovat enemmän sukua keskenään kuin puolisisaria. Tämä tulisi myös ottaa huomioon heritabiliteetteja arvioidaessa. CHRISTENSEN (1974) on osoittanut, että isän puoleisen isänisän varianssikomponentti on varianssi niiden lehmien keskiarvon välillä, joilla lehmillä on yhteinen isänisä. Siten se on fenotyyppisen Kovarianssin arvio puoliserkusten välillä, mikä on  $1/16 \sigma_G^2 + \sigma_{CGS}^2$ .  $\sigma_G^2$  on additiivinen geneettinen komponentti ja  $\sigma_{CGS}^2$  on ei-geneettisistä tekijöistä johtuva komponentti, mikä on yhteinen lehmille, joilla on sama isänisä. Isien välinen komponentti ( $\sigma_S^2$ ) on puolisisarten välisen Kovarianssin arvio vähennettynä puoliserkusten välisellä Kovarianssilla. Isien välinen komponentti voidaan siten esittää seuraavassa muodossa:

$$\sigma_S^2 = 1/4 \sigma_G^2 + \sigma_{CS}^2 - 1/16 \sigma_G^2 - \sigma_{CGS}^2 = 3/16 \sigma_G^2 + \sigma_{CS}^2 - \sigma_{CGS}^2$$

missä  $\sigma_{CS}^2$  on ei-geneettisistä tekijöistä johtuva komponentti lehmien välillä, joilla on yhteinen isä. Jos jälkeläisryhmät jakaantuvat tasaisesti eri karjoihin, voidaan olettaa, ettei yhteisiä ympäristövaikutuksia ole lehmien välillä, joilla on joko yhteinen isä tai isänisä. Isien ja isänisien varianssikomponenttien arviot ovat siten  $3/16 \sigma_S^2$  ja  $1/16 \sigma_G^2$  (AURAN (1976a)). DANELL (1982b) osoittaa kuitenkin, että nuorsonnien välinen sukulaisuus on suuresti riippuvainen edelli-

sessä sukupolvessa Käytettyjen sonninisien määrästä. Jos sonninisien määrä on yli 10, Keskimääräisen sukulaisuuden aiheuttama vaikutus geneettiseen vaihteluun nuorsonnien välillä on pieni.

AURAN (1976a) otti huomioon sekä valinnan vaikutuksen että yhteisten sonninisien vaikutuksen laskiessaan eri maidontuotanto-ominaisuuksien heritabiliteetteja kokonaistuotoksille ja osatuotoksille. Hän määrittä heritabiliteetit Kaavan 1 mukaan.

$$(1) \quad h^2 = \frac{16/3 \cdot \hat{\sigma}_n^2}{\hat{\sigma}_p^2} = \frac{16/3 \cdot \hat{\sigma}_n^2}{\hat{\sigma}_n^2 + \hat{\sigma}_w^2}$$

$\hat{\sigma}_n^2$   
 $\hat{\sigma}_w^2$

= isien välinen varianssikomponentti

= lehmien välinen varianssikomponentti

Sonninisien välistä varianssikomponenttia ei otettu mukaan fenotyyppiseen varianssiin, koska sillä ei katsottu olevan merkittävää vaikutusta. AURAN totesi valinnan vaikuttavan alentavasti heritabiliteettien arvoihin ja ensimmäisen tuotosvuoden aikana ja arvelee valinnasta johtuvan myös sen, että 2.-5. laktation

Taulukko 5. Heritabiliteetti arviot 305-pv:n ja alkukauden kumulatiivisille tuotoksille (kt) sekä yksittäisille koelypsytuloksille (kl) eri poikimakerroilla (AURAN (1976a)).

KK	Koko laktatio				väh.6 testiä		väh. 3 testiä	
	1 lakt.		2.-5.lakt.		1. laktatio			
	kl	kt	kl	kt	kl	kt	kl	kt
1	.19	.19	.12	.12	.19	.19	.21	.21
2	.13	.18	.14	.16	.19	.22	.21	.24
3	.18	.18	.26	.19	.20	.22	.23	.25
4	.17	.19	.21	.19	.19	.24		
5	.22	.20	.17	.20	.22	.24		
6	.24	.22	.16	.20	.25	.25		
7	.22	.23	.21	.21				
8	.20	.23	.20	.21				
9	.23	.25	.16	.22				
10	.16	.25	.08	.22				

heritabiliteettiarviot olivat alhaisempia (Taulukko 5). Kyseisessä tutkimuksessa kaikki tuotokset oli etukäteen korjattu systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutusten suhteen.

DANELL (1982b) laskee heritabiliteettiarviot LS-varianssianalyysin mukaan, jolloin ympäristötekijöiden vaikutukset ovat samanaikaisesti tilastollisessa mallissa mukana ns. kiinteinä tekijöinä, isä- ja isänisävaikutuksen ollessa mukana satunnaistekijänä. Hän laskee heritabiliteetti arviot neljällä eri tavalla riippuen siitä, oliko isänisän vaikutus mukana tilastollisessa mallissa, jonka perusteella varianssikomponentit määritettiin (kaavat 2-5).

$$(2) \quad h_1^2 = \frac{4 \cdot \hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_{P_1}^2}$$

$$(3) \quad h_2^2 = \frac{16 \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{P_2}^2}$$

$$(4) \quad h_3^2 = \frac{16/3 \cdot \hat{\sigma}_{SA}^2}{\hat{\sigma}_{P_2}^2}$$

$$(5) \quad h_4^2 = \frac{4 (\hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_{SA}^2)}{\hat{\sigma}_{P_2}^2}$$

- $\hat{\sigma}_S^2$  = isien välinen varianssikomponentti
- $\hat{\sigma}_A^2$  = isänisän välinen varianssikomponentti
- $\hat{\sigma}_{SA}^2$  = isien välinen varianssikomponentti isänisien sisällä
- $\hat{\sigma}_e^2$  = virhe
- $\hat{\sigma}_{P_1}^2 = \hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_e^2$
- $\hat{\sigma}_{P_2}^2 = \hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_{SA}^2 + \hat{\sigma}_e^2$

Sonninisien välinen varianssikomponentti osoittautui huomattavasti pienemmäksi kuin isien välinen ja siten johti alhaisiin  $h^2$ -arvoihin (0.01 - 0.10).  $h^2$ , jossa käytettiin sonnien välistä varianssikomponenttia sonninsien sisällä antoi korkeimmat heritabiliteettiarviot, 0.28 305-pv:n tuotokselle ja 0,15 - 0,22 yksittäisille koelypsytuloksille. Kaavojen 2 ja 5 mukaan lasketut heritabiliteetit ( $h^2_1$  ja  $h^2_5$ ) antoivat lähes samanlaiset tulokset, 305-pv:n maitotuotoksen osalta 0,24 ja yksittäisten koelypsytulosten osalta 0,12 - 0,19.

Sekä AURAN'in (1976a) että DANELL'in (1982b) saamat periytmisastearviot seuraavat samaa trendiä eri tuotantokausien osalta, joskin DANELL'in saamat arviot ovat hieman suuremmat. 305-pv:n tuotosten, samoin kuin kumulatiivisten tuotosten periytmisastearviot ovat korkeammat kuin yksittäisten koelypsytulosten. 4. - 8. testikaukausien osalta  $h^2$ -arviot osoittautuivat vakaimmiksi kuin alku- ja loppulaktaatiossa. DANELL arvelee, että karjantuotostason huomioiminen regressiona ei poista karjatuotosta erityisen hyvin juuri näissä laktaatiovaiheissa. Erityisesti rasvapitoisuuden heritabiliteettien arviot jäivät pieniksi loppulaktaation osalta (0.02 - 0.13) DANELL'in tutkimuksessa.

Myös lukuisten aikaisempien tutkimusten (VAN VLECK ja HENDERSON (1961b), SEARLE (1961a), KEOWN ja VAN VLECK (1971)) mukaan on todettavissa, että keskilaktaatiossa periytmisasteen arviot ovat korkeimmat. PEDERSEN (1980) sai rasvatuotosten heritabiliteettiarviot alhaisimmiksi laktaatiokauden alussa, niiden noustessa lypsykauden edistyessä arvosta 0.142 ensimmäisenä testikaukauteen arvoon 0,222 kymmenentenä testikaukauteen. Vastaavaan tulokseen päätyivät myös LAMB ja MCGILLIARD (1967).

MAIJALA ja HANNA julkaisivat vuonna 1974 laajan kat-

sauksen arvioiduista heritabiliteeteista Koskien koko laktatiokauden tuotoksia eri maidontuotanto-ominaisuuksissa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Eri tutkimustulosten perusteella lasketut painotetut keskiarvot periytymisaste-arvioille ensimmäisen tuotosvuoden osalta (MAIJALA ja HANNA (1974)).

Ominaisuus	$h^2$	s.e.	tutkimusten lkm
Maitotuotos	0,25	+/- 0,0007	35
Rasvatuotos	0,23	" 0,0016	16
Valkuaistuotos	0,30	" 0,0126	5
Rasva-%	0,46	" 0,0024	19
Valkuais-%	0,43	" 0,0117	6
Valk./Rasva	0,47	" 0,0487	2

### III YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN VAIKUTUKSET MAIDONTUOTANTOON

Ympäristötekijöiden vaikutukset voidaan jakaa kahteen eri ryhmään niiden vaikutustavan perusteella. Osa ympäristön aiheuttamasta muuntelusta maidontuotannossa on sattumanvaraista. Tällöin ei voida ennakoida vaikutusten suuruutta tai suuntaa tuotantoa kuvaavissa mittoissa. Toinen osa ympäristötekijöistä sen sijaan vaikuttaa systemaattisesti aina samalla tavalla, jolloin niiden vaikutuksia voidaan pienentää korjaamalla tuotostietoja laskettujen korjaustermien avulla.

#### III.1. Satunnaisten virhetekijöiden vaikutuksista

Sonnien jälkeläisarvostelussa lehmien tuotantokyvyn mittana ovat Kerran kuuksessa karjantarkkailussa punnittujen maitomäärien perusteella lasketut 305-pv:n tuotokset. Rasva- ja valkuaispitoisuudet määritetään keskimäärin joka toinen kuukausi. Kun tuotosten punnitukset tehdään 28 vrk:n välein, on keskimääräinen virhe vuosituotoksen maitomäärässä 2,6 % ja rasvamäärässä 3,3 % (JOHANSSON (1948)). Päivittäinen vaihtelu maitomäärässä voi olla +/- 2,25 kg, rasvamäärässä +/- 0,153 kg ja rasvapitoisuudessa +/- 1,02 %-yksikköä (HANSSON ym. (1949)). Tällainen satunnainen heilahtelu johtunee mm. mittausvirheistä, sairauksista mittausajan kohtana, lypsyvälin pituuden vaihtelusta jne. Satunnaisvirheiden oletetaan yleensä kumoavan toisensa, jos käytettävissä on riittävän paljon havaintoja. Tällaisten virhelähteiden vaikutuksia tuotostiedoissa ei yleensä voida korjata etukäteen. Useimmiten joudutaan poistamaan analyseistä selvästi poikkeavat tiedot tulosten luotettavuuden parantamiseksi.

Lähdettäessä ennustamaan kokonaistuotoksia osatuotostietojen perusteella on myös satunnaisilla virhetekijöillä huomattava vaikutus yksittäisten tuotosten en-

nustusten onnistumiselle. Varsinkin viimeiseen tiedettyyn yksittäiseen Koelypsytulokseen, joka sinänsä on todettu parhaaksi lähtötiedoksi osatuotosten laajentamisessa, perustuvat ennustukset ovat alttiita satunnaisten virhetehtäjöiden vaikutuksille. Myös alkukauden kumulatiivisiin tuotoksiin perustuvat ennustukset voivat johtaa suureenkin ennustusvirheeseen, esimerkiksi silloin, kun eläin sairastumisen vuoksi tuottaa loppukauden aikana oletettua vähemmän. Tästä syystä osatuotoksia laajenettaessa tällaistenkin virhetehtäjöiden vaikutuksia tulisi pystyä korjaamaan, tai niiden vaikutusta tulisi pienentää käyttämällä joko samanaikaisesti tai vaihtoehtoisesti useita osatuotostietoja hyväksi.

### III.2. Systemaattisten ympäristötehtäjöiden vaikutus

Systemaattisten virheiden vaikutus ei pienene vaikka havaintojen määrä nousee, sillä ne aina aiheuttavat tietyn suuntaisen muutoksen. Näiden virhelähteiden vaikutuksia tuotantoon pystytään kuitenkin arvioimaan etukäteen ja korjaamalla pienentämään.

Kirjallisuudesta on löydettävissä lukuisia tutkimuksia maidontuotantoon vaikuttavista tehtäjöistä. Merkittävimmän tuotantoon vaikuttaa poikimaikä ja -kerta, vuodenaika poikiessa ja uusi tiineys, jota useimmiten kuvataan joko tyhjökauden tai poikimavälin pituuden avulla. Ruokinnalla tietenkin on hyvin suuri vaikutus tuotoksen määrään, mutta koska normaalin karjantarkkailun puitteissa ei eläinten ruokintaa voida rekisteröidä, joudutaan käyttämään karjan tuotostasoa epäsuorana mittana. Karjan keskituotoksen määrään vaikuttavat ruokinnan ohella monet muutkin tekijät, mikä ei osatuotosten laajentamista ajatellen ole aina edullista. Myös koelypsypäivien ajoittumisella laktatiokauden eri vaiheisiin on todettu olevan vaikutus maidontuotantoa kuvaavien mittojen suuruuteen.



Koska edellä mainittujen tekijöiden vaikutus tuotantoon on suuresti riippuvainen jokaisen maan ympäristöolosuhteista ja vallitsevista käytännöistä karjanhoidossa, ei näiden vaikutusten suuruuden tai keskinäisen suhteellisen merkityksen vertailu ole aina tarkoituksenmukaista. Yleensä näiden vaikutusten suuruus ja mahdolliset korjaustekijät joudutaankin määrittämään kunkin eläinpopulaation osalta erikseen. Viime vuosina on julkaistu useita laajoja selvityksiä maidontuotantoon vaikuttavista systemaattisista ympäristötekijöistä muissa pohjoismaissa. Koska monilta osin karjanhoito näissä maissa on vertailukelpoinen Suomen karjanhoidon kanssa, käsitellään jatkossa lähinnä näitä tutkimuksia.

### III.2.1. Poikimaike

Poikimaikeillä ja -kerralla on useissa tutkimuksissa todettu olevan merkittävä vaikutus kokonaistuotoksiin. Koska tässä tutkimuksessa perehdytään tarkemmin vain ensikoiden tuotoksiin vaikuttaviin tekijöihin, ei poikimäkerran vaikutusta tarkemmin käsitellä.

PEDERSEN (1980) toteaa useiden tutkijoiden päätyneen siihen, että tuotostaso nousee ensikoilla poikimaikeen myötä, mutta lypsykäyrä tulee jyrkemmäksi.

Sekä DANELL (1982a) että AURAN (1973) tutkivat ympäristötekijöiden vaikutuksia maidontuotantoon eri laktatiovaiheissa pienimmän neliösumman varianssianalyysi menetelmällä. Poikimaikeen perusteella DANELL luokitteli aineiston 2 kk:n ja AURAN 3 kk:n välein. Yksittäisiin koelypsytuloksiin poikimaikeen vaikutus oli suurin laktatiokauden alussa, vastaten kokonaisvaihtelusta AURAN'in tutkimuksessa ensimmäisenä testikuukautena 40 %. Viimeisen testin kokonaisvaihtelusta poikimaike vastasi vain 2 %. DANELL totesi vaikutuksen ole-

van saman kaikkiiin kolmeen tutkittuun tuotanto-ominaisuuteen (maito kg, 4-%:n maito kg, rasva-%) paitsi, ettei ikävaiikutus ollut merkitsevä rasvapitoisuuden osalta loppulaktaatiokauden aikana. 305-pv:n maitotuotokseen ikä vaikutti keskimäärin 50 kg kuu-kautta kohden ikävälillä 24 - 33 kk. Nuoremmilla ensikoilla vaikutus oli jopa 150-200 kg alhaisempi jokaista kuu-kautta kohden, kun se vanhemmilla oli vain 25 - 35 kg.

SYVÄJÄRVI (1981) toteaa myös suomalaisilla ay-ensikoilla vastaavanlaisen selvän trendin lisääntyviin tuotosmääriin poikimaiän kasvaessa. LINDSTRÖMIN (1969) tutkimuksen mukaan iän vaikutus ensimmäistä tarkkailuvuottaan lypsävien lehmien suhteellisiin tuotoksiin oli merkitsevä sekä maitotuotoksen että rasvapitoisuuden osalta vastaten kokonaismuuntelusta ed. mainituissa järjestyksessä 1,38 % ja 0,77 % vv. 1966-67.

### III.2.2. Vuodenaika poikiessa

Vuodenajan vaikutus maidontuotantoon on todettu hyvin merkitseväksi sekä ulkomaisissa että kotimaisissa tutkimuksissa. Mäkelä (1967) totesi syyspoikivien saavan n. 10 % suuremman vuosituotoksen kevätpoikiviin verrattuna johtuen syyspoikivien lehmien pitkämaitoisuudesta. Herumistulos oli laidunkautena poikineilla lehmillä alhaisempi kuin sisäruokintakaudella poikineilla ja herumiskausi jäi kesällä poikineilla 6 - 10 päivää lyhyemmäksi. LINDSTRÖM (1969) toteaa vuodenajasta johtuvan vaihtelun olevan suuremman kuin iästä johtuvan vaihtelun, vastaten suhteellisiin maitotuotoksen kokonaismuuntelusta n. 9 %. Sekä LINDSTRÖM'in että SYVÄJÄRVEN (1981) tuloksista on havaittavissa selvä trendi, että syksyllä ja alkutalvesta poikineet lehmät tuottavat enemmän.

AURAN (1973) ei todennut vuodenajasta johtuvaa vaihtelua yhtä suureksi kuin iästä johtuvaa, mutta hänen

tutkimuksessaan oli mukana myös useamman kerran poikineet lehmät, jolloin ikävaikutus on suurempi. Hän toteaa vuodenajasta johtuvan vaihtelun olevan 1,8 % ensimmäisenä tuotoskuukautena ja 7,8 % tuotoskauden loppukuukausina, vaikutuksen ollessa siten päinvastainen ikävaikutukseen verrattuna, joka aleni tuotoskauden loppua kohden. Vastaavaan tulokseen päätyi myös DANELL (1982a). Molemmat edellä mainitut tutkijat toteavat, ettei poikimakuukauden vaikutus ole samanlainen alkujajaloppulaktaation aikana. Esimerkiksi syyspoikivat lypsävät alkukaudesta keskimääräistä vähemmän, mutta loppukauden aikana keskimääräistä enemmän. Poikimakuukauden ja laktaatiiovaiheen välillä on siten yhdysvaikutusta, mikä vaikuttaa myöskin lypsykäyrän muotoon. DANELL (1982a) toteaa poikimavuoden ajasta johtuvaa vaihtelua myös rasvapitoisuudessa, mutta vaikutuksen olevan vastakkainen maitotuotokseen verrattuna.

### III.2.3. Tyhjäkausi

Laajennettaessa osatuotoksia kokonaistuotoksiksi on myös uudesta tiineydestä johtuva tuotannon aleneminen otettava huomioon. Tiineyden aiheuttamaa laskua tuotannossa on pyritty selittämään joko tyhjäkauden tai poikimavälin pituuden perusteella, joista jälkimmäinen on tarkempi mitta, mutta sitä ei voida käyttää varsinaisessa ennustusvaiheessa, koska se on siinä vaiheessa vielä tuntematon. Kolmas mahdollisuus olisi laskea oletetun tiineyden sen hetkinen kesto-aika. Poikimavälin ja tyhjäkauden pituuden välinen korrelaatio on n. 0.90 (AURAN (1974a)).

AURAN (1974a) toteaa, että tiineyden vaikutus maidon tuotantoon alkaa olla merkittävää vasta kolmantena ja neljäntenä tiineyskuukautena ja tiineydestä johtuvan tuotannon laskun suuruus voi olla riippuvainen laktaatiiovaiheesta. Esimerkiksi 5. ja 6. tiineyskuukausi voi aiheuttaa suuremman tuotannon laskun kymmenentenä tuo-

tantokuukautena kuin laktatiokauden aikaisempina kuu-  
kausina. Tämä yhdysvaikutus tiineysvaiheen ja laktaa-  
tiovaiheen välillä on osoittautunut tilastollisesti  
merkittäväksi, mutta absoluuttinen merkitys jää kui-  
tenkin melko pieneksi.

Myös DANELL (1982a) toteaa tiineyden vaikuttavan var-  
sin vähän laktatiokauden alussa. Silloinkin erot tuo-  
toksissa eri pituisten tyhjäksiä omaavien lehmien  
välillä osoittautuivat tilastollisesti merkittäviksi,  
vaikkei biologiselta kannalta katsoten tiineyden olisi  
pitänyt vielä vaikuttaakaan. Tämä viittaa mahdollises-  
ti siihen, että korkeatuottoiset eläimet tiinehtyvät  
heikommin. Tiineyden vaikutus tuotoksiin tuli kuiten-  
kin selvemmin näkyviin 8 - 10 tuotokuukautena ja  
DANELL (1982a) päättelee, että vasta 130-140 päivän  
kuluttua hedelmöityksestä tuotanto laskee merkittävä-  
sti. Tiineydestä johtuvan vaikutuksen suuruus oli 4,3  
kg korkeampi kokonaistuotos jokaista päivää kohti,  
mitä tyhjäksiä pitene välillä 75 - 135 päivää kah-  
deksantena testikuukautena, vastaavan luvun ollessa 8  
kg kymmenentenä testikuukautena.

#### III.2.4. Karjan tuotostaso

Karjojen väliset tuotoserot johtunevat pääasiallisesti  
erilaisesta hoidosta ja ruokintaintensiteetistä. Myös  
perinnöllisiä eroja karjojen välillä mahdollisesti on  
olemassa, vaikka niiden katsotaankin vähentyneen kei-  
nosiemennyksen aikana. Pienen karjakuon johdosta myös  
sellaiset satunnaiset tekijät, kuten esimerkiksi poi-  
kimisten ajoittuminen samaan vuodenaikaan tai lehmien  
epätavallinen ikäjakauma, voivat kuitenkin aiheuttaa  
vääristymää arvioitaessa yksittäisen eläimen tuotantoa  
tietyn tuotostason omaavassa karjassa.

AURAN (1973) totesi karjan vaikutuksen selittävän  
25-45 % kokonaisneliösummasta yksittäisissä kuu-  
kausi-

tuloksissa ja 30-42 % kumulatiivisissa tuotoksissa. Regressio karjan tuotostasoon puolestaan selitti 74-89 % karjan vaikutuksesta tuotokseen tuotokauden alussa, mutta 59 ja 45 % kahtena viimeisenä tuotokausena. DANELL (1982a) vastaavasti toteaa karjantuotostason selittävän karjan vaikutuksesta tuotokseen 60 % ensimmäisenä tuotokausena, 66 - 68 % keskilaktation aikana ja 60 - 40 % kolmena viimeisenä tuotokausena.

Kokonaisvaihtelusta maidontuotannossa karjan tuotostaso selittää noin puolet, 305-pv:n tuotoksesta enemmän kuin yksittäisistä kuuksituloksista (DANELL (1982a)). Karjan tuotostaso selittää suuremman osan kokonaisvaihtelusta keskilaktation aikana kuin alkua ja loppulaktatiossa (AURAN (1973)).

Jotta karjan keskituotoksen avulla voitaisiin poistaa karjojen väliset erot yksittäisistä kuuksituloksista, olisi parempi, jos näitä tuotostietoja voitaisiin verrata ko. karjan muiden lehmien koelypsytuloksiin samana ajankohdana (DANELL (1982a)).

PEDERSEN (1980) ja WIGGANS ja VAN VLECK (1979) toteavat, että korkeantuottoisissa karjoissa lypsykäyrän muoto on tasaisempi kuin alhaisemman tuotostason omaavissa karjoissa. Tästä syystä ennustettaessa kokonais- tuotoksia osatuotostietojen perusteella kertoimien on oltava suuremmat lehmille, jotka tuottavat korkeantuottoisissa karjoissa.

### III.2.5. Ensimmäisen periodin pituus

Tuotannon tarkkailussa, joka perustuu kerran kuukaudessa suoritettaviin tuotosten punnituksiin, ensimmäinen testi ajoittuu 3 - 40 päivän sisälle poikimisesta. Kun testit ovat suurin piirtein säännöllisin väliajoin, johtaa ensimmäisen testin ajoittuminen myös muiden

testien ajoittumiseen tiettyihin laktaatiovaiheisiin.

Sekä AURAN (1973) että DANELL (1982a) toteavat ensimmäisen periodin pituuden vaikuttavan merkitsevimmin vain ensimmäisiin ja viimeisiin koelypsytuloksiin. Lyhyt aikaväli poikimisesta ensimmäiseen testiin johtaa alhaiseen testitulokseen, koska eläin ei ole ehtinyt herua. Pitkä aikaväli johtaa puolestaan myöhemmissä testeissä alhaisempiin tuotosmääriin, koska tällöin eläimet ovat ehtymisessään ehtineet pitemmälle. Erot eri ensimmäisen periodin pituuden mukaan luokitellussa aineistossa kasvavat luokkien välillä mitä myöhäisemmästä laktaatiovaiheesta on kysymys. Kumulatiivisiin tuotoksiin vaikutukset tässä mielessä ovat pienemmät, koska vastakkaiset tulokset kumoavat tällöin toisensa. Ruotsissa tällä hetkellä ensimmäisen koelypsytulokset korjataan jakson keskivälin kohdalle (DANELL (1982a)). Jälkeläisarvostelua ajatellen tämän tekijän merkitys ei ole kovin suuri, mutta yksittäisiä tuotoksia laskettaessa vaikutus voi olla huomattava, varsinkin jos kumulatiiviset tulokset lasketaan kertomalla testitulokset 30,5 eikä käyttämällä kertoimina todellisia jaksojen pituuksia (AURAN (1973)).

#### IV OSATUOTOSTEN LAAJENTAMINEN KOKONAISTUOTOKSIKSI

Koska vajaidenkin tuotostietojen käyttö on katsottu tarpeelliseksi, on lukuisia menetelmiä kehitetty osatuotosten laajentamiseksi kokonaistuotoksiksi. Monet selvitykset ajoittuvat 1950-luvulle ja 1960-luvun alkupuolelle, jolloin jälkeläisarvostelutulosten nopealla saamisella oli nykyistä suurempi merkitys, koska sperman pakastusmenetelmiä ei vielä tuolloin ollut kehitetty. Vaikka tulokset olivatkin hieman epävarmempia, sonnien alustavalla karsinnalla osatuotostietojen perusteella oli kuitenkin merkitys huomattavien kustannussäästöjen muodossa.

Viime vuosina on myös tehty lukuisia selvityksiä mahdollisuuksista käyttää osatuotoksia hyväksi. Automaattisen tietojen käsittelyn kehityksen johdosta on pystytty tekemään tarkempia selvityksiä osatuotosten laajentamiseen liittyvien tekijöiden merkityksestä ja yhä monimutkaisempia ennustusmenetelmiä on pystytty soveltamaan myös käytäntöön. Pyrkimys entistä varmempaan sonnien jalostusarvon määrittämiseen on myös ollut syynä menetelmien kehittämiseen.

Osatuotostietojen perusteella on pyritty joko suoraan ennustamaan kokonaistuotos tai sitten on ennustettu tuntematon loppukauden tuotos ja yhdistetty se tunnettuun alkukauden tuotokseen. Ennustuksissa on käytetty joko alkukauden kumulatiivisia tuotoksia tai yksittäisiä koelypsytuloksia. Viime aikoina useat tutkijat ovat tulleet siihen tulokseen, että viimeinen tunnettu koelypsytulos on paras yksittäinen estimaatti loppukauden tuotoksen suuruudelle (AURAN (1976b), MILLER ym. (1972), WIGGANS ja VAN VLECK (1979)). Käytetyistä ennustusmenetelmistä on mm. DANELL (1982d) esittänyt katsauksen.

#### IV.1. Systemaattisten ympäristötekijöiden huomioiminen

Eri systemaattisten ympäristötekijöiden aiheuttamia häiriöitä kokonaistuotoksia ennustettaessa on pyritty eliminoimaan joko korjaamalla tuotostiedot etukäteen näiden tekijöiden suhteen tai määrittelemällä laajennustekijät esim. eri vuodenaikoina paikoinneille lehmille erikseen. Näiden tekijöiden vaikutuksia on otettu huomioon myös sijoittamalla ne osatekijöiksi mukaan ennustusyhtälöihin.

Kaikilla edellä mainituilla menettelyillä on etuja ja haittoja. Niiden käyttö määräytyy kulloinkin ko. tarpeiden mukaan riippuen mm. siitä, millainen systeemi jälkeläisarvostelujun laskennassa vallitsee.

Jos aineisto jaetaan pieniin alaryhmiin eri systemaattisten tekijöiden suhteen, vaatii se suuria eläinmääriä, jotta saadut ennustuskertoimet olisivat luotettavia kaikkien alaryhmien osalta.

Tuotostietojen korjaus edeltäkäsin tekee ennusteiden laskennan helpommaksi. On kuitenkin kovin vaikeaa määrittää sellaisia tuotosten korjausmenetelmiä, jotta ne sopisivat kaikkien tuotostietojen korjaamiseen. Aina ei myöskään voida olla varmoja niiden oikeudellisuudesta - siitä, että korjaukset eivät oleellisesti vääristä eläinten välistä muuntelua. DANELL (1982a) esittää mm. seuraavat neljä ennakkoehtoa, jotka korjaustermien määrittämisessä tulisi huomioida:

- 1.) Korjattujen luokkien keskiarvojen, jos ne muuten ovat vertailukelpoisia, tulee olla yhtäsuuria.
- 2.) Korjattujen luokkien sisäisten varianssien tulee olla yhtäsuuret.
- 3.) Korjaustekijöiden tulee "toimia" oikein eri tuotastoilla.



4.) Korjausmenetelmän tulee olla tarpeeksi yksinkertainen rutiininomaisen käyttöön.

Korjaukset voidaan tehdä additiivisesti, jolloin oletetaan, että systemaattisen tekijän vaikutus on yhtä suuri eri tuotostasoilla ja luokansisäiset vaihtelut ovat yhtäsuuret. Kerronnallinen korjaus sen sijaan olettaa, että tekijän vaikutus tuotantoon on riippuvainen tuotannon tasosta. Todellinen tilanne lienee useimmiten kerronnallisen ja additiivisen korjausmenettelyn välimailla (DANELL (1982a)).

DANELL (1982a) päätyi siihen, että iän suhteen korjaukset tulee tehdä kerronnallisesti, mutta poikimajakohdan ja tyhjäkauden suhteen korjaukset tulee olla additiivisia. AURAN (1973) puolestaan käytti poikimaisen, -ajakohdan ja ensimmäisen periodin pituuden suhteen kerronnallisia korjauskertoimia, mutta additiivisia korjaustekijöitä poikimavälin ja karjantuotostason suhteen.

PEDERSEN (1980), joka laski kokonaistuotosten ennusteita AURAN'in (1976b) esittämän menetelmän pohjalta, ei sen sijaan korjannut tuotostietoja edeltäkään lainkaan. Hän määritteli laajennuskertoimet siten, että ennustetut tuotokset vastasivat todellisia korjaamattomia tuotoksia. Tämä johtui siitä, että tanskalaisessa jälkeläisarvostelujen laskentajärjestelmissä ympäristötekijöiden vaikutukset korjataan tuotostiedoista ja lostusarvojen laskennan yhteydessä.

#### IV.2. Eri menetelmiä kokonaistuotosten ennustamiseksi.

Ennustusmenetelmät ovat olleet pääasiallisesti kahdentyyppisiä, joko ns. suhdemenetelmiä (engl. ratio methods), jotka perustuvat ennustettavan tuotoksen ja jo tunnetun tuotoksen suhteen avulla määritettyjen erilaisten kertoimien käyttöön, tai usean muuttujan

regressioyhtälöitä (engl. multiple regressions). Myös monimutkaisempia matemaattisia menetelmiä, kuten esim. epätäydellisen gamma-funktion, hyväksikäyttöä on kehitetty.

#### IV.2.1. Suhdemenetelmiä

Suhdemenetelmät ovat yksinkertaisempia sekä määrittää että käyttää. Jos tuotostiedot on korjattu etukäteen systemaattisten ympäristötekijöiden suhteen, voidaan kokonaistuotosten ennusteet laskea yksinkertaisimmillaan seuraavasti (kaavat 6.-8.):

$$(6) \quad \hat{TL} = k * PL$$

$$(7) \quad \hat{TL} = PL + c * LT$$

$$(8) \quad \hat{TL} = PL + c * LT = PL + b * X * LT$$

$\hat{TL}$  = kokonaistuotoksen ennuste

PL = tunnettu alkukauden tuotos

LT = viimeisin tunnettu testitulos

K = osa- ja kokonaistuotoksen välisen suhteen avulla määritetty laajennuskerroin

c = viimeisen testituloksen ja loppukauden tuotoksen suhteen avulla määritetty laajennuskerroin

b = laajennuskerroin, kun loppukauden pituus huomiota

X = loppukauden pituus (kuukausina tai päivinä)

Useat tutkijat ovat määrittäneet edellä esitettyjen yhtälöiden mukaisia kertoimia kokonaistuotosten ennustamiseksi (AURAN (1976b), DANELL (1982d), VAN VLECK ja HENDERSON (1961c), LAMB ja MCGILLIARD (1960,1967), PEDERSEN (1980)). Suhdemenetelmä on sopiva sekä maitotuotoksen, rasvatuotoksen ja valkuaistuotoksen ennustamiseksi, mutta eri kertoimet ovat tarpeen eri tuo-

toksia ennustettaessa.

AURAN (1976b) laskee kaikkien näiden kolmen menetelmän avulla ennusteet maitotuotokselle ja totesi yhtälöiden 7 ja 8 olevan lähes samanarvoisia ja selvästi parempia kuin perinteisesti käytetty, alkukauden tuotokseen perustuva, laajennusmenetelmä (yhtälö 6). Hän laskee eri kertoimet ensikkotuotoksille ja 2-5 kertaa poikineille yhtälön 7 mukaisesti ja totesi arvojen olevan suoraviivaisessa riippuvuussuhteessa loppukauden kuukausien lukumäärän kanssa. Yhtälön 8 mukaiset kertoimet b saivat arvot 0.673 ensikoilla ja 0.680 vanhemmilla lehmillä. (Tässä tutkimuksessa kumulatiiviset tulokset laskettiin koelypsyjen summina kertomatta niitä testijaksojen päivien lukumäärillä. Lähtötiedot oli korjattu etukäteen systemaattisten ympäristötekijöiden mukaan.) AURAN (1977) tutki myös yhtälön 8 mukaista ennustusmenetelmää karsituilla ensikoilla sekä ensikoilla, jotka olivat eri tuotostasoilla. Hän toteaa, että samaa ennustusmenetelmää voidaan käyttää kaikilla tuotostasoilla, mutta erilaiset laajennuskertoimet ovat tarpeelliset. Hän ehdottaa tuotostason huomioimista ensimmäisen koelypsytuloksen mukaan, koska silloin myös kaikki karsitut eläimet voidaan huomioida laajennettaessa osatuotoksia kokonaistuotoksiksi. Yhtälömalli oli tällöin muotoa:

$$(9) \hat{TL} = PL + (0.832 - 0.0064 * A) * X * LT$$

TL = kokonaistuotoksen ennuste

PL = alkukauden tuotos

A = ensimmäisen koelypsyyn tulos

X = kuukausien lkm loppukaudella

LT = viimeisen tunnetun koelypsyyn tulos

DANELL (1982d) tutki myös kokonaistuotoksen ennustamis-

ta AURAN'in (1976b) esittämän mallin pohjalta (yhtälö 8). Tuotostiedot oli korjattu etukäteen ympäristötekijöiden suhteen. Määrittäessään b-arvoa hän käytti loppukauden pituuden mittana päivien lukumäärää eikä kuu-kausien lukumäärää. DANELL toteaa että, muuntelu laajennuskertoimessa, kun ne määritetään loppukauden tuotosten (RL) ja viimeisen testituloksen suhteena ( $= RL/LT$ ), kasvaa, mitä pitempi loppukauden pituus on. Kun kertoimet lasketaan ottaen huomioon loppukauden pituus ( $= RL/LT*(305-n)$ ), on muuntelu pienempää ja tällöin voidaan paremmin arvioida esimerkiksi tuotostasosta ja laktaatiovaiheesta johtuvan muuntelun osuutta kertoimissa.

Laktaatiokauden edistyessä b-arvat alenivat SRB-rodulla, mutta kasvoivat SLB-rodulla. Ensimmäisen ja viimeisen koelypsytuloksen kohdalla arvot olivat kuitenkin molemmilla roduilla suurimmat maitotuotoksen osalta. Rasvatuotoksen osalta ei selvää trendiä laktaatiokauden edistyessä ilmennyt.

Tuotostason vaikutusta DANELL'in tutkimuksessa selvitettiin luokittelemalla aineisto karjantuotostason mukaan 17 luokkaan (200 kg:n luokkavälit). b-arvoissa oli todettavissa selvät erot eri tuotostasoilla ja ne olivat suurinpiirtein samat eri laktaatiovaiheissa. b-arvo kasvoi noin 0,01 verran, kun karjantuotostaso nousi 400 kg.

PEDERSEN (1980) laski rasvatuotoksen ennusteita AURAN'in (1976) kehittämän mallin (yhtälö 8) mukaan, käyttäen b-arvon määrittämisessä nimittäjässä viimeisen koelypsytuloksen ja loppukauden päivien lukumäärän tuloa. Hän ei sen sijaan korjannut tuotostietoja etukäteen, vaan tutki eri systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutusta b-arvoon erikseen sekä ensikoilla, että vanhemmilla lehmillä. Eri ympäristötekijöiden vaikutusten huomioimiseksi ennustusyhtälön kertoimessa

Kehitti PEDERSEN (1980) lukuisia yhtälömalleja. Tyhjäkauden vaikutusta ei tässä tutkimuksessa huomioitu. Hänen esittämänsä perusyhtälömalli b-arvon laskemiseksi oli seuraava:

$$b = f_1(a) + f_2(m) + f_3(g) + f_4(n, Y)$$

jossa:

$f_1(a)$  on funktio, joka kuvaa b-arvon riippuvuutta poikimäisestä. Ensikoilla käytettiin jatkuvaa, vanhemmilla lehmillä epäjatkovaa funktiota.

$f_2(m)$  on funktio, joka kuvaa b-arvon riippuvuutta poikimisen vuodenajasta. Kaksi erilaista lähestymistapaa; epäjatkuva funktio, jossa eri kuukausien vaikutus b-arvoon huomioidaan vakioina, sekä jatkuva funktio, jossa vuodeaikavaihtelu b-arvossa kuvattu harmonisen vaihtelun (sini-käyrä) avulla.

$f_3(g)$  on funktio, joka kuvaa b-arvon riippuvuutta karjantuotostasosta.

$f_4(n, Y)$  on funktio, joka kuvaa b-arvon riippuvuutta laktatiovaiheesta ja päivittäisestä rasvatuotoksesta. Kolme eri tyyppistä yhtälömallia.

PEDERSEN (1980) toteaa sekä poikimäisestä että -vuodenajasta johtuvan vaihtelun b-arvossa olevan tilastollisesti merkitsevää, useimmissa malleissa 0,01 % merkitsevyystasolla. Karjantuotostaso sen sijaan ei aina ollut yhtä selvästi merkitsevä tekijä riippuen siitä, millä tavoin laktatiovaihe ja päivittäinen rasvatuotanto oli huomioitu. Laktatiovaiheen ja päivittäisen rasvatuotoksen vaikutus b-arvoon oli merkitsevä, joskin yksittäiset regressiokertoimet (yhtälömalleissa oli mukana 3-8 regressiomuuttujaa ed. mainittuja teki-

jöitä selittämässä) eivät aina olleet merkitseviä.

WIGGANS ja VAN VLECK (1979) tutkivat myös vastaavasti b-arvon riippuvuutta laktatiiovaiheesta ja päivittäisestä tuotoksesta (maito- ja rasvatuotos). He laskivat kertoimet kaavan 10 mukaisesti eri ikäryhmissä (ensikot, 34-48 KK, 49-60 KK, yli 60 KK), poikimakuukausiryhmissä (6 kpl), eri karjantuotostasoilla (3 tasoa) ja eri laktatiiovaiheissa (0-65, 66-245, 245-305 pv).

$$(10) \text{ Factor}_n = \sum RY / \sum (LT * (305 - n))$$

n = tunnetun alkukauden pituus (pv)

RY = loppukauden tuotos

Tutkijat päätyivät kaavan 11 mukaiseen lopputulokseen yhtälöstä, jonka avulla voidaan parhaiten arvioida loppukauden tuotos viimeisen koelypsytuloksen perusteella. Eri laktatiiovaiheissa kertoimet osoittautuivat selvästi erilaisiksi. Vuodenaajan vaikutus oli selvimmin havaittavissa kertoimessa  $b_1$ . Kertoimet  $b_3$  ja  $b_4$  kuvaavat lähinnä viimeisen koelypsytuloksen suuruuden vaikutusta kokonaiskertoimessa, millä viimeisen testin tulos kerrotaan ennustusvaiheessa. Positiiviset  $b_3$  kertoimet, jotka saatiin kahdessa ensimmäisessä laktatiiovaiheessa, osoittavat, että mitä suurempi viimeinen testitulokseksi, sitä pienempi on paino testituloksella laajennettaessa osatuotoksia viimeisen testituloksen pohjalta.

$$(11) \hat{TL} = PL + (b_1 + b_2 n + b_3 / LT^2 + b_4 \sqrt{n} / LT) * LT * (305 - n)$$

WIGGANS ja VAN VLECK (1979) laskivat saman aineiston perusteella myös ennustukset, jotka perustuivat ainoastaan kumulatiivisten alkukauden tuotosten hyväksi-

Käyttöön. Kerroin ( $F_n$ ) kumulatiivisille tuotoksille määritettiin todellisen loppukauden tuotoksen suhteena sellaiseen oletettuun loppukauden tuotokseen, jossa alkukauden tuotoksen keskimääräinen päivätuotos olisi pysynyt samana loppukauden ajan (kaava 12). Näin saatujen kertoimien (kertoimet määritettiin erikseen eri laktatiivivaiheille, poikimavuodenajoille ja -kerroille) avulla laskettiin 305-pv:n tuotosten ennusteet kaavan 13 mukaan.

$$(12) \quad F_n = \sum RY / \sum ((PL/n)(305-n))$$

$$(13) \quad \hat{TL} = (1 + F_n(305-n)/n) * PL$$

Vertailemalla kahta edellä mainittua ennustusmenetelmää (kaavat 11 ja 13) tutkijat totesivat erotuksen (ennustus - todellinen tuotos) varianssin olevan pienemmän viimeiseen koelypsytulokseen perustuvalla ennustusmenetelmällä lasketuilla ennustuksilla.

APPLEMAN ym. (1969) esittämä suhdemenetelmä kokonaistuotoksen arvioimiseksi perustui kumulatiivisen alkukauden tuotoksen hyväksikäyttöön (kaava 14). Aineisto oli luokiteltu herumistuloksen (4 luokkaa) ja poikimäkerran (3 luokkaa) mukaan 12 eri ryhmään.

$$(14) \quad TL = \text{Factor} * PL$$
$$\text{Factor} = \frac{\sum_{i=1}^N (TL_i / PL_i)}{N}$$

N = havaintojen lkm kussakin alaryhmässä

Suhdemenetelmällä saadut ennustukset olivat suuremmat

Kuin usean muuttujan regressioyhtälöllä (Kaava 16) saadut ennustukset. Suhdemenetelmällä saatujen ennusteiden ja todellisen tuotosten välisen korrelaation neliö ( $R$ ) oli hieman pienempi kuin regressioyhtälöllä saatu.

#### IV.2.2. Regressioyhtälöitä

Useat tutkijat ovat todenneet, että parhaiten kokonaistuotosten ennusteet saadaan laskemalla ne usean muuttujan regressioyhtälöiden avulla (VAN VLECK ja HENDERSON (1961e), MILLER ym. (1972b), AURAN (1976b), APPLEMAN ym. (1969)). Useita eri tyyppisiä yhtälömalleja on kehitelty riippuen mm. siitä, ovatko lähtötiedot olleet etukäteen korjattuja systemaattisten ympäristötekijöiden suhteen, tai mitä osatuotostietoja on ollut käytettävissä.

AURAN (1976) vertaili eri regressioyhtälömalleja, joissa käytettiin regressiomuuttujina joko viimeistä tai toiseksi viimeistä koelypsytulosta, niiden keskiarvoa tai alkukauden kumulatiivista tuotosta. Tuotostiedot olivat korjattu etukäteen ympäristötekijöiden suhteen. Hän totesi korkeimmat korrelaatiot todellisen ja ennustetun kokonaistuotoksen välillä regressiomenetelmällä, joka arvioi suoraan 305 pv:n tuotoksen useiden alkukauden tuotantoa kuvaavien regressiomuuttujien avulla (Kaava 15). Kuitenkin yksinkertaisemmatkin menetelmät, joissa kokonaistuotos laskettiin tunnetun alkukauden tuotoksen ja loppukauden tuotoksen, joka määritettiin viimeiseen testitulokseen perustuneen regressioyhtälön avulla, summana, antoivat lähes saman ennustusvarmuuden. Vertailtaessa eri regressioyhtälöiden ja suhdemenetelmän, joka perustui viimeisen testituloksen hyväksikäyttöön, avulla saatuja ennustustuloksia, voitiin todeta, että suhdemenetelmä antoi lähes yhtä hyvän tuloksen ja AURAN (1976) suosittelikin sen käyttöä käytännössä menetelmän yksinkertaisuuden



vuoksi.

$$(15) \hat{TL} = \bar{TL} + b_1 (PL - \bar{PL}) + b_2 (LT - \bar{LT}) + b_3 (PT - \bar{PT})$$

PT = viimeistä edellinen testitulokse

APPLEMAN ym. (1969) esittämä regressioyhtälö oli seuraava (Kaava 16):

$$(16) \hat{TL} = a + b_1 X_1 + S_c + b_2 X_2$$

a = vakio

$b_1$  = lineaarinen regr.kerroin kumulatiiviselle tuotokselle

$X_1$  = kumulatiivinen tuotos (korjattu tiettyyn laktatiovaiheeseen kuukausittain)

$b_2$  = lineaarinen regr.kerroin tyhjäkaudelle

$X_2$  = tyhjäkauden pituus

$S_c$  = poikimavuodenajasta johtuva vakio

Poikimäkerta ja tuotostaso oli tässä tutkimuksessa otettu huomioon laskemalla eri kertoimet kolmelle ikäryhmälle ja neljälle eri herumistasolle.

MILLER ym. (1972a,b) vertailivat neljää eri menetelmää - suhdemenetelmää, usean muuttujan regressioyhtälöön ja modifioitua regressioyhtälöön perustuvia menetelmiä sekä menetelmää, jossa arvioitiin loppukauden tuotos viimeiseen testitulokseen perustuvalla regressioyhtälöllä. Modifioitu regressioyhtälö oli muotoa (Kaava 17):

$$(17) \hat{TL} = (1 - r_{xy}) * \bar{TL}_{\text{os}} + r_{xy} * c_c * \bar{PL}$$

Jossa:

$r_{xy}$  = fenotyyppinen korrelaatio osatuotoksen ja koko-

naistuotoksen välillä

$c_c$  = kokonais- ja osatuotoksen suhde (TL/PL)

Tutkimuksessa usean muuttujan regressioyhtälön sekä viimeiseen koelypsyyteen perustuvan regressioyhtälön perusteella saadut ennustukset olivat lähes samanarvoisia, modifioidun regressioyhtälön perusteella saadut ennustukset olivat edellisiä epätarkempia, mutta parempia kuin suhdemenetelmällä saadut. Suhdemenetelmä perustui kokonaistuotoksen ja kumulatiivisen alkukauden tuotoksen perusteella laskettuihin kertoimiin. Usean muuttujan regressioyhtälöt olivat tyypiltään samanlaiset kuin VAN VLECK'in ja HENDERSON'in käyttämät yhtälöt (kaava 18).

$$(18) \hat{T}_L = \bar{T}_L + b (TD_c - \bar{T}D_c)$$

$TD_c, \bar{T}D_c$  = tuotosten määrät ja vastaavat keskiarvot iintenä testipäivänä

b = vastaavat lineaariset regressiokertoimet

#### IV.2.3. Ennusteiden luotettavuuden arvioiminen

Eri ennustusmenetelmien tarkkuutta ja keskinäistä vertailua varten saatuja ennustustuloksia on verrattava vastaaviin todellisiin kokonaistuotoksiin. Parhaimman kuvan ennustusmenetelmästä saa, jos on mahdollista tehdä ennustukset toisella aineistolla kuin millä laajennuskertoimet on määritetty.

Ehkä yksinkertaisin tapa verrata menetelmiä on laskea ennustettujen ja todellisten tuotosten keskiarvoja sellaisenaan tai sitten verrata niiden erotusten keskiarvoja. Ennustettujen ja todellisten tuotosten keskiarvot tulisi olla yhtäsuuret, ettei ennustusmenetel-

mällä saadut tuotokset poikkeaisi keskimäärin sellaisista tuotoksista, jotka on laskettu, kun kaikki koelypsytulokset ovat tiedossa. Erotusten keskiarvo sen sijaan tulee olla lähellä nollaa. Erotusten itseisarvojen (absoluuttisten erotusten) keskiarvo kuvaa puolestaan sitä, kuinka paljon ennustukset keskimäärin poikkeavat todellisesta.

AURAN (1976b) vertaili myös eri menetelmillä saatujen ennusteiden varianssia todellisten tuotosten varianssiin, todeten, että suhdemenetelmällä saatujen ennusteiden varianssit vastasivat paremmin todellisten tuotosten varianssia kuin regressiomenetelmillä saatujen ennusteiden varianssit. Varianssin säilyminen ennallaan on katsottava suotavaksi, jottei osatuotosten käytöllä aiheutettaisi vääristymiä populaation muuntelussa maidontuotanto-ominaisuuksien suhteen.

Ennustettujen ja todellisten tuotosten välisiä fenotyyppisiä korrelaatioita ovat useat tutkijat pitäneet ennusteiden varmuuden mittoina (AURAN (1976b), PEDERSEN (1980), VAN VLECK ja HENDERSON (1961e), APPLEMAN ym. (1969) käyttivät vastaavan korrelaation neliötä. AURAN (1976b) toteaa, että myös geneettiset korrelaatiot eri menetelmillä saatujen ennusteiden ja todellisten tuotosten välillä tulisi ottaa huomioon vertailtaessa näiden menetelmien paremmuutta. Hän toteasi tällaiset geneettiset korrelaatiot ensikoilla suuremmiksi kuin vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot.

Jos kokonaistuotoksen ennuste on laskettu siten, että vain loppukauden tuotos on ennustettu ja lisätty tunnettuun alkukauden tuotokseen, kasvaa korrelaatio automaattisesti mitä myöhäisemässä laktatiokauden vaiheessa ennustus tehdään. Ennustusmenetelmän tarkkuutta tällöin kuvaisikin paremmin korrelaatio ennustetun loppukauden ja todellisen loppukauden tuotosten välillä. Korrelaatiot sinänsä eivät kuitenkaan kerro ennu-

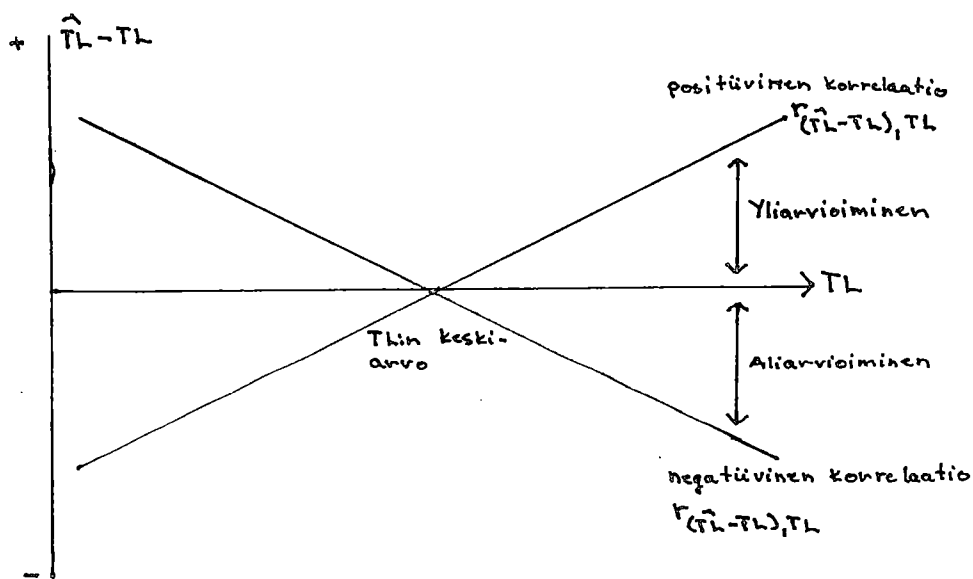
teiden absoluuttista virhettä vaan ainoastaan sen, kuinka hyvin ennustukset seuraavat todellisia tuotoksia niiden suuruudessa.

Todellisen kokonaistuotosten ja ennustettujen tuotosten välisten korrelaatioiden ohella useat tutkijat ovat laskeneet niiden välisten erotusten varianssit tai hajonnat (AURAN (1976b), WIGGANS ja VAN VLECK (1979), MILLER ym. (1972a,b)). Nämä tunnusluvut ovat parempia ennustusmenetelmien arvioinnissa, koska niissä korostetusti tulee näkyviin sellaisten ennusteiden osuus, jotka poikkeavat paljon todellisesta tuotoksesta. Päinvastoin kuin korrelaatiot, niiden suuruudet eivät ole riippuvia siitä, kuinka suuri osa todellisista alkukauden tuotoksesta on mukana ennustetussa tuotomäärässä (PEDERSEN (1980)).

Ennusteiden laskennassa on myös otettava huomioon se, ettei systemaattisesti suosita eri tuotostasoilla olevia eläimiä. Todellisen ja ennustetun tuotoksen välinen erotuksen ( $TL - \hat{TL}$ ) sekä todellisen tuotoksen välinen kovarianssin tulisi olla 0. Laskemalla ed. mainittujen lukujen välinen korrelaatio, jonka tulisi olla 0, saadaan selville mahdollinen systemaattinen virhe (vrt. Kuvio 1). Kuinka suuri systemaattinen virhe mahdollisesti on saadaan laskemalla ed. mainitun erotuksen regressio todellisen tuotoksen suhteen.

Ehkä parhaiden eri ennustusmenetelmiä kuitenkin voidaan verrata keskenään sekä niiden avulla laskettujen tuotosten suhdetta todellisiin tuotoksiin, jos niiden avulla laskettuja tuotoksia käytetään sonnien jälkeläisarvostelujen laskennassa yksistään ja verrataan sen jälkeen tuloksia pelkästään todellisten tuotosten perusteella laskettujen jälkeläisarvostelutuloksiin. Kirjallisuudessa on kuitenkin vähän tietoa siitä, miten eri menetelmillä laajennetut osatuotokset vaikuttavat sonnien jälkeläisarvostelutuloksiin.

Kuvio 1. Eri tuotostasoilla tapahtuva tuotosten yli- tai aliarvioiminen, kun Korrelaatio  $r_{(\hat{T}_L - T_L), T_L}$  on joko positiivinen tai negatiivinen (PETERSEN'in (1980) mukaan).  $T_L$  todellinen ja  $\hat{T}_L$  ennustettu kokonaistuotos,  $r_{(\hat{T}_L - T_L), T_L}$  ( $\hat{T}_L - T_L$ ) ja  $T_L$ :n välinen korrelaatio. Jos  $r_{(\hat{T}_L - T_L), T_L}$  on positiivinen, niin korkeatuotoisten eläinten tuotokset ovat tulleet yliarvioituihin ja alhaisten tuotosten omaavien eläinten tuotokset aliarvioituihin.



FAMULA ja VAN VLECK (1981) laskivat jälkeläisarvostelut kolmen eri ennustusmenetelmän perusteella laajennettujen 305-pv:n tuotosten pohjalta ja vertasivat tuloksia todellisten tuotosten perusteella laskettuihin tuloksiin. Kokonaistuotosten ennustukset laskettiin kaavojen 6, 8 ja 11 esittämien menetelmien avulla kahdessa eri laktatiovaiheessa, 60 - 80 päivän ja 130 - 160 päivän kuluttua poikimisesta. Korrelaatiot todellisten ja eri menetelmillä ennustettujen tuotosten pe-

rusteella laskettujen jälkeläisarvostelutulosten välillä olivat 0,93 - 0,94 jälkimmäisen ja 0,66 - 0,81 edellisen laktaatiovaiheen osalta. Tutkijat päättelivätkin, että menetys on hyvin pieni sonnien geneettisen arvon arvioinnissa, jos vähintään viiden kuukauden tuotostietoja käytetään hyväksi. He kuitenkin arvelevat, että suurempi hyöty viiden kuukauden tuloksista voi olla, jos niitä käytetään sellaisenaan, eikä laajenneta 305-pv:n tuotokseksi.

Useat tutkijat ovatkin pohtineet mahdollisuuksia käyttää jälkeläisarvostelujen laskennassa samanaikaisesti sekä osa- ja kokonaistuotoksia, jolloin eri pituisten tuotosjaksojen tuotostiedot yhdistettäisiin indeksiksi (VAN VLECK ja HENDERSON (1961a), SYRSTAD (1964)). Indeksissä painotetaan eri pituisten tuotosjaksojen tuotoksia niiden ja kokonaistuotosten välisten yhteyksien perusteella ottaen samalla huomioon eläinmäärät eri pituisten tuotosten osalta. VAN VLECK ja HENDERSON (1961a) laskivat korrelaatiota sonnin ennustetun ja todellisen jalostusarvon välillä käyttäessä eri lukumääriä viiden tuotoskuukauden tuotostietoja ja kokonaistuotoksia. He totesivat mm. että korrelaatio yksistään 20 viiden tuotoskuukauden tietojen perusteella oli 0,69. Jos siihen lisätään kymmenen kokonaistuotosta, saadaan korrelaatioksi 0,78, kun se yksistään kymmentä kokonaistuotosta käyttäessä olisi vain 0,61. Kymmenen viiden ja 20 kokonaistuotoksen perusteella vastaavat korrelaatiot olisivat 0,79 ja 0,74. 30 kokonaistuotosta käyttäessä korrelaatio sonnin ennustetun ja todellisen jalostusarvon välillä oli 0,80.

SYRSTAD (1964) toteaa vastaavanlaisen tutkimuksen perusteella, että käyttäessä 50 tyttären osatuotostietoja, joista 25 sisälsi vähintään 200 päivän tuotostiedot, 15 100-199 päivän tuotostiedot ja 10 alle 100 päivän tuotostiedot, saavutettiin sama arvosteluar-

muus kuin, jos olisi käytetty 40 tyttären kokonaistuotosta. SEARLE (1961b) toteaa, että 30, 40 ja 50 tyttären kokonaistuotostietojen perusteella lasketut sonnien jalostusarvot voidaan laskea yhtä varmasti 40, 60 ja 80 viiden kuukauden osatuotostietojen perusteella. Kun tyttären luku sonnia kohden kasvaa tarvitaan entistä suurempi määrä osatuotostietoja, jotta saataisiin sama varmuus kuin käytettäessä kokonaistuotoksia. Osatuotoksien käyttöönoton avulla saavutettavan suhteellisen hyödyn määrä on siten riippuvainen sonnien jälkeisarvosteluissa käytettävien tyttären lukumäärästä.

## OMAT TUTKIMUKSET

### I AINEISTO

#### I.1 Alkuperäinen aineisto

Tutkimuksen lähtöaineistona oli kaikki Karjantarkkailutiloilla vuonna 1979 poikineet ensikot. Näistä ensikoista muodostettiin tutkimusaineisto seuraavasti: Suomenkarjan osalta otettiin mukaan kaikki kyseisenä vuonna poikineet ensikkolehmät, ay- ja fr-rotuisista ensikoista otettiin satunnaisesti joka neljäs eläin. Roduttain eläinten lukumäärät olivat tutkimuksessa seuraavat: ay 13441, fr 2568, sk 1727. Ay-ensikoita oli kaikkiaan 853 sonnin tyttäriä, fr-ensikoita 199 sonnin ja sk-ensikoita 154 sonnin tyttäriä.

Jokaisesta eläimestä oli käytettävissä seuraavat tiedot:

1. Tunniste: maatalouskeskus  
Karja n:o  
Korva n:o  
rotu
2. Syntymä pvm
3. Isän kantakirja n:o
4. Ensimmäisen poikimisen pvm
5. 305-pv:n tuotostiedot: maito Kg  
rasva Kg  
valkuais Kg
6. Toisen poikimisen pvm
7. Siemennystiedot: pvm  
Kerta
8. Poisto: pvm  
syy
9. Koelypsytiedot 1 - 10: maito Kg



rasva-%  
valkuais-%

10. Karjantuotos: maito kg  
rasva kg  
valkuais kg  
Keskilehmäluku

## I.2. Analyysitiedostot

Tietokoneajojen nopeuttamiseksi ja yksinkertaistamiseksi muodostettiin alkuperäisen tiedoston pohjalta eri analyysiejä varten sopivimmat tiedostot, joihin otettiin mukaan alkuperäisiä muuttujia sekä uusia, laskettuja muuttujia.

Ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin analysoimaan vain 4-% maitotuotosta (FCM). Myöhemmissä vaiheissa laskettiin ennustukset myös rasva- ja valkuaistuotoksille kahdella samalla menetelmällä kuin 4-% maitotuotokselle. Maitotuotokset muutettiin 4-%:ksi maidoksi seuraavan kaavan mukaan.

$$\text{kg 4\% maitoa} = 0,4 * \text{kg maitoa} + 15 * \text{kg rasvaa}$$

Koska rasvapitoisuus määritetään vain joka toinen kuukausi, korvattiin puuttuvat rasvapitoisuustiedot kulloinkin ko. koelypsyä edeltävän ja seuraavan koelypsyn rasvapitoisuuksien keskiarvolla. Ensimmäisen ja viimeisen koelypsyn puuttuva rasvapitoisuustieto korvattiin lähimmällä mahdollisella rasvapitoisuustiedolla. Jos koelypsyn maitomäärä ei ollut tiedossa, käytettiin silloin edeltävän ja seuraavan koelypsyn maitomäärän keskiarvoa. Ensimmäisen koelypsyn maitomäärätiedon puuttuessa korvattiin se toisen koelypsyn maitomäärällä kerrottuna 0,93, mikä todettiin olevan näiden koelypsyjen maitomäärien keskimääräinen suhde. Jos vii-

meinen testitulokseksi puuttui, hylättiin kyseinen havainto kokonaan. Myöhemmässä vaiheessa hylättiin myös sellaiset havainnot, joiden viimeinen koeläpätulos oli selvästi poikkeava, esimerkiksi huomattavasti suurempi kuin edellinen testitulokseksi.

Koeläpätulojen pituutena, joilla koeläpätulokset kerrottiin kumulatiivisten tuotosten saamiseksi, käytettiin päivien lukumäärää edellisen ja ko. testin ajallisesta puolivälistä seuraavan ja ko. testin ajalliseen puoliväliin.

Uusiksi muuttujiksi tiedostoon laskettiin 120, 150, 180, 210, 240 ja 270 päivien kumulatiiviset tuotokset. Myös 305-pv:n tuotos laskettiin uudelleen käyttäen samaa laskentamenetelmää kuin edellä mainittuja kumulatiivisia alkukauden tuotoksia laskettaessa. Loppukauden tuotoksiksi laskettiin 305-pv:n ja vastaavan alkukauden tuotosten erotukset. Kumulatiivisia tuotoksia laskettaessa otettiin huomioon niiden tuotoskuukausien tiedot, mitkä siihen mennessä oli tiedossa. 120-pv:n tuotos laskettiin siten neljän ensimmäisen koeläpätuloksen perusteella korjaamalla se päivien lukumäärän osalta vastaamaan 120 päivän tuotosta, 150-pv:n tuotos viiden koeläpätuloksen perusteella jne.

## II MENETELMAT

Kaikki laskennalliset toimenpiteet suoritettiin Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteenlaitoksen Pascal-Microengine GT-101 tietokoneella.

Eri tekijöiden vaikutusta maidontuotantoon tutkittiin yksinkertaisten keskiarvojen ja pienimmän neliösumman varianssianalyysin (HARVEY (1960)) avulla. Kyseisen menetelmän avulla määritettiin myös tuotosten korjaustermit sekä laajennuskertoimet ennustusyhtälöihin. Analyyseissä käytetyt tilastotieteelliset mallit esitellään vastaavien tulosten esittelyn yhteydessä.

### III TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### III.1. Karsittujen määrä ja syyt karsintaan

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin kuinka suuri osa ko. aineistoon mukaan tulleista eläimistä oli karsittu ensimmäisen tuotosvuoden aikana, missä vaiheessa karsinta oli tapahtunut ja mitkä syyt johtivat karsintaan. Eläin katsottiin karsituksi, jos sille ei alkuperäisessä tiedostossa ollut laskettu 305-pv:n tuotosta.

Eniten karsintaa oli sk-ensikoiden osalta - 22,4 % karsittu - ja vähiten ay-ensikoiden osalta - 12,5 % karsittu (Taulukko 7). Poistosyy oli tiedossa 81 - 89 %:lla poistetuiksi katsotuista eläimistä. Kolme merkittäväintä poistosyytä olivat utarevaikeudet, mahous ja alhainen tuotos. Osalle (noin 5 - 8 %:lle karsitusta eläimistä) ei saada 305-pv:n tuotosta lasketuksi, koska ne siirtyvät karjasta toiseen ensimmäisen tuotosvuoden aikana. Taulukossa 8 on esitetty eri syistä karsittujen eläinten määrät roduttain sekä karsintavaiheet.

Taulukko 7. Ensimmäisen tuotosvuoden aikana poistettujen eläinten määrät ja karsintaprosentit.

Rotu	N	Karsittu lkm	Kars-%	tieto poistosta %-poistetuista
Ay	13441	1675	12,5	85
Fr	2568	419	16,3	81
SK	1727	387	22,4	89

Tämän aineiston perusteella tarkasteltuna voidaan havaita selviä eroja rotujen välillä ed. mainittujen kolmen pääasiallisen poistosyy:n johdosta karsituissa

Taulukko B: Eri syistä karsittujen ensikoiden lukumäärät lypsykauden eri vaiheissa roduttain.

Ay

syy	poistokuukausi										yht.	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	36	30	26	28	31	23	32	35	37	24	302	21.1
1	17	14	11	7	8	11	5	9	15	25	122	8.5
2	12	13	10	11	11	9	8	15	1	12	102	7.1
3	39	13	13	19	15	18	28	29	19	35	228	15.9
4	22	1	0	0	0	1	2	0	2	2	30	2.1
5	7	6	8	6	5	6	9	5	5	5	62	4.3
7	4	4	4	2	1	2	3	1	2	2	25	1.7
8	21	28	40	45	50	45	43	45	38	30	385	26.9
9	0	0	2	2	2	13	22	28	37	54	174	12.2
yht.	158	109	114	120	123	128	152	167	156	203	1430	100.0

Fr

0	5	7	8	2	6	5	9	7	7	2	58	17.2
1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	16	4.7
2	5	7	3	3	3	2	1	0	0	1	25	7.4
3	18	5	9	7	15	8	2	4	14	9	91	26.9
4	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.9
5	1	2	2	0	0	2	0	0	1	1	9	2.7
7	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	4	1.2
8	6	8	7	14	8	11	20	9	7	7	97	28.7
9	0	0	0	0	1	2	0	4	4	7	18	5.3
yht.	54	34	30	28	36	32	35	26	34	29	338	100.0

SK

0	7	1	6	4	7	4	5	8	9	5	56	16.2
1	3	3	3	3	0	2	4	1	2	0	21	6.1
2	4	2	3	3	2	4	1	0	1	0	20	5.8
3	5	10	2	6	4	1	6	5	5	9	53	15.3
4	4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	8	2.3
5	5	1	2	3	3	1	3	1	1	0	20	5.8
7	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	5	1.4
8	8	9	8	18	18	25	16	12	9	6	129	37.3
9	0	0	1	1	2	4	3	6	7	10	34	9.8
yht.	36	27	29	40	36	41	38	34	35	30	346	100.0

(poistosyy: 1 = myyty eloon, 2 = tapaturma, 3 = utarevika,  
4 = poikimisvaikeus, 5 = luonnevika, 7 = aineen-  
vaihdon sairaus, 8 = alhainen tuotos, 9 = ma-  
hous, 0 = muu syy)

eläinmäärissä. Suomenkarjan ensikoista poistettiin alhaisen tuotoksen takia 7,5 % (37,3 % karsituista), kun vastaavat luvut ay-rodulla olivat 2,9 % (26,9 %) ja fr-rodulla 3,8 % (28,7 %). Mahouden takia poistettiin fr-ensikoista 0,7 % (5,3 % karsituista), ay-ensikoista 1,3 % (12,2 %) ja sk-ensikoista 2,0 % (9,8 %). Utarevaikeuksien takia poistettiin taas fr-ensikoista 3,5 % (26,9 % karsituista), ay-ensikoista 1,7 % (15,9 %) ja sk-ensikoista 3,1 % (15,3 %).

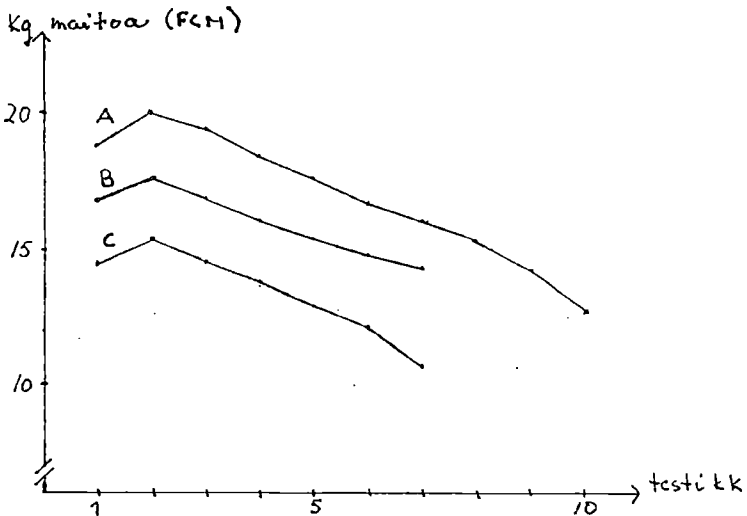
### III.2. Karsittujen ensikoiden tuotos

Karsittujen määrää sonnia kohden (%:na tyttärmäärästä) sekä vastaavan sonnin tyttäriryhmän 305-pv:n tuotosten välistä yhteyttä tutkiessa otettiin mukaan sellaiset sonnit, joiden tyttärinä vähintään 20:lle oli laskettu 305-pv:n tuotos. Vuorosuhteet laskettiin huomioon ottaen kaikki karsitut, sekä siten, että vain alhaisen tuotoksen vuoksi karsitut eläimet olivat mukana. Molemmissa tapauksissa vuorosuhteet olivat kaikilla roduilla negatiiviset, mutta eivät kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Jälkimmäiset korrelaatiot olivat selvästi enemmän nolasta poikkeavia (Taulukko 9). Negatiiviset korrelaatiot viittaavat siihen, että huonoimmilta sonneilta karsitaan suurempi osa tyttärinä jo ensimmäisen tuotosvuoden aikana. Tulokset ovat sopusoinnussa AURAN'in (1977) norjalaisesta aineistosta saamien tulosten kanssa.

Taulukko 9. Korrelaatiot tyttären karsinta-% sonnia kohden ja vastaavan sonnin tyttäriryhmän (väh. 30 tytärtä) 305-pv:n tuotoksen (FCM) välillä.

Rotu	Kars.-%(kaikki)- tuotos	Kars.%(alh.tuotos)- tuotos	Sonnien lkm
Ay	- 0,06	- 0,21	225
Fr	- 0,06	- 0,26	40
Sk	- 0,28	- 0,27	28

Karsittujen ensikoiden tuotoksen kuvaamiseksi laskettiin eri kuukausitulosten keskiarvat kaikilta ensikoilta, jotka oli karsittu 210 päivän kuluessa poikimisesta. Samoin laskettiin koelypsytulosten keskiarvat ensikoilta, jotka oli karsittu alhaisen tuotoksen, puutostaudin tai mahouden takia. Tulokset osoittavat, että karsittujen keskimääräinen tuotos on alhaisempi kuin eloonjätettyjen. Varsinkin silloin, kun karsintasyynä on alhainen tuotos tai aineenvaihduntasairaus erot eloonjätettyjen ja karsittujen koelypsytuloksissa osoittautuivat huomattaviksi (Kuvio 2).



KUVIO 2: Keskimääräisen lypsykäyrän muoto eloonjätetyillä ay-ensikoilla (A) sekä kaikilla ennen 210 tuotospäivää karsituilla ensikoilla (B) ja alhaisen tuotoksen ja aineenvaihduntasairauksien vuoksi karsituilla ensikoilla (C).

### III.3. Maidontuotantoon vaikuttavat ympäristötekijät

Kirjallisuudesta saatujen tietojen perusteella voitiin päätellä, mitkä ympäristötekijät huomattavimmin vaikuttavat maidontuotantoon. Analyysihin otettiin mukaan poikimaikä, poikimisen vuodenaika, karjan tuotostaso, tyhjäkauden pituus, ensimmäisen periodin pituus sekä alue. Alueiden välillä ei kuitenkaan todettu olevan merkitseviä eroja, joten se jätettiin jo analyysien alkuvaiheessa pois.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään näiden tekijöiden vaikutusten suuruutta eri tuotantovaiheissa. Näin ollen analyysit suoritettiin sekä 305-pv:n tuotostiedosta että lyhyempien kumulatiivisten alkukauden tuotoksista. Samoin tutkittiin näiden tekijöiden vaikutusta yksittäisiin koelypsytuloksiin sekä loppukauden tuotoksiin.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin näiden tekijöiden vaikutuksia laskemalla pelkät keskiarvot eri tekijäluokissa, ottamatta huomioon toisten tekijöiden mahdollisia haittavaikutuksia keskiarvoihin. Näin saatiin yleiskuva aineistosta ja lähtötietoja aineiston luokitusta varten LS-analyysijä varten. Näiden analyysien avulla voidaan tarkastella kunkin ympäristötekijän vaikutusta kun toisten tekijöiden vaikutus on eliminoitu.

Aineisto, josta lopulliset LS-analyysit tehtiin oli karsittu pois eläimet, joiden kymmenes koelypsytulos oli huomattavasti suurempi (10.Koelypsytulos/9.Koelypsytulos < 1,2) tai pienempi (10.Koelypsytulos/9.Koelypsytulos > 0,5) kuin edellinen koelypsytulos tai kymmenes koelypsytulos puuttui kokonaan. Samoin analyysitiedoista poistettiin sellaisia havaintoja, joissa jonkin ympäristötekijän lukuarvo ei ollut 'normaali'. Karsinnan johdosta eläinmäärät pienenevät jon-



kin verran, mutta ajatellen jatkossa tehtävissä ennusteissa käytettävien kertomien luotettavuutta, katsottiin aiheelliseksi poistaa kovin epäsuunnolliset havainnot.

Ympäristötekijöiden vaikutuksia tutkittiin tilastotieteellisen mallin 1 mukaan, jossa kaikki muut tekijät oletettiin kiinteiksi lukuunottamatta satunnaista virhelähdettä  $e$ .

$$\text{Malli 1: } Y_{ijklm} = u + a_i + c_j + d_k + f_l + e_{ijklm}$$

Jossa:

$Y_{ijklm}$  = 305-pv:n tuotos, alkukauden kumulatiivinen tuotos, loppukauden tuotos tai yksittäinen koelypsytulos

$u$  = LS-Keskiarvo

$a_i$  = poikimäistä johtuva vaikutus - 14 luokkaa (16-20, 21,22,...,32,>33 KK)

$c_j$  = poikimakuukaudesta johtuva vaikutus - luokittelu kalenterikuukausien perusteella

$d_k$  = karjantuotostasosta johtuva vaikutus - 9 luokkaa (<4000, 4001-4500,5000-..., >7500 kg)

$f_l$  = ensimmäisen periodin pituudesta johtuva vaikutus - 6 luokkaa (<10, 11-15, 16..., >30 vrk)

$h_m$  = tyhjäkauden pituudesta johtuva vaikutus - 0 - 8 luokkaa (<60, 61-90, 91-...,>240 vrk)

$e_{ijklm}$  = virhe (NID)

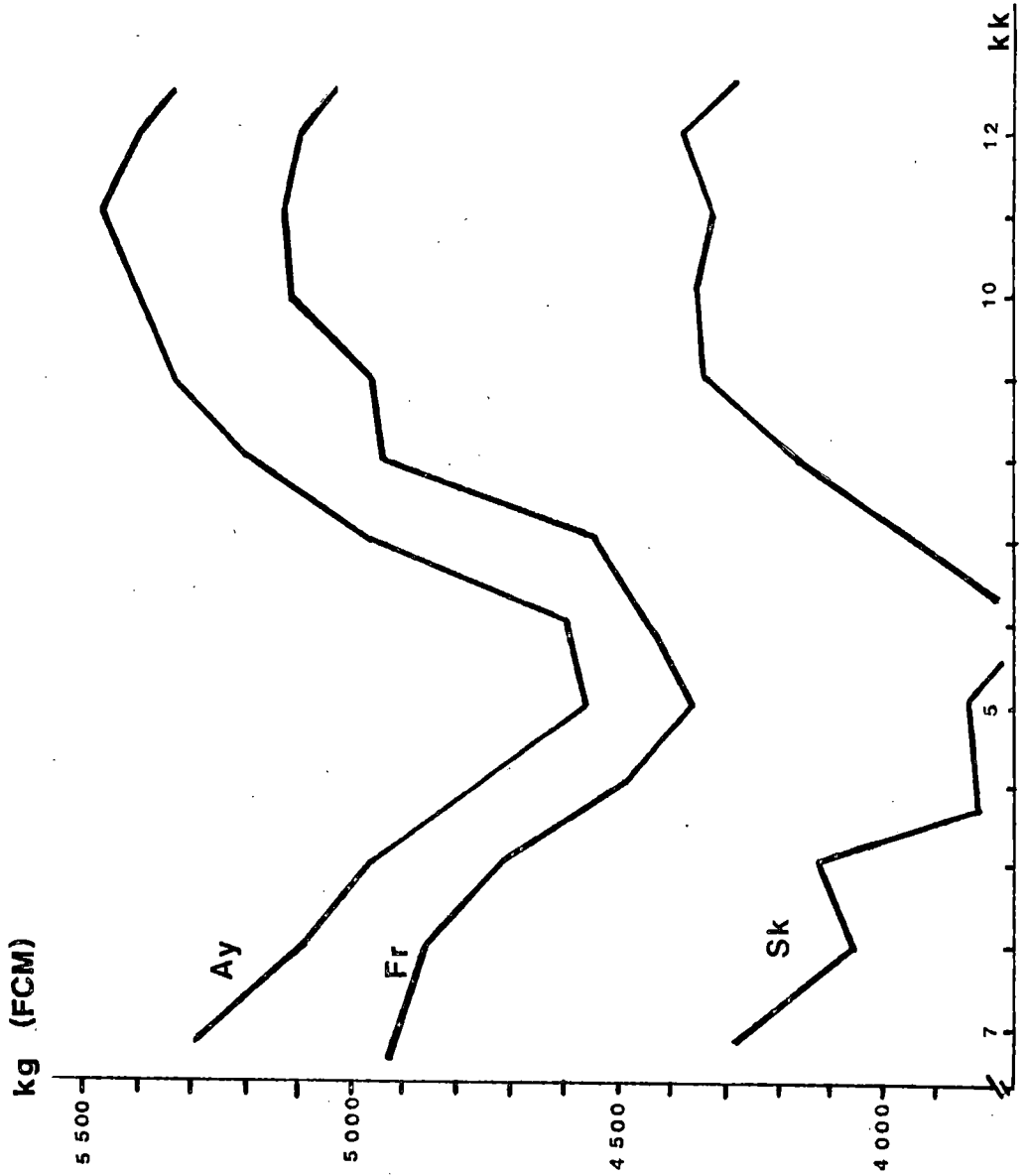
### III.3.1. Vuodenaika poikiessa

Poikimisen ajankohdan vaikutusta tuotoksiin tutkittaessa aineisto jaettiin 12 luokkaan kalenterikuukausien mukaan. Kaikilla kolmella rodulla voitiin todeta suurin poikimisfrekvenssi syyskuukausina ja alhaisin kesäkuukausina.

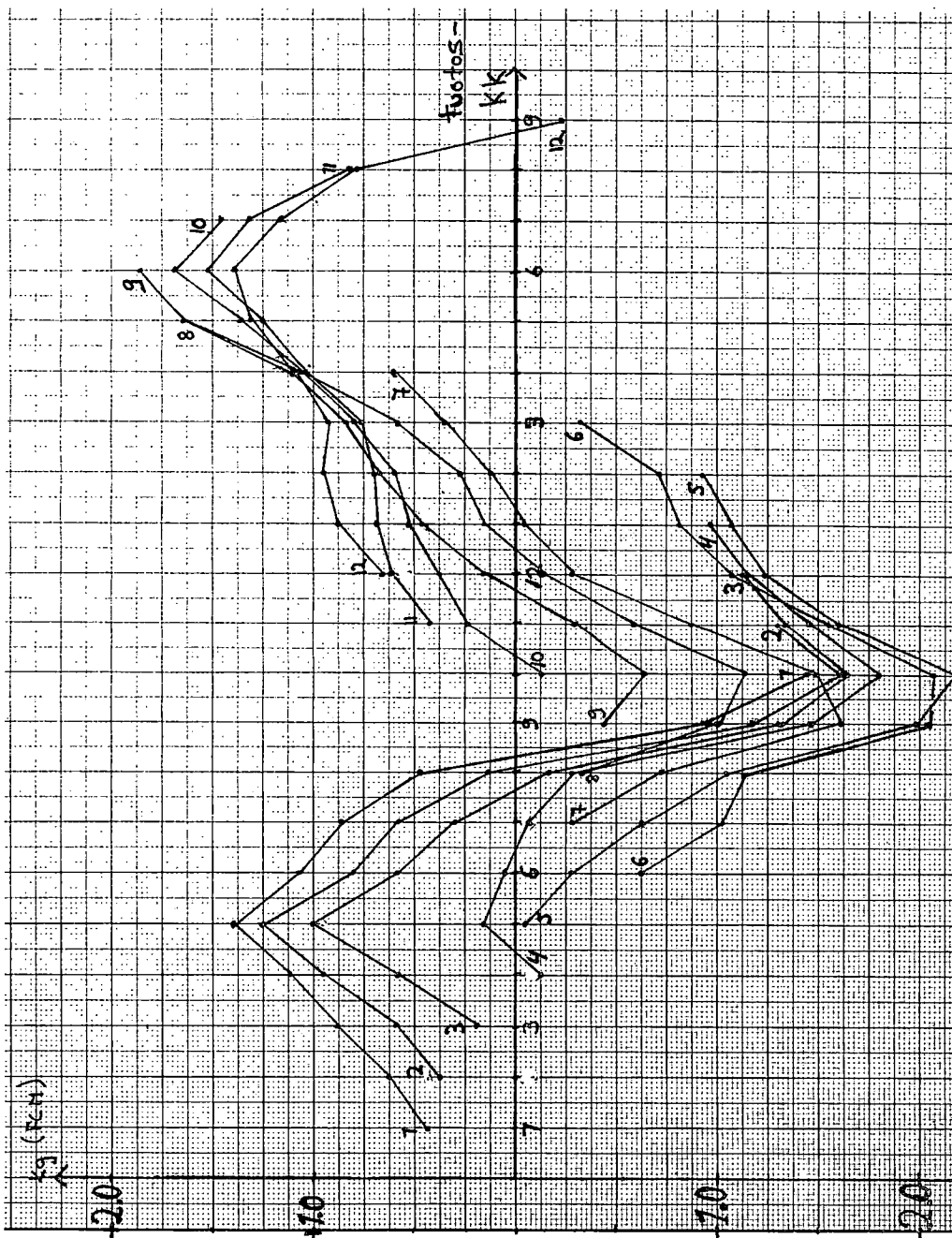
305-pv:n tuotoksissa oli havaittavissa selvät erot eri kuukausina poikineilla ensikoilla. Korkeimmat kokonaistuotokset olivat syys-joulukuussa, alhaisimmat huhti-kesäkuussa poikineilla ensikoilla. Poikimisen ajankohta osoittautui erittäin merkitseväksi ( $P < 0,01$ ) kaikilla roduilla 4-%:n maito-, rasva- ja valkuais- tuotosten osalta. Kuviossa 3 on esitetty alkuperäisestä tiedostosta lasketut 305-pv:n tuotosten korjaimattomat keskiarvot eri kuukausina poikineilla ensikoilla. Ayrshire-rodun keskituotokset (FCM) osoittautuivat kaikkina kuukausina poikineilla ensikoilla korkeimmiksi ja suomenkarjan vastaavasti alhaisimmiksi. LS-keskiarvot 305-pv:n tuotosten osalta eri roduilla olivat seuraavat: ay 5164 kg, fr 5008 kg ja sk 4496 kg.

Lähdettäessä ennustamaan 305-pv:n tuotosta, kun alkukauden tuotostiedot ovat tiedossa, on kuitenkin tiedettävä, missä lypsykauden vaiheissa poikimisen ajankohdasta johtuvat erot syntyvät. Tästä syystä tutkittiin LS-menetelmällä sekä yksittäisiä kuukausituloksia että eri pituisia alku- ja loppukauden tuotoksia. Kuviossa 4 on esitetty eri kuukausina lypsäneiden ay-ensikoiden yksittäisten testitulosten (FCM) poikkeamat vastaavan lypsykauden vaiheen LS-keskiarvosta. Vastavälinäinen piirros voitaisiin esittää myös sk- ja fr-ensikoiden osalta. Kuten kuviossa 4 voidaan nähdä, syyskuukausina tuotokset jäävät keskimääräistä pienemmiksi verrattuna vastaavan lypsykauden vaiheen LS-keskiarvoon, syyskuun osalta aina.

Muiden vuodenaikojen osalta tilanne on monimutkaisempi. Esimerkiksi kesäkuukausina tuotantonsa alussa olevat ensikot lypsävät keskimääräistä vähemmän, mutta taas tuotantokautensa lopussa olevat ensikot lypsävät keskimääräistä enemmän. Talvikuukausina tuotokset ovat yleensä korkeampia kuin vastaavien laktatiivai-



KUVIO 3: Eri kuukausina poikineiden ensikoiden 305 pv:n tuotosten keskiarvot (alkuperäinen tiedosto).



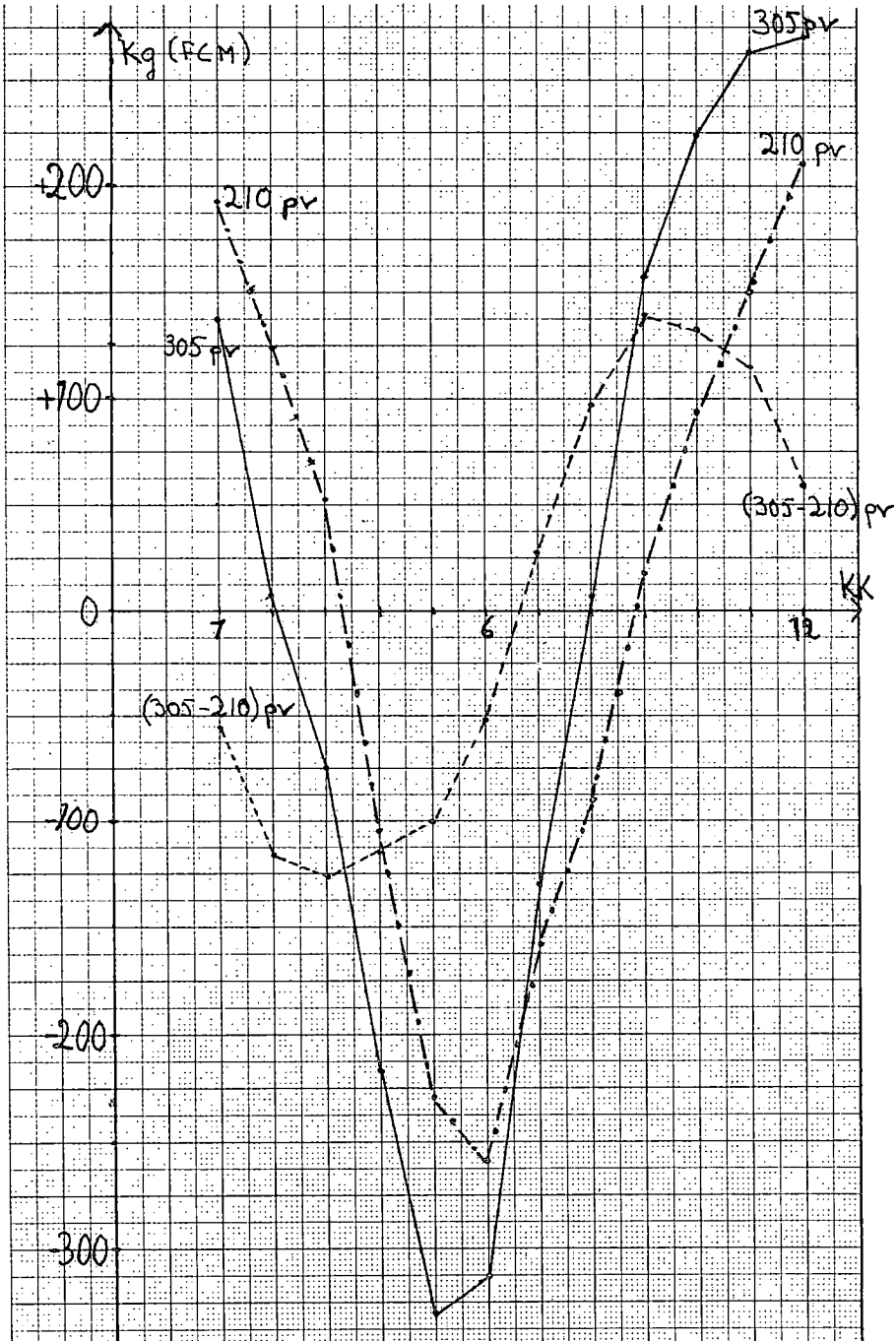
KUVIO 4: Eri kuukausina poikineiden ensikoiden yksittäisten testitulosten poikkeamat vastaavan lypsykaudenvaiheen LS-keskiarvosta (rotu = ay).

heiden tuotokset muina vuodenaikoina. Vastaavanlaisen laktaatiovaiheen ja poikimakuukauden välisen yhdysvai-  
kutuksen totesivat myös DANELL (1982a) ja AURAN  
(1973). Eri vuodenaikoina näinkin selvästi poikkeavat  
tuotokset johtunevat monesta syystä. Esimerkiksi syys-  
kuukausina todettu tuotannon lasku johtunee paljolti  
voimakkaasta ruokinnan muutoksesta useimmilla tiloil-  
la. Myös valon määrä, lämpötila ym. eri vuodenaikoina  
vaihtelevat ympäristötekijät tekijät vaikuttanevat jo-  
ko suoraan tai epäsuorasti, esim terveyden kautta,  
tuotoksiin eri vuodenaikoina. Ensimmäisenä tuotanto-  
kuukautena poikkeamat LS-Keskiarvosta ovat selvästi  
pienimmät.

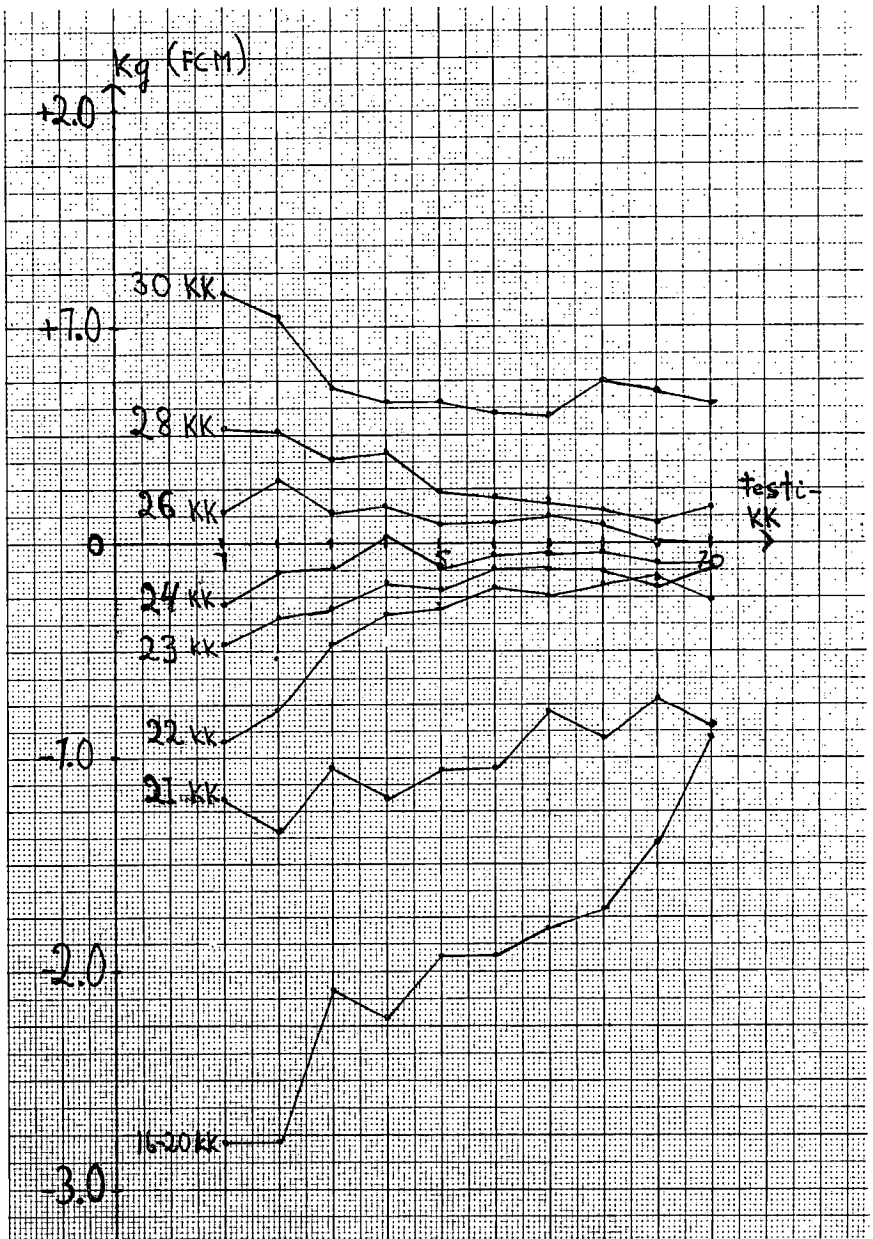
Edellä selvitetyistä seikoista johtuen voi eri kuukau-  
sina poikineilla ensikoilla loppukauden tuotos verrat-  
tuna keskimääräiseen vastaavan tuotosjakson tuotokseen  
olla päinvastainen kuin sitä vastaava alkukauden tuo-  
tos. Asia ilmenee konkreettisemmin kuviosta 5, johon  
on piiretty poikkeamat LS-Keskiarvosta sekä 210-pv:n  
alkukauden tuotoksen että vastaavan loppukauden (305  
- 210) tuotoksen osalta. Esimerkiksi helmikuussa poi-  
kineiden ensikoiden seitsämän ensimmäisen koelypsytu-  
loksen perusteella laskettu 210-pv:n tuotos on n.130  
kg keskiarvoa korkeampi, mutta vastaava loppukauden  
tuotos on n. 110 kg keskiarvoa alhaisempi. 305-pv:n  
tuotoksissa helmikuussa poikineiden ensikoiden tuotos  
poikkeaa siten vain 20 kg LS-Keskiarvosta.

### III.3.2. Ikä poikiessa

Poikimäen perusteella aineisto jaettiin 14 luokkaan  
sitte, että ensimmäisessä luokassa olivat 16-20 kk:n  
ikäisenä ja 14. luokassa 33-40 kk:n ikäisenä poikineet  
ensikot, muiden luokkien muodostuessa 21,22,..,32 kuu-  
kauden ikäisinä poikineista ensikoista. Jokaisessa  
kolmessa rodussa noin 70 % eläimistä poiki 23-28 kk:n  
ikäisinä.



KUVIO 5: Eri kuukausina poikineiden ay-ensikoiden 305-, 210-pr:n ja vastaavan loppukauden kumulatiivisten tuotosten poikkeamat vastaavista LS-keskiarvoista.



KUVIO 6: Eri ikäisinä poikineiden ay-ensikoiden yksittäisten testitulosten poikkeamat vastaavan lypsykaudenvaiheen LS-keskiarvosta.

Poikimaiän vaikutus tuotosmääriin ei osoittautunut yhtä suureksi kuin vuodenajasta johtuva vaikutus. Ay-rodulla erot olivat tilastollisesti merkitseviä ( $P < 0,01$ ) sekä yksittäisissä koelypsytuloksissa että kumulatiivisissa tuotoksissa. Fr- ja sk-rotujen osalta, joissa eläinmäärät olivat huomattavasti vähäisemmät, ei aina poikimaisia osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi, varsinkaan yksittäisissä koelypsytuloksissa. 305-pv:n tuotoksissa hyvin nuorina poikineet ensikot (<22 kk) saivat kuitenkin selvästi alhaisemmat tuotokset. Vanhempien ikäryhmien osalta erot sen sijaan jäivät vähäisemmiksi ja varsinkaan sk- ja fr-rotujen osalla ei selvää trendiä ollut havaittavissa. Taulukossa 10 on esitetty eri ikäisinä poikineiden ensikoiden 305-pv:n ja 180-pv:n sekä (305-180)-pv:n tuotosten poikkeamat LS-Keskiarvosta. Jo (305-180)-pv:n poikkeamista on havaittavissa, että poikimaiän vaikutus ei ole niin suuri tuotantokauden lopulla kuin alkukaudesta. Vastaava havainto on saatu myös muissa aikaisemmin mainituissa pohjoismaisissa tutkimuksissa. Kuviossa 6 on esitetty yksittäisten koelypsytulosten poikkeamat vastaavan laktatiiovaiheen LS-Keskiarvosta.

Taulukko 10: Eri ikäisinä poikineiden ay-ensikoiden 305-pv:n, 180-pv:n ja (305-180)-pv:n tuotosten poikkeamat vastaavista LS-Keskiarvoista.

ikä	305-pv:n tuotos			180-pv:n tuotos			305-180-pv:n t.		
	AY	FR	SK	AY	FR	SK	AY	FR	SK
<20	-595	-284	-474	-404	-179	-359	-186	-105	-106
21	-382	-251	-280	-255	-145	-106	-128	-106	-156
22	-130	-212	-42	-98	-149	-42	-31	-66	-6
23	-49	-83	-75	-38	-66	-62	-12	-15	-11
24	-22	-45	-41	-12	-23	-29	-10	-22	-16
25	34	-56	20	36	-38	20	-1	-19	-2
26	60	-19	104	38	-13	71	22	-10	30
27	76	61	97	45	22	13	32	41	83
28	103	36	182	74	15	121	28	21	57
29	143	29	204	103	45	102	39	-9	86
30	232	200	152	147	133	110	84	68	39
31	180	306	-25	122	139	54	56	102	-80
32	168	266	-3	106	185	-15	60	75	33
>33	180	51	180	134	15	119	47	45	50

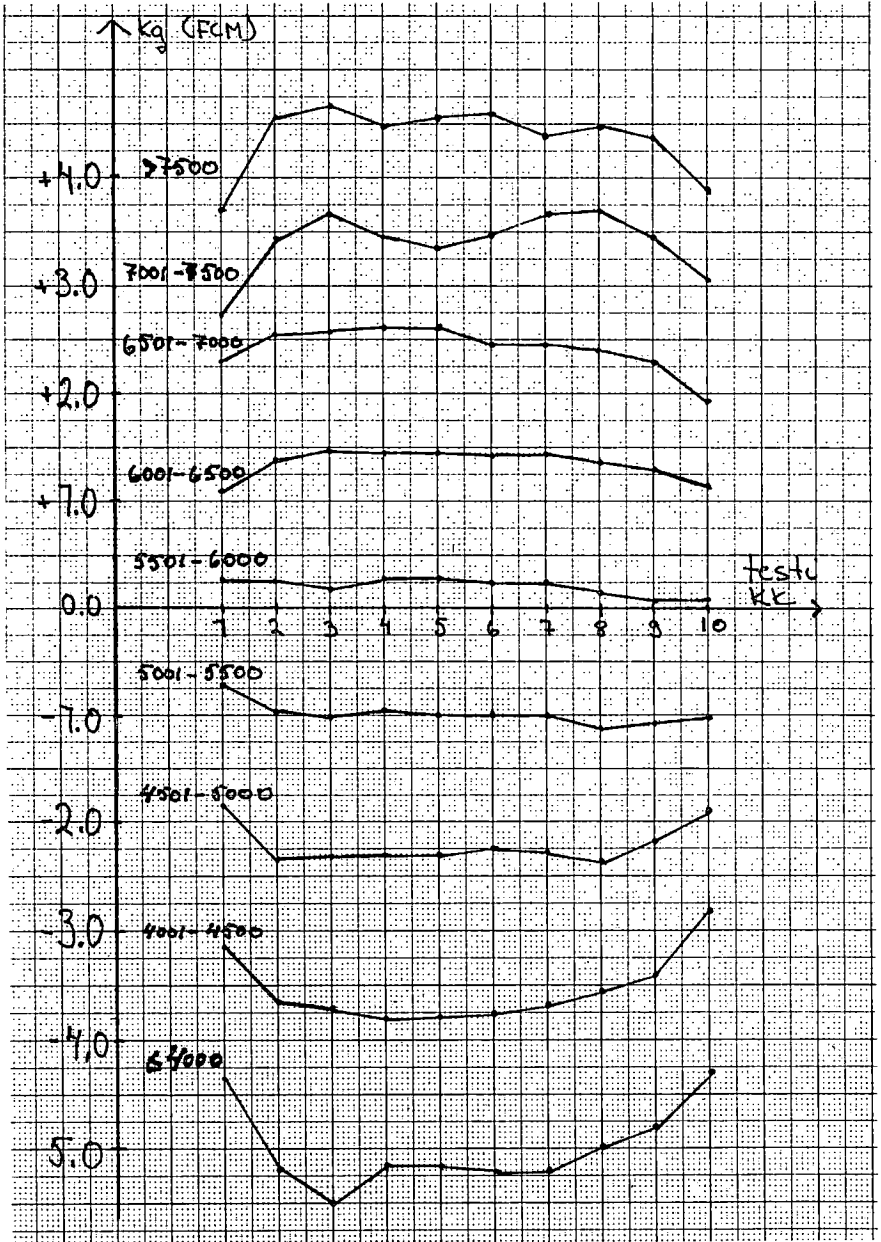


eri ikäisinä poikineilla ay-ensikoilla. Selvästi on havaittavissa, että aivan nuorempien tuotos pysyy koko lypsykauden keskimääräistä tuotosta alhaisempana. Absoluuttiset tuotoserot pienenevät tuotokauden lopulla, mutta suhteessa maitomäärään, joka vähenee tuotokauden lopulla, pysyy ero vakaampana. 23-28 kk:n ikäisinä poikineiden ensikoiden keskimääräiset tuotoserot eri ikäluokissa ovat vain n. 0,5 kg:n suuruiset.

### III.3.3. Karjan tuotostaso

Suomessa karjantarkkailun piirissä oli vuonna 1979 kaikkiaan 23955 karjaa ja keskimääräinen lehmäluku näissä karjoissa oli 11,2. Karjojen väliset tuotoserot ovat huomattavat, yleensä karjojen keskituotos kasvaa karjakkoon kasvaessa. Karjojen väliset erot johtunevat pääasiassa ruokinnallisista eroista karjojen välillä, joskin myös perinnöllisiä eroja karjojen välillä lieenee taisten karjanomistajien harjoittaessa tehokkaampaa jalostustyötä.

Karjojen välisiä eroja tutkittiin jakamalla aineisto yhdeksään eri luokkaan karjan 4-%:n maitotuotoksen perusteella siten, että ensimmäiseen luokkaan luettiin kuuluvaksi karjat, joiden keskituotos oli alle 4000 kg ja viimeiseen luokkaan karjat, joiden keskituotos oli yli 7500 kg. Keskimmäisten luokkien luokkaväliksi tuli siten 500 kg. Karjantuotostason ja ensikoiden tuotosten välinen yhteys oli hyvin selväpiirteinen - mitä suurempi karjan keskituotos, sitä suurempi ensikon tuotos (kuvio 7). Yksittäisten koelypsytulosten välisiä absoluuttisia eroja tarkasteltaessa voi selvästi havaita, että erot pysyvät lähes samansuuruisina koko laktation ajan. Tämä on sopusoinnussa FEDERSEN'in (1980) ja WIGGANS'in ja VAN VLECK'in (1979) tulosten kanssa siinä, että korkeatuottoisissa karjoissa tuotanto jatkuu tasaisempana loppulaktation aikana.



KUVIO 7: Eri tuotostason omaavissa karjoissa lypsäneiden ay-ensikoiden yksittäisten testitulosten poikkeamat vas- taavasta LS-keskiarvosta.

### III.3.4. Tyhjäkausi

Tyhjäkauden pituus määritettiin ensisijaisesti poikimavälin perusteella, jolloin tiineyden kestoajaksi oletettiin 280 vrk. Jos toisen poikimisen päivämäärä ei ollut tiedossa, - noin 10 % havainnoista - laskettiin tyhjäkauden pituudeksi poikimisen ja viimeisen siemennyksen välinen aika. Tyhjäkauden pituuden perusteella aineisto luokiteltiin kahdeksaan luokkaan siten, että ensimmäiseen luokkaan kuuluivat eläimet, joiden tyhjäkausi oli alle 61 vrk. Seuraavia luokkia muodostettaessa luokkavälin pituus oli 30 vrk. Kahdeksanteen luokkaan kuuluivat eläimet, joiden tyhjäkausi oli yli 240 vrk.

Koska alkanut tiineys ei aina ole vaikuttamassa yksittäisiin koelypsytuloksiin tai kumulatiivisiin alkukauden tuotoksiin, jaettiin aineisto näitä analysoitaessa niin moneen luokkaan kuin biologiselta kannalta katsoen oli tarkoituksenmukaista. Siten esim. neljättä koelypsytulosta tai 120-pv:n kumulatiivista tuotosta analysoitaessa oli mukana vain kolme tyhjäkausiluokkaa, alle 61 vrk, 61-90 vrk ja yli 90 vrk. Luokkien lukumäärä kasvoi siten lypsykauden edistymisen myötä, 305-pv:n ja loppukauden tuotoksia analysoitaessa sen sijaan kaikki tyhjäkausiluokat olivat mukana.

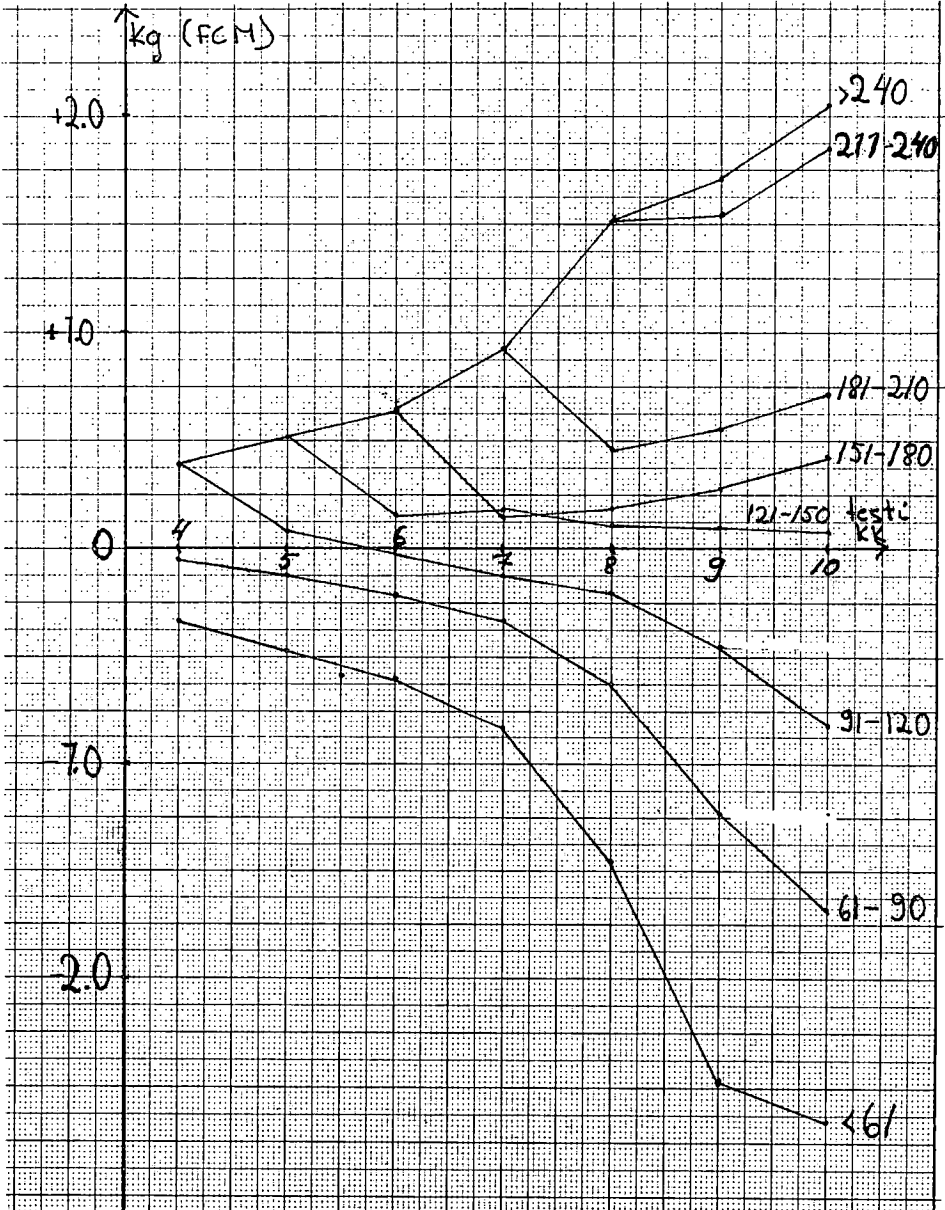
Kuten oli odotettavissakin, tyhjäkauden vaikutus tuotoksiin osoittautui sitä suuremmaksi mitä myöhäisemmästä tuotoskauden vaiheesta oli kysymys. Tilastollisesti erot olivat merkitseviä kuitenkin jo lypsykauden alusta alkaen. Kun yksittäisiä koelypsytuloksia samoin kuin alkukauden kumulatiivisia tuotoksia analysoitiin jakamalla aineisto alusta alkaen kahdeksaan luokkaan, oli havaittavissa selvä trendi, että mitä pitempi tyhjäkausi, sitä korkeampi tuotos, vaikkei tiineys voinut vielä vaikuttaaakaan. Tämä viittaa siihen, että run-

saasti alkukaudesta tuottavien ensikoiden poikimaväli on pitempi. Vastavanlaiseen tulokseen päätyi myös DANELL (1982b).

Kuviossa 8 on esitetty ay-ensikoiden, joilla on ollut eri pituiset tyhjäkaudet, yksittäisten Koelypsytulosten poikkeamat vastaavan lypsykauden vaiheen LS-Keskiarvosta. Taulukossa 11 on esitetty eläinten määrät eri tyhjäkausiluokissa roduttain sekä eri tyhjäkausiluokkien 305-pv:n tuotosten LS-Keskiarvot. Kaikkien rotujen osalta n. 85 % ensikoista oli tiinehtynyt 150 vrk:n kuluessa poikimisesta. Kun myöhemmissä analyysissä karsittiin pois sellaiset havainnot, joissa kymmenes koelypsytulos oli nolla tai selvästi poikkeava yhdeksännestä koelypsytuloksesta, väheni eläinmäärä suhteellisesti eniten ensimmäisessä tyhjäkausiluokassa. Ilmeisesti hyvin aikaisin tiinehtyneet eläimet eivät jaksa tuottaa niin kauan, että niille saataisiin kymmenes koelypsytulos. Eläinten karsiminen johti myös erojen kaventumiseen eri tyhjäkausiluokkien välillä. Kokonaistuotosten ennustamista ajatellen ko. eläinten karsiminen katsottiin kuitenkin mielekkääksi, koska ennustettaessa eläimet, joiden kymmenes tuotos puuttui, eivät laskentatavasta johtuen olisi saaneet viimeisen 35-pv:n tuotosta lainkaan, mikä taas ei täysin vastanne todellista tilannetta käytännössä.

Taulukko 11: 305-pv:n tuotosten (kg) LS-Keskiarvot ja eläinmäärät roduttain eri tyhjäkausiluokissa (Alkuperäinen aineisto).

tyhjäkauden pituus		tuotos ay	n	tuotos Fr	n	tuotos SK	n
< 61	pv	4635	1384	4568	356	4011	176
61-90	"	4881	4034	4798	804	4279	498
91-120	"	5031	2975	4949	535	4377	319
121-150	"	5132	1554	5072	237	4460	138
151-180	"	5162	827	5010	91	4519	82
181-210	"	5236	403	5349	36	4841	38
211-240	"	5441	147	5172	28	4725	21
>240	"	5401	155	4810	12	4604	17
yht.			11479		2099		1289



KUVIO 8: Eri tyhjääkausiluokkiin luokiteltujen ay-ensikoiden yksittäisten testitulosten poikkeamat vastaavan lypsykauden vaiheen IS-keskiarvosta.

### III.3.5. Ensimmäisen periodin pituus

Ensimmäisen koelypsyn ja poikimisen välinen aika vaihtelee yleensä 3-40 vrk:n välillä. Tällä seikalla on lähinnä vaikutusta yksittäisten koelypsytulosten suuruuteen, varsinkin lypsykauden alku- ja loppuosissa. Kumulatiivisissa tuotoksissa ensimmäisen periodin pituudesta johtuvat erot sen sijaan kumoutuvat.

Tilastollisesti merkitseviksi ( $P < 0.01$ ) ensimmäisen periodin pituuden vaikutus osoittautuikin vain ensimmäisten ja viimeisten koelypsytulosten osalta. Jos ensimmäinen koelypsy ajoittuu 15 vrk:n sisälle poikimisesta, jää ensimmäinen testitulokseksi tällöin huomattavasti keskiarvoa pienemmäksi, mutta seuraavat testitulokset puolestaan suuremmiksi. Erot lypsykauden keskivaiheilla ovat kuitenkin pienet, mutta kasvavat lypsykauden loppua kohden. Jos kumulatiivisia tuotoksia laskettaessa käytetään todellisia testijakson pituuksia kertoimina (30.5 asemasta), jäävät erot kumulatiivisissa tuloksissa pieniksi. Itseasiassa, jos ensimmäinen koelypsy on myöhään ja testien välinen aikaväli keskimäärin 30 päivää, ajoittuu viimein testi n.300:n tuotospäivän kohdalle ja viimeisen testin osuus 305-pv:n tuotoksessa jää vähäiseksi.

### III.4. 305-pv:n tuotoksen ennustaminen osatuotostietojen perusteella

#### III.4.1. Käytetyt menetelmät

Lähtökohtana ennustamiselle oli saada mahdollisimman pieni erotus todellisen ja ennustetun 305-pv:n tuotoksen välille. Tästä syystä pyrittiin käyttämään hyväksi kaikki se tieto, mitä kulloinkin ko. ennustusanakohtana oli käytettävissä. 305-pv:n ennuste muodostui siten kaikilla eri ennustusmenetelmillä seuraavasti.

$$Y_{305} = Y_a + Y_l$$

$Y_{305}$  = ennustettu 305-pv:n tuotos

$Y_a$  = tunnettu alkukauden tuotos

$Y_l$  = ennustettu loppukauden tuotos

Ensimmäiset ennustukset tehtiin siinä vaiheessa, kun 120 pv:n kumulatiivinen tuotos oli tiedossa eli neljännen koelypsytuloksen oltua käytettävissä. Sen jälkeen uudet ennustukset laskettiin aina uuden koelypsy-tiedon ollessa käytettävissä. Näin ennustuksia tehtiin kaikkiaan kuudessa eri vaiheessa, 4 - 9 koelypsy-tuloksen jälkeen. Ulkomaisten tutkimusten perusteella oli todettavissa, ettei hyvin aikaisessa lypsykauden vaiheessa voida saada kovin luotettavia kokonaistuotosten ennusteita, joten tästä syystä ennustusten laskeminen aloitettiin vasta neljännen koelypsytuloksen oltua tiedossa.

Ennustukset tehtiin kahdella periaatteellisesti paik-  
keavalla tavalla. Ensimmäinen menetelmä, ns. suhdeme-  
netelmä, perustui lypsykauden loppuosan ja viimeisen  
tunnetun koelypsytuloksen suhteen perusteella määri-  
tettyjen kertoimien käyttöön. Toisena menetelmänä oli  
usean muuttujan regressioyhtälön käyttö, jossa myös  
viimeisellä testituloksella oli keskeinen asema. Mo-  
lempien menetelmien osalta käytettiin lukuisia muun-  
nelmia parhaan ennustustavan löytämiseksi. Ennusteiden  
laajennustermejä laskettaessa eri tilastollisten mal-  
lien paremmuutta vertailtiin mallien kokonaisselity-  
sasteen (mallin selittämän neliösumman ja kokonaisne-  
liösumman suhde) avulla. Tässä esitellään viiden eri  
mallin mukaiset ennustustulokset.

#### III.4.1.1. Suhdemenetelmät

Kirjallisuuden perustella oli havaittavissa, että  
useat tutkijat (AURAN (1976), PEDERSEN (1980), FAMULA  
JA VAN VLECK (1979)) olivat todenneet viimeisen tunne-  
tun koelypsytuloksen olevan parhaan yksittäisen tuot-  
tostiedon, jonka perusteella kokonaistuotoksia voidaan  
ennustaa. Tässä tutkimuksessa käytetyt suhdemenetelmät  
perustuvat pääasiallisesti viimeisen testituloksen hy-  
väksikäyttöön AURAN'in (1976b) esittämän yhtälömallin  
pohjalta. Lähtökohtina kaikissa näissä menetelmissä  
oli pyrkiä ennustamaan vain loppukauden tuotos ja li-  
sätä se tunnettuun alkukauden tuotokseen. Perusyhtälön  
malli oli seuraava:

$$Y_{305} = Y_a + Y_l = Y_a + b*VT*(305 - n)$$

$Y_{305}$ ,  $Y_a$ ,  $Y_l$  = samat kuin yhtälössä 1  
 $VT$  = viimeinen tunnettu koelypsytulos Ks  
 $n$  = tunnetun alkukauden pituus pv



b = laajennuskerroin, joka on laskettu LS-varianssianalyysin avulla ( $= Y / (305 - n) * VT$ )

Kertoimen b määrittämiseksi laskettiin siis jokaiselle ensikolle tunnetun loppukauden tuotoksen ja loppukauden päivien lukumäärällä kerrotun viimeisen Koelypsytuloksen välinen suhde. Eri systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutusta b-kertoimen suuruuteen tutkittiin sitten LS-varianssianalyysin avulla. Lisäksi bkertoimen määrittämisessä otettiin huomioon tuotostason vaikutus viimeisen testin ja alkukauden tuotoksen suuruuksien avulla. Tuloksissa on esitelty suhdemenetelmien osalta seuraavien kolmen tilastollisen mallin pohjalta saadut ennustustulokset:

$$\text{Malli 2: } b_{ijklm} = u + a_i + c_j + d_k + f_\lambda + g_m + e_{ijklm}$$

Jossa:

u = yleiskeskisarvo

a<sub>i</sub> = poikimäen vaikutus - 14 luokkaa

c<sub>j</sub> = poikimakauden vaikutus - 12 luokkaa

d<sub>k</sub> = karjantuotostason vaikutus - 9 luokkaa

f<sub>λ</sub> = ens. periodin pituuden vaikutus - 6 luokkaa

g<sub>m</sub> = viimeisen koelypsyn vaikutus

e<sub>ijklm</sub> = virhe (NID)

$$\text{Malli 3: } b_{ijklmn} = u + a_i + c_j + d_k + f_\lambda + g_m + h_n + e_{ijklmn}$$

Jossa:

h<sub>n</sub> = tyhjäkauden pituuden vaikutus - 8 luokkaa

muut samat kuin mallissa 2

$$\text{Malli 4: } b_{ijkl} = \alpha + a_i + c_j + d_k + f_l + P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + c_{ijkl}$$

jossa:

$\alpha$  = vakio

$P_1$  = lineaarinen regressiokerroin tyhjäkauden pituudelle

$X_1$  = tyhjäkauden pituus pv

$P_2$  = lineaarinen regressiokerroin viimeisen testituloksen suuruudelle

$X_2$  = viimeisen testituloksen maitomäärä kg (FCM)

$P_3$  = lineaarinen regressiokerroin alkukauden tuotokselle

$X_3$  = alkukauden kumulatiivinen tuotos kg (FCM)

muut samat kuin mallissa 2.

Jokaista yksittäistä tuotosta ennustettaessa käytettiin b-kertoimena kyseisen mallin mukaista yleiskeskisarvon ja niiden luokkien, joihin eläin kuului, LS-vakioiden summaa.

Mallin 2 mukaan ennustuksia laskettaessa oli sekä yksittäiset koelypsytulokset että 305-pv:n, alkukauden kumulatiiviset ja loppukauden tuotokset korjattu tyhjäkauden suhteen etukäteen. Tyhjäkausikorjaukset olivat additiivisia ja korjaustermit määritettiin mallin 1 mukaisen LS-analyysin mukaan. Korjaukset suoritettiin tyhjäkausiluokan kaksi (61-90 pv) tasoon nähden seuraavasti:

$$\text{Korjaustermi} = u + c_0 - (u + c_i) = c_0 - c_i$$

$c_i$  = LS-vakio tyhjäkausiluokassa i

$c_0$  = LS-vakio tyhjäkausiluokassa 2 (61-90 pv)

Mallin 2 mukaiset ennustukset laskettiin myös siten, että tyhjäkausikorjaukset olivat kerronnallisia, jol-

lain korjaustermin suuruus on riippuvainen korjattavan tuotoksen suuruudesta. Kerronnallinen korjaustermi määritettiin seuraavasti:

$$\text{Korjaustermi} = (u - c_i) / (u - c_o)$$

Kerronnallisesti suoritettujen tyhjäkausi korjausten jälkeen lasketut kokonaistuotosten ennusteet olivat kuitenkin epätarkempia kuin additiivisesti korjatuista tuotoksista lasketut ennusteet.

Mallissa 2 tuotostiedot korjattiin tyhjäkauden suhteen etukäteen johtuen tyhjäkauden poikkeavasta vaikutustavasta muihin ympäristötekijöihin verrattuna. Ennustushetkellä ei aina voida tietää eläimen tyhjäkauden pituutta eikä siten arvioida sen vaikutusta loppukauden tuotoksessa. Ennustuskertoimia laskettaessa tämä vaikutus on kuitenkin pystyttävä huomioimaan luotettavien kertoimien saamiseksi. Mallin 2 mukaan lasketut kokonaistuotosten ennusteet ovat siten jo tyhjäkausi korjattuja.

Mallien 3 ja 4 mukaisissa analyyseissä ei tyhjäkauden suhteen ole tehty korjauksia etukäteen. Näiden mallien mukaisissa ennustusmenetelmissä sen sijaan oletetaan, että ennustusta suoritettaessa eläin luetaan siihen ryhmään, mihin se sen hetkisten tyhjäkausi tietojen perusteella kuuluisi ja ennustettu tuotos lasketaan siten, että tyhjäkaudenpituuden vaikutus jää jäljelle tuotokseen. Jos tällaisia tuloksia käytetään eläinten välisiin tuotosvertailuihin, on eri pituisista tyhjäkausista johtuvat vaikutukset otettava siis huomioon.

Muiden systemaattisten virhetehtäjöiden vaikutuksia ei sen sijaan missään mallissa korjattu etukäteen, vaan ne otettiin vaikuttavina tekijöinä LS-varianssianalyyseihin b-kertoimen määrittämisessä. Näin ol-

len, ennenkuin näiden mallien mukaisia ennustettuja kokonaistuotoksia voidaan käyttää esim. sonnien jälkeläisarvostelussa hyväksi, tulee ne korjata näiden tekijöiden suhteen. Ajatellen Suomessa käytettävää jälkeläisarvostelujen laskentatapaa tällainen menettely tuntuu sopivalta, koska tällöin osatuotostietojen perusteella laajennetut 305-pv:n tuotokset voitaisiin ottaa jälkeläisarvostelujen laskentamalliin mukaan samanlaisina kuin normaalit 305-pv:n tuotostiedot.

Periaatteellisesti on tietenkin sama asia, korjataanko tuotostiedot systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutusten suhteen etukäteen vai korjataanko laajennuskertoimia näiden tekijöiden suhteen. Tuotostietojen korjaaminen ei kuitenkaan ole kovin yksiselitteistä, kuten edellä on käynyt ilmi, eikä aina voida tietää onko käytetty korjausmenettely oikeudenmukainen kaikissa tapauksissa. Väärällä tavalla suoritettu tuotostietojen korjaus voi johtaa myös lisääntyvään kokonaistuotoksen ennustusvirheeseen. Samanlainen korjausmenettelyn epävarmuus on myös olemassa silloin, kun laajennuskertoimia korjataan sen mukaan, miten eri systemaattiset tekijät vaikuttavat kunkin yksittäisen eläimen osalta käytettävään kertoimeen. Monet systemaattisesti vaikuttavat tekijät aiheuttavat kuitenkin samansuuntaisen muutoksen eri tuotantokauden vaiheissa ja johtuen kertoimien laskutavasta (loppukauden tuotoksen suhde tunnettuun tuotostuotokseen) korjausten suhteellinen merkitys tällöin pienenee.

Rasva- ja valkuaistuotoksen ennusteet laskettiin vain mallin 4 mukaisella tavalla, jolloin mallia oli muutettu siten, että karjantuotostaso oli huomioitu regressiomuuttujana b-kertoimen määrittämisessä. Tästä syystä tulosten esittelyn yhteydessä käytetään mallista nimeä 4b.

### III.4.1.2. Usean muuttujan regressioyhtälöt

Suhdemenetelmien lisäksi pyrittiin määrittämään ennustusmenetelmiä, joissa loppukauden tuotos lasketaan suoraan tiedettävässä alkukauden tuotostiedot sekä systemaattisesti tuotantoon vaikuttavat tekijät. Tuloksissa on julkaistu kahden hieman toisistaan poikkeavan tilastollisen mallin (mallit 5 ja 6) mukaiset ennustustulokset. Mallissa 6 on poikimaikä luokiteltu neljään eri luokkaan ja tässä mallissa on viimeinen testitulokseksi huomioitu myös neliöitynä. Malli 5 on muodoltaan yksinkertaisempi, siinä ei ole poikimaikää huomioitu lainkaan ja viimeinen testitulokseksi on mukana vain ensimmäisen asteen terminä.

$$\text{Malli 5: } Y_j = \alpha + C_j + P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + P_4 X_4 + P_5 X_5 + e_j$$

$$\text{Malli 6: } Y_{ij} = \alpha + a_i + C_j + P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + P_4 X_4 + P_5 X_5 + P_6 X_6 + e_{ij}$$

Jossa:

- = vakio
- $a_i$  = poikimaiän vaikutus - 4 luokkaa (alle 20 KK, 21-25 KK, 26-30 KK, yli 30 KK)
- $C_j$  = poikimakukauden vaikutus - 12 luokkaa
- $P_1$  = lineaarinen regressiokerroin tyhjääkauden pituudelle pv
- $X_1$  = tyhjääkauden pituus pv
- $P_2$  = lineaarinen regressiokerroin karjan tuotostasolle
- $X_2$  = karjantuotostaso Kg (FCM)
- $P_3$  = lineaarinen regressiokerroin ensimmäisen periodin pituudelle
- $X_3$  = ensimmäisen periodin pituus pv
- $P_4$  = lineaarinen regressiokerroin alkukauden tuotok-

selle

$X_4$  = alkukauden tuotos Ks (FCM)

$P_5, P_6$  = lineaariset regressiokertoimet viimeisen koelyps-  
syn tuotokselle ja sen neliölle

$X_5$  = viimeisen koelypsytuotos Ks (FCM)

$X_6$  = viimeisen koelypsytuotoksen neliö

$e_{ij}$  = virhe (NID)

4-%:n maitotuotoksen osalta ennustukset tehtiin molempien regressioyhtälöiden avulla, mutta rasva- ja valkuaisuutosten ennustukset vain mallin 6 mukaisesti.

#### III.4.2 Ympäristötekijöiden vaikutus laajennuskertoimiin

Kuten aikaisemmin mainittiin, on molempien ennustusmenetelmien osalta laskettu tuloksia useiden erilaisten mallien mukaisesti. Eri tekijöiden mukaanottaminen malliin ratkaistiin lähinnä sen mukaan, oliko tekijä tilastollisesti merkitsevä kyseisessä mallissa ensimmäisissä ennustusvaiheissa ja kuinka suuri sen suhteellinen vaikutus ennustuksessa näytti olevan.

Koeluontoiset ennustukset eri malleilla laskettiin joko suomenkarjan ja friisiläisaineiston avulla, koska niiden analysointi tapahtui nopeasti havaintojen vähäisyyden vuoksi. Havaintojen määrät olivat kuitenkin riittävän suuret, jotta voitiin vertailla eri mallien paremmuutta ennenkuin anaalysit laskettiin ay-rodun aineistolla, jossa havaintoja oli huomattavasti enemmän.

Esitettyjen mallien osalta kaikki tekijät eivät olleet aina tilastollisesti merkitseviä, varsinkaan viimeisissä ennustusvaiheissa. Systemaattisesti ennustukset kuitenkin tehtiin saman mallin mukaisesti kaikissa vaiheissa kaikkien kolmen rodun osalta. Varsinkin suh-

demenetelmien osalta on todettava, että niissä vaiheissa, kun jokin tekijä ei enää ollut merkitsevä, sen vaikutus laajennuskertoimiin jäi hyvin vähäiseksi.

Poikimaiän vaikutus suhdemenetelmien laajennuskertoimiin ei useinkaan ollut tilastollisesti merkitsevä, varsinkaan viimeisissä ennustusvaiheissa. Ay-rodulla LS-vaKiot b-Kertoimessa osoittautuivat kuitenkin selvästi pienemmiksi nuoremmilla ensikoilla, sk- ja fr-ensikoiden osalta yhtä selvää trendiä ei ollut havaittavissa. Koska poikimaiän vaikutus yksittäisten koelypsytulosten suuruuteen oli eri ikäisinä poikineilla ensikoilla eri lypsykauden vaiheissa suhteessa tuotoksen suuruuteen samansuuruinen, iän vaikutus kertoimiin jääkin oletetusti pieneksi. Lisäksi, koska suurin osa ensikoista poiki ikävälillä 23 - 28 kk, ei poikimaiällä ole kovin suurta merkitystä ennustusedmenetelmien paremmuuden vertailussa. Regressiomenetelmissä poikimaiän pois jättäminen mallista ei pienentänyt juuri lainkaan mallin selitysasetta.

Poikimavuodenajan vaikutus b-Kertoimen suuruuteen sen sijaan oli tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikilla roduilla kaikissa ennustusvaiheissa. Regressioyhtälöissä poikimavuodenaika, joka niissä oli luokiteltuna tekijänä, oli myös tilastollisesti merkitsevä. Johtuen poikimavuodenajan ja lypsykauden vaiheen voimakkaasta yhdysvaikutuksesta tämä olikin odotettua.

Karjan tuotostason vaikutus osoittautui niinkään erittäin merkitseväksi tekijäksi kaikilla roduilla kaikissa malleissa aivan viimeisintä ennustusvaihetta lukuunottamatta. Kertoimet suhdemenetelmissä osoittautuivat sitä pienemmiksi, mitä alhaisempi tuotostaso karjassa oli. Aikaisemmin mainituissa ulkomaisissa tutkimuksissa oli saatu vastaavanlaisia tuloksia siitä, että korkeatuottoisissa karjoissa osatuotosten laajennuskertoimet tulee olla suuremmat.

Tyhjäkauden vaikutus kertoimiin, niissä malleissa, joissa se oli mukana, osoittautui ay-radun osalta merkittäväksi jo ensimmäisissä ennustusvaiheissa, sk- ja fr-radun osalta vasta myöhemmin. Vaikutus kertoimien suuruuteen kasvoi odotetusti viimeisiä ennustusvaiheita kohden. Koska lopullisesta analyysianeistosta oli karsittu sellaiset havainnot, joiden viimeinen testitulokseksi puuttui tai oli selvästi edellisestä poikkeava, väheni eläinmäärät tyhjääkausiluokasta yksi (alle 61 pv) osoittaen, että hyvin aikaisin tiinehtyvät ensikat eivät pysty tuottamaan niin kauan, että saisivat kymmenennen testituloksen.

Ensimmäisen periodin pituuden vaikutus laajennuskertoimiin oli melko vähäinen, kasvaen kuitenkin viimeisen ennustusvaiheen osalta tilastollisesti merkittäväksi. Kertoimien suuruus kasvoi sitä mukaa, mitä ensimmäisen periodin pituus kasvoi. Osittain syynä tähän lienee se, että hyvin pitkä ensimmäisen periodin pituus johtaa siihen, että 10:nnen testituloksen osuus 305-pv:n tuotoksen laskennassa on vähäinen.

Tuotostason vaikutusta kertoimiin suhdemenetelmissä pyrittiin selvittämään sekä viimeisen testituloksen että alkukauden kumulatiivisen tuotoksen suuruuden avulla. Myös karjan tuotostaso osaltaan selvittää lehmän tuotostasoa, mikä tuli selvästi näkyviin niissä malleissa, joissa alkukauden tuotosta ei oltu huomioitu. Silloin karjan tuotostason vaikutus kertoimiin oli huomattavasti suurempi.

Viimeisen testituloksen suuruuden vaikutus kertoimiin oli tilastollisesti erittäin merkittävä kaikissa muissa paitsi viimeisessä ennustusvaiheessa. Erittäin selvä trendi oli todettavissa, mitä suurempi viimeinen testitulokseksi sitä pienempi laajennuskerron. Mallissa 4, jossa viimeinen testitulokseksi on regressiomuuttujana,



regressioKertoimet osoittautuivat negatiivisiksi Kalkissa lypsyKauden vaiheissa. Tämä osoittaa, että Korkealla tuotostasolla olevien eläinten lypsyKäyrä on Keskimäärin jyrkempi.

Alkukauden kumulatiivisen tuotoksen regressioKerroin mallissa 4 sen sijaan osoittautui positiiviseksi ta-soittaen siten viimeisen testituloksen negatiivisesta regressioKertoimesta johtuvaa b-Kertoimen pienenemistä. Voidaan nimittäin olettaa, että alkukauden tuotoksen ja ennustusvaiheessa tunnetun viimeisen testin suuruuden välillä on positiivinen vuorosuhde, koska kulloinkin kyseessä oleva viimeinen testitulokse on ollut mukana alkukauden tuotosmäärää laskettaessa. Lisäksi voidaan todeta, että korkeampi tuottoisten eläinten koelypsytulokset ovat keskimäärin suurempia kuin alhaisemmalla tuotostasolla olevien eläinten koko lypsyKauden ajan, vaikkakin tuotosmäärän lasku niissä on suurempi. Viimeisen testin neliön mukaanottaminen malliin 4 ei lisännyt mallin kokonaisuusasteetta eivätkä myöskään tällaisen mallin mukaiset ennustustulokset olleet parempia.

#### III.4.3 Eri menetelmillä saatujen tulosten vertailua

Eri menetelmillä saatuja ennustustuloksia vertailtiin keskenään sekä ennustettujen ja todellisten tuotosten erotusten keskiarvon ja absoluuttisten erotusten (= erotuksen itseisarvo) keskiarvon että erotusten varianssin ja hajonnan avulla. Lisäksi laskettiin ennustettujen ja todellisten 305-pv:n tuotosten väliset korrelaatiot, samoin kuin ennustettujen ja todellisten loppukausien tuotosten väliset korrelaatiot. Mahdollisesti ilmenevien systemaattisten ennustusvirheiden arvioimiseksi eri tuotostasoilla laskettiin edellä mainittujen erotusten suuruuksien ja todellisten 305-pv:n

tuotosten väliset korrelaatiot eri menetelmien osalta.

Kaikissa ennustusmenetelmissä jokaisen ennustusvaiheen osalta erotusten keskiarvot olivat hyvin lähellä nollaa. Osittain tämä varmasti johtuu siitä, että ennustukset laskettiin saman aineiston perusteella, millä laajennuskertoimet oli määritetty. Lisäksi ennustuksissa käytettiin kertaimia juuri sen suuruisina mitä ne analyyseissä oli saatu. Laajempaa käyttöä ajatellen niitä tulisi kuitenkin hieman mukauttaa vallitsevien trendien mukaisiksi eri ympäristötekijäryhmissä. Edellä mainituista syistä johtuen ennustustulokset fr- ja sk-rotujen osalta lienevät hieman paremmat. Koska eläinmäärät niissä olivat pienemmät, mukailivat kertoimet siten paremmin juuri kyseisen aineiston havaintoja.

Ennustettujen ja todellisten 305-pv:n tuotosten absoluuttisten erotusten keskiarvot pienenevät sitä mukaa kuin ennustettavan tuotokauden pituus lyheni, vaihdellen eri menetelmien osalta ay-rodulla 260-270 kg, kun ennustukset tehtiin neljännän koelypsytuloksen perusteella, ja 44-45 kg, kun ennustukset tehtiin yhdeksännän koelypsytuloksen perusteella. Fr- ja sk-rotujen osalta absoluuttisten erotusten keskiarvot olivat hieman pienemmät (Taulukko 12).

Ennustettujen ja todellisten 305-pv:n tuotosten hajonnat olivat myös lukuarvoiltaan korkeimmat ay-rodulla. Eri ennustusmenetelmien osalta hajonnat poikkesivat hieman toisistaan ensimmäisissä ennustusvaiheissa olleen usean muuttujan regressioyhtälöiden osalta pienempiä, mutta viimeisen kolmen ennustusvaiheen osalta erotusten hajonnat olivat lähes samansuuruiset (Taulukko 12).

Korrelaatiot ennustettujen ja todellisten kokonaistuotosten välillä kasvoivat sitä mukaa kuin ennustettavan

tuotoksen osuus kokonaistuotoksessa väheni (Taulukko 13) ollen ay-rodulla 0.930 ensimmäisessä ja 0.998 viimeisessä ennustusvaiheessa. Tulos oli odotettu johtuen tämän korrelaation automaattisuudesta, koska ennustetussa tuotoksessa oli yhä suurempi osa yhteistä todellisen tuotoksen kanssa. Mallien 2 ja 3 perusteella laskettujen ennusteiden osalta korrelaatiot olivat pienimmät. Myös ennustettujen ja todellisten loppukauden tuotosten väliset korrelaatiot kasvoivat sitä mukaa mitä ennustettavan tuotostakson pituus lyheni (Taulukko 13). Erot eri ennustusmenetelmien välillä tulivat selvimmin näkyviin näissä korrelaatioissa. Usean muuttujan regressioyhtälöihin perustuvat menetelmät antoivat suurimmat korrelaatiot, ay-rodun osalta 0.828 ensimmäisessä ja 0.902 viimeisessä ennustusvaiheessa. Suhdemenetelmistä selvästi suurimmat korrelaatiot saatiin mallin 4 mukaisista ennustuksista, suomenkarjan osalta jopa suuremmat kuin regressiomenetelmien osalta.

Mallien 4 ja 6 mukaisten ennustettujen ja todellisten 305-pv:n tuotosten keskiarvot olivat lähes samansuuruiset. Ennustettujen tuotosten hajonnat sen sijaan olivat todellisten tuotosten hajontoja pienemmät. Mallin 4 mukaan ennustettujen tuotosten ja todellisten tuotosten hajontojen välinen suhde oli 0.92 ensimmäisessä ennustusvaiheessa. Viimeisten ennustusvaiheiden osalta ennustettujen tuotosten hajonta oli lähes samansuuruisen kuin todellisten tuotosten hajonta. Mallin 6 mukaisten ennustusten hajonnat seurasivat samaa trendiä ollen lukuarvoiltaan hieman suuremmat.

Ennustettujen ja todellisten tuotosten erotusten suuruuksien ja todellisten tuotostömmärien väliset korrelaatiot kaikkien eri ennustusmenetelmien osalta olivat negatiiviset, poikkeamien nollostaa ollen sitä suuremmat. mitä aikaisemmassa tuotantokauden vaiheessa ennustus tehtiin (Taulukko 14). Ay- ja fr-rotujen osalta

Korrelatiot poikkesivat nolasta vähiten regressiomenetelmien osalta. Suhdemenetelmistä pienin poikkeama oli mallin 4 mukaisissa ennustuksissa.

Negatiiviset korrelaatiot viittaavat siihen, että korkeatuottoisten eläinten tuotos tulee aliarvioiduiksi ja heikkotuottoisten yliarvioiduiksi. Tämän systemaattisen virheen arvioimiseksi eri tuotostasoilla laskettiin edellä mainittujen erotusten regressio todellisten tuotosmäärien suhteen. Mallin 4 mukaisten ennustusten osalta kyseinen regressiokerroin oli ay-rodulla -0,145 ensimmäisessä ennustusvaiheessa ja -0,068 kolmannen ja -0,003 kuudennen ennustusvaiheen osalta. Mallin 6 osalta ko. regressiokertoimet olivat hieman pienemmät, lukuarvoiltaan -0,135, -0,061 ja -0,004 edellä mainituissa ennustusvaiheissa. 1000 kg yli keskituotoksen lypsävien ensikoiden tuotokset tulevat siten keskimäärin aliarvioiduiksi 135-145 kg, jos ennustukset tehdään 120-pv:n tuotostietojen perusteella. Fr- ja SK-rotujen osalta ennustusvirheet muodostuivat suurin piirtein samansuuruisiksi.

Rasva- ja valkuaistuotosten osalta ennustukset laskettiin vain mallien 4 ja 6 mukaisesti. Näiden tuotosten ennustustuloksia arvioitiin useimpien edellä esille tulleiden parametrien avulla. Sekä ennustettujen 305-pv:n että loppukauden ja vastaavien todellisten tuotosten korrelaatiot jäivät pienemmiksi kuin vastaavat korrelaatiot 4-%:n maitotuotoksen osalta. Rasvatuotoksen osalta korrelaatiot olivat pienemmät kuin valkuaistuotosten osalta (Taulukko 15).

Vertaillaessa eri menetelmiä ennustettujen ja todellisten tuotosten erotusten hajontojen ja absoluuttisten erotusten keskiarvojen osalta (Taulukko 16) osoitautui usean muuttujan regressioyhtälö hieman paremmaksi suhdemenetelmään nähden sekä rasva- että valkuaistuotosten kohdalla.

Taulukosta 14 ilmenee myös, että vastaavanlainen systemaattinen ennustusvirhe eri tuotostasoilla tapahtuu myös rasvatuotoksia ennustettaessa kuin 4-%:sta maitotuotosta ennustettaessaKin. Kyseessä olevat korrelaatiot olivat samansuuruiset myös valkuaistuotosten ennusteiden osalta.

Taulukko 12. Eri osatuotosten laajennusmenetelmillä saatujen kokonaistuotosten ennusteiden ja todellisten tuotosten välisten erotusten hajonnat sekä absoluuttisten erotusten keskiarvot.

Tuot.	Mene- vaihe	Mene- telmä	erotusten hajonta			absol.erotusten Keskiarvo		
			ay	fr	sk	ay	fr	sk
120 pv	2		355.4	330.7	275.2	270	255	216
	3		355.9	330.2	274.6	270	256	215
	4		343.3	319.2	271.6	262	249	213
	5		331.2	319.6	275.2	260	249	216
	6		335.8	318.9	289.8	263	249	228
150	2		295.3	264.0	224.1	226	203	173
	3		295.9	264.2	222.8	226	203	172
	4		286.2	260.3	219.8	218	201	169
	5		277.5	259.2	224.0	217	201	173
	6		278.3	259.2	223.5	218	201	172
180	2		244.3	217.3	180.0	182	167	138
	3		244.8	217.0	180.4	182	167	138
	4		233.5	215.6	173.8	177	165	135
	5		225.2	214.0	178.3	176	165	138
	6		224.9	213.5	176.4	175	164	137
210	2		185.4	166.4	135.5	140	129	104
	3		186.0	166.5	135.2	141	128	104
	4		182.2	164.5	134.5	138	127	104
	5		175.0	165.3	137.0	137	128	107
	6		174.8	164.6	136.7	137	128	106
240	2		126.8	112.5	92.1	96	86	71
	3		127.2	113.4	92.2	97	86	71
	4		123.7	111.4	91.8	95	85	71
	5		122.3	112.2	93.1	95	87	72
	6		122.1	112.0	93.0	95	86	72
270	2		58.6	53.2	45.4	44	41	36
	3		58.9	53.1	45.2	45	40	35
	4		59.2	53.1	45.1	45	41	35
	5		58.1	53.8	46.5	45	42	36
	6		58.0	53.7	46.2	45	41	36

Taulukko 13. Eri osatuotosten laajennusmenetelmillä saatujen kokonaistuotosten ennusteiden ja todellisten tuotosten väliset korrelaatiot ja ennustettujen loppukausien ja todellisten loppukausien tuotosten väliset korrelaatiot.

tuot.	Mene- vaihe	Mene- telmä	Kokonaistuotos			Loppukauden tuotos		
			ay	fr	sk	ay	fr	sk
120 pv	2		.923	.929	.940	.804	.812	.841
	3		.924	.932	.943	.808	.817	.845
	4		.930	.936	.944	.821	.828	.849
	5		.931	.936	.943	.828	.829	.845
	6		.929	.936	.936	.823	.829	.826
150	2		.948	.955	.961	.814	.835	.855
	3		.948	.957	.963	.817	.840	.860
	4		.952	.958	.964	.830	.844	.863
	5		.952	.959	.962	.836	.846	.858
	6		.952	.958	.963	.835	.846	.859
180	2		.964	.969	.975	.818	.835	.862
	3		.965	.971	.976	.821	.841	.874
	4		.968	.971	.977	.838	.842	.874
	5		.969	.972	.976	.844	.846	.867
	6		.969	.972	.977	.844	.846	.870
210	2		.980	.982	.986	.828	.841	.870
	3		.980	.983	.986	.832	.847	.873
	4		.981	.983	.987	.839	.851	.874
	5		.981	.983	.986	.848	.850	.870
	6		.981	.983	.986	.848	.851	.870
240	2		.991	.992	.993	.840	.854	.877
	3		.991	.992	.994	.845	.860	.881
	4		.991	.992	.994	.853	.864	.882
	5		.991	.992	.994	.855	.862	.879
	6		.991	.992	.994	.856	.863	.878
270	2		.998	.998	.998	.894	.897	.906
	3		.998	.998	.998	.899	.904	.911
	4		.998	.998	.999	.898	.903	.911
	5		.998	.998	.998	.901	.901	.906
	6		.998	.998	.998	.902	.901	.907

Taulukko 14: Ennustettujen ja todellisten 305-pv:n tuotosten erotusten ja todellisten 305-pv:n tuotosten väliset korrelaatiot eri ennustusmenetelmien osalta 4-%:n maitotuotoksen ja rasvatuotoksen osalta. (Kaikki korrelaatiot lukuun ottamatta viimeistä ennustusvaihetta poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi nollassa  $F < 0,1$ .)

Tuot. vaihe	Menetelmä	4-%:n maitotuotos			rasvatuotos		
		ay	fr	sk	ay	fr	sk
120 pv	2	-.366	-.330	-.321			
	3	-.360	-.323	-.319			
	4/4b	-.395	-.367	-.332	-.406	-.385	-.360
	5	--	-.351	-.334			
	6	-.365	-.351	-.349	-.377	-.368	-.349
150	2	-.340	-.306	-.278			
	3	-.334	-.302	-.280			
	4/4b	-.321	-.296	-.272	-.332	-.312	-.296
	5	--	-.285	-.272			
	6	-.300	-.285	-.271	-.315	-.303	-.285
180	2	-.295	-.259	-.223			
	3	-.288	-.257	-.213			
	4/4b	-.273	-.250	-.203	-.282	-.264	-.222
	5	--	-.235	-.216			
	6	-.247	-.236	-.214	-.256	-.249	-.226
210	2	-.254	-.219	-.208			
	3	-.248	-.217	-.210			
	4/4b	-.206	-.196	-.171	-.212	-.212	-.180
	5	--	-.181	-.166			
	6	-.192	-.182	-.166	-.197	-.193	-.172
240	2	-.181	-.155	-.133			
	3	-.171	-.143	-.132			
	4/4b	-.129	-.129	-.139	-.141	-.143	-.138
	5	--	-.123	-.113			
	6	-.134	-.123	-.112	-.140	-.132	-.118
270	2	-.075	-.087	-.132			
	3	-.068	-.085	-.104			
	4/4b	-.050	-.065	-.056	-.060	-.064	-.054
	5	--	-.059	-.058			
	6	-.063	-.059	-.056	-.067	-.058	-.059



Taulukko 15: Kahdella eri osatuotosten laajennusmenetelmällä saatujen rasvan ja valkuaisen 305-pv:n tuotosten ennusteiden ja todellisten 305-pv:n tuotosten väliset korrelaatiot ja ennustettujen ja todellisten loppukausien tuotosten väliset korrelaatiot.

Rasvatuotos

Tuot. vaihe	Menetelmä	Kokonaistuotos			loppukauden tuotos		
		ay	fr	sk	ay	fr	sk
120 pv	4b	.924	.929	.936	.797	.801	.828
	6	.926	.930	.937	.807	.804	.831
150	4b	.947	--	.959	.804	--	.848
	6	.949	.953	.959	.817	.820	.845
180	4b	.966	.968	.974	.819	.819	.856
	6	.967	.969	.974	.825	.822	.857
210	4b	.980	.982	.985	.824	.828	.864
	6	.980	.981	.985	.834	.827	.862
240	4b	.991	.991	.993	.844	.841	.871
	6	.991	.991	.993	.844	.841	.871
270	4b	.998	.998	.998	.890	.888	.905
	6	.998	.998	.998	.893	.882	.902

Valkuaisuus

120 pv	4b	.924	.930	.944	.820	.829	.854
	6	.927	.930	.944	.828	.829	.855
150	4b	.949	.955	.963	.834	.849	.865
	6	.949	.955	.962	.837	.850	.862
180	4b	.965	.968	.977	.840	.843	.870
	6	.967	.970	.976	.845	.849	.870
210	4b	.979	.982	.986	.844	.855	.872
	6	.980	.982	.986	.850	.857	.872
240	4b	.990	.992	.994	.857	.868	.880
	6	.990	.992	.993	.859	.868	.879
270	4b	.998	.998	.998	.895	.903	.905
	6	.998	.998	.998	.898	.902	.903

Taulukko 16. Kahdella eri osatuotosten laajennusmenetelmällä saatujen rasva- ja valkuaistuosten ennusteiden ja todellisten tuotosten välisten erotusten hajonnat sekä erotusten itseisarvojen keskiarvot.

Rasvatuotos

Tuot. vaihe	Menetelmä	erotusten hajonta			absol.erotusten Keskiarvo		
		ay	fr	sk	ay	fr	sk
120 pv	4b	15.4	13.9	12.5	11.7	11.0	9.8
	6	14.8	13.8	12.5	11.6	10.9	9.8
150	4b	13.0	12.3	10.1	9.7	9.4	7.7
	6	12.4	11.4	10.2	9.7	8.9	7.9
180	4b	10.5	9.4	8.1	7.9	7.2	6.2
	6	10.0	9.4	8.1	7.8	7.2	6.2
210	4b	8.1	7.2	6.1	6.1	5.5	4.7
	6	7.7	7.2	6.2	6.0	5.6	4.8
240	4b	5.5	4.9	4.2	4.2	3.8	3.2
	6	5.4	5.0	4.2	4.2	3.8	3.3
270	4b	2.6	2.4	2.1	2.0	1.8	1.6
	6	2.6	2.4	2.1	2.0	1.9	1.6

Valkuaistuotos

120 pv	4b	11.3	10.9	8.8	8.8	8.5	6.8
	6	11.0	10.9	8.8	8.7	8.5	6.9
150	4b	9.4	8.8	7.2	7.3	6.8	5.6
	6	9.3	8.8	7.3	7.3	6.8	5.6
180	4b	7.7	7.4	5.7	5.9	5.7	4.5
	6	7.5	7.2	5.8	5.9	5.7	4.5
210	4b	6.0	5.6	4.5	4.6	4.3	3.5
	6	5.8	5.5	4.5	4.6	4.3	3.4
240	4b	4.1	3.8	3.0	3.2	2.9	2.4
	6	4.0	3.8	3.1	3.1	2.9	2.4
270	4b	2.0	1.8	1.5	1.5	1.4	1.2
	6	2.0	1.8	1.5	1.5	1.4	1.2

#### IV YHTEENVETO JA KESKUSTELUA

Eri rotujen osalta osoittautui, että 12,5-20.0 % ensikoista karsitaan ensimmäisen tuotosvuoden aikana. Sonnien välillä näyttää olevan eroa siinä, kuinka suuri osa sen tuotantonsa aloittaneista tyttäristä karsitaan. Karsittujen eläinten tuotospäämäärät osoittautuivat keskimäärin alhaisemmiksi. Tästä syystä karsittujen tyttäreiden mukaanotto sonnien jälkeläisarvostelujen laskentaan tuntuu perustellulta. On kuitenkin huomattava, että osa ensikoista karsitaan jo niin aikaisessa vaiheessa, että niiden tuotantokyvystä ei vielä saada luotettavia tuloksia.

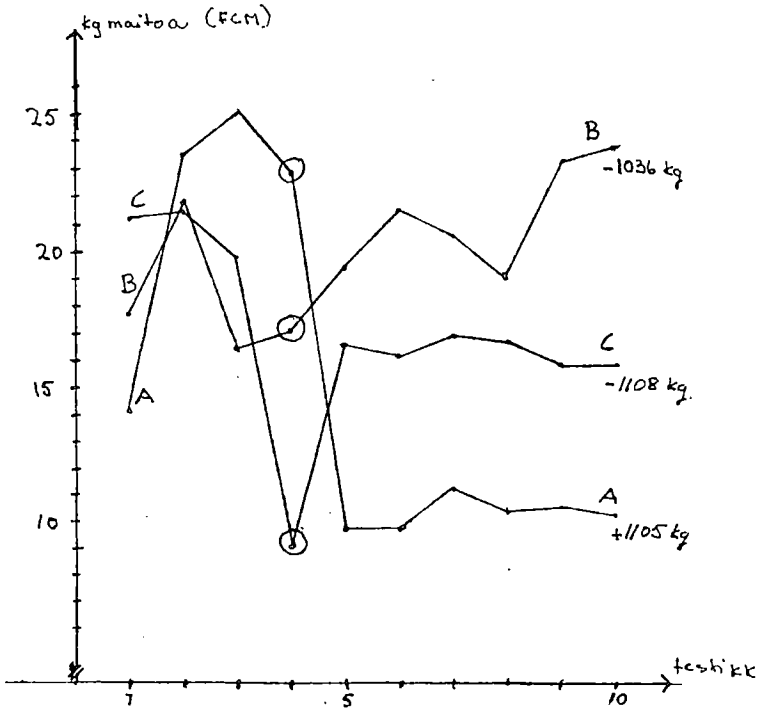
Poikimaiän ja -kuukauden, karjantuotostason, ensimmäisen periodin pituuden ja tyhjäkauden pituuden todettiin vaikuttavan merkittävästi maidontuotantoon. Poikimaiän alentava vaikutus tuotantoon oli huomattavin hyvin nuorilla ensikoilla. Poikimavuodenajan ja lypsykauden vaiheen välillä osoittautui olevan huomattava yhdysvaikutus. Syyskuukausien aikana tuotokset pyrkivät jäämään keskimääräistä pienemmiksi riippumatta lypsykauden vaiheesta. Karjojen väliset tuotoserot heijastuivat selvästi myös ensikkotuotoksiin. Korkeatuottoisissa karjoissa lypsykäyrän muoto osoittautui olevan tasaisempi. Tyhjäkauden vaikutus tuotannossa näkyi selvimmin vasta tuotoskauden viimeisinä kuukausina.

Osatuotostietojen perusteella tehtävien kokonaistuotosten ennusteiden laskennassa edellä mainitut ympäristötekijät tulee ottaa huomioon. Poikimaiän merkitys ennusteissa osoittautui kuitenkin vähäiseksi johtuen siitä, että tuotokset eri ikäisillä ensikoilla pysyivät suhteessa keskituotokseen lähes samansuuruisena koko lypsykauden ajan. Ennustettaessa tuotoksia otet-

tiin edellä mainittujen tekijöiden ohella huomioon myös eläinten tuotostaso viimeisen tunnetun testituloksen suuruuden ja alkukauden kumulatiivisen tuotoksen suuruuden avulla. Tuotantokauden vaiheen vaikutus ennustettaessa huomioitiin laskemalla ennusteet erikseen kuudessa eri tuotantovaiheessa, 4 - 9 tuotuskuukauden jälkeen.

Luotettavimman kuvan eri ennustusmenetelmistä saa ayrodun tulosten osalta, johtuen siitä, että eläinmäärät sk- ja fr-aineistoissa olivat varsin pienet. Erot ennustusmenetelmien välillä osoittautivat pieniksi. Usean muuttujan regressioyhtälöihin perustuvat ennustusmenetelmät osoittautuivat useimpien vertailussa käytettyjen tunnuslukujen perusteella hieman paremmiksi. Suhdemenetelmistä mallin 4, jossa alkukauden tuotos oli yhtenä b-kertoimen selittäväenä muuttujana, mukaiset ennustustulokset olivat tarkimpia ja tämän mallin mukaiset ennustukset erosivat regressioyhtälöistä vain tarkasteltaessa ennustettujen <sup>ky</sup> todellisten tuotosten välisien erotusten hajontoja. Myös arvioidun systemaattisen ennustusvirheen suuruus usean muuttujan regressioyhtälöiden perusteella tehdyissä ennustuksissa oli hieman pienempi. Verratut regressioyhtälöt eivät eronneet toisistaan juuri lainkaan, joten viimeisen testin neliötermin mukaanotto ei liene tarpeellista. Samoin poikimaiän huomioiminen - ainakin siinä muodossa kuin mallissa 6 - ei liene tarpeellista.

Yksittäisten tuotosten ennustamisessa erot muodostuivat joskus hyvinkin suuriksi, varsinkin silloin kun ennustettava tuotusjakso oli pitkä. Kuviossa 9 on esitetty lypsykäyrät kolmen sellaisen ensikon osalta, joiden ennustettu tuotos poikkesi yli 1000 kg todellisesta tuotoksesta ensimmäisessä ennustusvaiheessa. Nämä ovat tietenkin vain yksittäistapauksia, mutta niistä kuitenkin hyvin selvästi ilmenee niitä syitä, minkä vuoksi ennustusvirhe voi olla joskus huomattava. Esi-



KUVIO 9: Kolmen eri ay-ensikon lypsykäyrän muoto ja ennustusvirhe, kun mallin 4 mukaiset ennustukset tehtiin 120 päivän tuotostietojen jälkeen.

merkiksi eläimen A tuotos on jostain syystä laskenut jyrkästi neljännen ja viidennen testipäivän välillä ja jäänyt tälle alhaiselle tasolle loppukauden ajaksi. Kun ennustus tapahtuu hyvin suuressä määrin viimeisen tunnetun testituloksen - tässä tapauksessa neljännen - testituloksen perusteella, ei tällaisessa tapauksessa mitenkään voida ennakoita tapahtunutta tuotannon laskua. Eläimen C osalta vain viides testitulos on selvästi poikkeava, mutta silloinkin ennustusvirhe on ollut huomattava. Eläimen B lypsykäyrän muoto on myös kovin epätavallinen, tuotannon huippu ajoittuu vasta kymmenenneksi testikuukaudeksi.

Viimeiseen testitulokseen perustuvien ennusteiden suurin heikkous onkin juuri siinä, että monet satunnais-tekijät voivat vaikuttaa yksittäisen testituloksen suuruuteen, mikä sitten johtaa suureen ennustusvirheeseen. Toisaalta, jos käytetään viimeisen testituloksen asemasta useamman testin keskiarvoa, ei voida mukautua yhtä nopeasti sellaiseen pysyvään tuotannonlaskuun kuin kuvion 9 tapauksessa C on kysymys. Kysyä tietenkin voidaan, onko tällaiset yksittäisissä tuotoksissa tapahtuvat tuotosten laskut siinä määrin perinnöllisiä, että väärin arviointi tällaisten eläinten osalta johtaisi kyseisen eläimen tuotantokyvyn ylitä aliarvioimiseen. Eräs mahdollinen tapa välttää suuria ennustusvirheitä olisi käyttää vaihtoehtoisesti toisia tuotostietoja, esim. viimeistä edellistä testitulosta silloin, kun viimeinen testitulos poikkeaa selvästi odotetusta. Koskaan ei kuitenkaan voitane täysin välttyä suuriltaakaan ennustusvirheiltä johtuen juuri suurista tuotosten vaihtelusta lypsykauden aikana joillaakin eläimillä.

Paljon merkittävämpää ennustusvarmuuden kannalta olisi, jos pystyttäisiin arvioimaan tarkemmin yksittäisten eläinten lypsykäyrän muotoa. Yleensä korkean 305-pv:n tuotoksen saaminen edellyttää tasaista, suh-

teellisen korkealla tuotostasolla pysyvää lypsykäyrää. Tyhjäkauden pituudella samoin kuin poikimavuodenajalla ja karjan tuotostasolla osoittautui olevan selvä yhteys tuotannon tasaisuuteen. Vaikka edellä mainitut seikat huomioitaisiinkin, eläinten välillä, on kuitenkin todettu olevan eroja kyvyssä jatkaa tuotantonaan tietyllä tasolla. Se, kuinka eläinten väliset erot tuotannon tasaisuudessa voitaisiin arvioida, on vaikeasti toteutettavissa. Mahdollisesti voitaisiin sitä arvioida laskemalla esimerkiksi kahden peräkkäisen tuotostiedon suhde, jolloin tiedettäisiin mahdollisesti jostain siitä, millainen kyseisen eläimen lypsykäyrän muoto on. Kovin aikaisissa ennustusvaiheissa tällainen menettely ei liene kovin käyttökelpoinen.

Ennusteissa todettu systemaattinen virhe johti siihen, että korkealla tuotostasolla olevien eläinten tuotokset tulivat aliarvioituiksi. Keskimääräinen virhe, kuten aikaisemmin esitetty laskelma osoitti, jää kuitenkin suhteellisen pieneksi, n. 2-3 % tuotostilasta, jos tuotos ylittää tai alittaa keskituotoksen 1000 kg. Osittain systemaattinen virhe voi johtua, varsinkin regressiomenetelmissä, laajennuskertoimien laskutavasta. Koska sekä hyvin korkeiden että alhaisten tuotosten omavien eläinten määrä on normaalisti jakautuneessa aineistossa suhteellisen pieni, eivät kertoimet niiden osalta ole yhtä sopivia kuin niiden tuotosten osalta, jotka ovat lähellä keskiarvoa. Lisäksi useimmat satunnaistekijät, sairaudet ym., pyrkivät alentamaan tuotosta eivätkä kohottamaan sitä. Tällöin ennustettu tuotos on todellista tuotosta suurempi, todellisen tuotoksen taasen tällaisessa tapauksessa jäädessä keskimääräistä alhaisemmaksi.

Koska eri ennustusmenetelmien välillä ei ilmennyt merkittävämpiä eroavaisuuksia ennustusvarmuudessa, on hyvin vaikea sanoa mikä menetelmä käytäntöä ajatellen on paras. Suhdemenetelmän käyttöä puoltaa se, että ne

ovat Käytännön ihmisten kannalta helpoimmin ymmärrettävissä. Regressiomenetelmät antoivat kylläkin hieman tarkemmat ennustustulokset, mutta suhdemenetelmistä mallin 4 mukaiset ennustustulokset olivat lähes yhtä hyvät. Paremman kuvan eri ennustusmenetelmistä olisi ehkä saanut, jos ennustukset olisi voitu tehdä toisella aineistolla, kuin millä laajennuskertoimet oli määritetty. Johtuen vuodenaajan suuresta vaikutuksesta laajennuskertoimiin, on oletettava, että kertoimet tulisi tarkistaa vuosittain, jos osatuotoksia alettaisiin laajentaa kokonaistuotoksiksi.

Rasva- ja valkuais tuotosten ennusteiden ja todellisten tuotosten väliset korrelaatiot osoittautuivat hieman pienemmiksi kuin vastaavat korrelaatiot 4-%:n maitotuotoksen osalta. Näitä tuotoksia ennustettaessa malleja tulisikin ehkä hieman muotoilla toiseen muotoon ja ottaa huomioon samalla eläinten rasva- ja valkuaispitoisuustiedot selittävinä tekijöinä laajennuskertoimissa.

Se, missä määrin osatuotostietojen pohjalta laajennettuja kokonaistuotoksia voidaan käyttää hyväksi sonnien jälkeläisarvostelujen laskennassa, jää tässä tutkimuksessa selvittämättä. Ennustustulokset osoittautuivat kuitenkin olevan hyvin kiinteässä yhteydessä nykyisellä laskentatavalla saatuihin 305-pv:n tuotoksiin. Nykyäänhän eläinten 305-pv:n maitotuotokset lasketaan kymmenen ensimmäisen koelypsytuloksen perusteella ottamalla huomioon koelypsypäivien välisten ajanjaksojen todelliset pituudet. Osatuotosten käyttö ei siten lie- ne täysin mahdotonta, ainakin karsittujen eläinten osalta, jolloin erilainen karsinta ks-sonnien tytäryhmissä ei aiheuttaisi vääristymiä jälkeläisarvostelussa. Ennenkuin osatuotosten käyttöön otosta, vaikka vain karsittujen ensimmäistenkin osalta, aiheutuvia vaikutuksia voidaan arvioida, tulee kuitenkin laskea laajennettujen ja todellisten tuotosten väliset geneetti-



set Korrelaatiot eri ennustusvaiheiden osalta. Osa- ja kokonaistuotosten välisten geneettisten yhteyksien selvittäminen puolestaan antaisi kuvan siitä, kuinka osatuotoksia sellaisinaan voitaisiin hyödyntää ilman, että niitä laajennetaan kokonaistuotoksiksi. Osatuotosten käyttöönotosta saavutettava hyötyhän on riippuvainen siitä, minkälainen arvosteluvarmuus voidaan niitä käytettäessä saavuttaa verrattuna siihen, jos käytetään vain kokonaistuotoksia, ja siitä kuinka paljon osatuotosten käyttöönotto lyhentää sukupolvien välistä aikaa.

## TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli kehittää menetelmiä 305-pv:n maidotuotoksen ennustamiseksi osatuotostietojen perusteella. Tätä silmällä pitäen tutkittiin eri ympäristötekijöiden vaikutusta maidontuotantoon lypsykauden eri vaiheissa. Myös ensikkolehmien karsinnan syitä ja vaihetta selvitettiin.

Tutkimusaineistona oli karjantarkkailurekisteristä poimittujen v.1979 tuotantonsa aloittaneiden ensikkoiden tuotostiedot. Eläinmäärät roduittain olivat; ay 13441, fr 2568, sk 1727.

Ympäristötekijöiden vaikutusta maidontuotantoon tutkittiin yksinkertaisten keskiarvojen ja pienimmän neliosumman varianssianalyysin avulla. Jälkimmäisen menetelmän avulla määritettiin myös ennustusyhtälöissä käytetyt laajennustermit.

Poikimäisen, poikimisen vuodenajan, karjan tuotostason, tyhjääkauden pituuden ja ensimmäisen periodin pituuden todettiin vaikuttavan tilastollisesti merkitsevästi ( $P < 0,01$ ) maidontuotantoon lähes kaikissa tuotostavaiheissa. Nämä kaikki tekijät otettiin huomioon kokonaistuotosten ennusteita laskettaessa.

Kokonaistuotosten ennusteita laskettiin kuudessa eri lypsykauden vaiheessa - 120, 150, 180, 210, 240 ja 270-pv:n tuotostietojen ollessa tiedossa kahdella eri tyyppisellä menetelmällä - suhdemenetelmällä ja usean muuttujan regressioyhtälön avulla. Ennustukset perustuivat suurelta osin viimeisen tunnetun testituloksen hyväksikäyttöön. Eri menetelmillä saatuja ennustustuloksia verrattiin toisiinsa mm. laskemalla ennustettujen ja todellisten tuotosten absoluuttisten erotusten keskiarvot ja erotusten hajonnat sekä ennustettujen ja todellisten tuotosten väliset korrelaatiot. Useimpien

vertailuperusteiden mukaan regressioyhtälöt antoivat parhaat tulokset, varsinkin ensimmäisten ennustusvaiheiden osalta, parhaan suhdemenetelmän tulosten ollessa kuitenkin lähes samanarvoisia. Ennustusvarmuus parani tuotokauden loppua kohden kaikkien menetelmien osalta. Todellisten ja ennustettujen 305-pv:n tuotosten väliset korrelaatiot vaihtelivat eri menetelmien osalta .923 ja .931 välillä ensimmäisessä ennustusvaiheessa ollen .998 viimeisessä vaiheessa. Todellisten ja ennustettujen loppukauden tuotosten väliset korrelaatiot olivat pienemmät - .804-.828 ensimmäisessä ja .894-.902 viimeisessä ennustusvaiheessa. Vastaavissa ennustusvaiheissa absoluuttiset erotukset vaihtelivat 260-270 kg:n ja 44-45 kg:n välillä sekä erotusten hajonnat 331-355 kg:n ja 58-59 kg:n välillä. Tulokset koskevat ay-rotua, muiden rotujen osalta tulokset olivat hieman paremmat.

Kaikkien menetelmien osalta oli havaittavissa, että korkeat tuotokset tulivat hieman aliarvioiduiksi ja alhaiset tuotokset yliarvioiduiksi. 305-pv:n tuotoksen poiketessa 1000 kg keskituotoksesta systemaattinen ennustusvirhe ensimmäisessä ennustusvaiheessa oli keskimäärin 135-140 kg.

Ennustettaessa rasva- ja valkuaistuotoksia samoilla yhtälömalleilla kuin maitotuotosta jäivät todellisten ja ennustettujen tuotosten väliset korrelaatiot pienemmiksi kuin 4-% maitotuotosta ennustettaessa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Appleman, R. D. ja S. D. Musgrave ja R. D. Morrison. 1969. Extending incomplete lactation records of holstein cows with varying levels of production. J. Dairy Sci. 52: 360-368.

Auran, T. 1973. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. I. The effect of age, month of calving, herd and length of first test period. Acta Agric. Scand. 23: 189-199.

Auran, T. 1974. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. II. The effect of calving interval and stage in pregnancy. Acta Agric. Scand. 24: 339-347.

Auran, T. 1976a. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. III. Estimates of genetic and phenotypic parameters. Acta Agric. Scand. 26: 3-9.

Auran, T. 1976b. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. IV. Estimating total lactation from part-lactation. Acta Agric. Scand. 26: 10-17.

Auran, T. 1977. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. V. Estimating total lactation from part-lactation records from culled cows and from cows with different production level. Acta Agricultura. Scand. 27: 190-196.

Christensen, L.G. 1970. Progeny testing of dairy sires based on field and test station data. I. Phenotypic and genetic relations. Acta Agric. Scand. 20: 293-301.

Christensen, L. G. 1974. Progeny testing of dairy sires based on field and test station data. II. Half-sibs and half-cousins analysis. Acta Agric. Scand. 24: 147-159.

Danell, B. 1982a. Studies of lactation yield and individual test-day yields of swedish dairy cows. I. Environmental influence and development of adjustment factors. Acta Agric. Scand. 32: 65-81.

Danell, B. 1982b. Studies of lactation yield and individual test-day yields of swedish dairy cows. II. Estimates of genetic and phenotypic parameters. Acta Agric. Scand. 32: 83-92.

Danell, B. 1982c. Studies of lactation yield and individual test-day yields of swedish dairy cows. III. Persistency of milk yield and its correlation with lactation yield. Acta Agric. Scand. 32: 93-101.

Danell, B. 1982d. Studies of lactation yield and individual test-day yields of swedish dairy cows. IV. Extension of part-lactation records for use in sire evaluation. Acta Agric. Scand. 32: 103-114.

Falconer, D. S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed.

Famula, T. R. ja L. D. Van Vleck. 1981. Sire evaluation by only extended partial milk and fat records. J. Dairy Sci. 64: 484-490.

Hansson, A., H. Skervold ja B. Carli. 1949. Den dagliga variationen i mjölkens sammansättning. Kungl. Lantbruksakademins tidskrift 88.

Harvey, W. R. 1960. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. ARS 20-8. USDA 1960.

Johansson, I. 1948. Variationen i kornas avkastning och mjölkens fetthalt under laktationsperioden och deras inflytande på avgastnings kontrollens säkerhet.

Ladugården 12.

Keown, J. F. ja L. D. Van Vleck. 1971. Selection on test day fat percentage and milk production. *J. Dairy Sci.* 54: 199-203.

Lamb, R. C. 1962. Usefulness of part records in estimating the breeding values of dairy cattle. Ph.D thesis, Michigan State University, East Virginia.

Lamb, R. C. ja McGilliard. 1960. Variables affecting ratio factors for estimating 305-day production from part lactations. *J. Dairy Sci.* 43: 519-528.

Lamb, R. C. ja McGilliard. 1967. Usefulness of part records to estimate the breeding values of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50: 1458-1467.

Lindström, U. 1969. Genetic change in milk yield and fat percentages in artificially bred populations of Finnish dairy cattle. *Acta Agric. Fenn.* 114, 128 p.

McDaniel, B. 1969. Accuracy of sampling procedures for estimating lactations yields: a review. *J. Dairy Sci.* 52: 1742-1761.

Miller, R. H., Hooven, N. W. Jr, Smith, J. W. Harvey, W. R. ja M. E. Creesan. 1972a. Modified regression for estimating total lactationen from part lactation yields. *J. Dairy Sci.* 55: 208-213.

Miller, R. H., Pearson, R. E., Fohrman, M. H. ja M. E. Creesan. 1972b. Methods for projecting complete lactation production from part yield. *J. Dairy Sci.* 55: 1602-1606.

Mäkelä, A. 1967. The influence of season on yield increase and lactation yield in the ayshire herd of Viik

Experimental Farm. Maat. Tiet. Aikak. 39: 183-190.

Mocquot, J.-C. ja T. Auran. 1975. Etudes sur la production laitiere des bovins. II. Interets des lactations partielles pour la selection. (b) Relations entre productions partielles, au dernier controle, et totales. Ann. Genet. Sel. Anim. 7(1): 59-71.

Pedersen, J. 1980. Forlaengelse af dellaktationer. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsog, 503. Kööpenhamina 1980. 150 p.

Searle, S. R. 1961a. Part lactations. II. Genetic and phenotypic studies of monthly milk fat yield. J. Dairy Sci. 44: 282-295.

Searle, S. R. 1961b. Part lactations. III. Progeny testing with part lactation records. J. Dairy Sci. 44: 921-927.

Syrstad, D. 1964. Studies on dairy herd records. I. Evaluation of incomplete records. Acta Agric. Scand. 14: 129-149.

Syväjärvi, J. 1981. Nasta - uusi suomalainen arvostelujärjestelmä. Kotieläinjalostuksen tiedote n:o 47. Helsinki 1981.

Van Vleck, L. D. ja C. R. Henderson. 1961a. Utilizing both part and complete daughter records in sire evaluation. J. Dairy Sci. 44: 2068-2076.

Van Vleck, L. D. ja C. R. Henderson. 1961b. Estimates of genetic parameters of some functions of part lactation milk records. J. Dairy Sci. 44: 1073-1084.

Van Vleck, L. D. ja C. R. Henderson. 1961c. Use of part lactation records in sire evaluation. J. Dairy Sci. 44:

1511-1518.

Van Vleck, L. D. ja C. R. Henderson. 1961d. Ratio factors for adjusting monthly test-data for age and season of calving and ratio factors for extending part lactation records. J. Dairy Sci. 44: 1093-1102.

Van Vleck, L. D. ja C. R. Henderson. 1961e. Regression factors for extending part lactation milk records. J. Dairy Sci. 44: 1085-1092.

Wiggans, G. R. ja L. D. Van Vleck. 1979. Extending partial lactation milk and fat records with a function of last-sample production. J. Dairy Sci. 62: 316-325.



## SARJASSA ILMESTYNYT VUODESTA 1980 LÄHTIEN:

40. RUOHOMÄKI, HILKKA, 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, HILKKA, 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, HILKKA, 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960—1980. 30 s.
47. JÄLKELEÄISARVOSTELUSEMINAARI 12.5.1981. 44 s.
48. MAIJALA, K., 1981. Jalostus ja lisääntyminen vaikuttavina tekijöinä lihanaudan tuotannossa. 20 s.
49. SYRJÄLÄ-QVIST, LIISA, BOMAN, MARJATTA & MOISIO, S., 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa. 25 s.
50. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttären porsimistulosten perusteella. Licensiaattityö, 88 s.
51. LAURILA, TERHI, 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. Pro gradu-työ, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U., 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa. 13 s.
53. LEUKKUNEN, ANU, 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 sonniin kasvukoetuloksiin. Laudaturtyö, 54 s.
56. OJALA, M., 1982. Kilpailutulosten käyttöarvosta ravihevosten jalostuksessa. Licensiaattityö, 16 s.
57. KENTTÄMIES, HILKKA, 1982. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. Licensiaattityö, 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.

**ISBN 951-45-2915-5**

**ISSN 0356-1429**

Helsingin yliopiston monistuspalvelu  
Painatusjaos Helsinki 1983